



Über der orange-farbenen, dichten Dunstschicht des Saturnmonds Titan, die im sichtbaren Licht jeglichen Blick auf die feste Oberfläche verhindert, befindet sich eine weitere blaue Dunstschicht, die aus feinen festen Staubpartikeln besteht. Der helle Fleck am Südpol ist eine Wolkenformation, die sich mehrere Kilometer über die Umgebung erhebt.

in einer etwa 50 Kilometer hoch gelegenen Wolkenschicht, welche übrigens die große scheinbare Helligkeit der Venus bedingt. Oberhalb dieser Wolkendecke ist der Himmel über der Venus klar.

Ebenfalls regenbogenverdächtig sind die Geysire am Enceladus-Südpol (zunächst flüssiges Salzwasser) und auf Triton (flüssiger Stickstoff mit Beimengungen) – jedenfalls sofern die Tröpfchen des letzteren optisch hinreichend transparent sind (sie hinterlassen nach Verdunstung ziemlich schwarze Spuren). Zu Herrn Sandkühlers Frage oder »Befürchtung«, andere Flüssigkeiten würden mangels optischer Brechkraft und spektraler Dispersion weniger regenbogentauglich sein als Wasser: Für praktisch alle mir bekannten Flüssigkeiten außer flüssigen Edelgasen ist das Gegenteil der Fall. Deren Brechungsindex ist nämlich meist höher als 1,33. Das gilt auch für die Substanzen auf Titan (Methan und Ethan), wo zudem hochmolekulare Ionen als Kondensationskeime in der Atmosphäre vorhanden sind. Die obere Dunstschicht des Titan dagegen besteht aus festen Partikeln (man beachte die von der Seite aus gesehen blaue Farbe); außer HCN (Schmelzpunkt etwa – 15 Grad Celsius) konnte darin bisher nichts identifiziert werden.

Was Exoplaneten angeht, zeichnen sich die bisher zur Analyse gelangten Atmosphären mit wenigen Ausnahmen durch Wolkenarmut aus. Die Atmosphären heißer Jupiter jedoch würden wiederum ideale Regenbogenmöglichkeiten bieten: neben oder an Stelle gewöhnlicher Kondensate könnten dort auch flüssige Glastropfen auftreten, mit wiederum hohen Werten von Brechungsindex und spektraler optischer Dispersion.

Fazit: spannende Frage, und man kann sich (auch) unter diesem Aspekt auf weitere faszinierende Raumsondenbilder freuen!

DR. STEFAN FRÄNZLE,

Leiter Fachgruppe Theoretische und Umweltchemie, Internationales Hochschulinstitut Zittau / TU Dresden

Im vorigen Heft (SuW 11/2016, S. 6) war bereits ein Leserbrief von A. Haussmann zum selben Thema abgedruckt. RED.

Noch einmal: Regenbögen auf fremden Planeten?

Ich fand nicht nur – wie immer – das ganze Septemberheft, sondern insbesondere auch die Anfrage von Herrn Sandkühler auf S. 6 betreffend der Möglichkeit von extraterrestrischen Regenbögen sehr inspirierend. Zunächst: bei der Venus passt für Regenbögen am besten konzentrierte Schwefelsäure, genauer $H_2SO_4 \cdot H_2O$. Der Brechungsindex ihrer Tröpfchen und die Intensität der lokalen Sonneneinstrahlung passen auch für »glories« und ähnliche atmosphärische Erscheinungen. Die Säure befindet sich vor allem

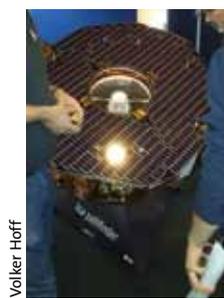
Tag der offenen Tür im Weltraumzentrum ESTEC

Ich war während eines Noordwijk-Weekendes am 2. Oktober 2016 im ESTEC (European Space Research and Technology Centre) (siehe: www.spektrum.de/news/1423881) und habe mir verschiedene Themenbereiche angeschaut. Es war ein sehr interessanter Tag!

Seit dem 6. Oktober 2016 gibt es offizielle Bilder vom Tag der offenen Tür im Internet, hier der Link: https://www.flickr.com/photos/esa_events/sets/72157674570890046.



Die offiziellen Bilder vom Tag der offenen Tür: goo.gl/ac3Z4o



Volker Hoff

Und mittlerweile habe ich auch einen eigenen Blogbeitrag zu meinem Besuch geschrieben: <https://volkerhoff.com/besuch-in-europas-groesstem-weltraumzentrum-in-holland>

Liebe Grüße von einem treuen Abonnenten! VOLKER HOFF, BRÜHL



Der Blogbeitrag des Autors mit Links und eigenen Fotos: goo.gl/6AhVeN

Proxima Centauri b, ein Glücksfall

Es ist schon ein außerordentlicher Glücksfall, dass unser nächster Nachbarstern nicht nur einen Planeten hat, sondern sich dieser auch noch in der potenziell habitablen Zone befindet und aller Wahrscheinlichkeit nach eine feste Oberfläche hat. Sollte nicht doch noch etwas gegen seine Existenz sprechen – bei so viel Glück bleibt man immer skeptisch – werden künftig wohl alle Programme zur Erforschung von Exoplaneten daran gemessen werden, ob sie über Proxima Centauri b etwas Neues herausfinden können.

CHRISTOPH ALTMANNSHOFER, ERFURT

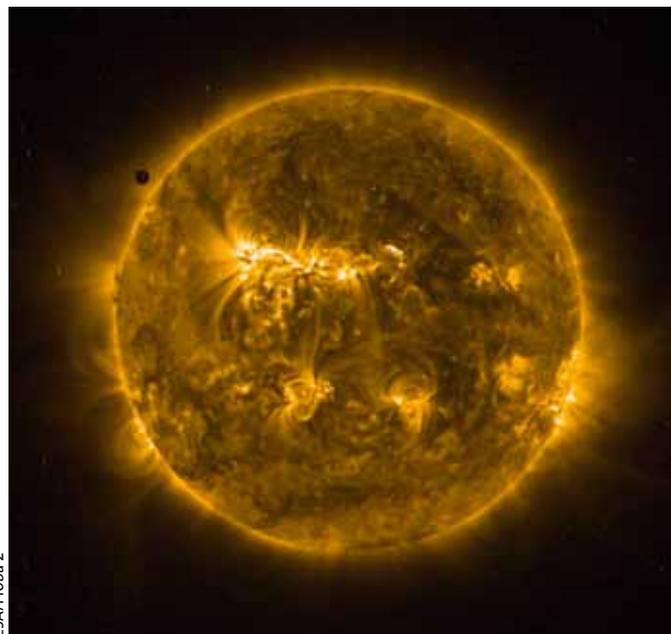
Briefe an die Redaktion

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

Durchgänge und Finsternisse »neben« der Sonne?

Eine Frage, die mich schon lange interessiert: Mit geeigneten Beobachtungsmethoden kann man bei der Sonne ja Schichten beobachten, die über der Photosphäre liegen, und man sieht dann zum

Beispiel die Chromosphäre, Protuberanzen und so weiter. So sollte es eigentlich möglich sein, bei einem Planetendurchgang oder bei einer Sonnenfinsternis den Mondrand oder den Planeten schon vor



ESA/Proba 2

Im ultravioletten Licht zeigte sich die Venus bei ihrem Durchgang am 5. Juni 2012 bereits vor dem Eintritt vor die sichtbare Sonnenscheibe als dunkler Fleck in der Chromosphäre, wie es diese Aufnahme des ESA-Satelliten Proba-2 vom 5. Juni 2012 beweist.

Die Erde: ein Kreisel im All

Der Artikel mit diesem Titel in Sterne und Weltraum 10/2016, S. 78, von Thomas Hebbeker ist schön verständlich geschrieben. Leider hat auf Seite 80 links oben der Grafiker zur Verwirrung der Leser den kleinen Erdglobus zum Pol der Ekliptik statt zur beabsichtigten Erdachse ausgerichtet.

REINHOLD MÜLLER-MELLIN, KIEL

Die amateurastronomischen Beobachtungen von Professor Hebbeker begeistern mich immer wieder. Diese Beiträge in der Zeitschrift SuW verleiten regelrecht zur Nachahmung.

Ich will nur eine geringfügige Anmerkung zu seinem Artikel in SuW 10/2016 machen: In den beiden Diagrammen auf Seite 82 sind die Ordinaten falsch beschriftet. Offensichtlich ist es so: Der Skalenstrich 300 Bogensekunden stimmt. Der Strichabstand ist aber nicht 20 wie im Bild, sondern sollte 10 Bogensekunden sein.

HARALD GUTSCHE, DRESDEN

Herr Müller-Mellin und Herr Gutsche haben Recht. Wir bedauern die beiden Versehen. RED.

dem ersten (beziehungsweise nach dem letzten) offiziellen Kontakt zu sehen. Wurden schon solche Beobachtungen gemacht? Gibt es Bilder davon? Könnte man so auch eine Beinahe-Sonnenfinsternis beobachten?

Ob man die Korona terrestrisch außerhalb einer Finsternis beobachten kann, weiß ich nicht, jedenfalls liest man nichts mehr davon. Aber wenn man das könnte, ließen sich obengenannte Beobachtungen umso früher und weiter von der sichtbaren Sonnenscheibe machen.

HANS PETER GRAF, BERN

Herr Graf hat mit all seinen Überlegungen und Vermutungen vollkommen Recht. Und es gibt derartige Bilder, wie zum Beispiel die links gezeigte Aufnahme des ESA-Satelliten Proba2 im ultravioletten Licht.

Terrestrisch kann man nur die Chromosphäre und die

innere Korona auch ganz gut außerhalb von Finsternissen beobachten, und annähernd zu jeder Zeit. Dafür gibt es spezielle Instrumente, genannt Koronografen oder Koronographen, über die man im Internet (unter anderem bei Wikipedia) viel allgemeinverständlichen Lesestoff finden kann. Mittels schmalbandiger Farbfilter lassen sich solche Chromosphärenbilder auch mit normalen Teleskopen anfertigen: In SuW 7/2016, S. 82, ist eine Serie von H-Alpha-Aufnahmen des Merkurdurchgangs vom 9. Mai 2016 von Rainer Sparenberg abgedruckt. Auf einer davon ist ein guter Teil des Merkur vor einer kleinen Protuberanz zu sehen, und auf weiteren Aufnahmen der ganze Planet vor dem Chromosphärensaum. Vielleicht gibt es ähnliche Amateuraufnahmen auch von Venusdurchgängen oder Sonnenfinsternissen? U.B.

Philae gefunden: So ein Pech!

Oh Mann, das ist aber echt mal Pech gewesen, wenn man sich die Bilder anschaut (siehe SuW 11/2016, S. 13). Drei Meter weiter und man wäre wieder in der Sonne gewesen. Ausgerechnet den kleinen Flecken Schatten zu erwischen ... das muss noch mal extra frustrierend sein für die Beteiligten!

CHRISTIAN MERTES, BIELEFELD

Erratum

Zu »Die Entdeckung Neptuns« in SuW 10/2016: Auf S. 40 des Artikels heißt es fälschlicherweise, dass Christian Mayer vor der Entdeckung des Uranus diesen Planeten schon in seinem Beobachtungsbuch vermerkt hatte. Gemeint war aber Tobias Mayer (1723–1762) und nicht Christian Mayer (1719–1783). Wir bitten dieses Versehen zu entschuldigen.

RED.

Knallig bunte Gravitationswellen?

Was bedeuten die farblichen Muster, die bei der Illustration von Artikeln über Gravitationswellen immer gezeigt werden, zum Beispiel auch auf der Titelseite von SuW 4/2016, die laut Beschreibung die Wellen in der Umgebung zweier verschmelzender Schwarzer Löcher darstellt? Ich frage dies getreu dem Motto: »Wichtig ist, dass man nicht aufhört zu fragen.« (Albert Einstein)

Dieter Wichura, Wegberg

Leider gibt es auf diese Frage keine einfache und »anschauliche« Antwort. Anders als bei astronomischen Beobachtungen elektromagnetischer Wellen lassen sich aus direkten Beobachtungen von Gravitationswellen nicht die gewohnten »hübschen Bilder« von Himmelsobjekten erzeugen. Die seit einigen Jahren bekannten und häufig sehr bunten Darstellungen von Gravitationswellen stellen keine echten Messdaten dar. Grundlage sind stets numerische Lösungen der Gleichungen von Einsteins allgemeiner Relativitätstheorie, bisher nur auf Grund reiner Simulationen, und seit diesem Jahr erstmals basierend auf zuvor gemachten tatsächlichen Beobachtungen.

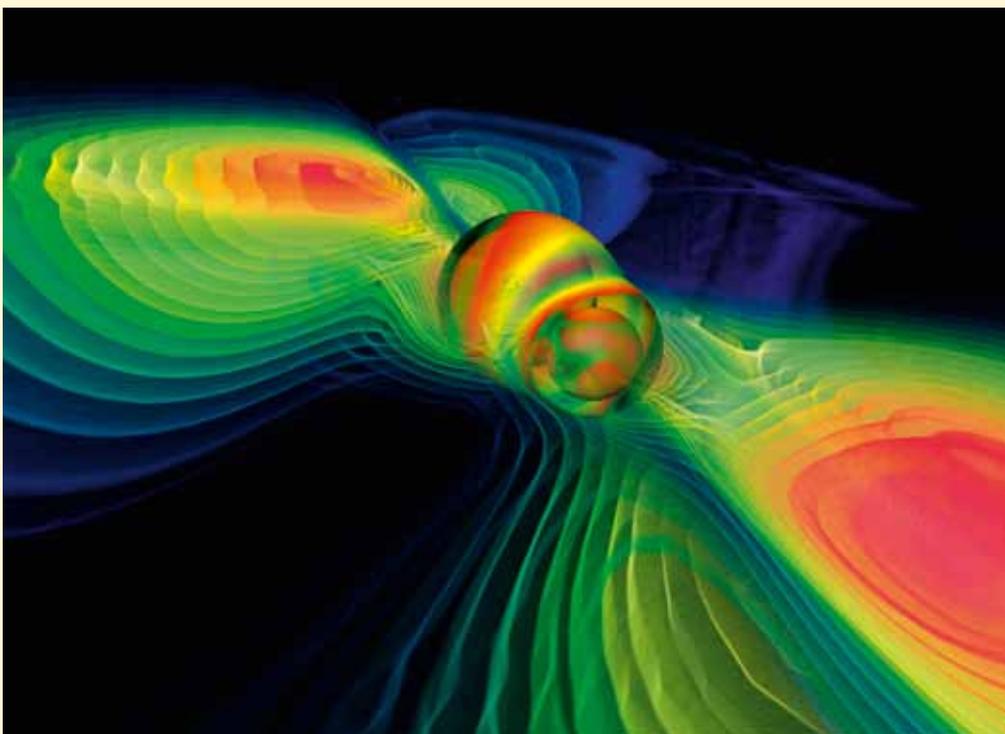
In Einsteins Theorie lässt sich die Krümmung des Raums, die für die Schwerkraft und für Gravitationswellen verantwortlich ist, auf verschiedene Weisen quantitativ beschreiben. Zentrales mathematisches Objekt ist dabei der so genannte Metriktenor, aus dem sich auch das Dehnen und Stauchen der vierdimensionalen Raumzeit durch eine Gravitationswelle ableiten lässt.

So wie man bei einer Wegbeschreibung eine Übereinkunft über die Himmelsrichtungen treffen muss, an denen man sich orientiert, so muss man zur Darstellung von Gravitationswellen eine Basis wählen, anhand derer man physikalisch beobachtbare Größen in der Raumzeit darstellt. Eine Möglichkeit ist dabei der so genannte Newman-Penrose-Formalismus, benannt nach seinen Schöpfern, die ihn Anfang der 1960er Jahre erdachten.

In diesem Formalismus tauchen fünf mathematische Objekte, so genannte Weyl-Skalare auf. Deren physikalische Interpretation lieferte im Jahr 1965 der Physiker Peter Szekeres und zeigte, dass sie Informationen enthalten, die eine Art »Gravitationskompass« anzeigen würde. Einer der fünf Skalare namens Ψ_4 enthält dabei sämtliche Information über die Gravitationswellen, die sich durch Dehnen und Stauchen des Gravitationskompasses bemerkbar machen würden. Genauer steckt in Ψ_4 die Beschleunigung (zweite zeitliche Ableitung) der durch die Gravitationswelle ausgelösten Raumzeitverformungen – und damit ein Maß für die Stärke der Wellen.

Ψ_4 lässt sich mittels Computermodellen an jedem Punkt des Raums um eine Quelle von Gravitationswellen – wie zum Beispiel verschmelzende Schwarze Löcher – berechnen. Somit ist an jedem Raumpunkt die Stärke der Gravitationswellen und ihr zeitlicher Verlauf bekannt. Dann kann die Größe dieses Werts – genau gesagt sind es zwei Werte, denn Ψ_4 ist eine komplexe Zahl – auf Farbskalen dargestellt werden, und man bekommt die bekannten bunten Bilder der unsichtbaren Raumzeitkräuselungen. Je nach Wahl der Farbskala lassen sich die Bilder ästhetischen Wünschen anpassen.

BENJAMIN KNISPEL ist Forscher am Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik (Albert-Einstein-Institut) in Hannover und betreut dort die Öffentlichkeitsarbeit.



MPI für Gravitationsphysik (AEI) / Zuse Institute Berlin (ZIB) / Werner Bengert

Mit diesem Titelbild wurde in SuW 4/2016 über die erstmalige Beobachtung von Gravitationswellen am 14. September 2015 berichtet. Es zeigt die simulierten Gravitationswellen aus der Verschmelzung zweier Schwarzer Löcher. Farblich kodiert ist die »Stärke« der Wellen in der unmittelbaren Umgebung der verschmelzenden Objekte. Weitere simulierte Bilder und Filme, die sich speziell auf das Ereignis vom 14. September 2015 beziehen, finden sich auf www.aei.mpg.de/1825029/?page=1 und den Folgeseiten.

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

Star Adventurer Mini

Ultra Kompakte, WiFi-gesteuerte, Nachführungsplattform



Drei farben Verfügbar



- Astrofotografie
- Zeitraffer Aufnahmen
- DSLR Verschlusskontrolle
- Leichtgewicht und hohe Zuladung möglich
- USB und eingebautes WiFi
- Steuerung per Handy App
- iOS und Android App verfügbar



Sky-Watcher[®]
Be amazed.
www.skywatcher.com

Kameras und abgebildetes Zubehör nicht im Lieferumfang enthalten!