

LESERBRIEFE

Berühmter Forscher: Das Grab und die Wirkungsstätte von Carl Friedrich Gauß befinden sich in Göttingen, und der nach ihm benannte Krater auf dem Mond. Das Mondfoto entstand am 14. März 2016 um 18:59 Uhr MEZ. Verwendet wurde eine Kamera Panasonic G6 an Vixen ED Refraktor 115/890.



Alle Bilder: Olaf Dieme

Gauß in Göttingen und auf dem Mond

Mitte Oktober 2021 stand für mich und meine Frau ein Kurzurlaub in der schönen Stadt Göttingen an. Mit Freude stellte ich schon im Vorfeld fest, dass es dort eine alte Sternwarte zu besichtigen gab. Als ich dann sah, dass der berühmte Mathematiker, Astronom und Physiker Carl Friedrich Gauß dort als Direktor der Sternwarte gearbeitet und gewohnt hatte, war meine Vorfreude noch viel

größer. Leider konnte eine Besichtigung von innen nicht erfolgen (nur am Wochenende), aber auch von außen ist es schon beeindruckend, an Stellen zu stehen, an denen Gauß auch unterwegs war. Das Grab von Carl Friedrich Gauß befindet sich ebenfalls dort fußläufig in der Nähe.

Für mich als Mondbeobachter stand nach dem Urlaub ein wenig Sucharbeit

auf dem Programm: Es gibt einen Krater (Wallebene) Gauss (lateinisch) auf dem Mond. Ich schaute alle meine Mondbilder durch, und siehe da: Eine Aufnahme aus dem Jahr 2016 passte einigermaßen. Der Krater Gauss liegt sehr weit am Mondrand und man benötigt eine günstige Librationsphase zur Beobachtung.

OLAF DIEME,
BOCHUM

Wirklich Raumfahrt?

In SuW 11/2021 steht auf S. 22 im Artikel »Ist das wirklich Raumfahrt?« ein Bericht über den Weltraumflug mit einer New-Shepard-Kapsel. Es wird beschrieben, dass dabei vier Minuten Schwerelosigkeit herrschen. Wir haben die angegebenen Daten genommen und die Zeit nachgerechnet: Brennzeitende und Ausklinken der Kapsel bei 40 Kilometer Höhe, Aufstieg auf 105 Kilometer Höhe.

Die vertikale Geschwindigkeit müsste im Scheitelpunkt gleich Null sein. Mit

$$t = 2 \sqrt{\frac{2s}{g}}$$

haben wir die Flugzeit zwischen 40 und 105 Kilometern berechnet. Es wurde angenommen, dass die Zeit einem freien Fall von 105 bis 40 Kilometern Höhe entspricht. Diese Fallzeit muss verdoppelt werden, wegen einmal 40 bis 105 Kilo-

meter und einmal 105 bis 40 Kilometer. Wir haben für die Erdbeschleunigung 9,58 Meter pro Quadratsekunde verwendet, als Mittelwert zwischen 40 und 105 Kilometer Höhe.

Man kommt dann auf 233 Sekunden, was ungefähr den vier Minuten entspricht. Am Anfang des Artikels wird aber Herr Karman erwähnt, der aus aerodynamischen Gründen die Grenze zum Weltraum auf eine Höhe von

100 Kilometern festlegt. Mit der gleichen Rechnung kommt man dann auf eine Flugzeit im Weltraum von 65 Sekunden (mit $g = 9,49$ Meter pro Quadratsekunde als Mittelwert zwischen 100 und 105 Kilometern). Der Flug mit New Shepard wäre dann auch, ebenso wie der von Virgin Galactic, eine Mogelpackung.

DR. BERNHARD SCHRÖCK,
DR. OTMAR NICKEL, PETER
FISCHER, MAINZ

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

Extrem massereiche Schwarze Löcher

Es gibt viele Berichte zur Entstehung von großen Schwarzen Löchern. Meistens wird dargelegt, wie sie aus Supernovae entstehen und durch Verschmelzungen hierarchisch wachsen könnten. Und dass es deshalb völlig unklar ist, wie kurz nach dem Urknall schon die nachgewiesenen extrem massereichen Schwarzen Löcher existieren konnten. Eine für mich logische Erklärung habe ich noch nie gehört: Es könnte doch in der Frühzeit des Urknalls die Situation geherrscht haben, dass die Materie so dicht war, dass ihr Schwarzschildradius größer war als die Ausdehnung ihrer Masse, zumindest punktuell.

Von dort kam dann nichts weg, weder Wasserstoff noch Licht. Meine Idee ist also, dass die initialen extrem massereichen Schwarzen Löcher einfach Regionen sind, in denen der Urknall für uns unsichtbar hinter ihrem Ereignishorizont abläuft. Schade ist wohl, dass man das per Definition wohl schwer nachweisen kann.

FLORIAN MENGEDOHT,
MARQUARTSTEIN

Das ist ein sehr schlauer Gedanke. Es gibt tatsächlich schon seit längerer Zeit physikalisch begründete Modelle des Urknalls – genauer der Inflation –, in denen solche so genannten primordialen Schwarzen Löcher entstehen sollten. Eine wunderbare – wenn auch nicht ganz aktuelle und in Teilen ein wenig unsortierte – Zusammenfassung des Stands der Forschung findet man unter en.wikipedia.org/wiki/Primordial_black_hole in der englischsprachigen Wikipedia, einschließlich einer ganz ausführlichen Diskussion der vielen verschiedenen beobachterischen Tests, die inzwischen ihre (Nicht?-)Existenz und ihre Potenz zur Erklärung der Dunklen Materie und/oder der extrem massereichen Schwarzen Löcher in Galaxienkernen untersucht haben oder künftig klären sollen (siehe auch SuW 2/2020, S. 23).

ULRICH BASTIAN

Johann Sebastian Bach und die Astronomie

Ich fühle mich sowohl der Astronomie als auch der Musik von Johann Sebastian Bach sehr verbunden. Ist es nicht die gleiche Ergriffenheit, sich den Sternenhimmel anzuschauen und Bach zu hören? Hören Sie aus dem reichen Werk von Johann Sebastian Bach dabei zum Beispiel die Ouverture Nr. 3 D-Dur,

BWV 1068, die Englische Suite Nr. 4 in F-Dur, BWV 809, oder den Eingang der Bachkantate »Gelobet sei der Herr, mein Gott«, BWV 129 – Bachs Musik ist so jung und erfrischend wie vor 300 Jahren! Ich wünsche den SuW-Lesern schöne Astro-nomiestunden.

HENNING MÜLLER,
DÜSSELDORF

Die Astronomie, ein Spezialgebiet?

Ich kann Lutz Clausnitzers Aussagen in dem Artikel »Ist die Astronomie ein Spezialgebiet?« in der Oktoberausgabe 2021 uneingeschränkt zustimmen. Die Astronomie ist eine eigenständige Disziplin mit vielen Querverbindungen zu anderen Naturwissenschaften, zur Mathematik, Informatik und Technik, sowie zu Geisteswissenschaften wie Philosophie, Geschichte und Archäologie. Die Astronomie ist nicht auf Astrophysik reduzierbar.

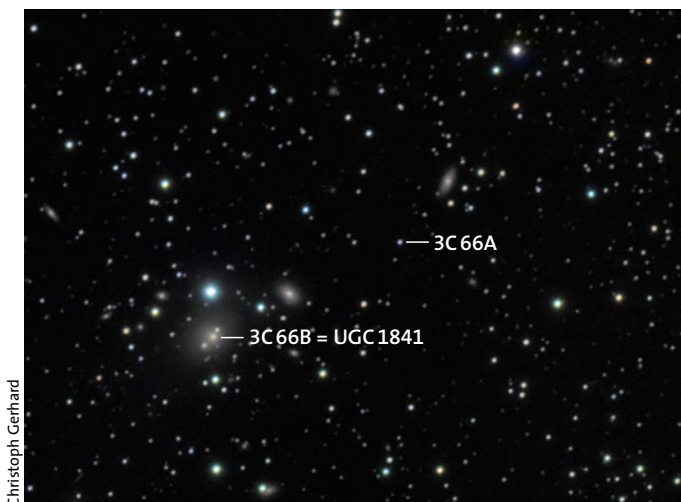
Das Bestreben, Astronomie auf Astrophysik zu beschränken ist für mich insofern unerklärlich, da wir eine Fülle neuer Disziplinen aus dem Boden wachsen sehen. Es gibt in der modernen Welt mehr Wissenschaften als je zuvor in der Geschichte der Menschheit. Warum will man dann gerade die älteste von ihnen, die Astronomie, in einen Studienzweig, oder eine Teildisziplin der Physik subsumieren? Abgesehen davon, dass es mittlerweile mehr »Astro«-Teildisziplinen gibt (Astrophysik, Astrobiologie, Astrochemie, Astromineralogie, Astrostatistik, Astroinformatik, etc.), als je zuvor; sie sind alle aus der Astronomie erwachsen.

Als Schulfach kann Astronomie einen enormen Beitrag zur Allgemeinbildung, wie auch zu einem allgemeineren Wissenschaftsverständnis leisten. Und gerade auch Letzteres ist für moderne Gesellschaften unumgänglich. Wir sehen ja gerade in diesen Tagen, was passiert, wenn es hier Defizite gibt. Menschen wie Lutz Clausnitzer leisten mit ihrem Einsatz einen unschätzbaren Beitrag zu einer aufgeklärten Gesellschaft im besten Sinne des Wortes, worin Aufklärung auch Freiheit des Menschen impliziert.

Möge das Erbe von Lutz Clausnitzer weiterwirken und weiterwachsen!

DR. TANJA RINDLER-DALLER,
UNIVERSITÄTSSTERNWARTE WIEN

Der ausführliche Beitrag von Frau Dr. Rindler-Daller (hier gekürzt) ist in voller Länge unter suw.link/2201-LB1 publiziert.



Schwarzes Loch im Amateuerteleskop: Das meiste Licht der Galaxie 3C 66A stammt von einem massereichen zentralen Schwarzen Loch, genauer gesagt aus zwei von dem Loch verursachten Phänomenen: einer rotierenden heißen Gasscheibe und einem fast lichtschnellen Gasstrahl (Jet). Christoph Gerhard fing das Licht mit dem Zehn-Zoll-Newton-Teleskop der Klostersternwarte Münsterschwarzach ein, nachdem es vier Milliarden Jahre zu uns unterwegs war. Auch die uns viel nähere Galaxie UGC 1841 = 3C 66B (Lichtlaufzeit nur 0,3 Milliarden Jahre) beherbergt ein großes Schwarzes Loch in ihrem Zentrum.

Ab welcher Größe werden Himmelskörper zu Kugeln?

Ich habe zwei Fragen an Sie, über deren Beantwortung ich mich freuen würde:

- 1) Betrachtet man einerseits den Saturnmond Enceladus und andererseits den Asteroiden Vesta, so liegt der erstere bei allen relevanten Parametern wie Masse, Durchmesser und Dichte hinter dem letzteren. Warum hat dann Enceladus eine Kugelgestalt ausgebildet, Vesta aber nicht?
- 2) Wieso gibt es wahrscheinlich flüssiges Wasser in Enceladus? Diese Frage hängt vielleicht mit der ersten zusammen.

DR. VOLKER THÜREY

Die Gravitation bringt Kleinkörper, Planeten und Sterne annähernd in Kugelform. Details hängen von der Materialfestigkeit ab. Betrachtet man ein Objekt aus Silikatgesteinen, so zeigt sich oberhalb eines Durchmessers von etwa 500 Kilometern eine sphärische Gestalt. Das liegt daran, dass auch Silikatgesteine unter hohem Druck plastisch deformierbar sind und sich langsam, aber sicher zur Kugel verformen. Beim genannten Asteroiden Vesta muss man zudem berücksichtigen, dass dieser wenige Millionen Jahre nach seiner Entstehung glutflüssig war und sich unter seiner eigenen Schwerkraft in eine Kruste und einen Mantel aus Silikatgesteinen sowie einen Kern aus metallischem Eisen und Nickel aufspaltete. Tatsächlich weist auch Vesta eine in erster Näherung kugelförmige Gestalt auf, wenn man die zahlreichen Einschlagkrater auf ihrer Oberfläche gedanklich einebnet.

Die Energiequelle war neben der Wärmefreisetzung durch einschlagende Kleinkörper vor allem die Zerfallswärme des kurzlebigen Aluminiumisotops Aluminium-26. Dieses war durch eine Supernova-Explosion im Umfeld der Gas- und Staubwolke,

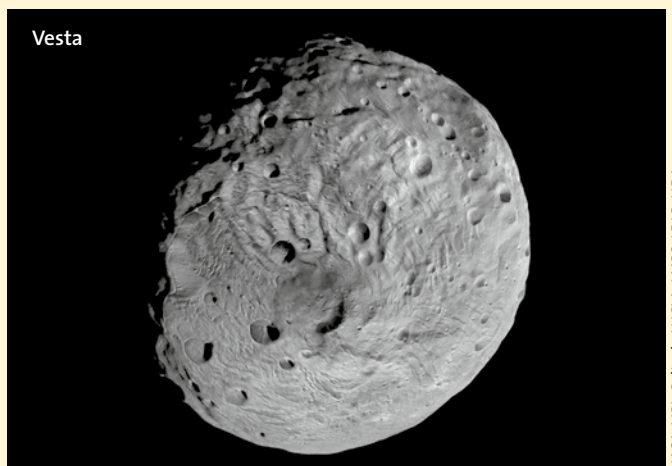
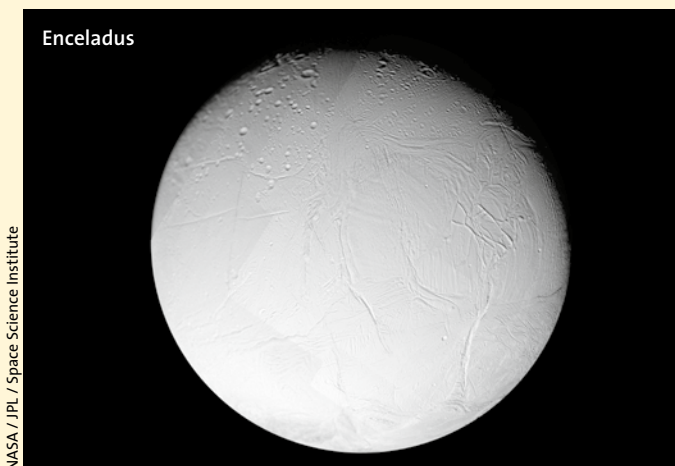
Kosmische Kugeln: Sowohl der Saturnmond Enceladus als auch der Asteroid Vesta sind mit zirka 500 Kilometer Durchmesser etwa gleich groß. Während Enceladus zu einem großen Teil aus Wassereis besteht, setzt sich Vesta aus Silikatgesteinen und metallischem Eisen und Nickel zusammen. Beide Himmelskörper waren kurz nach ihrer Entstehung so heiß, dass sie aufschmolzen und unter dem Einfluss ihrer eigenen Schwerkraft zu annähernd kugelförmigen Objekten wurden. Die Form von Vesta wurde nach dem Erstarren durch Einschläge anderer Himmelskörper deutlich verändert, die Gesteinsmaterial herausprenzten.

aus der sich unsere Sonne vor 4,57 Milliarden Jahren bildete, in das Gesteinsmaterial des solaren Urnebels eingetragen worden. Es zerfiel wegen seiner geringen Halbwertszeit von 720 000 Jahren innerhalb sehr kurzer geologischer Zeiträume rasch und setzte große Wärmemengen frei, welche die neu entstandenen Himmelskörper über ihre Schmelztemperatur aufheizten.

Bei den stark eishaltigen Himmelskörpern im äußeren Sonnensystem kommt es ebenfalls darauf an, wie heiß diese während ihrer Entstehung wurden. Der kleinste uns bekannte Eismond mit annähernd kugelförmiger Gestalt ist der Saturnmond Mimas mit etwa 400 Kilometer Durchmesser, während der Neptunmond Proteus mit rund 420 Kilometer Durchmesser eine unregelmäßige Form aufweist. Offenbar wurde Letzterer nicht warm genug, um im Inneren aufzuschmelzen, wie das bei Mimas der Fall war.

Der Mimas nach außen unmittelbar benachbarte Saturnmond Enceladus ist ein Sonderfall, denn er ist geologisch aktiv und zeigt vulkanische Aktivität in Form von ständig ausbrechenden Wasserdampfgeysiren. An den Ausbruchsstellen finden sich im Infraroten warme Flecken, die annähernd Zimmertemperatur erreichen, während die übrige Oberfläche Temperaturen um -200 Grad Celsius aufweist (siehe auch SuW 12/2021, S. 23). Neben radioaktiven Elementen in seinem Kern ist es vor allem die Gezeitenreibung mit dem Nachbarmond Dione, die das Innere von Enceladus aufheizt. Dadurch ist er in seinem Inneren aufgeschmolzen, so dass er sehr leicht eine Kugelgestalt annehmen konnte. Unter seiner Eiskruste befindet sich deshalb ein mondweiter salzhaltiger Wasserozean, der einen gesteinsreichen Kern umgibt.

TILMANN ALTHAUS ist promovierter Geowissenschaftler und seit 2002 Redakteur bei »Sterne und Weltraum«.



NASA / JPL / Space Science Institute

NASA / JPL-Caltech / UCLA / MPS / DLR / IDA

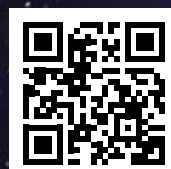
Senden Sie uns Ihre Fragen zu Astronomie und Raumfahrt! Wir bitten Experten um Antwort und stellen die interessantesten Beiträge vor.

Jetzt **Sterne und Weltraum** abonnieren und keine Ausgabe mehr verpassen!



Sie haben die freie Wahl

Ob Print, digital oder beides in Kombination: 12 Ausgaben im Jahresabo – für Sie selbst oder als Geschenk. Mit einem Abo profitieren Sie zudem von den exklusiven Vorteilen und Angeboten von **Spektrum PLUS** – wie kostenlosen Downloads, Vergünstigungen und Redaktionsbesuchen.



Jetzt bestellen:

Telefon: 06221 9126-743

E-Mail: service@spektrum.de

[Spektrum.de/aktion/suwabo](https://www.spektrum.de/aktion/suwabo)