

Reinhard Neul



Reinhard Neul beobachtete die Sonnenfinsternis vom 2. Juli 2019 im Valle de Elqui am Puclaro Stausee bei Vicuña in Chile. Um 16:38:32 Uhr Ortszeit nahm er mit einem Pentax 75 SDHF Refraktor und einer Canon 6D kurz vor der Totalität diesen Diamantring auf.

Phänomenen wie »akausalen Zusammenhängen« schwertut. Aber als bemerkenswert sehe ich diese Umstände unbedingt.

JOACHIM PODSCHADEL,  
HAMMINKELN

*Das Wort Anthropozän bezeichnet – bisher informell – eine möglicherweise derzeit beginnende neue geologische Ära, deren Klima, Biologie und chemisch-physikalische Beschaffenheit von Erdoberfläche und Ozeanen sich auf Grund der massiven menschlichen Eingriffe in den Naturhaushalt von der bisherigen Ära des Holozän stark abhebt. In der geologischen Fachwissenschaft wird seit dem Jahr 2008 intensiv und kontrovers darüber diskutiert, ob sie offiziell eingeführt werden soll. RED.*

## Ein schöner Bericht und ein kosmischer Zufall

Vielen Dank für den schönen Artikel von Uwe Reichert zur Sonnenfinsternis über Chile (siehe S. 70 in diesem Heft). Gerne möchte ich anmerken, dass zu dem Zufall einer Verfinsterung gerade über dem LaSilla-Observatorium und – ausgerechnet zu dessen 50. Jubiläum – sich ein oft unerwähnter weiterer Zufall gesellt: Die Tat-

sache, dass die scheinbaren Durchmesser der Sonne und des Mondes am Himmel exakt gleich groß sind. Was außerdem, soweit ich das bisher mitbekommen habe, nie Erwähnung findet: Dies ist ausgerechnet während des Anthropozäns der Fall. Selbstverständlich ist mir bewusst, dass sich moderne objektive Wissenschaft mit

## Astro-Humor, Teil 2 Benennung von Asteroiden

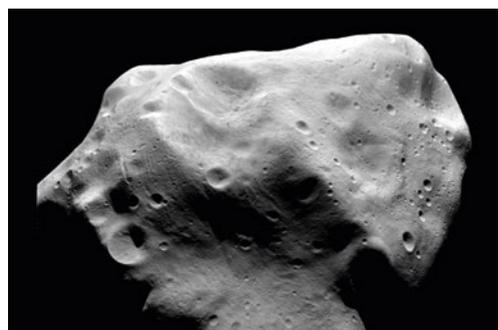
In SuW 7/2019 ist auf der Leserbriefseite ein Beitrag zum Thema Astro-Humor vergangener Tage zu lesen. Hier ist etwas Ähnliches, allerdings Fiktives: Im kalten Krieg gab es auf sowjetischer Seite Pläne, mit vielen Raketen, die mit rotem Staub beladen werden sollten, den Mond rot einzufärben. Man glaubte, ein roter Mond am Himmel würde jedem die Macht der Sowjetunion vor Augen führen. Dieses Vorhaben wurde aber aufgegeben, nachdem in Geheimdienstkreisen bekannt wurde, dass die Amerikaner von dem Unternehmen Wind bekommen hatten und nun ihrerseits Pläne machten, anschließend Raketen mit weißem Staub zu beladen und damit den Schriftzug »Coca Cola« auf den roten Mond zu malen. JÜRGEN BEHLER, GESEKE

Wie oft werden durch die Internationale Astronomische Union (IAU) Asteroiden, die noch eine »vorläufige« Bezeichnung haben, nach Personen benannt, und wo kann diese man diese Informationen einsehen? MANUEL FONDEUR, LUXEMBURG

*Solche Benennungen erfolgen eigentlich laufend. Publiziert werden neue Nummern und Namen an jedem Vollmondtag (also etwas mehr als einmal pro Monat) in den Minor Planet Circulars (MPC) des Minor Planet Center der Internationalen Astronomischen Union (IAU). Es ist am Smithsonian Astrophysical Observatory angesiedelt und die offizielle Stelle der IAU für diesen Zweck. Wirklich alles zu diesem Thema kann man auf den Webseiten des Minor Planet Center erfahren unter: [minorplanetcenter.net](http://minorplanetcenter.net)*

*Die IAU-Regeln für Namen sind, kurz zusammengefasst: Direkt nach der Entdeckung und Meldung erhält ein solcher Körper eine vorläufige Bezeichnung, die aus der Jahreszahl, dem Halbmonatszeitraum und einer laufenden »Nummer« besteht (eine Ziffern- und Buchstabenkombination). Erst wenn die Bahn »hinreichend gut« bekannt ist, bekommt der Körper eine endgültige Nummer. Zu diesem Zeit-*

*punkt erhält der Erstentdecker dann das Recht, einen Namen zu vergeben. Für diese Namen gibt es spezielle Regeln; die Körper können unter anderem nach Personen benannt werden, jedoch nicht nach dem Entdecker selbst. Jeder Name muss von der zuständigen IAU-Kommission genehmigt werden. Derselbe Körper kann mehrere vorläufige Bezeichnungen erhalten, wenn er mehrfach entdeckt wird, bevor die Bahn so weit klar ist, dass die einzelnen Entdeckungen einander zugeordnet werden können. Nur der Erstentdecker erhält das Benennungsrecht. U. B.*



ESA 2010 MPS for OSIRIS Team MPS/LUPD/LAM/IAA/RSSD/INTA/UPM/DASP/IDA

Der im Jahr 1852 von Hermann M. S. Goldschmidt entdeckte Asteroid (21) Lutetia, wurde nach dem antiken Namen der Stadt Paris benannt.

Weitere Einsendungen finden Sie auf unserer Homepage unter [www.sterne-und-weltraum.de/leserbriefe](http://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](mailto:leserbriefe@sterne-und-weltraum.de)

## Gravitationswellen: Wirkliche Wellen?

Nachdem ich das Buch »Einsteins Ahnungen« von Govert Schilling gelesen und noch einmal die entsprechenden Beiträge in SuW studiert habe, frage ich mich, ob Gravitationswellen wirklich wie Wellen behandelt werden können. Wellenlänge und Frequenz werden ihnen ja zugeschrieben. Da im Laufe der Jahrtausende, welche die

Wellen unterwegs sind, doch sicherlich viele solcher Wellen aus verschiedenen Quellen im Universum unterwegs sind: Interferieren sie, bilden sie Resonanzen oder werden sie gebeugt oder gebrochen, zum Beispiel an Schwarzen Löchern? GÜNTER NEFFE

Ja, nach der allgemeinen Relativitätstheorie können

sie ganz normal als Wellen behandelt werden. Sie interferieren, werden gebeugt und gebrochen. Letzteres allerdings nicht nur von Schwarzen Löchern, sondern auch von anderen Massen, zum Beispiel von der Sonne um maximal

etwa 2,5 Bogensekunden. Resonanzen sind allerdings schwer vorstellbar, da man dazu mindestens zwei Reflektoren braucht, und dafür fällt mir beim besten Willen kein geeignetes Objekt oder Medium ein.

ULRICH BASTIAN

## Die Hasselblad-Kameras der Apollo-Missionen

Warum ist der Kodak-Diafilm in den Hasselblad-Kameras der Mondfahrer nicht durch Hitze und Kälte zerstört worden? Auf dem Mond sei es nachts oder im Schatten -160 Grad Celsius kalt und am Tag 130 Grad Celsius warm, wie man manchmal liest. Aber wie »warm« war es wirklich für die Astronauten und insbesondere für die (ungekühlte) Ausrüstung? Obwohl die Astronauten im Freien nur am Tag auf dem Mond waren, musste die Temperatur in Sonne und Schatten schlagartig um 290 Grad schwanken. Auf der Erde macht das kein Diafilm lange mit. Ich bezweifle wohlgerne nicht die Besuche von Menschen auf dem Mond, aber diese Temperaturfrage habe ich mir schon lange gestellt. JOCHEN BAWERKY, FRANKFURT AM MAIN

Wie Herr Bawerky am Ende seiner Frage andeutet, wird dieses Thema auch von der Gemeinde der »Apollo-Zweifler« benutzt. Ausführliche Antworten und Erklärungen dazu finden sich auf den beiden unten angegebenen Internetseiten (in Englisch). Sehr kurz zusammengefasst kann man dazu Folgendes sagen:

Die Kameras wie auch die Filmkassetten waren durch silberne Verkleidungen sowohl gegen die Sonneneinstrahlung als auch gegen Wärmeabstrahlung speziell geschützt. Der wichtigere Punkt ist aber die thermische Trägheit der Teile. Die Astronauten haben sich permanent bewegt, so dass die Kameras weder lange Zeit im Schatten noch lange Zeit in der Sonne waren. Deshalb haben nicht einmal die Außenflächen die oft genannten Extremtemperaturen erreicht. Wegen



NASA

der fehlenden Luft gibt es zudem zu den innenliegenden Teilen – insbesondere den Filmen – die auf der Erde wichtigsten Wärmetransportmechanismen gar nicht: Konvektion der Luft und Wärmeleitung durch die Luft. Die Filme haben nur durch den Wickelmechanismus einen sehr schmalen Wärmekontakt zum Gehäuse. Deshalb geht ihre Erwärmung oder Abkühlung auf dem Mond nur sehr langsam voran – langsam genug, um sie während der ganzen Dauer der Exkursionen auf geeigneten Temperaturen zu halten. Dennoch hatte die NASA vorsichtshalber keine normalen Kodak-Filme verwandt, sondern eine kälteresistente Variante, die sonst für Arbeiten auf hohen Bergen oder hoch-

Alan Bean, Astronaut der Mission Apollo 12, nutzte im Jahr 1969 eine für Außenbordaktivitäten modifizierte Hasselblad-Kamera für zahlreiche Aufnahmen während seiner Aktivitäten auf der Mondoberfläche. Ihn fotografierte sein Kollege Charles Conrad mit einer ebensolchen Kamera.

fliegenden Flugzeugen eingesetzt wurde. Ihr Trägermaterial war nicht das damals übliche Zelluloid, sondern »Kodak's Estar base«, eine dünne Polyesterfolie. U. B.

Weitere Informationen finden sich unter [www.clavius.org/envheat.html](http://www.clavius.org/envheat.html) und [www.hq.nasa.gov/alsj/a11/a11-hass.html](http://www.hq.nasa.gov/alsj/a11/a11-hass.html)

## LISA: Interferometrie mit »atmenden« Gravitationswellendetektoren

Beim Lesen des Artikels über LISA in SuW vom April 2019, S. 26, kam mir eine Frage: Im Gegensatz zu erdgebundenen Gravitationswellendetektoren können die freifliegenden Interferometer von LISA die Länge ihrer Interferometerarme, also die Abstände der drei Raumsonden zueinander ja nicht auf Nanometer genau konstant halten, das heißt die Interferometer werden pro Sekunde wohl Millionen von Interferenzmaxima durchlaufen sehen. Wie kann man da die gesuchten überlagerten Verschiebungen im Sub-Nanometer-Bereich herausrechnen?

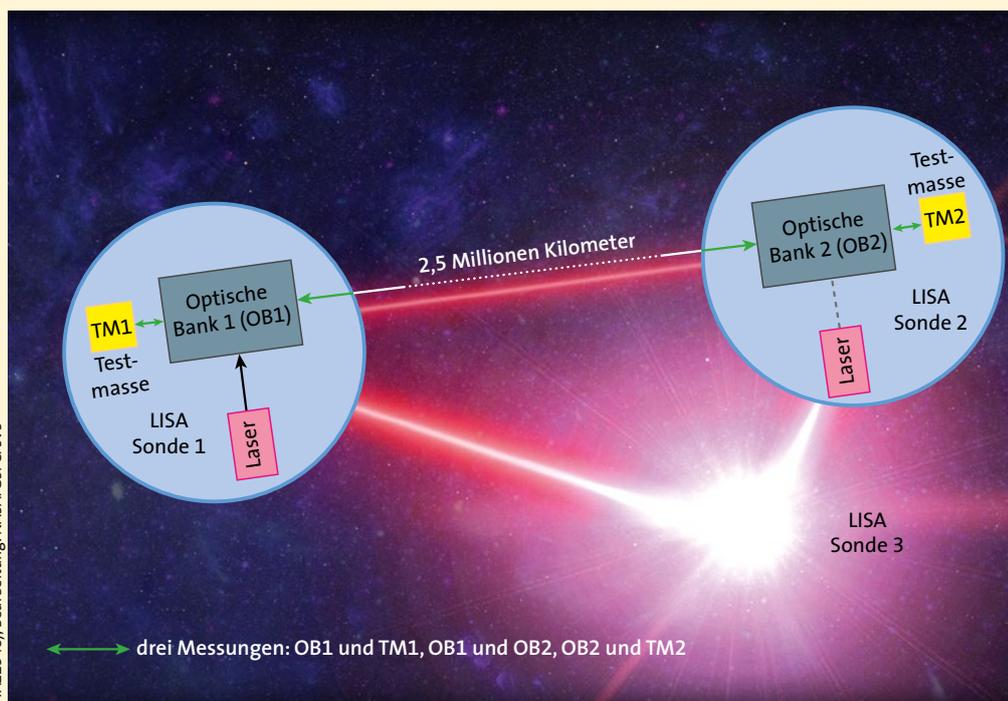
THOMAS SCHARNAGL, TIEFENBACH

Gravitationswellen bewirken entlang der etwa 2,5 Millionen Kilometer langen Interferometerarme von LISA Abstandsänderungen im Bereich von Pikometern ( $10^{-12}$  Meter). Diese winzigen Gravitationswellensignale sind allerdings von viel stärkeren Störungen überlagert. LISA bestimmt die Abstandsänderungen zwischen zwei seiner Sonden prinzipiell aus drei interferometrischen Messungen (siehe Grafik unten). Da die Konstellation der drei Sonden nicht starr ist, sondern – wie Herr Scharnagl richtig vermutet – auf Grund ihrer Bahndynamik gewissermaßen »atmet«, ändern sich die Armlängen zwischen ihnen quasi periodisch um mehrere 10 000 Kilometer pro Jahr. Die typische Relativgeschwindigkeit zweier Sonden beträgt daher einige Meter pro Sekunde.

Diese »Atmung« führt zu deutlich unterschiedlichen Armlängen und einer signifikanten Dopplerverschiebung des Lasersignals im Interferometer. Außerdem ist zu berücksichtigen, dass wegen der großen Distanz bei einer schlichten Rückspiegelung die empfangene Laserleistung am anderen Ende des Interferometers bei Weitem zu gering wäre. Dies und die Tatsache, dass über eine Laufzeit von mehr als acht Sekunden zwischen den Sonden keine Kohärenz des Laserlichts mehr gegeben ist, verhindert eine direkte Interferenz wie bei erdgebundenen Interferometern. Stattdessen sind nur Einwegmessungen möglich.

All diese Effekte (und weitere) können nur durch eine komplexe nachträgliche Bearbeitung der Messdaten am Boden kompensiert werden. Zu diesem Zweck werden mit dem Interferometerstrahl auch Zeitsignale übertragen. Dazu werden ultrastabile Oszillatoren eingesetzt, die für genaue Zeitsignale auf jeder Sonde sorgen und über die Laser Verbindung miteinander synchronisiert werden. Durch diese Zeitsignale ist eine Bestimmung der jeweils aktuellen Abstände und Relativgeschwindigkeiten zwischen den Sonden möglich. In einer so genannten synthetischen Interferometrie werden dann in der Nachbearbeitung am Boden die gemessenen Signale zeitlich verschoben und »korrekt« interferiert. Damit lassen sich die Störungen weitgehend herausrechnen und der Weg der Laserstrahlen kann rekonstruiert werden. Schließlich können die korrigierten Messdaten ähnlich wie bei einem ortsfesten Gravitationswellendetektor wie LIGO ausgewertet werden. Dieses Verfahren wird auch als zeitverzögerte Interferometrie (englisch: Time Delay Interferometry) bezeichnet.

JENS REICHE ist Projektleiter von LISA am Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik in Hannover; HANS-GEORG GROTHUES ist beim Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt DLR in Bonn für die Mission zuständig.



Eine interferometrische Gravitationswellen-Messung zwischen zwei Sonden von LISA besteht aus drei Teilmessungen (Doppelpfeile): Innerhalb einer Sonde wird jeweils eine Distanzmessung über wenige Dezimeter zwischen der freischwebenden Testmasse (TM) und der optischen Bank (OB) durchgeführt. Die kritische Langarm-Interferometrie für das Gravitationswellensignal findet dann zwischen den optischen Bänken von jeweils zwei der drei Sonden von LISA statt. Der rechte Laserstrahl ist gestrichelt dargestellt, um die Einwegmessung anzudeuten.

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

SuW-Grafik nach Hans-Georg Grothues; Hintergrundbild: LISA Konstellation: Simon Barke; Hintergrund: NASA/JPL-Caltech/ESA/CXO/STScI (https://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA12348); Bearbeitung: NASA/GSFC/SVS

# ∞ FOTOS OHNE STROM

## MiniTrack LX3: Vollmechanische Fotomontierung für Kameras bis zu 3 Kg.



NEU

Weitfeld-Aufnahmen wie oben abgebildet können jetzt auch Ihnen gelingen. Die vollmechanische Omegon MiniTrack LX3 Montierung funktioniert allein mit einem Uhrwerk. Kein Strom. Kein Aufladen. Keine Akkus. Einfach auf ein Stativ setzen, Ihre Kamera montieren und aufziehen. Schon bannen Sie schöne Weitfeld-Aufnahmen des Himmels auf Ihre Kamera.

- Uhrwerk Mechanik**  
Die Montierung arbeitet über eine Uhrwerk Mechanik mit einem 60 Minuten-Tracking – alles ist unabhängig von Strom und Batterie. Einfach wie eine Uhr aufziehen und loslegen.
- Schlank und kompakt**  
Egal ob Flugreise oder nächtliche Exkursion: Die MiniTrack passt in jedes Gepäck und lässt noch Platz für ein schönes Stativ oder ein zweites Teleobjektiv.
- Starkes Federsystem**  
Die MiniTrack braucht kein Gegengewicht, das Federungssystem unterstützt die Nachführung. Je nach Bedarf können Sie die Nachführgeschwindigkeit auch anpassen.
- Messing-Achse**  
Die Messing-Achse mit ingetrierter Teflonhülse sorgt für eine leichtgängige und präzise Nachführung.
- Integriertes 1/4" Gewinde**  
Die MiniTrack passt auf jedes Fotostativ und besitzt zwei 1/4" Anschlüsse. Sie können die MiniTrack zum Beispiel mit einem Kugelkopf verbinden und erreichen damit jede Himmelsregion, die Sie wollen.
- Bis 3 kg Zuladung**  
Diese Montierung bietet Ihnen gelungene Weitfeld-Aufnahmen des Sternenhimmels. Von Weitwinkel bis zu leichten Teleobjektiven ist vieles möglich.
- Polsucher-Fernrohr**  
Mit dem Polsucher-Fernrohr justieren Sie die MiniTrack schnell auf den Polarstern. Ausreichend für eine grobe Ausrichtung.

Kugelkopf, Kamera und Stativ nicht im Angebot enthalten!

# 189,-



Für mehr Informationen einscannen



MiniTrack LX3	Art.-Nr.	Preis in €
<b>Fotomontierung</b>		
BxTxH in mm 210x78x30, Gewicht 430g	62043	<b>189,-</b>
<b>Fotomontierung inkl. Kugelkopf</b>		
BxTxH in mm 210x78x130, Gewicht 730g	62037	<b>229,-</b>

Erhältlich bei

