

Diese Kepler-Lichtkurve eines Sterns erstreckt sich über die Dauer von knapp einem Monat. Der Stern pulsiert leicht, was seine Helligkeit um rund ein Prozent schwanken lässt. Zusätzlich hat er einen Planeten, der alle zweieinhalb Tage vor der Sternscheibe vorbeizieht und das Sternlicht um rund fünf Prozent abschwächt. Dies ist ein besonders schöner Fall; die meisten Exoplaneten sind nicht gar so leicht zu erkennen.

Zooniverse, Planethunters und Co.

In dem auf den Online-Seiten von SuW zugänglichen Artikel »Exoplaneten: Wie viele Sterne haben Planeten?« vom 10. Januar 2013 werden die »KOIs« erwähnt, also die Planetenkandidaten in der Datenbank des Kepler-Teleskops (siehe www.sterne-und-weltraum.de/artikel/1180517). Darunter sind auch solche, die von dem Amateurprojekt »planethunter.org« in den Kepler-Daten identifiziert wurden. Inwieweit kann der astronomische Laie

tatsächlich hierzu etwas für die Forschung leisten? Allgemeiner gefragt: In welcher Weise sind diese von »Zooniverse« betreuten »citizen science projects« für die von »echten« Wissenschaftlern betriebenen Forschungen relevant?

JULIAN PENZINGER,
TAUFKIRCHEN

Diese Sachen sind durchaus ernst zu nehmen. Die Planetenhunter haben schon zwei Planeten entdeckt und sind

mit ihren Keplerlichtkurven und den Bestätigungsbeobachtungen in wissenschaftlichen Zeitschriften erschienen. Die anderen Kandidaten der Planetenhunter werden weltweit von Profis nachbeobachtet zwecks Bestätigung oder Widerlegung. Ich selbst habe schon fast 500 Kepler-Lichtkurven klassifiziert, nicht als Profi, sondern in meinem »Amateurmodus« sozusagen. Das hat mir sehr viel Spaß gemacht, mir sind sogar tatsächlich einige Exo-

planeten begegnet (darunter die obenstehende Lichtkurve), ich habe aber offenbar keine dramatische Neuentdeckung gemacht.

Wie weit eine Methode oder ein Projekt am Ende relevant wird, das weiß man naturgemäß in der Forschung vorher nie. Aber im Projekt »Galaxy Zoo« ist von den Amateuren eine komplette neue Objektklasse entdeckt worden, die so genannten green peas. Das erste davon wurde von einer

Raumkrümmung in nur einer Dimension

Ich glaube eine recht einfache Möglichkeit gefunden zu haben, mir die Raumzeit-Krümmung an einem zweidimensionalen Beispiel (nur eine Raumdimension, plus die Zeit) zu veranschaulichen.

Die Idee ist in den beiden beigefügten Bildern dargestellt. Ich nehme als Modell für die gekrümmte Raumzeit eine Kugeloberfläche; die Zeit ist die Länge und die (einzige) Raumdimension ist die Breite auf der Kugel. Im oberen Bild sind die beiden Koordinaten einfach kartesisch dargestellt, im unteren Bild die zugehörige wahre (gekrümmte) Geometrie.

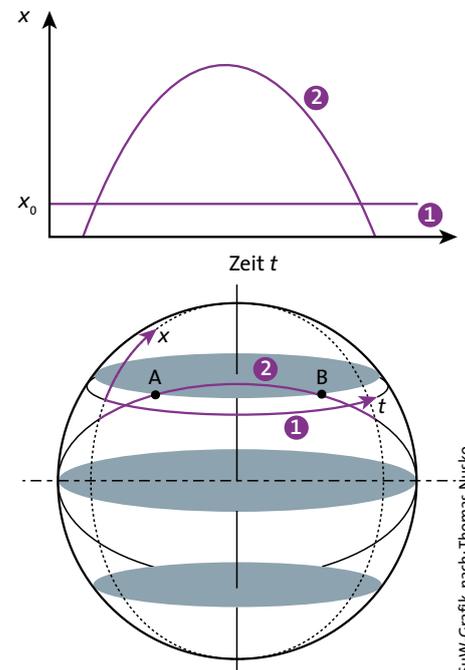
■ Die Wurfparabel (freier Fall im Gravitationsfeld, oberes Bild) landet durch die Raumzeit-Krümmung auf einem Großkreis (Geodäte, unteres Bild).

■ Die Weltlinie der Person, die im Gravitationsfeld stillsteht (waagrechte Linie

im oberen Bild), erhält eine positive geodätische Krümmung, ist also tatsächlich eine nach oben beschleunigte Bewegung. Natürlich gilt das nicht exakt, und das Universum kann ja auch in Wirklichkeit keine geschlossene Fläche sein, aber es wird zumindest das Prinzip der Raumkrümmung und ihrer Wirkung auf die Bewegung von Körpern veranschaulicht. Das habe ich in dieser Einfachheit noch nirgends gesehen.

THOMAS NUSKO,
REGENSBURG

Das ist in der Tat eine sehr schöne Veranschaulichung der Tatsache, dass in der allgemeinen Relativitätstheorie die kräftefreie Bewegung von Körpern immer entlang einer Geodätenlinie (entlang eines »kürzesten« Wegs) zwischen zwei Raumzeitpunkten A und B verläuft,



SuW-Grafik, nach: Thomas Nusko



holländischen Lehrerin mit Vornamen Hanny gefunden; ihr Objekt wird ganz allgemein in der Fachliteratur als »Hanny's voorwerp« bezeichnet (voorwerp ist holländisch für Ding). Diese green peas haben in kurzer Zeit einen ganzen Schwall von wissenschaftlichen Publikationen hervorgebracht und zum Beispiel anderweitig nicht erzielbare Erkenntnisse über das Langzeitverhalten von Quasaren erlaubt.

Eine entsprechende Tiefsee-Aktion entdeckt neue Tierarten. Aus den Kraterzählungen auf Mond und Mars wird das Alter unterschiedlicher Oberflächenformationen bestimmt. Und so weiter und so weiter. Ich halte »citizen science« für sehr spannend.

U. BASTIAN

Java-Applet zur Achterbahn der Sonne

Prof. Hebbekers interessanter Artikel in SuW 3/2013, S. 80, gab mir die Anregung, ein interaktives Java-Applet zu schreiben: Es zeichnet die Analemma-Figur in Abhängigkeit von Ekliptikschiefe und Exzentrizität; Beobachtungsort (Breite, Länge) und Uhrzeit sind frei wählbar. Außerdem stellt das Applet den Verlauf der Zeitgleichung als Diagramm dar. Für bestimmte Werte von Ekliptikschiefe und Exzentrizität verschwindet der Schnittpunkt, und die Achterbahn der Sonne wird einer Ellipse ähnlich.

Das Applet ist unter www.geoastro.de/drawanalemma/ frei zugänglich.

JÜRGEN GIESEN,
WELVER

Zugang zum Java-Applet
www.geoastro.de/drawanalemma/



und dass in einer solchen Raumzeit sogar ein im Raum völlig ruhender Körper einen längeren Weg von A nach B brauchen kann als einer, der im Raum einen Hinweg und einen Rückweg beschreitet.

Wie Herr Nusko schon richtig sagt: Ein kleiner Nachteil seines Modells besteht darin, dass alle Raumzeitkoordinaten wieder in sich zurücklaufen. Das ist besonders bei der Zeit störend. Diesen Nachteil könnte man jedoch sogar noch vermeiden, indem man statt einer Kugel zum Beispiel ein Rotationsparaboloid verwendet. Dadurch würde allerdings die intuitive Anschaulichkeit der gezeigten Geometrie schon wieder stark eingeschränkt.

Ein zweiter Unterschied zu einer richtig relativistischen Raumzeit liegt darin, dass in dem hier verwendeten Entfernungsmaß für die Raumzeit (nämlich der Länge von Großkreissegmenten auf der Kugel) die zeitliche Koordinate mit dem gleichen Vorzeichen eingeht wie die räumliche Koordinate. In der Relativitätstheorie ist das umgekehrt. Mir ist jedoch noch nie eine relativistische Veranschaulichung begegnet, die dieses Problem nicht hätte. Ich glaube, es ist unvermeidlich. Und es ist für die eigentliche Idee von Herrn Nusko unerheblich.

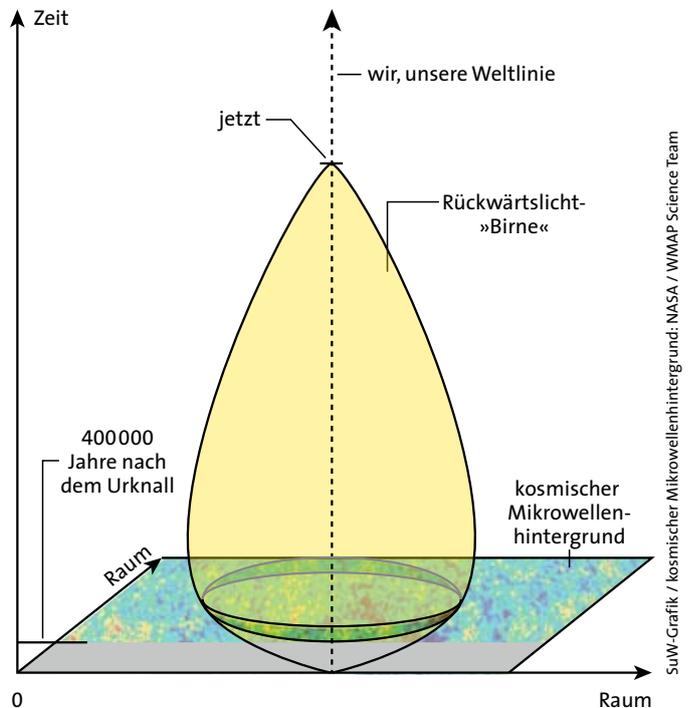
U. BASTIAN

Briefe an die Redaktion

Weitere Einsendungen finden Sie auf unserer Homepage unter www.sterne-und-weltraum.de/leserbriefe, wo Sie auch Ihren Leserbrief direkt in ein Formular eintragen können. Zuschriften per E-Mail: leserbriefe@sterne-und-weltraum.de

Kosmologische Kuriositäten in SuW 3/2013, S. 60

Eine Anmerkung zum Licht, das vom Mikrowellenhintergrund ausgeht: Obwohl sich von Anfang an dieses Licht seinen Weg in Richtung zu uns sucht, entfernt es sich trotzdem zunächst von uns, weil es Bereiche des Universums durchläuft, deren Entfernungen von uns mit mehr als Lichtgeschwindigkeit anwachsen. Ich denke, diese Anmerkung ist angebracht, damit die Aussage »endliche und konstante Lichtgeschwindigkeit«, die im Kasten »Rückwärtslichtkegel« erscheint, im Zusammenhang mit der Birne nicht falsch verstanden wird. PETER WÜST, ÜBERLINGEN



Herrn Wüsts Anmerkung bezieht sich auf den unteren Teil der Rückwärtslicht-»Birne«, deren Radius in diesem Bereich in Lichtlaufrichtung – das heißt im Bild nach oben hin – anwächst. Näheres siehe auf der angegebenen Seite in SuW 3/2013.

Erratum

Im Kasten »Vergleich mit Galaxienentwicklungsmodellen« in SuW 5/2013, S. 52f., ist uns ein Fehler unterlaufen. Dort steht: »Das Massenverhältnis zwischen der blau und der rot leuchtenden Spektralkomponente ist 5000.« Stattdessen muss es heißen: »Das Massenverhältnis zwischen der blau und der rot leuchtenden Spektralkomponente ist 0,158 an der Wellenlänge 5000 Angström im Ruhesystem.«

RED.