

IceCube Collaboration / SuW-Grafik

Himmelskarte zu den Ereignissen vom 28. Juli 2019. In Rot ist der Unsicherheitsbereich des Gravitationswellen-Ereignisses eingezeichnet. In Blau sind die Einfallsrichtungen aller Neutrinos von IceCube innerhalb von 1000 Sekunden vor und nach der Ankunft der Gravitationswellen darübergelegt. Eines der Neutrinos kam im Rahmen der Messgenauigkeiten aus der gleichen Richtung.

Ist solch ein Szenario vorstellbar? Welche anderen Szenarien wären noch denkbar, wenn man von der banalen Lösung der zufälligen räumlichen Übereinstimmung absieht?

DR. MANFRED FÜRSICH,
OBERHACHING

Das ist eine sehr spannende und vollkommen plausible Idee. Was Herr Dr. Fürsich da vorschlägt, ist in der Tat sehr unwahrscheinlich. Aber wer weiß...

Immerhin ist auch kürzlich von Profis ein mindestens genau so unwahrscheinliches Szenario für das berühmte Super-Neutrino (siehe SuW 9/2018, S. 24) vom 22. September 2017 aus der Galaxie TXS 0506+056 vorgeschlagen worden, das von Spektrum der Wissenschaft unter www.spektrum.de/news/1677548 beschrieben wird.

U. BASTIAN

Mögliches Multimessage-Signal s190728q

Am 28. Juli 2019 haben die Gravitationswellenobservatorien LIGO und Virgo ein Signal gemessen, das aus 2,6 Milliarden Lichtjahren Entfernung kam. Sechs Minuten vorher hat das Neutrino-Observatorium IceCube am Südpol ein Neutrinoereignis im selben Himmelsbereich registriert. Ein Bild, das die Übereinstimmung der Himmelsbereiche zeigt, ist unter www.icecube.wisc.edu/news/view/669 zu finden. Die Physiker von IceCube und LIGO wollen sich bei dem neuen Ereignis vom 28. Juli nicht aus dem Fenster lehnen. Sie betrachten das gleichzeitige Auftreten der Signale als nicht hinreichend

statistisch signifikant, um sich weiter damit zu beschäftigen. Aber angenommen, es bestünde doch ein echter Zusammenhang zwischen diesen beiden Ereignissen: Was könnte sich da abgespielt haben? Die Gravitationswellendaten zeigen, dass mit 95-prozentiger Wahrscheinlichkeit zwei Schwarze Löcher mit jeweils mehr als fünf Sonnenmassen zusammengestoßen sind. Ein großer Ausbruch von Neutrinos kommt typischerweise bei einer Supernova vor. Es muss sich um einen sehr starken Ausbruch handeln, wenn so etwas bis in 2,6 Milliarden Lichtjahren Entfernung noch gemessen werden kann. Man

könnte sich nun das folgende, jedoch unwahrscheinliche Szenario vorstellen:

- Ein Schwarzes Loch und ein großer normaler Stern umkreisen einander.
- Dann wird beim normalen Stern eine Supernova ausgelöst, verbunden mit dem starken Neutrinoausbruch.
- Bei der Supernova-Explosion entsteht das zweite Schwarze Loch. Die Supernova läuft nicht exakt radialsymmetrisch ab, was das entstehende zweite Schwarze Loch in die Nähe des ersten Schwarzen Lochs lenkt.
- Sechs Minuten später kollidieren die beiden Schwarzen Löcher.

Hubbles Konstante wird immer rätselhafter

Der so überschriebene Artikel in SuW 10/2019, S. 22, beschreibt informativ und anschaulich die Abweichungen der Hubble-Konstanten H_0 , die sich auf Grund unterschiedlicher Bestimmungsmethoden ergeben haben. Bezüglich der Hubble-Konstanten selbst sind jedoch aus meiner Sicht noch einige Ergänzungen sinnvoll. Im Artikel wird an keiner Stelle erwähnt, dass es sich bei H_0 um die Hubble-Konstante zum jetzigen Zeitpunkt

handelt. Diese »Konstante« ist zeitabhängig und nicht konstant, weswegen der heute schon häufiger verwendete Begriff Hubble-Parameter geeigneter wäre. Der Hubble-Parameter war in der Vergangenheit größer und hatte beispielsweise vor zwölf Milliarden Jahren mit etwa 420 Kilometern pro Sekunde und Megaparsec fast den sechsfachen Wert des heutigen, auf den er dann mit der Zeit gesunken ist. Das ist übrigens der Grund dafür, weswegen

wir heute Licht von Objekten empfangen können, die sich wegen der Expansion mit Überlichtgeschwindigkeit von uns entfernen. Eine anschauliche Darstellung dieser Zusammenhänge habe ich unter www.reiner-guse.de/assets/applets/Ausw_Expansion_Fer.pdf und www.reiner-guse.de/assets/applets/Jena19.pdf zur Verfügung gestellt.

REINER GUSE,
PEINE

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

Mondblitz bei Sonnenfinsternis

Zu dem schönen Artikel von Herrn Koschny über Mondblitze in SuW 9/2019, S. 34, möchte ich anmerken, dass es offenbar nicht nur möglich ist, während der relativ kurzen Zeitspanne einer totalen Mondfinsternis Einschläge auf dem Mond zu beobachten. Dies scheint auch bei der viel kürzeren Zeitspanne einer totalen Sonnenfinsternis möglich.

Am 24. Juni 1778 zog der Kernschatten einer Sonnenfinsternis vom Pazifik kommend über Mexiko und die

südlichen Teile Nordamerikas bis in den Atlantik. Don Antonio Ulloa, der Kommandant der spanischen Flotte in Neu-Spanien, beobachtete das Ereignis von seinem Schiff aus. Gut eine Minute vor dem Ende der Totalität sah Don Antonio auf der dunklen Neumondscheibe einen hellen Punkt, den er sich in seiner Schrift »Observación en el mar de un eclipse de sol« nicht anders erklären konnte, als dass der Mond ein Loch besitzt, durch das die Sonne hindurchscheint. Auch andere Beobachter haben die Erscheinung gesehen, so dass an der Authentizität des Berichts schwerlich Zweifel angemeldet werden können.

Lässt man die kuriose Erklärung Ulloas beiseite, und auch die von Wilhelm Herschel ins Feld geführte eines Vulkanausbruchs (der Mond ist ein geologisch toter Körper), bleibt eigentlich nur die Deutung als Impakt – ähnlich wie bei der totalen Mondfinsternis vom 21. Januar 2019.

DR. MATTHIAS LEINWEBER,
WETTENBERG



Eine Büste von Don Antonio Ulloa in San Antonio de Pichincha, Ecuador.

Mondlandung-Zeitzeuge: Originalsendung gefunden

In SuW 10/2019, S. 6, fragt Herr Dr. Kiefer unter der Überschrift »Mondlandung – Zeitzeuge« nach Audio-Dokumenten von Harro Zimmers Reportagen über die Apollo-Flüge. Der Sender DLF-Kultur hat am 20. Juli 2019 nachts die von Harro Zimmer live kommentierte RIAS-Originalsendung zur Mondlandung Apollo 11 wieder gesendet, und ich habe sie komplett aufgenommen. Da die Hördatei aber etwa 81 MB umfasst, kann ich sie Ihnen nicht per Email zusenden. Das würde jedoch per wettransfer einfach möglich sein ...wenn noch Bedarf besteht.

PROF. ERWIN KOCH-RAPHAEL

Wir danken Herrn Prof. Koch-Raphael ganz herzlich für diesen Hinweis. Ein Filetransfer ist allerdings nicht nötig, denn wir haben daraufhin die Sendung auf der Mediathek des DLF gefunden: [suw.link/Harro](#)

Dort wird sie laut der begleitenden Webseite bis 2038 für jedermann abhörbar sein.

RED.

SuW und die Naturwissenschaftliche Rundschau

Herr Dr. Uwe Reichert hat in dem sehr lesenswerten Rückblick auf 57 Jahre SuW geschrieben: »Sterne und Weltraum ist die älteste populärwissenschaftliche Zeitschrift Deutschlands ... Alle vergleichbaren Zeitschriften, die vor 1962 gegründet wurden, sind mittlerweile vom Markt verschwunden ... (SuW 5/2019, S. 44)«.

Dies ist nicht richtig: Es gibt noch heute, im 72. Jahrgang, die 1948 begründete »Naturwissenschaftliche Rundschau«, die allen Ansprüchen einer populären und wissenschaftlichen Zeitschrift genügt. Diese und SuW lese ich seit Jahren mit großem Gewinn.

GERHARD STREY,
NEUBRANDENBURG

Wir bedanken uns bei Herr Strey für den Hinweis.

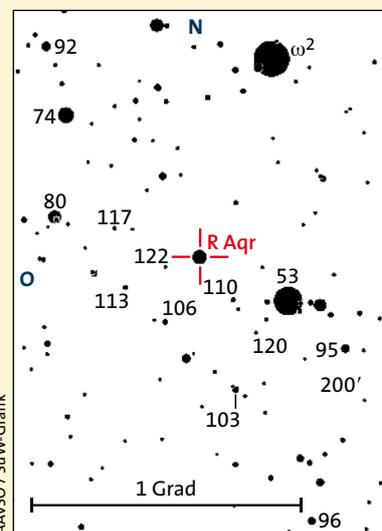
RED.

Errata

100 Billionen Tonnen sind nicht die Masse eines Kubikzentimeters, sondern eines Kubikmeters von Neutronensternmaterie (SuW 10/2019, S. 10). Auch der dort gezogene Vergleich dieser Zahl mit der Masse der Weltmeere ist inkorrekt. Deren Masse liegt bei rund 1400 Billiarden Tonnen. Wir danken unseren Lesern Elmar Hoffmeister und Thorsten Imkamp für die Hinweise.

Zum Beitrag »R Aquarii: Stellares Kammerflimmern« in SuW 10/2019: In der Vergleichssternkarte auf S. 67 ist der Stern R Aquarii an einer falschen Position eingezeichnet. Wir danken unseren Lesern Ulrich Bendel, Peter Hecht und Eberhard Schültke für entsprechende Hinweise und geben unten einen korrigierten Kartenausschnitt wieder.

RED.



Dieser Kartenausschnitt des Himmelsgebiets um den veränderlichen Stern R Aquarii enthält die Helligkeiten der Vergleichssterne in Magnituden (mag), wobei das Dezimalkomma fortgelassen wurde. Beispielsweise bezeichnet »113« eine scheinbare Helligkeit von 11,3 mag.

Swingby-Manöver

Ich freue mich jeden Monat auf Ihre interessante Zeitschrift, die ich mit Begeisterung lese. Immer wieder stoße ich in Ihren Artikeln allerdings auf die Formulierung, dass Sonden durch Swingby-Manöver »Schwung holen«. Dass durch so ein Flugmanöver beim Vorbeiflug an einem Himmelskörper in dessen Gravitationsfeld die Flugrichtung gezielt beeinflusst werden kann, leuchtet mir ja ein. Ich verstehe die Artikel allerdings auch so, dass die Sonden dadurch auch an Geschwindigkeit zunehmen, was bei der Annäherung für mich nachvollziehbar ist; schließlich nimmt die Sonde im Gravitationspotenzial des Himmelskörpers kinetische Energie auf. Bei der anschließenden Entfernung müsste sie – nach meinem Verständnis – diese kinetische Energie allerdings wieder abgeben. Wie kommt also der über die bloße Korrektur der Bewegungsrichtung hinausgehende »Schwung« zustande?

JÖRN BEHRENS, BAD OLDESLOE

Herrn Behrens' Brief steht für eine ganze Anzahl ähnlicher Anfragen, die im Lauf der Zeit bei der Redaktion eingingen. Hier eine kurze Antwort, die den Begriff erklärt: Ein Swingby (auch gravity assist maneuver, Gravitationschleuder oder gravitational slingshot genannt) ist der Vorbeiflug eines sehr kleinen Körpers (Raumsonde) an einem sehr großen (Planet) zwecks Bahnänderung.

Es ist völlig richtig, dass bei einem solchen Manöver nicht wirklich Energie gewonnen werden kann. Die Gesetze der Himmelsmechanik besagen, dass die Relativgeschwindigkeit der beiden beteiligten Körper vor und nach der Begegnung gleich groß ist, lediglich die Richtung wird geändert. In der Abbildung sind links unten die Einfluggeschwindigkeiten (blaue Pfeile) und -bahnen dreier hypothetischer Raumsonden dargestellt, und zwar in einem Koordinatensystem, in dem der Planet ruht. Alle drei Sonden beschreiben Hyperbelbahnen um den Planeten, weil die Sonde dessen Schwerefeld wieder entkommt. Der Ablenkwinkel und die Maximalgeschwindigkeit am planetennächsten Punkt der Bahn sind umso größer, je näher die Bahn an den Planeten heranzuführt (grüne Pfeile). Die blauen Pfeile an den oberen Ästen der drei Sondenbahnen deuten die (gleich großen) Endgeschwindigkeiten an.

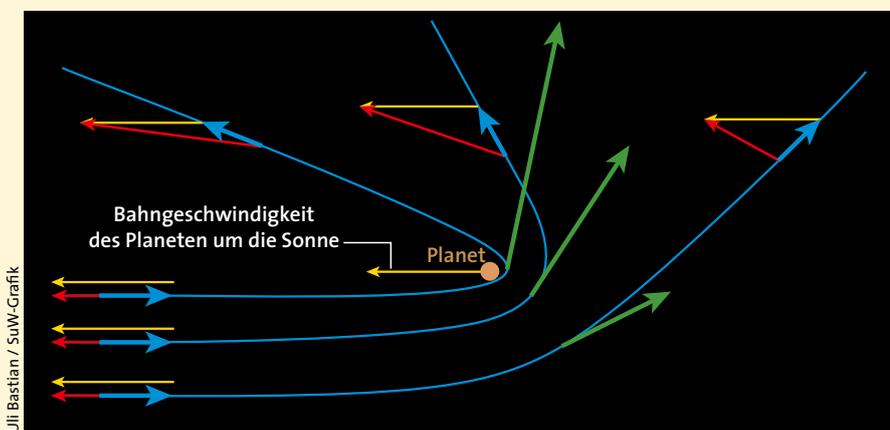
Betrachten wir nun den gleichen Vorgang nicht von dem Planeten aus, sondern von der Sonne, so erscheint er ganz anders. Der gelbe Pfeil in der Mitte der Abbildung sei die Bahngeschwindigkeit des Planeten um die Sonne. Diese müssen wir nun zu allen Geschwindigkeiten in dem Bild addieren, um die richtige Sicht der Dinge von der Sonne aus zu erhalten. Unsere drei Raumsonden bewegen sich vor dem Vorbeiflug in der gleichen Richtung wie der

Planet, aber mit geringerer Geschwindigkeit als dieser (rote Pfeile links unten). Von der Sonne aus gesehen überholt der Planet die Raumsonden und lenkt sie dabei ab.

Die Endgeschwindigkeiten der Sonden ergeben sich ebenfalls aus der Kombination (mathematisch: der Vektorsumme) der Relativgeschwindigkeit Sonde–Planet und der Bahngeschwindigkeit des Planeten (rote Pfeile oben). Und hier sieht man nun, dass in der Tat die roten Pfeile nach dem Vorbeiflug wesentlich länger sind als davor. Alle drei Sonden haben – von der Sonne aus gesehen – tatsächlich an Geschwindigkeit, das heißt an Bewegungsenergie hinzugewonnen. Im Extremfall der planetennächsten Bahn ist die Geschwindigkeit mehr als verdreifacht, die Energie mehr als verzehnfacht worden. Diese Sonde würde das Sonnensystem vollständig verlassen.

Natürlich haben die Raumfahrtmechaniker damit nicht das Perpetuum mobile erfunden. Die Gesamtenergie des Systems bleibt bei dem Vorgang erhalten. Die zusätzliche Energie der Sonden stammt aus der Bewegungsenergie des Planeten. Dieser wird bei dem Vorbeiflug um einen minimalen Betrag abgebremst. Es ist leicht auszurechnen, wie groß diese Abbremsung ist. Wenn eine Raumsonde von einer Tonne an Jupiter 15 Kilometer pro Sekunde gewinnt, dann umläuft Jupiter nachher mit einer Geschwindigkeit die Sonne, die um einige Dutzend Atomdurchmesser pro Jahr, oder einige Zentimeter pro Million Jahre kleiner ist.

ULRICH BASTIAN arbeitet am Astronomischen Rechen-Institut (Universität Heidelberg) an der Gaia-Mission der ESA und ist der Leserbrief-Redakteur von SuW.



Die Bahnen und Geschwindigkeiten bei einem Swingby, dem Vorbeiflug eines sehr kleinen Körpers (Raumsonde) an einem sehr großen (Planet), zeigen je nach Abstand des Vorbeiflugs zum Planeten eine deutliche Erhöhung der Bahngeschwindigkeit der Raumsonde (rote Pfeile) und eine immer deutlichere Ablenkung in der Bewegungsrichtung (grüne Pfeile).

Senden Sie uns Ihre Fragen zu Astronomie und Raumfahrt! Wir bitten Experten um Antwort und stellen die interessantesten Beiträge vor.

WOW-Effekt: 20" Gitterrohr-Dobson F3.6

EXPL[©]RE[®]
SCIENTIFIC



Art. No. 0116950

€ **6990⁰⁰***
Stck.



**Sofort ab Lager
VERFÜGBAR!**



Eigenschaften

- 20" F3.6 DOBSON
- Öffnung: 500 mm
- Brennweite: 1800 mm
- Revolutionäre Neukonstruktion
- Design by MDA - Made in Hungary
- Endmontage in Deutschland
- QUARZ Haupt- und Fangspiegel
- GSO Qualitätsoptik mit Zertifikat
- Einblickhöhe im Zenit nur 163cm
- Pulverbeschichtete Alu-Konstruktion
- Gesamtgewicht nur 53kg
- Innovative Kundenwünsche realisiert

**... denn Öffnung ist durch
nichts zu ersetzen!**

B BRESSER[®]

StarTracker / Astrofoto-Montierung

- leichte und kompakte Nachführung
- für Langzeitbelichtungen und Time-Lapse
- Maße 84 x 86 x 65 mm, Gewicht nur 630g
- Tragfähigkeit bis zu 2,0 Kg (Polar-Modus)
- einstellbare Nachführ-Geschwindigkeiten
- Time-Lapse: von 15 Minuten bis 48 Stunden
- präzise Schrittmotor-Steuerung
- Batteriefach für 4 x AA Batterien
- bis zu 20 Stunden Betriebszeit
- präziser Kugelkopf inklusive
- optional mit Polsucher, Pol-Wiege, Stativ u. Tasche

**Sofort ab Lager
VERFÜGBAR!**

Art.Nr.:4964120

ab € **319⁰⁰***



*Unverbindliche Preisempfehlung des Herstellers in Euro inkl. MwSt. (DE), zzgl. Versand.

EXPL[©]RE[®]
SCIENTIFIC

Besuchen Sie uns auf  facebook.com/ExploreScientific

www.explorescientific.de



Explore Scientific GmbH · Gutenbergstr. 2 · 46414 Rhede · Tel. +49 28 72 - 80 74-400 · Fax +49 28 72 - 80 74-411 · info@explorescientific.de