

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 76 (2018)
Heft: 3

Heft

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 31.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



■ **Kosmologie**

Er wird fehlen

■ **Beobachtungen**

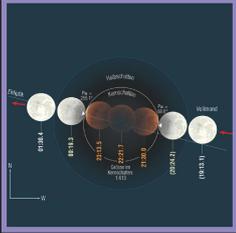
Die grosse Marsopposition nach 2003

■ **Aktuelles am Himmel**

Tiefroter Mond in der Abenddämmerung

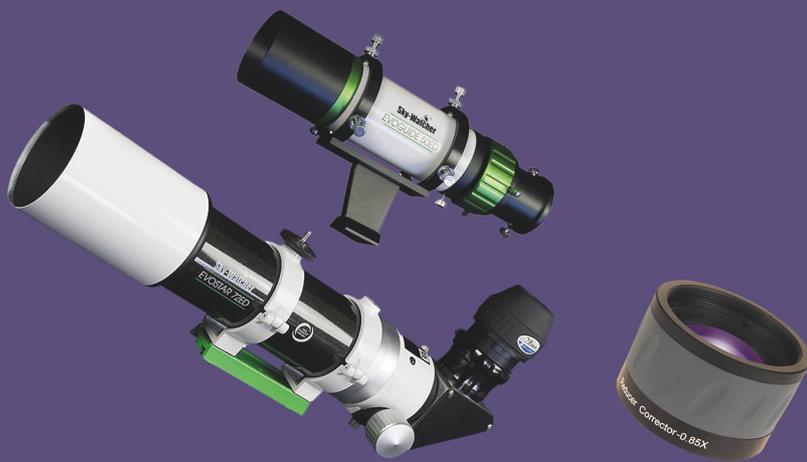
■ **Astrofotografie**

Zahlreiche Details: Mars vor der Linse



orion

Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft SAG



Evostar 72 ED APO
Refraktor Fr. 419.-

passender Korrektor
0.85x Fr.274.-

Evoguide 50ED
Guidingrohr Fr. 249.-

Neuheiten von SkyWatcher

EQM-35 Pro
Montierung Fr.829.-

StarDiscovery
Montierung Fr. 449.-



ZUMSTEIN
FOTO VIDEO

info@foto-zumstein.ch | Casinoplatz 8 | Bern

Editorial

- **Der himmlische Sommernachtstraum** ■ Thomas Baer 4



Kosmologie

- Das Orakel der Astrophysik ist verstummt
- **Er wird fehlen** ■ Hansjürg Geiger..... 5

Aus den Sektionen

- Prominenz in Lichtensteig
- **Das 2. Jost-Bürgi-Symposium** ■ Heiner Sidler..... 10



Beobachtungen

- Welches Weltbild hätten wir heute ohne Teleskope?
- **Die grosse Marsopposition nach 2003** ■ Thomas Baer..... 16

Teleskope

- Weltraumteleskop CHEOPS verlässt die Universität Bern
- **Das gebannte Warten auf den Start** ■ Medienmitteilung der Universität Bern..... 13



Astrofotografie

- Tipps zur Planetenfotografie
- **Zahlreiche Details: Mars vor der Linse** ■ Michael Klink & Jan de Lignie..... 18



Aktuelles am Himmel

- Jahrhundertlängste Totalität
- **Tieferer Mond in der Abenddämmerung** ■ Thomas Baer..... 26

Nachgedacht – nachgefragt

- Zufall oder Systematik?
- **Warum fallen viele tiefe Mondfinsternisse in die Sommermonate?**
■ Thomas Baer & Erich Laager..... 32

Ausflugsziel

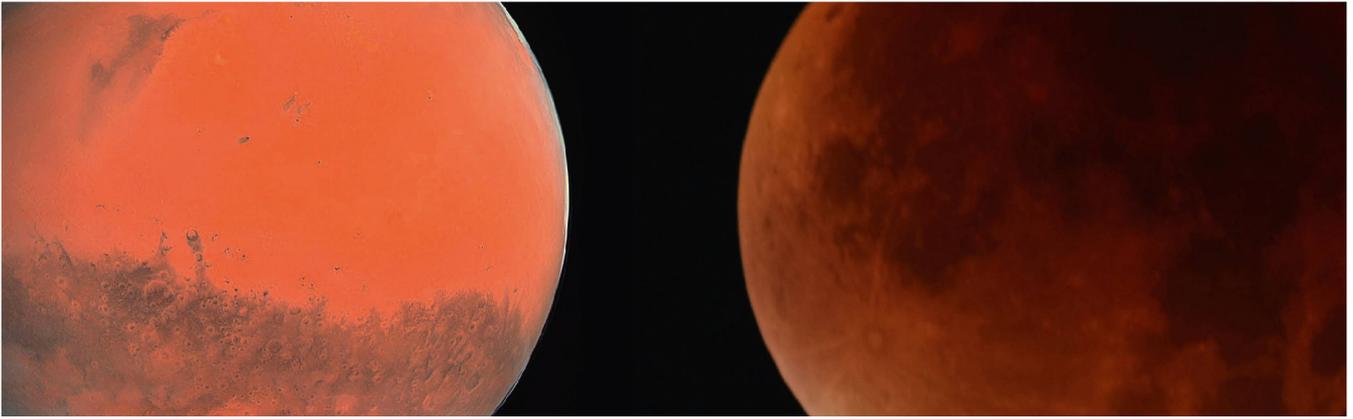
- Mit der ETH Zürich auf Forschungsreise durchs All
- **Expedition Sonnensystem** ■ Thomas Baer..... 40

ORION online
www.orionmedien.ch



Titelbild

■ In der Schweiz konnte letztmals in den frühen Morgenstunden des 28. Septembers 2015 eine totale Mondfinsternis bei perfekten Verhältnissen beobachtet werden. Das Bildkomposit zeigt die Wanderschaft des erdnahen Vollmonds durch den Kernschatten der Erde. Zur Mitte der Totalität hin wurde der Trabant wesentlich dunkler als bei früheren totalen Finsternissen. Im Unterschied zur bevorstehenden «Jahrhundert-Mondfinsternis» am 27. Juli 2018 verfehlte der Mondrand das Schattenzentrum knapp. Dafür war die gesamte Mondfinsternis von Anfang bis Schluss am europäischen Himmel zu sehen, während uns diesmal die beginnende partielle Phase entgeht.



Lieber Leser,
liebe Leserin,

Diese ORION-Ausgabe widmet sich schwerpunktmässig dem doppelten astronomischen Höhepunkt des Jahres, der jahrhundertlängsten totalen Mondfinsternis und der am selben Abend stattfindenden erdnahen Marsopposition. Merken Sie sich den Freitag, 27. Juli, vor! Immer wieder werde ich gefragt, was mich denn an der Astronomie so fasziniere. Eine schlüssige Antwort zu geben, ist gar nicht so einfach. Gewiss ist es der Blick nach oben, der einen viele «irdischen» Sorgen, zumindest für einen Moment, vergessen lässt, sicher ist es aber einfach auch das Staunen über die Vielfalt der wunderbaren Objekte, die sich uns in den Tiefen des Weltalls an einem Teleskop offenbaren. Mich persönlich fasziniert aber noch etwas ganz Anderes: Wie ein riesiges himmlisches Uhrwerk mit höchster Präzision und nach physikalischen Gesetzmässigkeiten kreisen Gestirne umeinander, in immer wiederkehrenden Zyklen, deren Mittelwerte wir auf zig Dezimalstellen genau errechnen können. Doch sobald wir genauer hinschauen, wird es bald einmal höchst kompliziert. Wir alle haben irgendwann in jungen Jahren gelernt, dass der Mond in 27.3 Tagen die Erde umkreist und uns alle 29.5 Tage wieder voll erscheint. Verfolgt man nun in einem astronomischen Simulationsprogramm den Mondlauf, so wird bald klar, dass unser Nachbar im All ganz seltsame Bewegungen vollführt. Mal ist er schneller, mal langsamer unterwegs. Er folgt dabei nicht einer linearen, sondern leicht oszillierenden Bahn und scheint dabei ordentlich hin- und herzuschaukeln. Der Erdtrabant unterliegt zahlreichen Bahnstörungen, die alle einen grösseren oder kleineren Einfluss auf seine wahre Position am Himmel haben. Irgendwo habe ich einst gelesen, der Mond sei eigentlich nie dort, wo er sein müsste. Und genau diese Zyklen faszinieren mich. Bei der Vorbereitung dieser ORION-Ausgabe entdeckte ich auf einmal, dass sämtliche tiefen und langen totalen Mondfinsternisse im 21. Jahrhundert nur in den Monaten Juni und Juli stattfinden. Da ich mich schon eingehend mit den Saroszyklen bei Sonnenfinsternissen beschäftigt habe und dabei auch der Frage nachging, wann und wo auf der Erde die längsten ringförmigen und totalen Finsternisse stattfinden können, war die Reihe nun an den Mondfinsternissen. Da wir die längste totale Mondfinsternis erleben werden, war es für mich naheliegend, der Sache einmal genauer auf den Grund zu gehen. Plötzlich, und da sind wir wieder bei der Faszination, wird aus einem an sich elementaren Himmelsvorgang eine ziemlich knifflige Recherche mit viel Rechenarbeit, die aber höchstspannende Erkenntnisse hervorbrachte!

Bevor ich Sie aber in die Lektüre «entlasse», etwas vorweg: Eine Perihel-Marsopposition mit gleichzeitig stattfindender totaler und erst noch längerer Mondfinsternis ist ein im wörtlichen Sinne einmaliges Ereignis, das zumindest die jetzt lebende Erdbevölkerung garantiert nie mehr erleben wird!

Thomas Baer
Chefredaktor ORION
t.baer@orionmedien.ch

Der himmlische Sommernachts- traum

*«Das ist die Einmaligkeit,
die ein Erlebnis
zu einem Ereignis macht.»*

ERNST FERSTL (*1955),
österreichischer Lehrer, Dichter
und Aphoristiker

Das Orakel der Astrophysik ist verstummt

Er wird fehlen

■ Von Hansjürg Geiger

STEPHEN W. HAWKING war einer der einflussreichsten Physiker aller Zeiten. Wie wenige andere prägte er das Denken der Theoretischen Physik seit über 50 Jahren. Trotzdem hat er nie einen Nobelpreis erhalten. Nun ist die Stimme aus der Maschine endgültig verhallt.

«Ich fühlte, dass sich bisher kein Buch mit den Fragen auseinandersetzte, die mich zur Forschung in der Kosmologie und Quantentheorie führten: Woher kommt das Universum? Wie und warum entstand es?»

STEPHEN W. HAWKING. 1988, *A Brief History of Time*, Bantam Press



BILD: GUNRSOWELL, WORLDPRESS

Abbildung 1: STEPHEN WILLIAM HAWKING (*8.1.1942 bis †14.3.2018).

Ein «Rockstar der Wissenschaft» war er, ja, aber kaum «Der EINSTEIN des 21. Jahrhunderts», wie eine bekannte schweizerische illustrierte Zeitschrift titelte. Denn erstens hat er seine einflussreichsten Arbeiten als junger Mann in den 1960er und 70er Jahren veröffentlicht, zweitens korrigierte er wichtige Aussagen seiner frühen Schriften, vielleicht etwas voreilig. Und drittens gelang es ihm nicht, den ganz grossen Wurf zu landen, die Ableitung der Theorie von Allem. HAWKING verdanken wir aber tiefe, überraschende und oft völlig verwirrende neue Einsichten über die grundlegenden Eigenschaften unseres Universums. Und obwohl seine Erkenntnisse noch längst nicht in allen Konsequenzen verstanden, die Auswirkungen seiner Entdeckungen nicht alle gesi-

chert sind, gilt er völlig zu Recht als eine der prägendsten Persönlichkeiten der modernen Naturwissenschaften.

Im Kerker seines Körpers

Das Fundament seiner enormen Berühmtheit legte der Astrophysiker, nebst den teilweise revolutionären wissenschaftlichen Originalarbeiten, mit seinen populärwissenschaftlichen Büchern, seinen zahllosen Interviews in allen Medien, seinem Mitwirken in Musiktiteln und seinen Fernsehauftritten in so bekannten Serien wie *The Big Bang Theory*, *The Simpsons* sowie *Star Trek TNG*. In der Folge *Angriff der Borg – Teil 1* spielte er sich als einzige Person im gesamten Star-Treck-

Universum selbst, in einer Pokerrunde mit ISAAC NEWTON, ALBERT EINSTEIN und dem Androiden DATA. HAWKING gewinnt. Eine Szene, die nicht nur Trekkies gesehen haben sollten. Was ihm aber endgültig Kultstatus verschaffte, das war die Art und Weise, wie er mit unbändigem Willen die Einschränkungen, die ihm seine Erkrankung aufzwingen, meisterte und trotz dieser Behinderungen rege am öffentlichen Leben teilnahm. Und man wollte ihn hören, wollte seine Meinung erfahren, nicht nur zu Themen der Astrophysik, nein, immer wieder auch zu gesellschaftlichen Entwicklungen, wie beispielsweise der Politik im Nahen und Mittleren Osten, den Folgen eines Kontaktes mit Aliens, den Gefahren ruchloser Roboter und über die aktuelle Umweltpolitik. Es war schon eindrücklich, wie die Medienvertreter, aber auch seine Fachkollegen und die wenigen Kolleginnen, beinahe andächtig auf die Worte warteten, die langsam aus dem Lautsprecher seines Sprechcomputers ertönten.

Die gesundheitlichen Probleme begannen schon während seiner Zeit als Doktorand in Cambridge. Im Jahre 1962, kaum 21 Jahre alt, wollte er bei FRED HOYLE, der damaligen Ikone der Astrophysik in England, seine wissenschaftliche Karriere beginnen. HAWKING scheiterte bei der Aufnahme, was nachträglich gesehen möglicherweise ein Glücksfall war. Statt beim überbeschäftigten HOYLE konnte er nun von der viel intensiveren Betreuung bei DENNIS SCIAMA profitieren, einem damals noch wenig bekannten Physiker. Im selben Jahr kam für HAWKING die niederschmetternde Diagnose: Er litt an amyotropher Lateralsklerose, einer unheimlichen Krankheit, bei

«In unserer Gesellschaft ist es für Eltern und Lehrer noch immer üblich, die (wichtigsten) Fragen mit einem Achselzucken oder mit einem nebulösen Hinweis auf religiöse Gebote zu beantworten.»

CARL SAGAN. 1988, Einleitung zu *A Brief History of Time*, Bantam Press

der die Motoneurone relativ schnell abgebaut werden und dem Patienten zunehmend jede Bewegungsfähigkeit rauben. Die Ärzte gaben ihm zwei Jahre. Zum Glück für HAWKING und uns alle zeigte es sich aber bald, dass er an einer eher langsam fortschreitenden Form erkrankt war, die ihm aber trotzdem schon bald die Eigenständigkeit nahm und ihn an den Rollstuhl fesselte. Damit nicht genug, zog er sich 1985 bei einem Besuch am CERN in Genf eine schwere Lungenentzündung zu, an der er beinahe verstarb. Eine Atemblockade konnte nur mittels Luftröhrenschnitt überwunden werden. Die Folgen waren ebenso bleibend wie persönlich katastrophal. HAWKING konnte nicht mehr sprechen. Seiner Bewegungsfähigkeit und seiner Sprache beraubt, mit seinem genialen Geist eingeschlossen in einem verkrüppelten Körper, blieb ihm nur noch die Möglichkeit, seine Augenbraue hochzuziehen, wenn ihm ein Helfer auf einer Tafel den richtigen Buchstaben zeigte. Eine schier unmenschliche Anstrengung um zu kommunizieren und ein riesiges Hindernis, um seine Arbeiten voranzutreiben. In einem Gebiet forschend, wo andere Wissenschaftler ausgerüstet mit Notizmaterial, Wandtafeln und Computern ihre liebe Mühe mit der Materie haben, war er darauf angewiesen, alles in seinem Kopf zu formulieren und der Umwelt tröpfchenweise mitzuteilen. Seine Situation verbesserte sich etwas, als ihm ein erster Sprechcomputer zur Verfügung stand. Trotz diesen unvorstellbaren Einschränkungen erschien 1988 sein Buch *«A Brief History of Time – From the Big Bang to Black Holes»* und schlug ein wie eine Bombe. Übersetzt in 35 Sprachen und verkauft in über 10 Millionen Exemplaren



BILD: MARTIN POPE, THE TELEGRAPH

Abbildung 2: STEPHEN HAWKING heiratete 1965 seine erste Frau, JANE WILD. Das Paar bekam drei Kinder. Bereits damals waren die Krankheitszeichen deutlich spürbar. Bei der Niederschrift seiner Dissertation 1966 war HAWKING auf Helfer angewiesen.

wurde das Werk zu einem internationalen Bestseller der Extraklasse. Mit der Hilfe von PETER GUZZARDI, seinem Verleger, formulierte HAWKING aus einem kaum verständlichen, rund 100 Seiten umfassenden Manuskript, ein Buch, dessen Einfluss bis heute nachhallt, obwohl es keine

leichte Lektüre ist. HAWKING meinte, es sei wohl eines der am besten verkauften, aber am wenigsten gelesene Buch aller Zeiten. Mit fortschreitender Erkrankung konnte sich HAWKING gegen Ende seines Lebens nur noch über einen Infrarotsensor in seiner Brille ver-

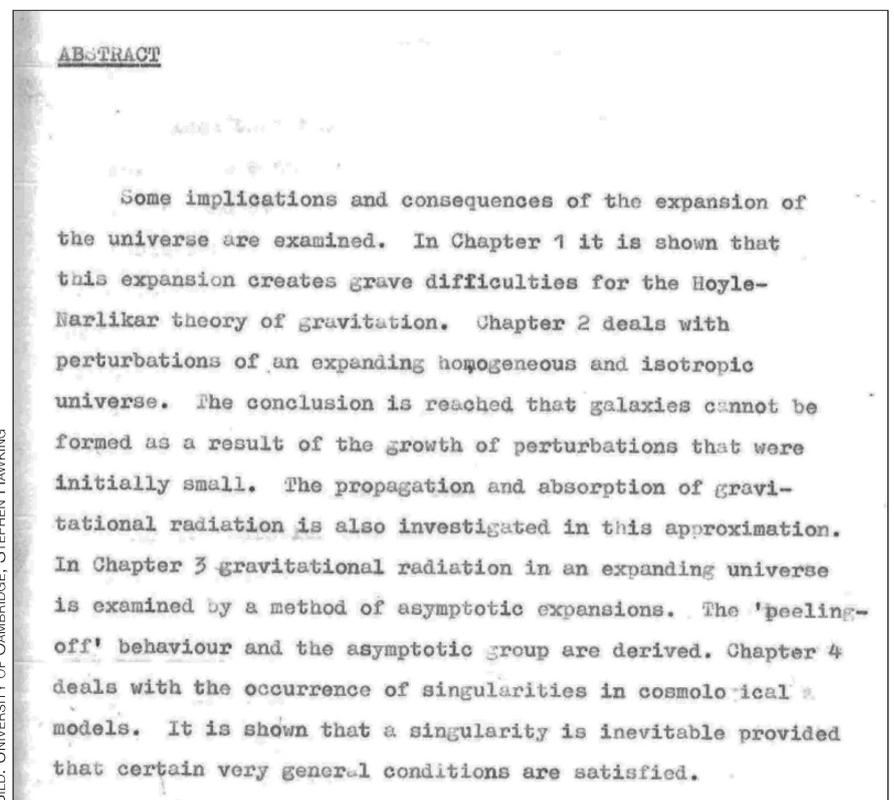


BILD: UNIVERSITY OF CAMBRIDGE, STEPHEN HAWKING

Abbildung 3: Originalabbildung der Zusammenfassung aus der Dissertation von STEPHEN HAWKING 1966. Titel: *Properties of expanding universes*.

ständig machen. Eine leichte Anspannung des rechten Wangenmuskels veränderte einen Infrarotstrahl und löste einen Schalter aus, mit welchem er den Sprechcomputer steuerte. Sechs Wörter pro Minute schaffte er so, eine Geduldprobe für seine Gesprächspartner, für ihn aber das einzige Fenster zu den Mitmenschen.

Kosmische Müllschlucker

STEPHEN HAWKINGS zentrales Interesse galt der Gravitation und den Schwarzen Löchern. Als er mit seiner Doktorarbeit in den 1960er Jahren begann, galten Schwarze Löcher als interessante Abstrusitäten. Weil aber niemand eine Möglichkeit sah, diese Objekte auch wirklich zu beobachten und zu untersuchen, kümmerte sich kaum ein Wissenschaftler um ihre besonderen Eigenschaften. Es ist HAWKINGS Verdienst, die tieferliegende Bedeutung dieser Monster für unser Verständnis des Universums erkannt zu haben. HAWKING beschrieb die Schwarzen Löcher einmal als «Amok laufende Gravitation».

Die Erforschung der Gravitation begann im 17. Jahrhundert, als ISAAC NEWTON die klassische Mechanik begründete. NEWTON stellte sich die Gravitation als eine Kraft vor, die von jedem Objekt ausgeht. Ihre Stärke wird durch die Masse des Körpers bestimmt. ALBERT EINSTEIN räumte diese Vorstellung beiseite, indem er die Gravitation nicht mehr

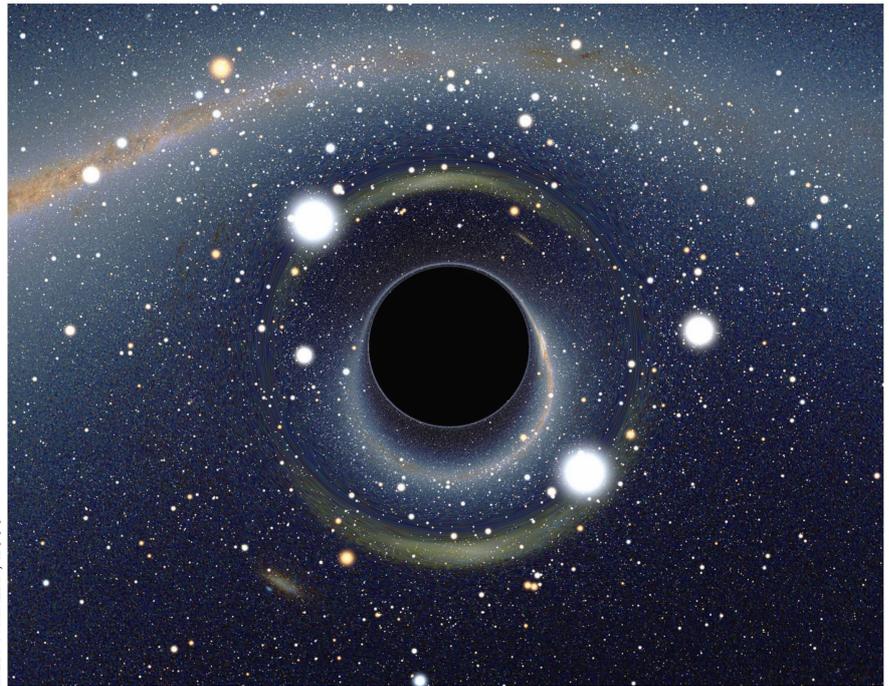


BILD: WIKIMEDIA, 2006

Abbildung 4: Zeichnerische Darstellung eines Schwarzen Lochs vor der Großen Magellan'schen Wolke. Das Schwarze Loch wirkt wie eine Linse und erzeugt eine Reihe von stark verzerrten Bildern der Galaxie, bekannt als EINSTEIN-Ring. Nach aussen begrenzt der Ereignishorizont das Energiemonster. Ab dieser Zone ist die Gravitation so stark, dass auch Licht diese Grenze nicht mehr überwinden kann.

als eine Kraftwirkung betrachtete, sondern als eine Eigenschaft von Raum und Zeit, die auf Massen reagieren und sich unter ihrem Einfluss «verbiegen». Bewegt sich ein Körper durch diese komplizierte «Landschaft», so beeinflusst er diese und versucht, den kürzesten Weg durch die Raumzeit zu finden. Der Mond und die Erde beispiels-

weise ziehen sich nach dieser Sichtweise nicht gegenseitig an, sie verformen die Raumzeit und bewegen sich durch die von ihnen, der Sonne und den anderen Planeten verbogene Terrain, ähnlich wie die Münze eines appenzellischen Tellerschwingers, aber aus fundamental anderen Gründen.

HAWKING erkannte früh, dass auch die Formeln von ALBERT EINSTEIN nicht die ganze Wirklichkeit abbilden. EINSTEINS Allgemeine Relativitätstheorie beschreibt zwar perfekt den Raum und die Zeit in grossen Massstäben, versagt aber bei der Erklärung des Verhaltens der Materie in den kleinsten Dimensionen. Hier setzt die Quantentheorie ein, eine ebenso gut gesicherte Beschreibung der Realität wie EINSTEINS Relativitätstheorie. HAWKING war überzeugt, es müsse eine Verbindung zwischen diesen beiden Betrachtungsweisen geben, eine Theorie also, welche die beiden grossen Gedankengebäude vereint. Eine Theorie von Allem. Schwarze Löcher faszinierten HAWKING vor allem deswegen, weil sie mit dem frühesten Stadium des Universums eines gemeinsam haben, die Singularität. Unter der Annahme, dass es den Urknall wirklich gab, muss es



BILD: NASA, CHANDRA RÖNTGENTELESKOP

Abbildung 5: Im Zentrum der Galaxie M81 liegt ein Schwarzes Loch mit der Masse von mindestens 70 Millionen Sonnen.



Abbildung 6: HAWKING spielt auf dem Holodeck der USS Enterprise Poker mit EINSTEIN, NEWTON und dem Androiden DATA.

zu Beginn von Raum und Zeit einen mathematischen Punkt gegeben haben, aus welchem unser ganzes Universum entstand. Einen ähnlichen Punkt gibt es auch im Zentrum von Schwarzen Löchern. Die in ihnen konzentrierte Materie ist derart riesig, dass sie die Raumzeit zu einem Punkt krümmt. Fällt Materie in ein schwarzes Loch, verschwindet sie unwiederbringlich in dieser Singularität.

In einiger Distanz zur Singularität muss es eine schmale Zone geben, die, einmal überschritten, keine Rückkehr mehr erlaubt. HAWKING verglich diesen Ereignishorizont immer wieder mit einem Wasserfall. Fährt ein Sportler mit seinem Kanu in die Nähe des Wasserfalls, so kann er mit enormer Kraftanstrengung den Sturz über den Fall vermeiden, solange er nicht über die Kante gerät. Passiert dies, so nützen ihm keine Paddelbewegungen mehr, er verschwindet in der Tiefe, im Schwarzen Loch.

Zarte Saiten der Mutter aller Monster

Die Materie aus der Nähe eines Schwarzen Lochs, so schien es für die Wissenschaftler lange Zeit lo-

«HAWKINGS Erbschaft wird sein, dass er den Finger auf die Schlüsselprobleme in der Suche nach einer «Theorie für alles» gelegt hat.»

RAPHAEL BOUSSO. University of California Berkeley, *New Scientist*, 24.3.2018

gisch, müsste also im Laufe der Zeit die kosmischen Ungetüme ständig wachsen lassen. Tatsächlich scheint die Existenz supermassiver Schwarzer Löcher in den Zentren der Galaxien diese Vorstellung zu bestätigen. Hier nun aber kommt HAWKINGS wohl grösste Erkenntnis ins Spiel. Er konnte zeigen, dass die Schwarzen Löcher über kurze Phasen tatsächlich immer fetter werden. Über wahrlich kosmische Zeiten hinweg aber, über Dimensionen, unter denen das heutige Alter des Universums keine Rolle spielt, dominieren am Ereignishorizont Quantenvorgänge, welche die Schwarzen Löcher langsam schrumpfen lassen – bis sie explodieren.

Die dabei ablaufenden Vorgänge sind mit unserer Alltagserfahrung

schwer nachvollziehbar. In der Welt der Quanten, der kleinstmöglichen Teilchen und Energien also, laufen aber Prozesse ab, die zu seltsamen Geschehnissen führen, die uns oft sogar spukhaft erscheinen mögen. So etwas wie leeren Raum gibt es beispielsweise in der Quantenwelt nicht. Im Quantenuniversum tauchen Teilchen immer wieder ganz spontan auf – und verschwinden wieder. Und ähnlich wie in der Fernsehwerbung einer Partnervermittlung tun sie dies immer paarweise. Zudem sind sie, das Teilchen und das Antiteilchen, miteinander verbunden, in der Sprache der Quantentheorie verschränkt. Passiert es ihnen nun, dass sie in der Nähe eines Schwarzen Lochs erscheinen, so kann dies zu einem seltsamen Effekt führen. Es ist nämlich möglich, dass eines der beiden Teilchen über den Ereignishorizont stürzt, das andere sich aber «freistram-peln» kann. Und dann wird's richtig bizarr. Weil die beiden Teilchen miteinander verschränkt sind, kann jenes Teilchen, das sich retten konnte, nicht einfach wieder im Vakuum verschwinden. Dazu fehlt ihm sein Partnerteilchen. Das gerettete Teilchen entflieht einsam und verlassen im All. Von Weitem betrachtet fliegt also ein Teilchen aus der

Umgebung des Schwarzen Lochs weg. Unser Verstand würde nun annehmen, dass das Schwarze Loch mit dem aufgenommenen Teilchen wächst. Es hat sich ja etwas einverleibt und das entwichene Teilchen stammt nicht aus dem Schwarzen Loch, sondern aus seiner Umgebung. Wegen den Quanteneigenschaften der kleinen Teilchen verliert aber das Schwarze Loch etwas an Masse. Es wird leichter, extremst wenig nur, aber eben doch. Seltsam, nicht wahr?

Das war sogar für viele Wissenschaftler zu verrückt. Auch für STEPHEN HAWKING. Überzeugt, dass von J. D. BEKENSTEIN 1973 aus thermodynamischen Gründen vermutete Schrumpfen der Schwarzen Löcher widerlegen zu können, wollte er die Geschichte mit quantenmechanischen Berechnungen überprüfen. Aber siehe da, zu seinem grossen Erstaunen musste er alsbald anerkennen, dass auch die Quantenmechanik eine Wärmestrahlung aus den Schwarzen Löchern erzwingt. Ein Schwarzes Loch ist also nicht wirklich schwarz, es verliert Masse und strahlt Energie ab.

Die Existenz dieser Strahlung, der HAWKING-Strahlung, ist heute allgemein anerkannt. Und weil auch viel Kleinvieh viel Mist macht, summiert sich dieser winzige Verlust über wirklich, wirklich lange Zeiträume und wird auch die allermassivsten Schwarzen Löcher im Zentrum der Galaxien schrumpfen lassen. Dabei verlieren sie immer mehr Masse, ihre Strahlung verstärkt sich, sie werden heisser, bis sie explodieren. Heutige Schwarze Löcher sind derart massiv und kalt oder fast ganz schwarz, dass ihre Strahlung auch mit modernsten Messgeräten nicht nachgewiesen werden kann. Einer der Hauptgründe, weswegen HAWKING keinen Nobelpreis erhalten hat.

Gibt es die Theorie von Allem?

Eine andere Idee von STEPHEN HAWKING hat in den letzten 40 Jahren für sehr viel mehr kontroverse Diskussionen gesorgt. 1976 veröffentlichte er eine Arbeit, in welcher er zum Schluss kam, dass mit der HAWKING-Strahlung auch alle Informationen der vom Schwarzen Loch verschluckten Teilchen zerstört werden, obwohl die Quantenmechanik dies verbietet. Die Debatte schwankt

bis heute hin und her. Klar ist nur, dass die Lösung dieses schwierigen Problems den Kern für eine Theorie von Allem bedeuten kann. HAWKING selbst blieb fast 30 Jahre lang der Überzeugung, die Information gehe verloren, bis er 2004 an einem Kongress verkündete, er sei nun auch der Meinung, Schwarze Löcher könnten keine Information verlieren. Sein Schwenker kam möglicherweise zu früh. Neuere theoretische Überlegungen scheinen die Meinungen wieder in die andere Richtung zu drängen, hin zu HAWKINGS ursprünglichen Schussfolgerungen.

Auch wenn drängende Fragen um das Schicksal kleinster Teilchen am Ereignishorizont von Schwarzen Löchern nach wie vor unbeantwortet sind, so scheint es, sei die Erforschung dieser Phänomene unsere beste Chance, eine Vereinigung der Quantentheorie mit der Gravita-

tionstheorie zu erreichen. HAWKING war sich sicher, es müsse eine solche Theorie von Allem geben, schliesslich gibt es ja auch nur eine Natur und es wäre seltsam, wenn diese Natur auf der Basis von zwei unvereinbaren Grundlagen funktionieren würde.

Aber eben, es war ja gerade der grosse Geist von STEPHEN HAWKING, der uns gezeigt hat, wie unzuverlässig unsere scheinbar logischen Überlegungen vor der Wirklichkeit der abstrusen Welt der kleinsten Teilchen sind. Dürfen wir uns also auf weitere, scheinbar unverdauliche Erkenntnisse über die Funktionsweise der Natur freuen? Oder haben wir gar erst an der Oberfläche der «wirklich wahren Wirklichkeit» gekratzt? HAWKING hat Grossartiges geleistet, einiges erklärt, aber auch noch viel Arbeit für künftige Genies hinterlassen. – Seien wir ihm dafür dankbar! ■



BILD: THOMAS BAER

Die «Hauptprobe» gab es letztes Jahr

Am 7. August 2017 konnte in der Abenddämmerung eine kleine partielle Mondfinsternis beobachtet werden, gewissermassen als Einstimmung auf die bevorstehende totale Finsternis am 27. Juli. Viel anders wird die Situation im Moment der «Blauen Stunde» nicht sein, stimmungsvolle Bilder mit der Landschaft im Vordergrund sind garantiert!

Der angeknabberte Vollmond tauchte an jenem Montagabend, durch die Refraktion ziemlich deformiert, am Südosthorizont auf. Wie zu erwarten war, sorgte die Extinktion visuell für eine wesentlich grössere Abschattung auf der Mondscheibe, da auch die inneren Bereiche des Erdhalbschattens deutlich dunkler erschienen. Am bevorstehenden 27. Juli dürfte mit etwas Glück noch das letzte Verschwinden des Mondes vor Beginn der Totalität erhascht werden. Dazu ist aber ein tiefer und flacher Südosthorizont erforderlich. Für einen Moment wird es dann schwierig sein, die total verfinsterte Mondscheibe am blauen Himmel überhaupt zu sichten. (red)

Prominenz in Lichtensteig

2. Internationales JOST-BÜRGI-Symposium

■ Von Heiner Sidler

Am 13. und 14. April 2018 fand in BÜRGIS Geburtsort Lichtensteig im Toggenburg zum 2. Mal ein internationales Symposium statt. Historiker und Wissenschaftler auf den Gebieten Astronomie, Mathematik und Zeitmessung trafen sich zum gegenseitigen Gedankenaustausch. Neue Erkenntnisse in der BÜRGI-Forschung wurden besprochen und am Samstag, 14. April, in Vorträgen einem interessierten Publikum vorgestellt.



BILD: HEINER SIDLER

Abbildung 1: Der BÜRGI-Biograf FRITZ STAUDACHER erklärt die Erweiterungen in der soeben erschienenen 4. Auflage seines Buches «JOST BÜRGI – KEPLER und der Kaiser».

Ganz im Sinne des Tagungsthemas «Mit BÜRGI zu den Sternen» ergänzte die Astrophysikerin Dr. AURORA SICILIA-AGUILAR das Hauptthema BÜRGI mit ihrem Referat «Was Zeitmessungen über den Raum sagen». Viele Abläufe der Planeten- und Sternentstehung sind selbst mit leistungsstärksten Teleskopen nicht direkt messbar. Mit neuartigen Ansätzen können an kleineren Teleskopen, aber über längere Zeitabschnitte, die zeitlichen Änderungen von Messungen in räumliche Eigenschaften übersetzt werden, um die Oberfläche von Sternen sowie Regionen erdähnlicher Planeten zu erkunden.

Als letzter Fachreferent sprach Astrophysiker und Astronaut Prof. Dr. CLAUDE NICOLLIER. Seine authentischen Erzählungen und die faszinierenden Bilder liessen seine eigene Begeisterung unverzüglich aufs Publikum überspringen. Weshalb braucht es dieses nach dem bekannten Lichtensteiger benannte Symposium? JOST BÜRGI repräsentiert auf international höchstem Wissenschafts- und Technikniveau typisch schweizerische Qualitäten wie Präzision, Originalität und Zuverlässigkeit. Auch seine hohe Kompetenz, gepaart mit Bescheidenheit, ist nicht untypisch für

unser Land. Wer könnte das Uhrenland Schweiz also besser vertreten als das Universalgenie JOST BÜRGI? Die Geschichtsschreibung stellt BÜRGI noch nicht so dar, wie er nach neuesten Erkenntnissen wirklich war, seine Leistungen erfahren zu wenig Beachtung und nur ungenügende Anerkennung. Das war nicht immer so. Die beiden kaiserlichen Mathematiker URSUS REIMERS und JOHANNES KEPLER bezeichneten ihn als ihren Lehrer. Kaiser RUDOLF II. erhob ihn in den Adelsrang und zahlte ihm das dritthöchste Gehalt am Hof. Heute sind es vor allem seine Wirkungsstätten Kassel und Prag, sowie die Städte, welche BÜRGI-Instrumente zeigen können und die mit Stolz auf BÜRGI hinweisen. In der Schweiz ist die JOST-BÜRGI-Gedächtnis-Stiftung in enger Zusammenarbeit mit der sympathischen Kleinstadt Lichtensteig und dem BÜRGI-Biographen FRITZ STAUDACHER daran, das Geschichtsbild von JOST BÜRGI seiner tatsächlichen Bedeutung und der historischen Wahrheit näher zu bringen. Ein Instrument, um das zu erreichen, sind die auch künftig regelmässig stattfindenden JOST-BÜRGI-Symposien in Lichtensteig. Sie bieten die Plattform, um neue Erkenntnisse und Entdeckungen der Öffentlichkeit vorzustellen. Tatsächlich bewegt sich einiges in der BÜRGI-Forschung und so brachte auch die Tagung von 2018 Neues ans Licht.

Die Entdeckung völlig neuer Facetten

Dr. JÜRGEN HAMEL, Astronomiehistoriker und Buchautor, entdeckte beim Durchforschen von Archiven ein umfangreiches Dokument, das eine weitere, bisher unbekannte Kompetenz BÜRGIS dokumentiert: BÜRGI, der Erz-Metallurgist. HAMEL fand eine Handschrift von 1598, die von einem Schreiber in ordentliches Früh-Neuhochdeutsch gesetzt und von JOST BÜRGI eigenhändig unterzeichnet wurde. Bescheiden, wie auch später noch mit Adelswürde, unterzeichnete der Lichtensteiger eigenhändig mit: «JOST BÜRGI – Uhrmacher». Offensichtlich handelt es sich bei der Schrift um eine Arbeit, die er im Auftrag von SIMON VI. (1554–1613), Landesherr der Grafschaft Lippe-Detmold, erstellte. Der Reichsgraf brauchte eine Methode, um Münzen auf ihre Echtheit zu prüfen, zu sehen, ob deren Silber- oder

Goldanteil den Vorgaben tatsächlich entspricht. SIMON VI. hoffte auf Silber- und vielleicht auch auf Goldvorkommen in seiner Grafschaft. BÜRGI gründliche und sehr systematisch aufgebaute Arbeit zeigt, wie man Erze auf ihren Gehalt an Edelmetall prüfen konnte, um danach entscheiden zu können, ob sich ein Abbau lohnen würde.

Um die genauesten Instrumente und Uhren zu bauen, brauchte BÜRGI die besten Materialien. Er konnte diese beurteilen und ging allen Dingen, welche seine Werke beeinflussen, wissenschaftlich auf den Grund. Um die kostbaren Himmelsgloben herzustellen, eignet sich BÜRGI ein enormes Wissen über Silber und Vergoldungstechniken an und wird damit zur Fachperson auch auf dem Gebiet der Metallurgie.

Ursus' hybrides Modell

Prof. Dr. GÜNTHER OESTMANN von der Technischen Universität Berlin ist Wissenschaftshistoriker und Uhrmacher. Er präsentierte sein Projekt: Den Nachbau eines verschollenen BÜRGI-Mechanismus. Der begnadete Uhrmacher schuf 1587 ein Messing-Planetarium für seinen Freund NICOLAUS REIMERS URUSUS. Dieser suchte einen Kompromiss zwischen dem KOPERNIKANISCHEN- und dem PTOLEMÄISCHEN-Weltbild und liess in seiner Vorstellung, ähnlich wie TYCHO BRAHE, die Sonne um die Erde kreisen, wies aber den übrigen Planeten einen Umlauf um die Sonne zu. Als Gegenleistung übersetzte REIMERS für BÜRGI, der die lateinische Sprache nicht beherrschte, NIKOLAUS KOPERNIKUS' Hauptwerk ins Deutsche und schuf damit die erste deutschsprachige Übersetzung von *De revolutionibus orbium coelestium*. Mit seinem Weltmodell wurde REIMERS allerdings nicht glücklich, geriet er doch mit TYCHO BRAHE in einen Rechtsstreit, den dieser mit aller Macht und Härte führte und das bis zum Tod von REIMERS (1600) in Prag.

Erhalten hat sich nicht das Planetarium, sondern eine schematische Zeichnung des Getriebes mit Angaben über Durchmesser und Anzahl der Zahnrad-Zähne. Im Auftrag des Dithmarscher Landesmuseums in Meldorf baute OESTMANN nach diesen Vorgaben ein Funktionsmodell mit Kurbelantrieb. Nach eigener Erfahrung kann er nun BÜRGI'S Hand-



BILD: HEINER SIDLER

Abbildung 2: Eine JOST-BÜRGI-Darstellung am KEPLER-Denkmal in Weil der Stadt.

werkskunst einschätzen. Die Tatsache, dass REIMERS «falsches» Modelluniversum nur marginale Abweichungen zu den tatsächlichen Planetenpositionen wiedergibt, zeigt, dass damals die Entscheidung fürs «richtige Weltbild» nicht leichthin und eindeutig zu fällen war.

Jost Bürgi's Zürcher Himmelsglobus

BERNARD A. SCHÜLE ist Kurator am Schweizerischen Nationalmuseum in Zürich und zuständig für Technologie und Brauchtum. Er stellte den Symposiumsteilnehmern den 1981 durch das Museum erworbenen kleinsten BÜRGI-Globus vor. Obwohl «nur» vergoldet, wird das Kleinod oft auch als Goldglobus bezeichnet. Mit lediglich 142 mm Kugel-Durchmesser ist er der kleinste, aber auch der feinste und genaueste Himmelsglobus BÜRGI'S und seiner Zeit. BÜRGI baute ihn 1594 in Kassel. 4 Bohrungen auf der ringförmigen Standfläche zeigen, dass er zu BÜRGI'S Zeit auf einen Holzsockel montiert war. Die 4-armige Tragkonstruktion stellt vier Lebensalter dar. Man beachte die unterschiedliche Bartlänge der Figuren (siehe Bild in ORION 2/18, Seite 12). Die entlang der Ekliptik in 2 Halbschalen geteilte Himmelskugel zeigt sehr präzise die Positio-

nen von 1'026 Einzelsternen und berücksichtigt unterschiedliche Stern-Helligkeiten. Für seine Zeit nicht fehlen darf natürlich die bildliche Darstellung der Sternbilder. Für einen aussenstehenden Betrachter sind Bilder und Sternpositionen auf der Himmelskugel seitensrichtig, für unser Auge aber ungewohnt seitenverkehrt dargestellt. Die Bärin blickt also nach links. Im Spalt zwischen den beiden Halbkugeln bewegt sich ein Sonnenzeiger, der bewegt sich aber nicht mit gleichförmiger Geschwindigkeit. BÜRGI'S genialer Mechanismus berücksichtigt die elliptische Erdumlaufbahn und gibt dem Sonnenzeiger eine entsprechend schnellere oder langsamere Bewegung.

BÜRGI'S Uhr muss alle 4 Tage aufgezogen werden, was heute im Landesmuseum zur Schonung des Kunstwerks natürlich nicht mehr gemacht wird. Da die Unruh noch nicht erfunden war, ersann BÜRGI einen anderen Mechanismus, um die unterschiedliche Federkraft zu regulieren. Er liess den Kettenantrieb über eine Walze mit unterschiedlichen Durchmessern laufen. Die voll aufgezoogene Feder zog am dünnen Ende der Walze. Nach 4 Tagen lief die Kette am dicken Walzenende und brauchte dadurch weniger Kraft, so erreichte BÜRGI eine weitgehend gleichmässige Bewegung. Der Horizonttring trägt eine Datumskala, ergänzt mit Festtagen und wichtigen Namenstagen. Einmal im Jahr muss von Hand das Osterdatum eingestellt werden. Damit rückt der Datumsring alle beweglichen kirchlichen Feste an die korrekte Position. Beim genauen Hinsehen fällt dem Betrachter vielleicht das Doppelfeld mit dem 28. und 29. Februar auf. Was aber bestimmt nicht auffällt: der Zeiger zum Ablesen des Datums stellt sich jeden Tag ein wenig mehr schräg. Tatsächlich bewegt er sich täglich um 0.00068 mm, um alle 4 Jahre, am Schalttag, wieder in seine ursprünglich gerade Position zurück zu springen.

Es macht Freude, mitzuverfolgen, wie «unser» Schweizer Universalgenie der frühen Neuzeit und der Renaissance immer bekannter wird und welche neuen Erkenntnisse Jahr für Jahr das JOST-BÜRGI-Bild in der Kulturgeschichte verändern. Ein Grund, um sich schon jetzt das Datum des 3. JOST-BÜRGI-Symposiums am 3. und 4. Mai 2019 zu reservieren. ■



Abbildung 3: BÜRGIS Kristalluhr, entstanden in Prag um 1622/27. Eines der schönsten Objekte BÜRGIS, hergestellt aus einer Kupferlegierung, teilweise vergoldet und teilweise in Silber, eingebaut in eine Kuppel aus Bergkristall. Ausgestellt in der Kunstkammer des Kunsthistorischen Museums in Wien, wo zahlreiche Kunstwerke aus der Kunst- und Kuriositätensammlung RUDOLFS II. gezeigt werden.

Welraumteleskop CHEOPS
verlässt die Universität Bern

Das gebannte Warten auf den Start

■ Medienmitteilung der Universität Bern

Das Welraumteleskop CHEOPS ist fertig gebaut. Die Ingenieure vom Center for Space and Habitability (CSH) der Universität Bern werden das Instrument diese Woche verpacken und am 10. April 2018 nach Madrid schicken, wo es auf der Satellitenplattform eingebaut wird. CHEOPS (CHaracterising ExOPlanet Satellite) soll Anfang 2019 startbereit sein und beobachten, wie Exoplaneten in anderen Sonnensystemen vor ihrem Mutterstern vorbeiziehen – und die Suche nach potenziell lebensfreundlichen Planeten unterstützen.

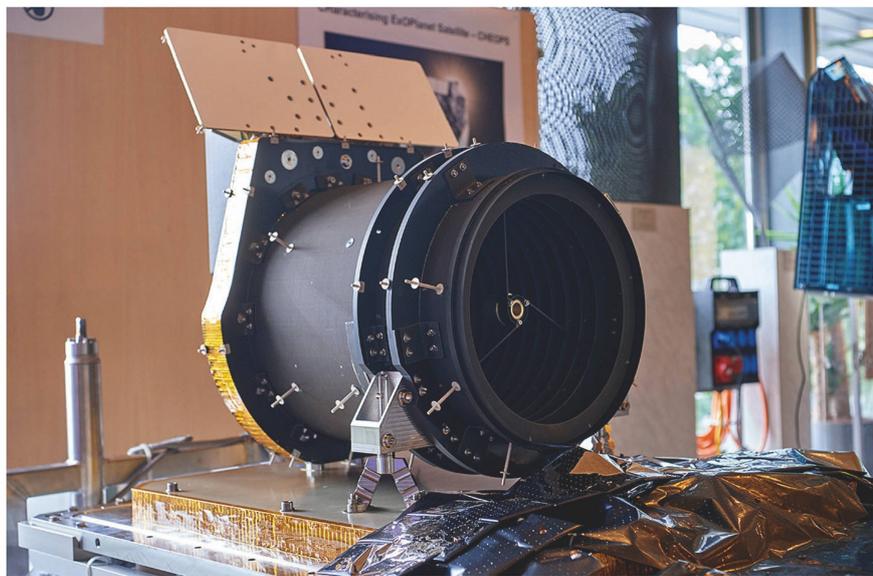


BILD: ADRIAN MÖSER / UNIVERSITÄT BERN

Abbildung 1: Das Strukturmodell von CHEOPS.

Die speziell angefertigte Transportkiste steht im Gebäude für Exakte Wissenschaften der Universität Bern bereit. In den nächsten Tagen wird das CHEOPS-Team das Weltraumteleskop im Reinraum in den Transportcontainer verladen, wo es gegen Schock, Feuchtigkeit und Verschmutzung gesichert ist. Ein Lastwagen wird die kostbare Fracht nach Madrid transportieren. Dort hat das Unternehmen «Airbus Defense and Space – Spain» die Satel-

litenplattform gebaut, die das Teleskop tragen und dessen Betrieb im All ermöglichen wird. In den kommenden Wochen wird das Instrument eingebaut und der Satellit getestet.

Das Welraumteleskop wird Sterne in unserer kosmischen Nachbarschaft beobachten, von denen man weiss, dass sie von Exoplaneten umkreist werden. CHEOPS misst die Helligkeit der Sterne. Diese nimmt leicht ab, wenn ein Exopla-

net vor seinem Mutterstern vorbeizieht. Aus der Helligkeitsabnahme bei einem solchen Transit lässt sich die Grösse des Exoplaneten bestimmen. «Das Instrument muss äusserst präzise messen. Das war die grosse Herausforderung bei der Konstruktion», sagt WILLY BENZ, Astrophysikprofessor an der Universität Bern und Hauptverantwortlicher der CHEOPS-Mission, welche die Schweiz zusammen mit der Europäischen Raumfahrtorganisation ESA durchführt. «Wir denken, dass wir die Anforderungen erfüllen, sonst würden wir nicht fliegen», erklärt CHRISTOPHER BROEG, Projekt-Manager der CHEOPS-Mission.

Bauteile aus verschiedenen Ländern

An der CHEOPS-Mission sind Institute aus elf europäischen Nationen beteiligt. Die Struktur wurde in der Schweiz entworfen und gefertigt, die Optik sowie Flugsoftware und weitere Teile werden von ausländischen Partnerinstitutionen beige-steuert. An der Universität Bern wurden die verschiedenen Teile im Reinraum zusammengebaut und das Teleskop auf dem Schütteltisch Vibrationen ausgesetzt, wie es sie beim Start überstehen muss. «Wir waren erleichtert, als der Spiegel samt Klebung den Vibrationstest heil überstanden hatte», erinnert sich CHRISTOPHER BROEG an eine besonders heikle Testphase.

Zu schaffen machte dem Team der grosse Zeitdruck. CHEOPS ist die erste sogenannte kleine «S-Klasse-Mission» der ESA. Sie muss innerhalb weniger Jahre realisiert werden und darf die ESA nur 50 Millionen Euro kosten. Die Schweiz zahlt rund 30 Millionen Euro, die restlichen Partner etwa 20 Millionen Euro. «Wir sind stolz, dass wir am Schluss das Budget einhalten konnten; das ist in solchen Projekten nicht selbstverständlich», sagt WILLY BENZ. Um das Projekt nicht allzu sehr zu verzögern, mussten die Ingenieure verschiedene Arbeiten parallel ausführen, anstatt die ursprünglich geplante Reihenfolge einzuhalten. So galt es die Tragstruktur festzulegen, noch bevor man wusste, wie der Spiegel genau montiert werden sollte. Dies war besonders heikel, weil die Position von Haupt- und Sekundärspiegel stabil bleiben muss, selbst wenn sich die Temperatur in der Umlauf-

BILD: THOMAS BECK / UNIVERSITÄT BERN



Abbildung 2: Erfolgreiche letzte Tests im Reinraum.

bahn verändert. Die Tests zeigten schliesslich, dass die Konstruktion funktioniert. «Wir sind sogar viel stabiler als gedacht», freut sich CHRISTOPHER BROEG.

In den letzten Wochen haben die Ingenieure das Instrument kalibriert und die Software getestet. Nach der Integration in Madrid wird der Satellit an mehreren Orten in Europa nochmals verschiedene Tests durchlaufen, bevor er zum ESA-Weltraumbahnhof Kourou in Französisch-Guayana geschickt wird. In der zweiten Jahreshälfte kehrt er noch ein letztes Mal in die Schweiz zurück, um bei der RUAG Space in Zürich noch einen Rütteltest zu bestehen. Anfang 2019 soll CHEOPS startbereit sein. Eine Sojus-Rakete wird ihn zusammen mit einem grösseren italienischen Radarsatelliten auf eine Erdumlaufbahn in 700 Kilometer Höhe bringen. «Ich freue mich darauf, wenn CHEOPS im All ist und wir die ersten Daten erhalten werden», sagt WILLY BENZ.

CHRISTOPHER BROEG: «Wir müssen Hunderte von Anforderungen erfüllen»



BILD: PLANETS

Universität Bern: Am 10. April 2018 wird das CHEOPS-Teleskop Bern verlassen. Sind Sie froh darüber oder auch etwas wehmütig gestimmt?

CHRISTOPHER BROEG: Es war schön, das Instrument hier zu haben. Aber

die Freude überwiegt. Der Stress in den letzten Wochen war extrem. Es gab so viel zu tun. Deshalb ist es gut, dass wir jetzt fertig sind und das Instrument weggeschickt wird.

Welches waren die letzten Arbeiten in den vergangenen Wochen?

BROEG: Wir haben das Instrument kalibriert. Das heisst, wir haben in der Vakuumkammer gemessen, wie sich der Detektor verhält, wenn alles zusammengebaut ist. Wir wollten beispielsweise wissen, wo es so genannte «Hot Pixel» hat, die mehr als 100 Elektronen pro Sekunde erzeugen, selbst wenn kein Licht darauf fällt. Zudem muss man auch diejenigen Pixel kennen, die gar keine Elektronen erzeugen, wenn Licht darauf fällt, die sogenannten

«Dark Pixel». Dann haben wir geprüft, wie ein Stern abgebildet wird, indem wir eine stabile Lichtquelle genau auf unseren Parabolspiegel fokussiert haben, welcher dem Teleskop dann einen unendlich weit entfernten Stern simuliert. Dabei ist es äusserst schwierig, den Fokus genau zu finden. Zudem mussten wir auch noch die Software fertigstellen und qualifizieren.

Lief alles reibungslos oder gab es Überraschungen?

BRÖEG: Unerwartet war, was passierte, als wir die Helligkeit der Lichtquelle aufdrehten. Wir wollten bestimmen, wie gross die maximale Zahl von Elektronen ist, die jeder Pixel aufnehmen kann und fanden kleinere Werte als zuvor. Es zeigte sich aber, dass der CCD-Sensor anders angesteuert wurde als gedacht und wir konnten dies korrigieren.

Sie mussten zudem auch die Lieferung an «Airbus Defense and Space» in Madrid vorbereiten. Dort wird das Instrument auf der Satellitenplattform integriert.

BRÖEG: Airbus will wissen, ob alle Schnittstellen zum Raumschiff gemäss der Spezifikation getestet worden sind und funktionieren. Wir müssen beispielsweise das Gewicht, den Massenschwerpunkt und das Trägheitsmoment des Instruments angeben, aber auch, dass es alle Temperaturen gesehen hat, die es laut Spezifikation aushalten muss. Zudem müssen wir gewährleisten, dass sämtliche Schnittstellen alle elektrischen Spannungen ertragen, die das Raumschiff liefern kann und dass wir umgekehrt keinen Lärm in die Kabel des Raumschiffs emittieren. Wir müssen Hunderte von Anforderungen erfüllen.

Wie geht es weiter, wenn das Weltraumteleskop Bern verlassen hat?

BRÖEG: In unserem Labor gibt es dann nichts mehr zu tun. Die Arbeit an der Software geht aber weiter. Im Anschluss an die Software 1.0, die wir jetzt liefern, wird es eine Software 1.1 geben, welche die kleinen Fehler beheben wird, die wir jetzt nicht mehr korrigieren konnten. Zudem werden unsere Leute in den nächsten Wochen in Madrid helfen, das Instrument ins Raumschiff zu

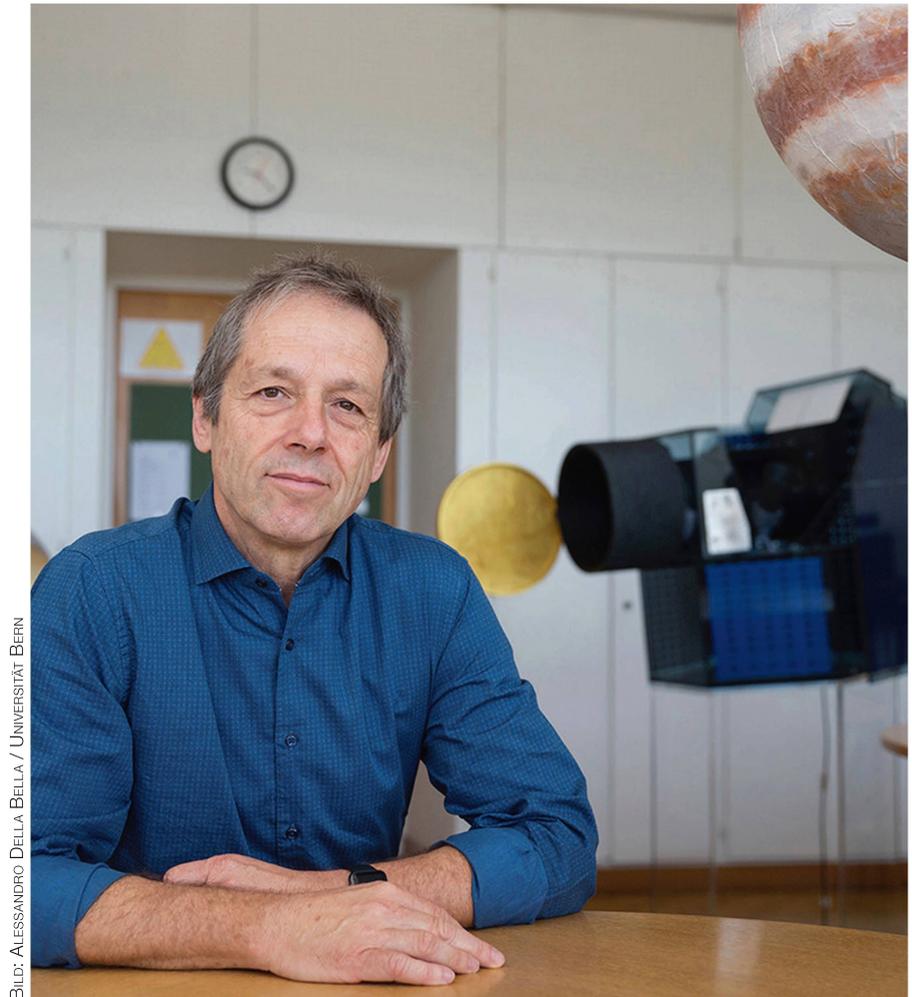


BILD: ALESSANDRO DELLA BELLA / UNIVERSITÄT BERN

Abbildung 3: Prof. Dr. WILLY BENZ hat weiterhin die wissenschaftliche Leitung der Mission.

integrieren. Auch bei den Funktionstests ist es wichtig, dass jemand von uns vor Ort ist, falls das Instrument anders antwortet als erwartet, damit man gleich weiss, ob es sich bloss um fehlende Klarheit in der Prozedur handelt oder um eine ernsthaftere Sache.

Was passiert mit dem CHEOPS-Team in Bern?

BRÖEG: Nach dem Sommer wird das Team allmählich aufgelöst. Einige der Mitglieder wechseln zu anderen Missionen wie dem ESA-Projekt PLATO, an dem die Universitäten Bern und Genf beteiligt sind, oder gehen in die Industrie. WILLY BENZ hat als «Principal Investigator» weiterhin die wissenschaftliche Leitung der Mission. Unsere Instrumenten-Wissenschaftlerin ANDREA FORTIER wird für die Kalibration und die Analyse der Instrumenten-Performance zuständig sein und ich

bleibe Missionsmanager. Zudem haben alle unsere Konsortiumspartner zugesichert, dass sie auch während der Mission für Unterstützung zur Verfügung stehen werden. ■

Das Interview wurde von «The Observer», dem Newsletter von NCCR PlanetS, geführt.

So nah steht uns der rote Planet erst 2035 wieder!

Die grosse Marsopposition nach 2003

■ Von Thomas Baer

Alle rund 2 Jahre und 2 Monate überholt die Erde ihren äusseren Nachbarplaneten Mars. Dieser Vorgang ist an sich nichts Besonderes, denn himmelsmechanisch betrachtet zieht unser Heimatplanet auf seiner engeren Bahn an allen äusseren Planeten vorbei. Dennoch ist die bevorstehende Marsopposition bemerkenswert, da wir uns dem roten Planeten auf weniger als 60 Millionen km annähern, so nah wie seit 2003 nie mehr!

er aber im Mai 2017 schon fast «hinter» der Sonne und wurde von dieser zunehmend überstrahlt. Die Konjunktion fiel auf den 27. Juli. Ab jetzt steuerte die schnellere Erde wieder auf Mars zu. Dies zeigte sich in den letzten Wochen und Monaten auch dadurch, dass der Planet sich rasch rechtläufig durch den Schlangenträger und Schützen in Richtung Steinbock bewegte und dabei immer heller wurde.

Am 22. Mai 2018 hat die Erde bereits das zweite Mal den Oppositionspunkt von 2016 durchlaufen, doch Mars ist immer noch ein kleines Stück im Vorsprung. Bis zum 27. Juli macht die Erde ihren Rückstand wett und überholt ihren äusseren Nachbarn in nur 57.6 Mio. Kilometern Abstand! So wiederholt sich dieser Wettlauf alle 2 Jahre und 2 Monate, jedoch immer in einem anderen Abschnitt der Marsbahn, wie Abbildung 1 veranschaulicht.

Marsbahn mit starker Exzentrizität

Mars und Erde haben ihre Apsiden (Perihel- und Aphelstellungen) etwas verschoben. Während wir am 6. Juli in Sonnenferne stehen, durchläuft Mars die Sonnennähe am 16. September mit 1.381 Astronomischen Einheiten. Der rote Planet hat nach Merkur die zweitstärkste Ellipsenbahn. Dies zeigt sich, wenn man seine Aphel- mit der Perihelstellung vergleicht. In Sonnenferne ist er 1.666 Astronomische Einheiten vom Zentralgestirn entfernt, was einem Unterschied von fast 43 Millionen Kilometern entspricht. Die Erddistanz zur Sonne variiert indessen nur um 3 Millionen Kilometer! So kommt es, dass sich Erde und Mars bei Aphel- Oppositionen,

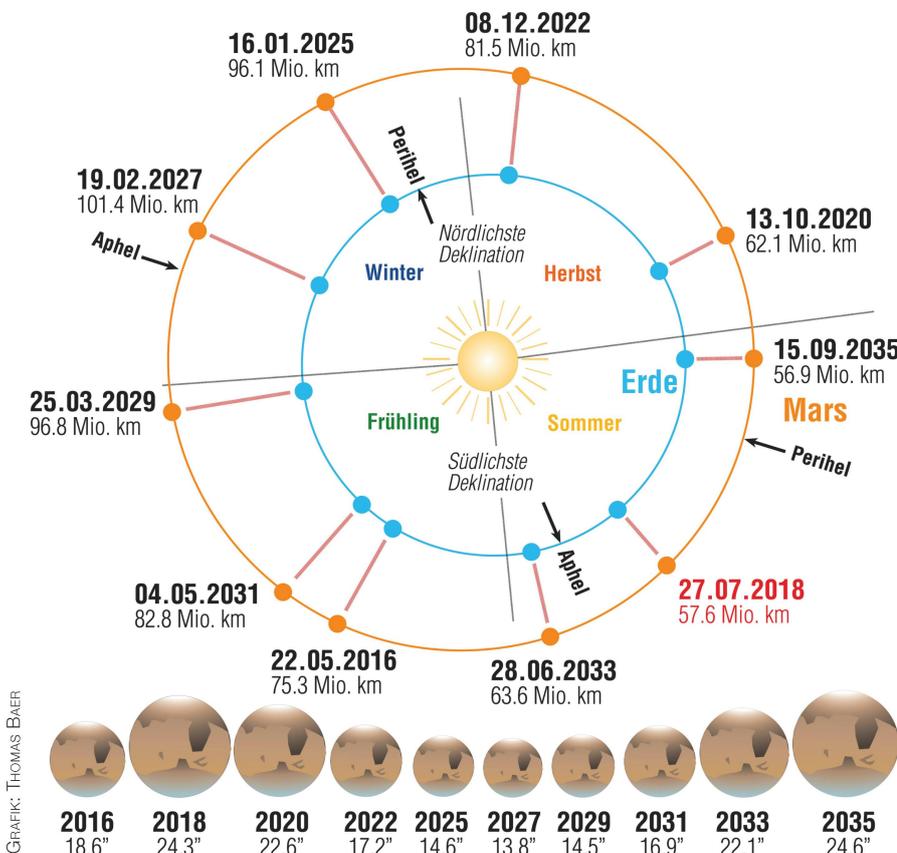
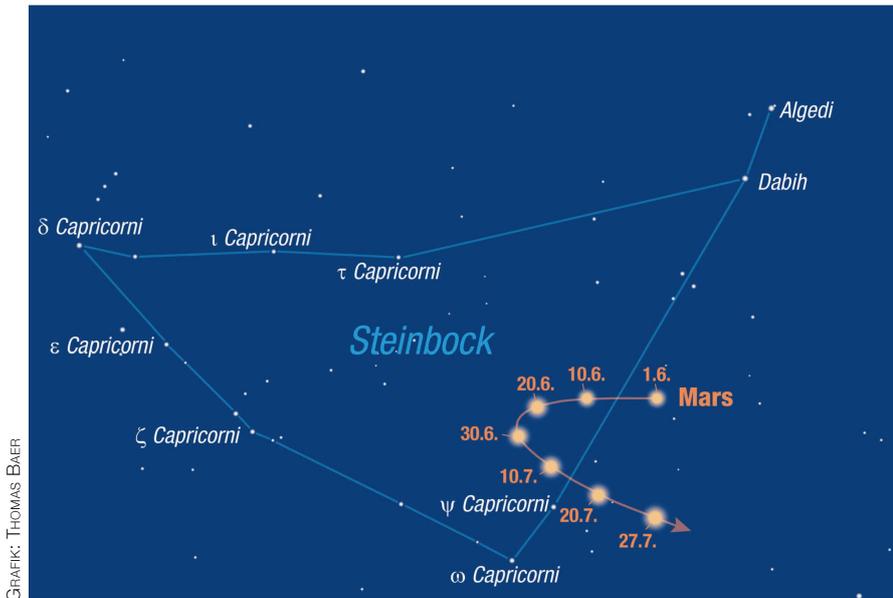


Abbildung 1: Alle Marsoppositionen zwischen 2016 und 2035. Auffallend ist die starke Exzentrizität der Marsbahn. Perihel- Oppositionen finden immer in den Sommermonaten statt, für die Bewohner der nördlichen Hemisphäre nachteilig, da der rote Planet dann südliche Deklinationen aufweist und nur in geringen Höhen über unserem Horizont kulminiert.

Die Erde benötigt für eine Sonnenumrundung 365.25 Tage, Mars ist indessen 686.98 Tage lang unterwegs. Wie bei einem Rennen in einem Velodrom ist der Planet auf der engeren Bahn, in diesem Fall die Erde, schneller unterwegs. Verfolgen wir die beiden Planeten einmal, so kommt es im Schnitt alle 780

Tage zu einem Überholmanöver, letztmals vor gut zwei Jahren am 22. Mai 2016. Ein Jahr später kehrte die Erde zwar an den Ort der Opposition zurück, doch während dieser Zeit ist auch Mars ein gutes Stück weitergezogen und hat knapp die Hälfte seiner Bahn durchlaufen. Von der Erde aus betrachtet, stand



GRAFIK: THOMAS BÄGER

Abbildung 2: In dieser Grafik sehen wir den Lauf des roten Planeten vom 1. Juni bis Ende Juli 2018. Ab dem 26. Juni beginnt Mars rückläufig zu wandern und steigert dabei seine Helligkeit auf -2.8^{mag} !

die stets in die Wintermonate fallen, über 101 Millionen Kilometer trennen können, während sich die Dis-

tanz bei Perihel-Oppositionen auf gut 55 Millionen Kilometer verkürzt. Ende August 2003 kam es letztmals

zu einer engen Marsopposition. Günstige Periheloppositionen wiederholen sich alle 15 oder 17 Jahre. Wiederum alle 79 Jahre (fünf solcher kurzen Zyklen) fällt die Opposition praktisch mit dem Passieren des Mars-Perihels zusammen, wie dies in den Jahren 1924 und 2003 der Fall war und sich 2082 wiederholen wird. In einem noch grösseren Zyklus von 284 Jahren fällt die Marsopposition terminlich wieder auf (fast) denselben Tag. 2003 war der 28. August Oppositionstag, 2287 tritt die Begegnung am 29. August ein. Dabei wird uns Mars noch 150'000 Kilometer näherkommen als nach der Jahrtausendwende.

Heller als Jupiter

Bei der Opposition von 2018 erscheint uns der rote Planet am Fernrohr nur unwesentlich kleiner als 2003. Der scheinbare Planetendurchmesser wächst auf stattliche 24.3 Winkelsekunden an, was wir freiläufig unschwer an der auffälligen Helligkeitszunahme feststellen können. Mars wird am 26. Juni stationär und beginnt damit in rückläufiger Bewegung seine Oppositionsschleife im Sternbild des Steinbocks. Er ist zu diesem Zeitpunkt bereits -2.0^{mag} hell, steigert nun aber im Laufe des Juli seine Helligkeit nochmals um fast eine ganze Größenklasse auf -2.8^{mag} . Damit wird er vorübergehend heller als Jupiter (-2.1^{mag}). Bis zum 27. August zieht Mars zurück an die Sternbildsektorgrenze zum Schützen und wechselt dann seine Bewegungsrichtung hin zur Rechtläufigkeit.

Teleskopische Beobachtungen

In Jahren einer Marsopposition, besonders dann, wenn uns der rote Planet so nahe kommt wie 2018, lohnen sich teleskopische Beobachtungen sowie die Fotografie besonders, da ab einer Scheibchengröße von 10 Bogensekunden und mehr immer mehr Oberflächendetails zum Vorschein kommen. Anfang Juni erscheint uns Mars noch $15.3''$ gross, Ende Juli mit maximalem Durchmesser $24.3''$! Bereits in Teleskopen mit mittleren Brennweiten lohnt sich die Identifizierung von Oberflächendetails. Dabei ist es wichtig, dass man das Fernrohr an einem möglichst dunklen Standort

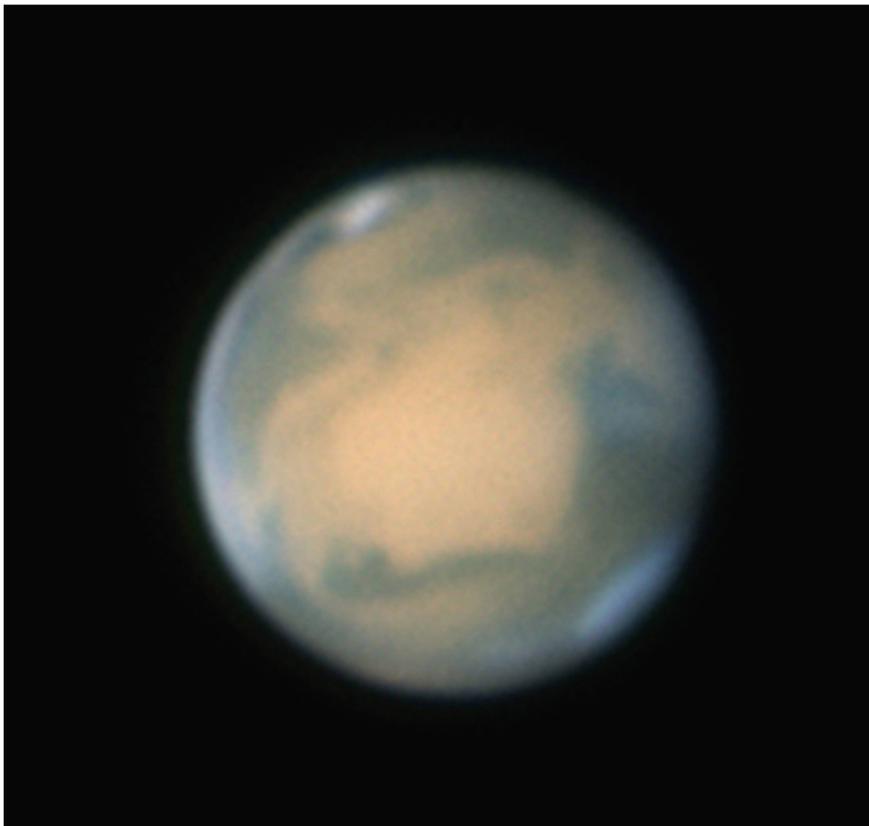


BILD: JAN DE LIGNIE

Abbildung 3: Auf Mars sind während der Perihel-Opposition zahlreiche Details erkennbar, die man mit Hilfe von Marskarten einwandfrei identifizieren kann. Das dunkle Gebiet rechts etwa ist die Grosse Syrte, der nach links ragende Arm unten die Terra Sabea und das Gebiet Meridiani Planum.

aufbaut und genügend lange auskühlen lässt, um störende Bildunschärfen zu vermeiden. Am besten beginnt man mit der kleinsten Vergrößerung und steigert diese allmählich, bis sich das beste Abbild

ergibt. Eine zu starke Vergrößerung lässt zwar das Marsscheibchen stark anwachsen, jedoch verschmiert dann die Oberfläche durch die Luftunruhe und erscheint eher strukturlos. Für die visuelle Beob-

achtung reichen Vergrößerungen zwischen 120- und 150-fach. Bei sehr guter ruhiger Luft – im Hochsommer infolge der Thermik eher selten – kann man auch stärker vergrößern. ■

Tipps zur Planetenfotografie

Zahlreiche Details: Mars vor der Linse

■ Von Michael Klink & Jan de Lignie

Die bevorstehende Marsopposition wird auch für Astrofotografen eine intensive Zeit. Wenn uns der rote Planet schon so nahe kommt wie selten, lassen sich zahlreiche feine Details aufnehmen, die sonst meist verborgen bleiben. Wer sich der Astrofotografie verschrieben hat, weiss, wie aufwändig die Bildaufbereitung ist. Doch es lohnt sich!

Eine Marsopposition ist natürlich die richtige Gelegenheit, ausser der visuellen Beobachtung den roten Planeten auch zu fotografieren. Er steht der Erde am nächsten und erscheint somit am Himmel schon Wochen vor und nach der Opposition etwas grösser als sonst. Doch wie fotografiere ich einen Planeten am besten? Grundsätzlich benötigt man dafür lediglich ein Teleskop, eine Planeten-CCD-Kamera – in meinem Fall (MICHAEL KLINK) eine ZWO ASI224MC – und ein Laptop, um die Kamera zu bedienen und die entstandenen Bilder zu bearbeiten.

Kamera und Bildsensor

Vorweg noch ein paar Angaben zur Kamera: «ZWO» ist der Hersteller. Die Zahl «224» bezieht sich auf den verbauten Chip. In meinem Fall ist dies der IMX224, hergestellt von Sony. «MC» ist die Abkürzung, die der Hersteller für «Farbkamera» verwendet. Monochrom-Kameras haben die Endung «MM» und solche mit Kühlung nochmals ein «C» angehängt, also «MCC» oder «MMC». Sie hat eine Bildauflösung von 1.2 Megapixel; 1'304 x 976 Pixel bei einer

Abbildung 1: Die ZWO ASI224MC-Kamera, hier montiert am 50 cm-Cassegrain-Spiegelteleskop mit 10'000 mm Brennweite. Im Live View-Modus kann stets die Luftqualität überwacht werden.



BILD: MICHAEL KLINK / STERNWÄRTE BÜLACH

Pixelgrösse von 3.75 Mikrometer. Der Sensor selbst misst 4.8 mm x 3.6 mm. Maximal kann man 150 Bilder pro Sekunde bei voller Auflösung aufnehmen; das allgemeine Maximum liegt bei über 600 Frames per second (FPS), allerdings ist bei diesen Angaben eher der Computer der limitierende Faktor, da er meistens mit Abspeichern nicht nachkommt. Der Sensor ist selbst im Infrarotbereich noch sehr empfindlich und weist im Vergleich zu anderen Kameras, z. B. auch Spiegelreflexkameras, geringes Bildrauschen auf, noch weniger als die neue Canon EOS 6D Mark II, die bei hohen ISO-Einstellungen und kurzen Verschlusszeiten kaum störendes Bildrauschen aufweist. Die Grösse des Bildsensors variiert von Kamera zu Kamera. Die ZWO ASI290MC hat einen 5.6 mm x 3.2 mm Sensor und damit auch ein anderes Seitenverhältnis. Sie hat 2.9 Mikrometer Pixelgrösse, während die ZWO ASI174MM 5.86 Mikrometer grosse Pixel aufweist. Auf dem Markt gibt es noch verschiedene andere Hersteller. Die Firma ZWO (ZWO Optical) ist jedoch die am weitesten verbreitete, dies nicht nur im Bereich der Planetenkameras, sondern allgemein bei CCD-Kameras auch für Deep-Sky-Fotografie.

Abgestimmt auf die Teleskope

Als «Neuling» in der Astrofotografie-Szene habe ich auf der Internetseite «Astrobin» (eine Internetseite, auf der Hobby-Astrofotografen ihre Bilder mit Angaben zu verwendetem Equipment hochladen können) Bilder von Planeten und dem Mond durchgeschaut und darauf geachtet, welche Kameras jeweils verwendet wurden. Dabei hat sich recht schnell die Firma ZWO und ein paar ihrer Kameramodelle herauskristallisiert.

So war es naheliegend, ebenfalls eine Kamera von ZWO zu verwenden, da viele Hobby-Astrofotografen gute Erfahrungen gemacht haben. Weiter habe ich mich über die verschiedenen ZWO-Kameramodelle informiert, wobei meine Wahl klar auf eine Farbkamera tendierte, da man wesentlich weniger Aufwand während des Fotografierens hat und das Equipment günstiger ist, als wenn zusätzlich noch teure Farbfilter gekauft werden müssen. Fünf Kameras kamen so in die engere Auswahl.

Jetzt wurde es komplizierter: Wer sich im Internet etwas detaillierter mit Planetenfotografie beschäftigt und nachforscht, findet bald heraus, dass die Kamera genau auf das Teleskop abgestimmt sein muss, um gute Bilder machen zu können. Es galt also die richtige Kamera auszusuchen, was nicht ohne Rechnen ging. Als erstes habe ich die maximale Auflösung unserer Büchler-Teleskope (85er, 50er bei 10'000 mm und 15'000 mm, Ritchey Chrétien-Astrograf (Pro RC 360) von Officina Stellare (2'880 mm)), also von allen Teleskopen, die für die Planetenfotografie in Frage kommen, ermittelt. Danach habe ich berechnet, welcher Winkel von einem Pixel abgedeckt wird, wenn die Kamera am Teleskop montiert ist. Aus diesen beiden Werten konnte ich dann ausrechnen, wie viele Pixel den «maximal auflösbaren Winkel des Teleskops» abdecken. Um die besten Resultate (Bilder) zu erreichen, sollte dieser Winkel von 2–3 Pixeln abgedeckt werden. Wenn dieser Wert kleiner als 2 ist, erscheinen die Aufnahmen verpixelt. Bei Werten über 3 wird Licht, das auf den Sensor fällt, «ver-

schwendet», da bei zu vielen Pixeln die Fläche zwischen den Pixeln grösser wird. Ausserdem wird das Bild bei zu vielen Pixeln auch wieder etwas unscharf. Aus dieser Evaluation hat sich ergeben, dass die ZWO ASI224MC die beste Kombination mit unseren Teleskopen ist.

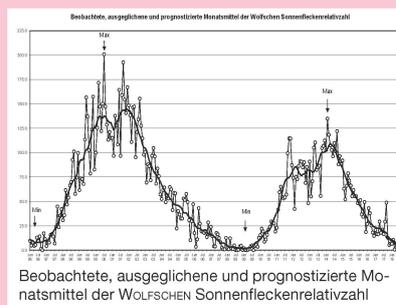
Das Projekt «Marsfotografie» kann starten

Ganz allgemein sollte ein Teleskop eine möglichst grosse Brennweite besitzen, da Mars am Himmel mit seinen 24.3" Grösse immer noch ziemlich klein erscheint. Planeten-CCD-Kameras verwendet man, da diese sehr kleine Bildsensoren eingebaut haben, die zugleich extrem empfindlich sind, und wie bereits erklärt, wenig Bildrauschen aufweisen.

Nachdem man das Teleskop auf Mars ausgerichtet hat, die Kamera am Teleskop montiert, scharfgestellt und mit dem Laptop verbunden hat, sieht man auf dem Bildschirm ein Livebild von Mars. Zur Scharfstellung verwende ich eine BATI-

Swiss Wolf Numbers 2018

Marcel Bissegger, Gasse 52, CH-2553 Safnern



März 2018 Mittel: 0.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
0	0	0	0	0	0	0	0	0	9

April 2018 Mittel: 7.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	0	0	0	0	0	0	0	6	2
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	10	13	5	6	4	6	1	9	17
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
28	22	20	19	15	-	12	0	3	0

3/2018	Name	Instrument	Beob.
	Barnes H.	Refr 76	17
	Bissegger M.	Refr 100	5
	Ekatomdramis S.	Refr 120	3
	Enderli P.	Refr 102	5
	Erzinger T.	Refr 90	16
	Friedli T.	Refr 40	8
	Friedli T.	Refr 80	8
	Früh M.	Refl 300	14
	Käser J.	Refr 100	11
	Meister S.	Refr 150	11
	Menet M.	Refr 102	2
	Mutti M.	Refr 80	2
	Schenker J.	Refr 120	4
	SIDC S.	Refl 203	4
	Tarnutzer A.	Refr 150	7
	Weiss P.	Refr 82	11
	Willi X.	Refl 200	7
	Zutter U.	Refr 90	12

4/2018	Name	Instrument	Beob.
	Barnes H.	Refr 76	8
	Bissegger M.	Refr 100	4
	Ekatomdramis S.	Refr 102	14
	Enderli P.	Refr 102	6
	Erzinger T.	Refr 90	25
	Friedli T.	Refr 40	10
	Friedli T.	Refr 80	10
	Früh M.	Refl 300	17
	Käser J.	Refr 100	22
	Meister S.	Refr 125	18
	Meister S.	Refr 1540	1
	Menet M.	Refr 102	5
	Mutti M.	Refr 80	8
	Niklaus K.	Refr 126	4
	Schenker J.	Refr 120	8
	Tarnutzer A.	Refl 203	20
	Weiss P.	Refr 82	15
	Zutter U.	Refr 90	26

NOV-Maske. Die Schwierigkeit aber ist, überhaupt einen Stern ins Bildfeld zu bekommen, da mit unseren Brennweiten und dem kleinen Sensor der Kamera das Bildfeld extrem klein ist... Über die Live-View-Funktion ist das Scharfstellen ziemlich anspruchsvoll, da man aufgrund der Luftunruhe (Seeing) sehr schlecht beurteilen kann, ob das Bild auch wirklich scharf ist.

Es gibt nur kurze Momente, in denen man feine Details auf der Marsoberfläche erkennen kann. Die meiste Zeit ist das Bild aber ausgesprochen unscharf und wabert. Diese «Störung des Bildes» haben wir unserer Atmosphäre zuzuschreiben. Um trotzdem scharfe Bilder des roten Planeten hinzubekommen, wenden wir einen kleinen Trick an. Dadurch, dass die Planeten-CCD-Kamera hochempfindlich ist, kann man einerseits Fotos mit ganz kurzen Belichtungszeiten schiessen, wodurch die Luftturbulenzen in der Atmosphäre sozusagen «eingefroren» werden. Andererseits ist es so möglich, sehr viele Bilder innert kürzester Zeit (wie ein Film) zu schiessen. Aktuelle Planeten-CCD-Kameras sind in der Lage, bis zu 150 Bilder pro Sekunde oder mehr aufzunehmen. Diese Methode wird auch «Lucky Imaging» genannt, da man aus den riesigen Mengen an Fotos, im Nachhinein nur die schärfsten auswählt und weiterverwendet.

Riesige Datenmenge

Allerdings wird ein 30-sekündiges Video mit 150 Bildern pro Sekunde etwa 17 GB gross. Ein einzelnes Bild hat eine Grösse von knapp 4 MB. Momentan erstelle ich jedoch nur 3 GB grosse 30-skündige Videos, da das Laptop in der Sternwarte und die Speicherkarten nur in der Lage sind, 25–30 Bilder pro Sekunde abzuspeichern. Man sieht, dass hier der Computer und die Speicherkarten «das Problem» sind und die Kamera gewissermassen einbremsen. Auf Rechnern mit grosserer Kapazität wäre die Kamera ohne weiteres in der Lage, ihr Maximum zu leisten. Damit man die Datenmenge einordnen kann, ein Vergleich: Auf einer 64 GB-Speicherkarte hätten bei 150 FPS nur 100 Sekunden Video platz! Die ZWO ASI224MC ist also wirklich eine echte «Datenschleuder»! Dafür liefert sie hervorragendes Bildmaterial, das es jetzt zu bearbeiten gilt.

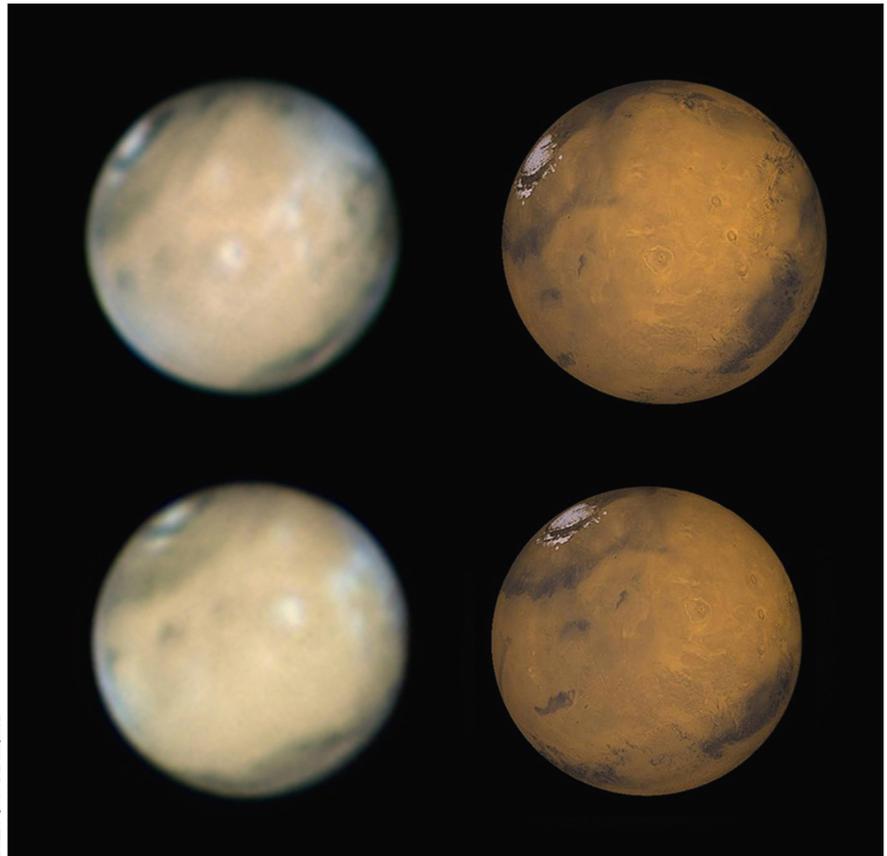


BILD: JAN DE LIGNIE

Abbildung 2: Die beiden Aufnahmen entstanden anlässlich der Marsopposition von 2014. Mit dem Vergleichsbild (aus CalSky) kann man die Details leicht identifizieren. Sogar Olympus Mons ist erkennbar! Die Bilder sind mit einer SW CCD-Videokamera (plus Farbfilter) an einem 25 cm Nasmyth-Cassegrain-Teleskop im Direktfokus und ca. 11 m Brennweite aufgenommen worden.

Bildbearbeitung

Am Computer geht es mit den gemachten Bildern weiter. Ein Bildbearbeitungsprogramm geht dabei alle geschossenen Bilder durch und sortiert sie nach ihrer Qualität. Danach wählt man zum Beispiel nur die besten 10 % aus, welche gestackt werden sollen. Durch das Überlagern der einzelnen Aufnahmen wird das Bildrauschen verringert und allgemein die Qualität des Bildes verbessert.

Für das Stacken verwende ich das Programm «AutoStakkert! 2». Es «schaut» alle Bilder durch, sortiert sie nach ihrer Qualität, richtet sie schön aufeinander aus, damit sie «passgenau übereinander liegen» und stackt sie dann automatisch. «Autostakkert! 2» bietet dabei noch diverse Einstellmöglichkeiten. So kann man beispielsweise eingeben, ob das Bild bereits auf eine gewisse Helligkeit «normalisiert», oder ob Farbfehler, die zum Beispiel durch

die Atmosphäre zustande kommen, korrigiert werden sollen. Dieses Programm kann man gratis im Internet herunterladen und ist nicht speziell für einen Kameratypen entwickelt worden. Das Programm ist also Kamera-unabhängig, hauptsächlich diese «produziert» ein Videoformat, welches das Programm lesen kann. Die übereinandergelegten Bilder sind nach dem Stacken noch unscharf.

Um nun auch kleine Details auf der Marsoberfläche sichtbar zu machen, verwende ich das Programm «PixInsight». Dieses ist kostenpflichtig, und ich verwende es hauptsächlich, um meine Deep Sky-Bilder zu bearbeiten. Es ist eigentlich auch nicht für die Planetenfotografie gedacht, hat aber bis jetzt ganz gut funktioniert. Alternativ kann man für das Schärfen auch das Gratis-Programm «RegiStax6» verwenden. Als letzten Feinschliff können auch noch die Farben oder der Kontrast etwas angepasst werden.

SW-Kameras mit Farbkanälen

Das Fotografieren mit SW-Kamera, wie es JAN DE LIGNIE praktiziert, unterscheidet sich im Wesentlichen nicht von Aufnahmen mit Farbkameras. Man benutzt einfach ein Filterrad mit den einzelnen Farbfiltern drin und nimmt drei Filme auf. Je nach Aufnahmekonfiguration (also Teleskop-Brennweitenverlängerung-Filter) kann es aber notwendig sein, dass die Farbkanäle separat scharf gestellt werden müssen.

Ein Tipp für die kommende Marsopposition: Beim sehr tiefen Stand und der Sommerwärme wird es schwierig sein, einigermassen ruhige Luft zu erwischen. Dafür hat man bei Mars die Möglichkeit, mit einem sogenannten Infrarot-Passfilter (also ein Filter, der nur langwelliges Licht passieren lässt) aufzunehmen, weil sich im Infraroten die Luftturbulenzen am schwächsten auswirken und der rote Planet im langwelligen Bereich stark reflektiert. Dies geht übrigens auch mit den modernen Farbkameras (z. B. mit den ASI-Modellen von ZWO), weil diese im Infraroten sehr empfindlich sind und auch keinen Infrarot-Sperrfilter eingebaut haben. Zudem hat man bei Mars mit 5 bis 10 Minuten ausreichend Aufnahmezeit, weil sich der Planet viel langsamer dreht als z. B. Jupiter.

Die Verarbeitung der Filme pro Farbkanal geschieht analog zu einem Film einer Farbkamera. Ich benutze dazu das Bearbeitungsprogramm «RegiStax 6.0» seit vielen Jahren, Fortgeschrittenere bevorzugen lieber das Programm «avistack». Die resultierenden Stacks pro Farbfilm werden separat geschärft und nun bemerkt man auch den sehr unterschiedlichen Informationsgehalt: Während der Rotkanal (oder auch der Infrarotkanal) schön detailliert herauskommt, sind Grün- und insbesondere der Blaukanal vergleichsweise informationslos. Man braucht diese aber trotzdem, da etwa die dünnen Eiskristallwolken über Olympus Mons im Blaukanal sehr prominent erscheinen. Schliesslich erhält ein farbiger Mars dann die Hauptdetails über den Rotkanal. Grün- und Blaukanal ergeben da keine Bildverschlechterung, wie man vielleicht vermuten könnte!

Die einzeln geschärften Farbkanäle müssen dann zu einem RGB-Bild zusammengefügt werden, was ich, weil so simpel, mit dem Programm «Fitswork» mache. Vorerst werden

jedoch die Farbkanäle nicht aufeinander passen. In «Fitswork» können diese automatisch aufeinander ausgerichtet werden, ein Perfektionist wie ich macht es lieber manuell in einem anderen Programm wie z. B. «Adobe Photoshop».

Das resultierende Farbbild wird aber nicht zufriedenstellend sein in der Farbdarstellung (oft stark rotlastig infolge der Dominanz des Rotkanals). Hier kann eine Autokorrektur der Farbe schon helfen, wer es noch schöner haben will, macht es wiederum manuell und benutzt dazu

sogar weitere Programme für ein möglichst perfektes Aufeinanderpassen der Farbkanäle. Der Aufwand – dies ist leider ein unschöner Nebeneffekt beim Verfahren mit SW-Kamera und Farbfiltern – ist etwas grösser. Für ein so schönes Resultat wie am 31. März 2014 benötige ich gut und gerne 1–2 Stunden für die gesamte Farboptimierung! Hat man nun noch einen zusätzlichen Infrarotkanal aufgenommen, kann man diesen einfach so stehen lassen als wunderbar detailliertes SW-Bild oder durch Kombination mit dem

ASTRONOMISCHE THEMENHEFTE

Themenheft 2
Unser Mond
Die Entstehung des Mondes
Mondbahn, Mondbewegung und Lichtphasen
Beobachtung des Mondfinsternisses
Mondlandung und Der «grosse» Mond

Themenheft 3
Planeten
Wie unser Sonnensystem entstand
Planeten und ihre Monde
Zwergplaneten
Asteroiden
Kometen
Exoplaneten

JETZT BESTELLEN
ORION MEDIEN.CH
071 644 91 95

CHF 12.- pro Heft

SAG SAS
orion
Schweizerische Astronomische Gesellschaft SAG

Bestellen Sie jetzt das THEMENHEFTE «Planeten» und «Unser Mond» in Hinblick auf die Marsopposition und die Mondfinsternis am 27. Juli 2018 und erfahren viel Wissenswertes.

Farbergebnis einfärben. Man macht das mit der sogenannten L-RGB Methode, wo der Infrarotkanal als Luminanz und aus dem RGB-Ergebnis die Farben geholt werden. Eine

zweite Möglichkeit ist die Verwendung des Infrarotkanals anstelle eines (schlechteren) Rotkanals bei der RGB-Kombination. Dies habe ich bisher noch nicht gemacht, aber

könnte gerade beim Arbeiten mit Farbkamera durch Austausch des Rotkanals zu einer wesentlichen Verbesserung führen! ■



Bild: ESA / Roscosmos / CaSSIS

Abbildung 1: Aufnahme vom Rand des Korolev-Kraters (165.9 E, 73.3 N) bei 5.08 m/px mit einer Bahngeschwindigkeit von 2.90 km/s. Der Sonneneinfallswinkel betrug 76.6 Grad bei einer lokalen Sonnenzeit von 07:14:11.

Berner Mars-Kamera liefert erste farbige Bilder vom Mars

Die Mars-Kamera CaSSIS auf der ExoMars-Sonde hat die ersten farbigen Bilder des roten Planeten aufgenommen. Damit ist das Berner Kamerasystem bereit für den Start seiner Hauptmission am 28. April 2018.

Das Colour and Stereo Surface Imaging System (CaSSIS) wurde von einem internationalen Team unter Leitung der Universität Bern entwickelt. Die Mars-Kamera befindet sich an Bord der ExoMars-Sonde, einer Mission der Europäischen Weltraumagentur ESA und der russischen Weltraumorganisation Roskosmos. Nun hat CaSSIS seine ersten farbigen Bilder aus der Umlaufbahn rund um den Mars zurückgeschickt. Das Kamerasystem wurde am 20. März eingeschaltet und ist nach den letzten Tests nun bereit für den Start seiner Hauptmission am 28. April 2018.

«Wir hatten in der ersten Testphase ein paar kleinere Softwareprobleme», sagt CaSSIS-Projektleiter NICOLAS THOMAS vom Center for Space and Habitability (CSH) der Universität Bern. «Nun ist das Instrument aber wieder betriebsbereit.» Das Berner Team musste zu Beginn der Testphase eine komplett neue Softwareversion auf das Gerät übertragen. «Es ist schon

erstaunlich, dass man in einem Instrument, das in über 100 Millionen Kilometern Entfernung rund um den Mars fliegt, eine völlig neue Software aufsetzen und zum Laufen bringen kann», sagt THOMAS.

Die Forschenden wurden denn auch mit spektakulären ersten Bildern belohnt: Das Beispielbild zeigt einen Ausschnitt vom Rand eines eisgefüllten Kraters namens Korolev am hohen Breitengrad der nördlichen Mars-Hemisphäre. Das helle Material im Bild ist Eis, das sich am Kraterrand gebildet hat. Die Aufnahme hat eine Auflösung von knapp über 5 Metern und übertrifft damit die bisher schärfsten Mars-Aufnahmen von Hubble und anderen Teleskopen um ein Vielfaches. In Zukunft soll sogar eine Auflösung von weniger als 5 Metern erreicht werden.

«Wir waren sehr erfreut zu sehen, wie gut dieses Bild bei den herrschenden Lichtverhältnissen war», sagt CaSSIS-Projektmitarbeiter ANTOINE POMMEROL vom CSH, der an der Kalibrierung der Daten arbeitet. «Es zeigt, dass CaSSIS einen wichtigen Beitrag zur Erforschung des Kohlendioxid- und Wasserkreislaufs des Mars leisten kann.»

Das Bild besteht aus drei Bildern in verschiedenen Farben, die CaSSIS am 15. April 2018 fast zeitgleich aufgenommen hat. Sie wurden anschließend zusammengesetzt, um diese Farbansicht zu erzeugen. «Unser Ziel ist es, den Bilderzeugungsprozess vollständig zu automatisieren», erklärt THOMAS. «Sobald wir dies erreicht haben, können wir die Daten rasch zur Analyse allen interessierten Forschungsgruppen zur Verfügung stellen.»

CaSSIS soll die Daten, die ExoMars und andere Mars-Orbiter sammeln werden, vervollständigen und neue Erkenntnisse über die Marsoberfläche liefern. Da sich der Mars als dynamischer erwiesen hat als bisher gedacht, sind Aufnahmen davon, was sich auf seiner Oberfläche abspielt, von besonderem Interesse. Das Forscherteam erhofft sich vor allem neue Erkenntnisse über Veränderungen, die sich während eines Mars-Tages ergeben sowie während der Mars-Jahreszeiten. Eines der Hauptziele von CaSSIS ist es, kürzlich entdeckte Spuren von flüssigem Wasser genauer zu untersuchen, die regelmässig im Mars-Frühling erscheinen und im Winter wieder verschwinden. ■

Astrokalender Juni 2018

Himmel günstig für Deep-Sky-Beobachtungen vom 4. bis 15. Juni 2018

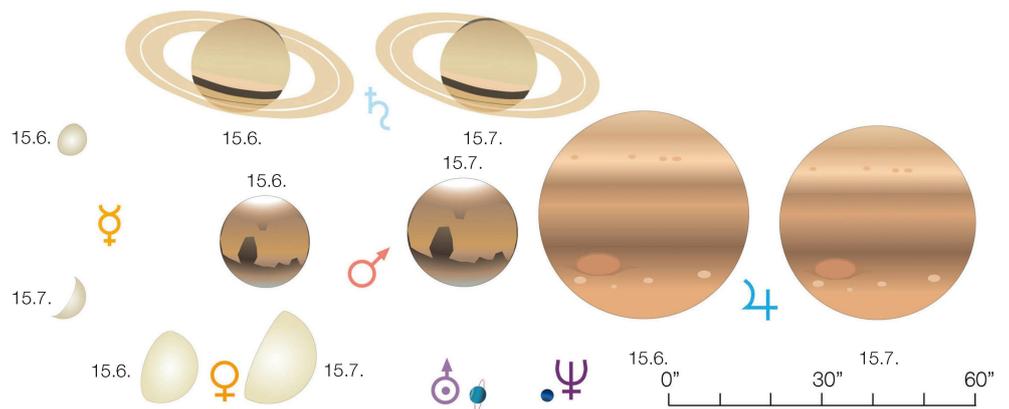
Datum	Zeit				Ereignis
1. Fr	01:00 MESZ	•	•	•	Saturn (+0.2 ^{mag}) im Südsüdosten
	03:00 MESZ	•	•	•	Mars (-1.2 ^{mag}) im Südsüdosten
	03:00 MESZ	•	•	•	Mond: 1° nördlich von Saturn (+0.2 ^{mag})
	21:15 MESZ	•	•	•	Venus (-4.0 ^{mag}) im Westnordwesten
	21:45 MESZ	•	•	•	Jupiter (-2.5 ^{mag}) im Südsüdosten
3. So	04:00 MESZ	•	•	•	Mond: 5° westlich von Mars (-1.2 ^{mag})
4. Mo	04:00 MESZ	•	•	•	Mond: 7½° nordöstlich von Mars (-1.2 ^{mag})
6. Mi	02:45 MESZ	•	•	•	Jupiter (-2.4 ^{mag}) geht 55' nördlich an α ₂ Librae (+2.9 ^{mag}) vorbei
	20:32 MESZ	•	•	•	☾ Letztes Viertel, Wassermann
8. Fr	01:11 MESZ	•	•	•	Jupiter (-2.4 ^{mag}): Kallisto geht 0.49 Radien südl. an Jupiter vorbei
13. Mi	21:43 MESZ	•	•	•	☾ Neumond, Stier
15. Fr	22:00 MESZ	•	•	•	Mond: Schmale Sichel, 48½ h nach ☾, 9° ü. H.
16. Sa	22:00 MESZ	•	•	•	Mond: 5½° südöstlich von Venus (-4.0 ^{mag})
17. So	20:45 MESZ	•	•	•	Merkur (-1.0 ^{mag}) geht 8' südlich an ε Geminorum (+3.2 ^{mag}) vorbei
20. Mi	12:51 MESZ	•	•	•	☾ Erstes Viertel, Jungfrau
21. Do	05:29 MESZ	•	•	•	Längster Tag des Jahres (Dauer: 15 h 58 min 9 s)
	12:07 MESZ	•	•	•	Astronomischer Sommeranfang, Sommersonnenwende (Sonne erreicht Dekl. 23° 26' 07")
	23:46 MESZ	•	•	•	Mond: Sternbedeckung SAO 139229 (+7.5 ^{mag})
22. Fr	22:15 MESZ	•	•	•	Merkur (-0.6 ^{mag}) im Westnordwesten
23. Sa	22:03 MESZ	•	•	•	Mond: «Goldener Henkel» am Mond sichtbar
	23:00 MESZ	•	•	•	Mond: 3° nördlich von Jupiter (-2.4 ^{mag})
	23:23 MESZ	•	•	•	Mond: Sternbedeckung SAO 158835 (+7.1 ^{mag})
25. Mo	01:49 MESZ	•	•	•	Mond: η Librae (+5.5 ^{mag})
26. Di	23:05 MESZ	•	•	•	Mars (-1.8 ^{mag}) wird stationär und rückläufig
27. Mi	15:28 MESZ	•	•	•	Saturn (+0.2 ^{mag}) in Opposition zur Sonne (Dm. 18.42")
	19:00 MESZ	•	•	•	Saturn (+0.2 ^{mag}) in kleinstem Erdabstand (9.04882 AE, 1.354 Mrd. km)
	22:30 MESZ	•	•	•	Merkur (-0.2 ^{mag}) im Westnordwesten
	23:00 MESZ	•	•	•	Mond: 3½° westlich von Saturn (+0.2 ^{mag})
28. Do	06:53 MESZ	•	•	•	☾ Vollmond, Schütze
	23:00 MESZ	•	•	•	Mond: 9° östlich von Saturn (+0.2 ^{mag})
29. Fr	22:30 MESZ	•	•	•	Merkur (-0.1 ^{mag}) im Westnordwesten

Astrokalender Juli 2018

Himmel günstig für Deep-Sky-Beobachtungen vom 5. bis 15. Juli 2018

Datum	Zeit				Ereignis
1. So	00:45 MESZ	•	•	•	Mars (-2.2 ^{mag}) im Südosten
	02:00 MESZ	•	•	•	Neptun (+7.9 ^{mag}) im Ostsüdosten
	03:30 MESZ	•	•	•	Uranus (+5.8 ^{mag}) im Osten
	04:00 MESZ	•	•	•	Mond: 4° nördlich von Mars (-2.2 ^{mag})
	21:45 MESZ	•	•	•	Venus (-4.1 ^{mag}) im Westen
	22:00 MESZ	•	•	•	Jupiter (-2.3 ^{mag}) im Süden
	22:00 MESZ	•	•	•	Merkur (+0.0 ^{mag}) im Westnordwesten
3. Di	02:09 MESZ	•	•	•	Saturn (+0.0 ^{mag}) im Südosten
	02:09 MESZ	•	•	•	Mond: Sternbedeckungsende 50 Aquarii (+5.9 ^{mag})
4. Mi	04:28 MESZ	•	•	•	Mond: Sternbedeckungsende ψ Aquarii (+4.5 ^{mag})
	22:00 MESZ	•	•	•	Merkur (+0.2 ^{mag}) im Westnordwesten
6. Fr	09:51 MESZ	•	•	•	☾ Letztes Viertel, Walfisch
	19:00 MESZ	•	•	•	Erde in Sonnenferne (1.016696 AE)
8. So	22:00 MESZ	•	•	•	Merkur (+0.3 ^{mag}) im Westnordwesten
	03:48 MESZ	•	•	•	Mond: Sternbedeckung ξ ₂ Ceti (+4.3 ^{mag})
9. Mo	04:10 MESZ	•	•	•	Mond: Sternbedeckungsende ξ ₂ Ceti (+4.3 ^{mag})
	21:15 MESZ	•	•	•	Venus (-4.1 ^{mag}) geht 1° nördlich an Regulus (α Leonis) vorbei
11. Mi	05:00 MESZ	•	•	•	Mond: Schmale Sichel, 48¼ h vor ☾, 8° ü. H.
13. Fr	03:48 MESZ	•	•	•	Partielle Sonnenfinsternis im Südindisch-Pazifik
	04:48 MESZ	•	•	•	☾ Neumond, Zwillinge
15. So	22:00 MESZ	•	•	•	Mond: 4½° nordwestlich von Venus (-4.1 ^{mag})
16. Mo	22:00 MESZ	•	•	•	Mond: 9½° östlich von Venus (-4.1 ^{mag})
19. Do	21:52 MESZ	•	•	•	☾ Erstes Viertel, Jungfrau
20. Fr	22:00 MESZ	•	•	•	Mond: 5° nordwestlich von Jupiter (-2.3 ^{mag})
21. Sa	22:00 MESZ	•	•	•	Mond: 9½° östlich von Jupiter (-2.3 ^{mag})
27. Fr	07:13 MESZ	•	•	•	Mars (-2.8 ^{mag}) in Opposition zur Sonne (Dm. 24.31")
	19:13 MESZ	•	•	•	Jahrhundertlängste totale Mondfinsternis; Grösse: 1.613 im Kernschatten (bis 01:30.4 MESZ)
	22:20 MESZ	•	•	•	☾ Vollmond, Steinbock
	22:22 MESZ	•	•	•	Mondfinsternismaximum, Mond 5° nördlich von Mars (-2.8 ^{mag})
30. Mo	02:04 MESZ	•	•	•	β Persei (Algol) im Minimum (+3.39 ^{mag})
	02:52 MESZ	•	•	•	Mond: Sternbedeckungsende 39 Aquarii (+6.2 ^{mag})

Scheinbare Planetengrößen



Ein doppelter Blickfang



Venus bleibt uns auch durch die Sommermonate hindurch als brillanter «Abendstern» erhalten, während der flinke Merkur sich ab Mitte Juni für gut drei Wochen im Westnordwesten zeigt.

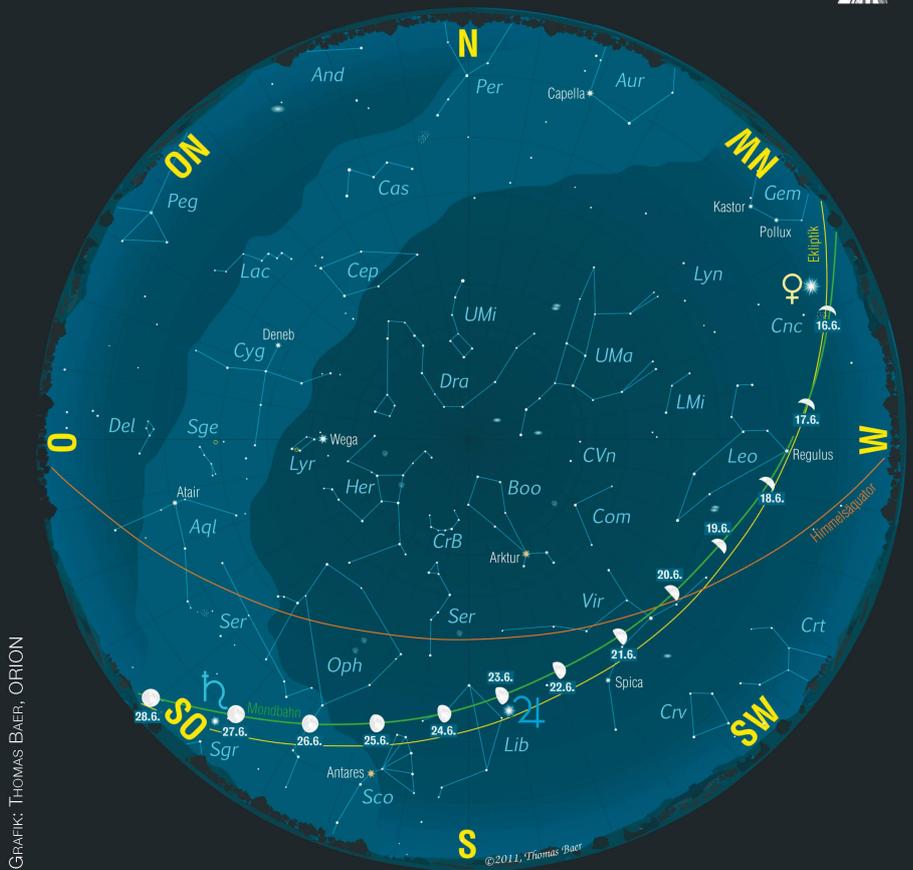
■ Von Thomas Baer

Die helle Venus entfernt sich noch immer von der Sonne – ihre östliche Elongation erreicht sie erst am 17. August – und wehrt sich erfolgreich gegen das frühe Absinken in die helle Dämmerungszone. Nichtsdestotrotz verliert der «Abendstern» etwas an Horizonthöhe. Dies hat aber damit zu tun, dass die abendliche Ekliptik nach Sonnenuntergang im Laufe des Sommers wieder flacher über dem westlichen Horizont verläuft. In der ersten Juni-Hälfte können wir Venus bis gegen Mitternacht sehen, im Juli geht sie wieder etwas früher unter.

Merkur erscheint ab dem 15. Juni ebenfalls in der Abenddämmerung. Obwohl -1.2^{mag} hell dürfte er aber an diesem Abend nur mit etwas Glück gegen 22:00 Uhr MESZ erspäht werden können, da er lediglich $2\frac{1}{2}^\circ$ über dem Horizont steht. Dafür geben sich die schmale Mondsichel und Venus ein hübsches «Stelldichein». Wesentlich besser, auch wenn nicht mehr gar so hell, kann man den «Götterboten» Merkur ab dem 22. Juni sehen, wenn er sich genügend weit östlich von der Sonne entfernt hat. Er durchläuft die Zwillinge und bildet an diesem Abend zusammen mit den Sternen Kastor und Pollux ungefähr einen rechten Winkel. Merkur bleibt uns noch bis in die erste Juli-Woche treu, bevor er im Glanze der Sonne allmählich verblasst.

Mondlauf im Juni 2018

Der Mond war Ende Mai voll und ist gleich zu Beginn des Monats Juni in südlichster Lage und in Erdferne als abnehmender Dreiviertelmond frühmorgens im Schützen, etwas mehr als eine Mondbreite nördlich von Saturn, zu sehen. Der Erdtrabant



Der Sternenhimmel im Juni 2018

- 1. Juni 2018, 24 h MESZ
- 16. Juni 2018, 23 h MESZ
- 1. Juli 2018, 22 h MESZ

Sterngrößen	Deep Sky Objekte
-1	☉ Offener Sternhaufen
0	☼ Kugelsternhaufen
1	☁ Nebel
2	☄ Galaxie
3	☿ Planetarischer Nebel
4	
5	

zieht weiter am immer helleren Mars vorbei und erreicht am 6. das Letzte Viertel. Neumond verzeichnen wir am 13. im Sternbild des Stiers. Am 15. taucht die schlanke Mondsichel erstmals wieder abends in Erscheinung (Abbildung 1), passiert in den folgenden Tagen die Zwillinge, den Krebs und den Löwen, bis wir am 20. das Erste Viertel in der Jungfrau erreicht haben. Der Juni-Vollmond am 28. im Schützen beschert uns die kürzeste Vollmondnacht und tiefste -kulmination des Jahres. ■

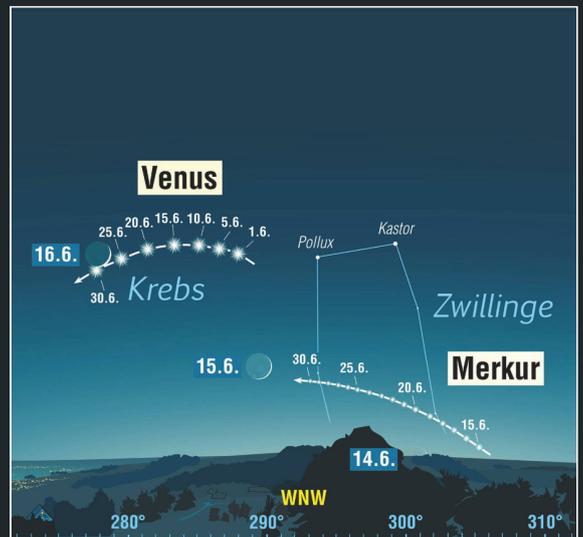


Abbildung 1: Venus und Merkur haben ihren gemeinsamen Auftritt am sommerlichen Abendhimmel. Am 15. und 16. Juni erhalten sie Besuch von der dünnen Mondsichel.

Bereit für Jupiter und Saturn

Saturn gelangt am 27. Juni in Opposition zur Sonne. Obwohl ihm diesen Sommer Mars den Rang ablaufen wird, darf der sicher schönste Planet in unserem Beobachtungsprogramm nicht fehlen.

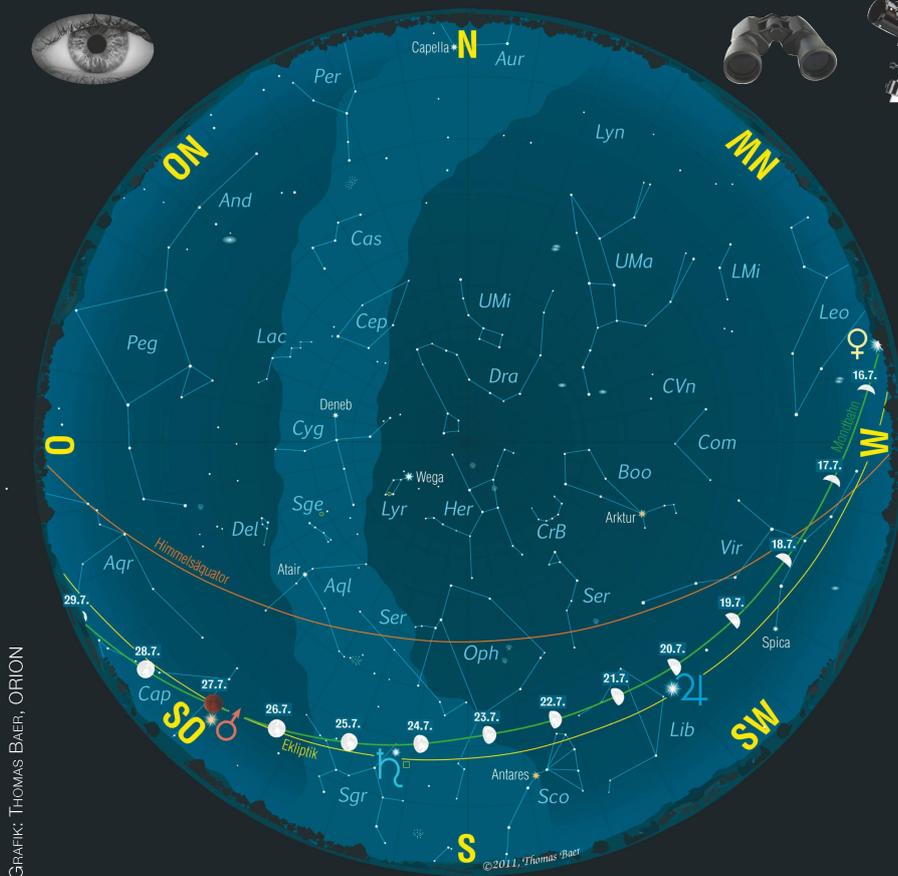
■ Von Thomas Baer

1.354 Milliarden Kilometer trennen uns am Tag der Opposition vom Ringplaneten. Ziehen wir die Lichtgeschwindigkeit herbei, so durchläuft ein Lichtstrahl diese Distanz in 1 Stunde und 15 Minuten. Wie schon die letzten beiden Jahre sind Saturns Beobachtungsbedingungen auch 2018 nicht optimal, zumindest für alle Bewohner der nördlichen Hemisphäre, denn der Ringplanet durchwandert derzeit die südlichsten Bezirke des Tierkreises und erreicht maximale Höhen über dem Südhorizont von nur 20°. Ausgerechnet jetzt, wo seine Ringe noch immer weit geöffnet erscheinen, bietet uns der ästhetischste aller Planeten nur einen scheuen sommerlichen Kurzauftritt.

Etwas besser haben wir es mit Jupiter, der noch immer in der Waage in Nähe zu Zubenelgenubi zu finden ist. Immerhin kulminiert er im Gegensatz zu Saturn fast 28° im Süden und steht nach Sonnenuntergang schon hoch im Südosten. Durch ein Teleskop betrachtet, kann man die vielfältigen Wolkenstrukturen auf dem Gasriesen studieren, bei exzellenten Verhältnissen auch den Großen Roten Fleck, der seinen Namen verdient, da er wieder deutlich rötlicher erscheint, als in früheren Jahren. Allerdings glauben Planetenforscher allmähliche Auflösungs-tendenzen von Jupiters «Wahrzeichen» zu erkennen, denn in den letzten Jahrzehnten ist der Wirbelsturm arg geschrumpft.

Mondlauf im Juli 2018

Gleich am 1. Juli können Frühaufsteher gegen 04:00 Uhr MESZ den noch fast vollen Mond direkt 4° über dem -2.2^mag hellen Mars im Steinbock sehen. Das Letzte Viertel no-



GRAFIK: THOMAS BAER, ORION

Der Sternenhimmel im Juli 2018

- 1. Juli 2018, 24 h MESZ
- 16. Juli 2018, 23 h MESZ
- 1. August 2018, 22 h MESZ

Sterngrößen	Deep Sky Objekte
-1	☉ Offener Sternhaufen
0	☾ Kugelsternhaufen
1	☁ Nebel
2	☄ Galaxie
3	☉ Planetarischer Nebel
4	
5	

tieren wir am 6., Neumond am 13. Juli. An diesem Tag steht der Erdtrabant in Erdnähe und wandert für einen kleinen Teil der Antarktis partiell vor der Sonne durch. An der südlichen Küste Australiens und Neuseelands bekommt die Sonne eine winzige Delle ab. Eine Woche später (19.) haben wir das Erste Viertel in der Jungfrau erreicht. Weiter zunehmend bereitet sich der Erdtrabant auf seine grosse Show am 27. Juli vor, wenn er in den Abendstunden durch den Kernschatten der Erde wandert. ■



BILD: MICHAEL KLING

Abbildung 1: Dieses Bild entstand im April 2018 mit einer Videokamera bei horizontnaher Lage Jupiters. Die Luftruhe war stark. Das Stacken der besten Bilder ergab dennoch ein ansprechendes Resultat.

Jahrhundertlängste Totalität



Tiefroter Mond in der Abenddämmerung

■ Von Thomas Baer

Das Ereignis des Jahres ist zweifelsohne die lange totale Mondfinsternis am 27. Juli 2018. Kurz nach Mondaufgang taucht der Erdtrabant komplett in den Kernschatten der Erde ein und dürfte für eine Weile nur sehr schwierig am noch aufgehellten Dämmerungshimmel zu sehen sein. Am gleichen Abend sehen wir unterhalb des finsternen Mondes den roten Planeten Mars.

Die totale Mondfinsternis in den Abendstunden des 27. Juli ist in mancherlei Hinsicht einzigartig. Nachdem wir zu Beginn des Jahres gleich zwei erdnahe Vollmonde erleben konnten, durchläuft der Erdtrabant in den Morgenstunden, nur 15 Stunden vor der Finsternis, den erdfernen Punkt seiner elliptischen Bahn. Dies hat zur Folge, dass wir diesmal einen «Mini-Vollmond» mit einem scheinbaren Durchmesser von nur 29.50' sehen werden, der zudem sehr langsam wandert. So erstaunt die rekordverdächtig lange Totalität von 1 Stunde und 43 Minuten wenig. In der Tat ist es die längste Finsternis ihrer Art im ganzen 21. Jahrhundert. Letztmals fand eine um noch 3 Minuten längere totale Mondfinsternis am 16. Juli 2000 statt, und erst in 11 Jahren erreicht eine Totalfinsternis am 26. Juni 2029 eine ähnliche Länge.

Die komplette Finsternis, von Ein- bis Austritt aus dem Halbschatten, dauert 6 Stunden 17 Minuten. Die Finsternis gehört somit zu den 10 % längsten überhaupt (siehe Tabelle 2, Seite 39). Das andere Extrem wird am 26. Mai 2021 eintreten, die mit 5 Stunden und 5 Minuten kürzeste Finsternis im Zeitraum der Jahre 1500 bis 2500!

Kaum sichtbare Mondscheibe

Kommen wir zum Ablauf der Finsternis: Die Halbschattenphase (19:13.1 Uhr MESZ) und auch die beginnende partielle Finsternis (20:42.2 Uhr MESZ) finden für die

Schweiz noch unter dem Horizont statt. Mathematisch geht der Juli-Vollmond im Südosten unseres Landes etwas eher auf als im Nordwesten. Im Val Müstair erfolgt der Mondaufgang gegen 20:48 Uhr

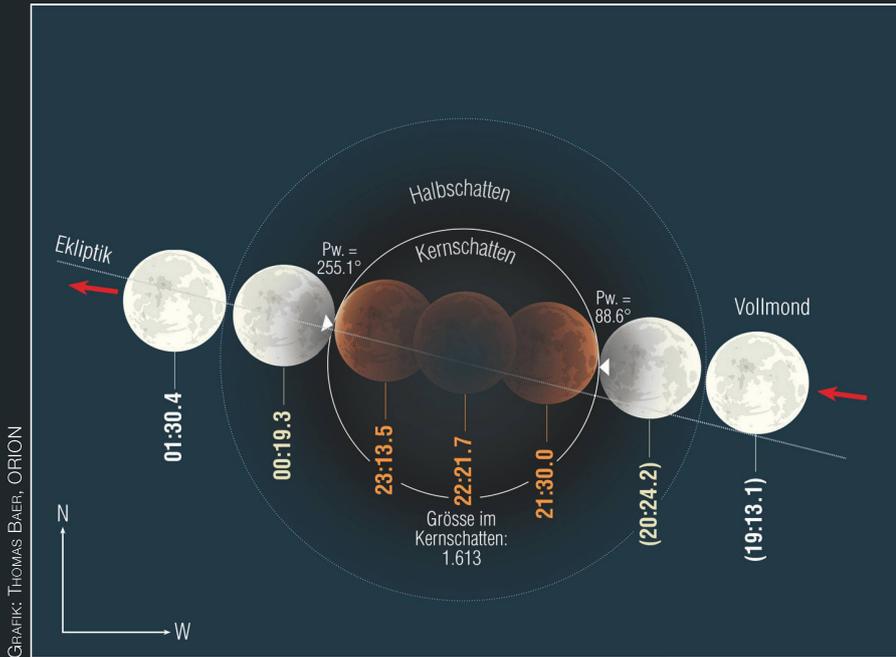
MESZ bei einem Verfinsterungsgrad von 0.376, während man vom Pruntruterpizel bis nach Genf bis 21:04 Uhr MESZ warten muss, ehe sich der finster werdende Erdtrabant im Südosten erstmals zeigt. Inzwischen sind schon knapp 62 % des Mondscheibendurchmessers durch den Kernschatten der Erde abgedeckt. Diese Angaben beziehen sich alle auf den mathematischen Horizont. Der Mondaufgang kann sich vor allem inneralpin noch beträchtlich verzögern. Gut möglich, dass sich der Juli-Vollmond da und dort erst nach Beginn der totalen Phase über den Berggipfeln zeigt.

Die Totalität beginnt exakt um 21:30.0 Uhr MESZ. Die Sonne steht zu diesem Zeitpunkt erst gut 4° unter dem Horizont. Der Himmel ist also noch hell. Selbst die Flachländer sind gut beraten, einen erhöhten Standort mit freier Sicht nach Südosten aufzusuchen. Übrigens wird der Mond fast an derselben Stelle aufgehen wie während der letztjährigen partiellen Mondfinsternis im August.



BILDER: ERNST SCHÜTZ / NEUSIEDLERSEE

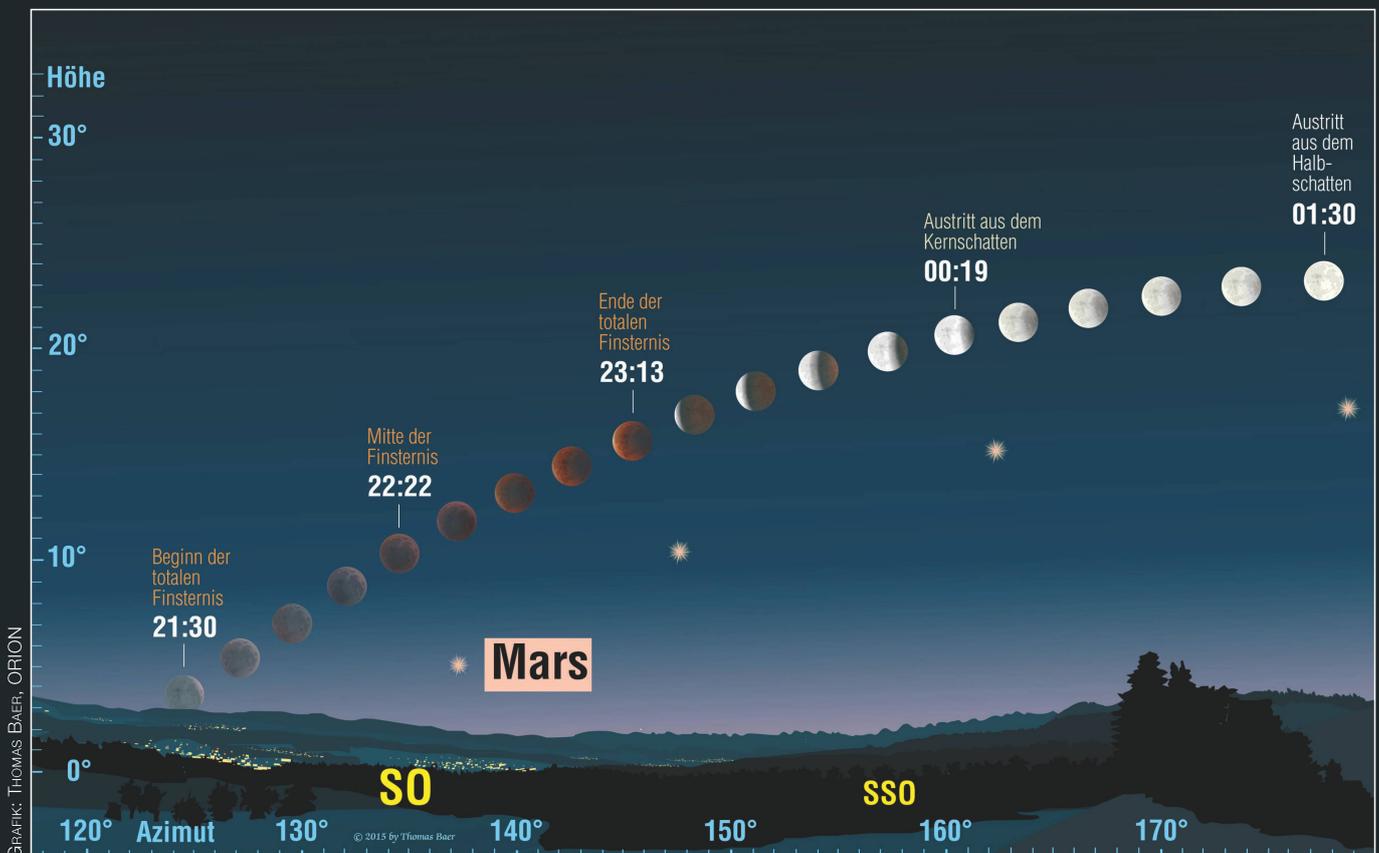
Abbildung 1: Die totale Mondfinsternis am 15. Juni 2011 verlief ebenfalls zentral total während des Mondaufgangs. Wir erkennen unschwer, dass der finstere Mond zu Beginn kaum sichtbar war, wenn man nicht genau wusste, wo er am Himmel stand. Erst mit der Zeit zeigte sich die rote Mondscheibe in der Dämmerung.



GRAFIK: THOMAS BAER, ORION

Abbildung 2: Hier sehen wir den gesamten Verlauf des Mondes durch den Kernschatten der Erde. Der erste Teil der Totalität wird nicht ganz einfach zu beobachten sein, da der Himmel noch recht hell sein wird. Spätestens ab der Finsternismitte wird man das spektakuläre Himmelsereignis bestens verfolgen können. Die Astronomen rechnen mit einer ausgesprochen dunklen Finsternis.

Mit etwas Glück kann man noch das letzte Erlöschen des direkten Sonnenlichts auf der Mondscheibe erhaschen, während die finstere Partie im Schein der Gegendämmerung kaum mehr sichtbar sein dürfte. Auch wenn es allmählich dunkler wird und sich die «blaue Stunde» in ihren schönsten Farben zeigt, wird man die kupferrote Mondscheibe erst mit der Zeit wieder entdecken können, da die Helligkeit des Mondes mit dem tieferen Eintauchen in den Kernschatten ja stetig abnimmt. Die Situation ist vergleichbar mit jener am 15. Juni 2011. Den seltenen Moment konnte ERNST SCHÜTZ damals am Neusiedlersee fotografisch festhalten (Abbildung 1). Wie er schilderte, soll ein Passant ihn gefragt haben, was er denn beobachte. Da man den Vollmond mit freiem Auge kaum mehr ausmachen konnte, erntete SCHÜTZ vorerst ungläubige Blicke. Erst durch einen Feldstecher konnte der überraschte «Finsternisbeobachter» die diffuse Mondscheibe knapp über dem Horizont ausmachen.



GRAFIK: THOMAS BAER, ORION

Abbildung 3: So spielt sich die totale Mondfinsternis vom 27./28. Juli 2018 über dem Südosthorizont ab. Die kupferbraune Färbung des Mondes wird erst nach der Finsternismitte richtig zur Geltung kommen. Besonders reizvoll ist der Anblick des finsternen Mondes zusammen mit dem roten Planeten Mars, der am selben Tag in Opposition zur Sonne steht. Während der totalen Phase leuchtet der Planet heller als der Mond!

Höhepunkt um 22:22 Uhr MESZ

Das Finsternismaximum ist mit einer Grösse von 1.613 im Kernschatten um 22:21.7 Uhr MESZ erreicht. Damit befindet sich der Vollmond am tiefsten im Erdschatten. Die Grösse wird in Einheiten des scheinbaren Monddurchmessers angegeben. Dazu legt man eine Gerade vom Erdschattenmittelpunkt durch die Mondmitte und misst den Abstand zwischen dem schattenzentrumnäheren Mondrand und dem mondnäheren Schattenrand (Abbildung 4). Weil der innere Bereich des Kernschattens noch weniger langwelliges Restlicht empfängt, das durch die tiefen Schichten der Erdatmosphäre gelangt, als seine äusseren Bereiche, kann es gut sein, dass man um die Finsternismitte herum einen relativ dunklen Fleck über die Mondscheibe wandern sieht (vgl. dazu auch Abbildung 1).

Zumindest hat jetzt die astronomische Dämmerung begonnen, sodass der Himmel dunkel genug ist, um der zweiten Hälfte der langen Totalität bis 23:13.5 Uhr MESZ beizuwohnen. Langsam wird der östliche (linke) Mondrand wieder etwas heller und kräftiger kupferbraun bis orangefarben leuchten als der Rest der Mondscheibe.

Während der totalen Phase gilt es auch auf die allmählich sichtbar werdenden Sterne zu achten, die spätestens dann, wenn sich der Vollmond bis 00:19.3 Uhr MESZ (28. Juli 2018) wieder aus dem Erdschatten befreit, zusehends im Mondschein verblassen werden.

Unschärfer Erdschattenrand und Schattenvergrößerung

Während der partiellen Phase der Finsternis kann man den über die Mondoerfläche wegziehenden Erdschattenrand eindrücklich verfolgen. Der Kernschatten ist keineswegs scharf begrenzt, sondern diffus und geht fließend in den aufgehellten Halbschatten über. Ursache hierfür ist die Erdatmosphäre, die bis in eine Höhe von 120 bis 150 km ebenfalls schattenerzeugend wirkt. Ohne die Atmosphäre wäre der Kernschattendurchmesser effektiv um 2.3 % kleiner. Je nach Reinheit der irdischen Lufthülle sowie der Mondstanz, welche die Kegel-schnittebene vorgibt, wirkt sich die Schattenvergrößerung mal stärker,



GRAFIK: THOMAS BAEER, ORION

Abbildung 4: Die Finsternistiefe wird immer in Einheiten des scheinbaren Monddurchmessers angegeben.

mal schwächer aus. Besonders nach Vulkanausbrüchen, wenn viel Staub in die Stratosphäre verfrachtet wurde, ist der Effekt stärker. Erstmals wies PHILIPPE DE LA HIRE auf dieses Phänomen hin, da er aus der Beobachtung während einer Mondfin-

sternis 1707 zeitliche Differenzen zu den gerechneten Kontaktzeiten bemerkte. Der vorhergesagte Schattenradius musste nach seinen Berechnungen um etwa $\frac{1}{41}$ grösser gewesen sein! Andere Beobachter bemerkten überdies, dass die Schattenvergrößerung von Finsternis zu Finsternis stets variierte, zwischen $\frac{1}{40}$ und $\frac{1}{60}$. WILLIAM CHAUVENET, US-amerikanischer Mathematiker und Astronom, hat einen Mittelwert von $\frac{1}{50}$ angenommen, der zum Standardvergrößerungsfaktor für Mondfinsternisvorhersagen geworden ist und von vielen nationalen Instituten weltweit verwendet wird. Der Faktor 1.02 entspricht somit der Vergrößerung des Kernschattens um $\frac{1}{50}$. Für die genauen Kontaktzeiten müsste streng genommen auch in Betracht gezogen werden, dass die Erde keine exakte Kugel, sondern ein leicht abgeplattetes Ellipsoid mit einer Abflachung von $\frac{1}{300}$ ist. Durch die jahreszeitlich bedingte räumliche Stellung der Erde hat diese Abflachung einen Einfluss auf die Form des Erdschattens, obwohl der Effekt äusserst gering ist. Dennoch ergibt sich eine leichte Abweichung von der exakten Kreisform. Der Astronomical Almanac und andere Institute rechnen daher die Erd-

Krater-Timing beim Kernschattenaustritt

(Die Zeiten beziehen sich auf die Kratermitte)

Nr.	Krater (Name)	Uhrzeit (MESZ)
1	Riccoci	23:15:14 Uhr
2	Grimaldi	23:16:36 Uhr
3	Billy	23:22:46 Uhr
4	Aristarch	23:22:55 Uhr
5	Kepler	23:26:43 Uhr
6	Campanus	23:33:10 Uhr
7	Pytheas	23:35:04 Uhr
8	Kopernikus	23:35:44 Uhr
9	Plato	23:38:30 Uhr
10	Timocharis	23:38:38 Uhr
11	Pico	23:39:09 Uhr
12	Tycho	23:40:37 Uhr
13	Birt	23:42:28 Uhr
14	Aristoteles	23:48:43 Uhr
15	Exodus	23:49:53 Uhr
16	Manilius	23:51:45 Uhr
17	Abulfeda	23:54:50 Uhr
18	Menelaus	23:55:18 Uhr
19	Nicolai	23:55:20 Uhr
20	Dionysius	23:57:02 Uhr
21	Cyryllus	23:58:18 Uhr
22	Posidonius	23:59:00 Uhr
23	Plinius	23:59:24 Uhr
24	Censorinus	00:04:57 Uhr
25	Stevinus	00:07:38 Uhr
26	Proclus	00:09:32 Uhr
27	Goclenius	00:09:45 Uhr
28	Taruntius	00:10:42 Uhr
29	Mare Crisium	00:13:19 Uhr
30	Langrenus	00:15:03 Uhr
4.	Kontakt	00:19:14 Uhr

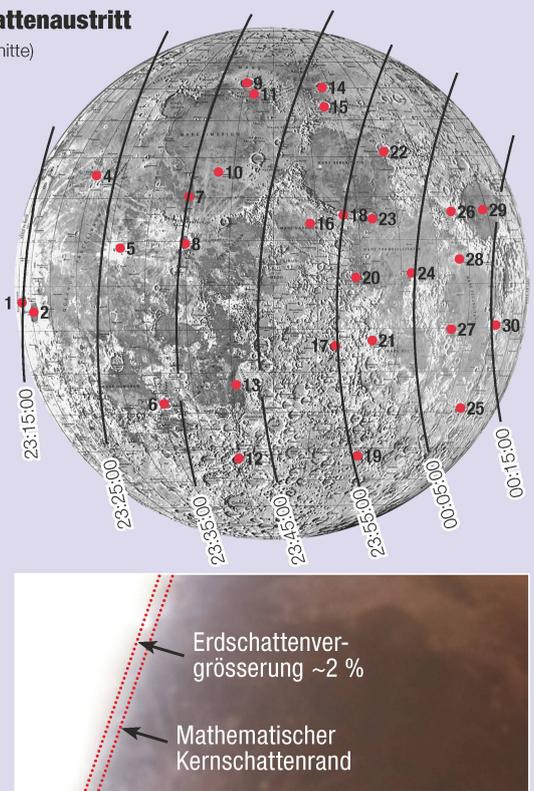


Tabelle 1: Die Schattenaustritte der einzelnen Mondkrater

schattengrösse mit einem mittleren Standard-Erdradius bei 45° Breite. In Tabelle 1 sind für die zweite, bei uns gut sichtbare partielle Phase ab 23:13.5 Uhr MESZ dreissig Mondkrater aufgeführt, an denen man als schönes Projekt einmal die Wanderschaft des Kernschattenrandes verfolgen kann. Solche Beobachtungen werden am besten mit einem leistungsschwachen Teleskop und einer mit Funkzeitsignalen synchronisierten Uhr vorgenommen. Die Zeiten sollten mit einer Genauigkeit von ± 0.1 Minuten angegeben werden.

Die Grundidee besteht darin, den Augenblick festzuhalten, in dem die deutliche Grenze des Kernschattens die scheinbare Mitte des Kraters kreuzt. Da der Schatten verwaschen wirkt, lohnt es sich sogar zwei Zeiten zu nehmen, dann nämlich, wenn der Schatten die Kratermitte noch eindeutig verfinstert und einen zweiten Moment, wenn die gemerkte Stelle eindeutig besonnt wird. Aus den zwei Zeiten kann man nun den Mittelwert berechnen.

Bei grossen Kratern wie Tycho und Kopernikus gehen wir ähnlich vor: Auch hier empfiehlt es sich, die Zeiten aufzuzeichnen, zu denen der Schatten die beiden gegenüberliegenden Kraterländer berührt. Der Durchschnitt dieser Zeiten entspricht dem Zeitpunkt der Kratermitte. In Abbildung 5 wird die Methode am Beispiel des Mare Crisiums gezeigt.

Einige Astronomen hatten mit CHAUVENETS Schatten-Erweiterungskonvention Mühe. 1951 schlug ANDRÉ DANJON vor, statt einer undurchsichtigen Luftschicht um die Erde herum einfach den Erdschattenradius um die Höhe dieser Schicht zu vergrössern. DANJON schätzte die Dicke der schattenerzeugenden Schicht auf 75 km, was bei ihm zu einer Schattenvergrösserung von $1/85$ führt. MEEUS und MUCKE (1979) und FRED ESPENAK (2006) berechnen ihre Mondfinsternisse nach DANJONS Methode, da diese die geometrische Beziehung zwischen der Vergrösserung des Erdradius und der entsprechenden Zunahme der Schattengrösse am besten modelliert. Daher sind ihre Finsternisgrössen etwas kleiner als bei den Vorhersagen, wenn man mit den traditionellen CHAUVENET-Werten rechnet. Bei der Beobachtung ist diese kleine Differenz infolge der Schattenunschärfe jedoch kaum zu beobachten. ■



Abbildung 5: Während der totalen Mondfinsternis am 28. September 2015 bewegte sich der Kernschatten während 3 min 26 s über das Mare Crisium hinweg. Aus den oben angegebenen Zeiten kann man den Mittelwert für die Mitte des Mares berechnen, also 06:23:39 Uhr MESZ. Die partielle Phase endete um 06:27:25 Uhr MESZ.

Fünfteilige Stufenskala nach DANJON

Nicht jede Mondfinsternis fällt in Farbintensität und Dunkelgrad gleich aus. Die Faktoren, welche die Beleuchtung des Mondes um die Mitte der Totalität mitbestimmen, sind vielfältig. Zum einen sind es die rein geometrischen Verhältnisse. Wandert der Vollmond zentral oder eher randnah durch den Kernschatten? Weiter fallen perigäische Mondfinsternisse tendenziell dunkler aus als apogäische, da in grösserer Distanz der Kernschatten der Erde durch das langwellige Restlicht gleichmässiger ausgeleuchtet wird. DANJON beobachtete weiter, dass die hellsten Mondfinsternisse stets kurz vor einem Sonnenfleckenninimum eintraten. Die grösste Wirkung auf den Dunkelgrad einer Mondfin-

sternis haben aber Vulkanausbrüche. Asche, die sich in der Stratosphäre rasch um den Erdglobus verteilt, kann das Restlicht zusätzlich noch dämpfen und den Mond viel dunkler und farbloser erscheinen lassen. Eine Prognose für die bevorstehende Mondfinsternis ist schwierig. CalSky rechnet mit einer eher dunklen Finsternis von $L = 1.3$ und einer Mondscheibenhelligkeit von lediglich $+0.6^{\text{mag}}$! Zum Vergleich: Der unverfinsterte Vollmond strahlt -12.7^{mag} hell. Mars leuchtet mit seinen -2.8^{mag} ebenfalls zwei Grössenklassen heller! Da wir es mit einer apogäischen Finsternis zu tun haben, dürfte der Erdschatten aber «gut» ausgeleuchtet sein und den Mond in einem wunderbaren Kupferrot leuchten lassen. ■



L = 0
Sehr dunkle Finsternis. Der Mond wird fast unsichtbar, speziell zur Mitte der Totalität. Es sind kaum Oberflächendetails auszumachen. Der Mond wirkt eher dunkelbraun bis grau. Einzelne Partien können auch gänzlich unsichtbar werden.

L = 1
Dunkle Finsternis, grau bis bräunlich in den Farben. Details sind nur mit Schwierigkeiten erkennbar, am ehesten noch mittels Feldstecher oder Teleskop. Nur die näher am Kernschattenrand liegende Kalotte erscheint etwas farbintensiver.

L = 2
Dunkelrote oder rostfarbene Finsternis. Der Zentralschatten ist viel dunkler, während die Mondscheibe nach aussen hin relativ hell wird. Die Färbung geht ins Orange über. Oberflächendetails sind einigermassen gut erkennbar.

L = 3
Ziegelrote Finsternis. Der äussere Schattenbereich ist typischerweise hell und gelblich gesäumt. Oberflächenstrukturen sind am Teleskop gut auszumachen, vor allem die Strahlenkrater Tycho und Kopernikus.

L = 4
Sehr helle kupferrote oder orangefarbene Finsternis. Der äussere Schatten hat einen bläulichen, ausgesprochen hellen Rand, ein Indiz auf das in der Hochatmosphäre vorhandene Ozon. Von Auge sind die Maria gut als dunkle Flecken erkennbar.

Himmelsmechanik: 1971 gab es eine fast identische Situation

Im August des Jahres 1971 kam es zu einer fast identischen Situation von totaler Mondfinsternis und Marsopposition! Bei der totalen Mondfinsternis am 6. August, welche ebenfalls in den Abendstunden eines Freitags mit Totalitätsbeginn kurz nach Mondaufgang stattfand, handelte es sich um eine zentrale Finsternis mit einer Grösse von 1.734! Am 10. August 1971 war Marsopposition, und zwar eine erdnahe mit 56.4 Millionen km Abstand. Der total verfinsterte Mond erschien damals knapp 7° schräg rechts oberhalb des roten Planeten, verblüffend ähnlich zur diesjährigen Himmelskonstellation.

Einen passionierten Himmelsmechaniker lässt diese frappante Analogie nicht einfach unberührt, denn wir wissen ja, dass etwa auch Venus rund alle acht Jahre am Himmel wieder fast an derselben Stelle zu sehen ist und auch Merkur nach 46 Jahren wieder an den «Ursprungsort» am Firmament zurückkehrt. Ist also auch das Zusammentreffen einer zentralen totalen Mondfinsternis mit einer Perihel-Marsopposition kein Zufall? Dies lässt sich nachprüfen, wenn wir vergangene und künftige Periheloppositionen unseres äusseren Nachbarplaneten unter die Lupe nehmen und schauen, ob in deren unmittelbaren zeitlichen Nähe eine totale Mondfinsternis stattfindet. Im Zeitraum von 1900 bis 2300 gibt es insgesamt 25 extreme Marsoppositionen. Nur in vier Fällen, nämlich 1924, 1971, 2018 und 2065 – alle 47 Jahre (!) – ereignen sich um den Oppositionstermin herum totale Mondfinsternisse. Auffallend dabei: Es sind allesamt zentrale Mondfinsternisse, aber schön aufsteigend unterschiedlichen Saroszyklen angehörend (Saros 127, 128, 129 und



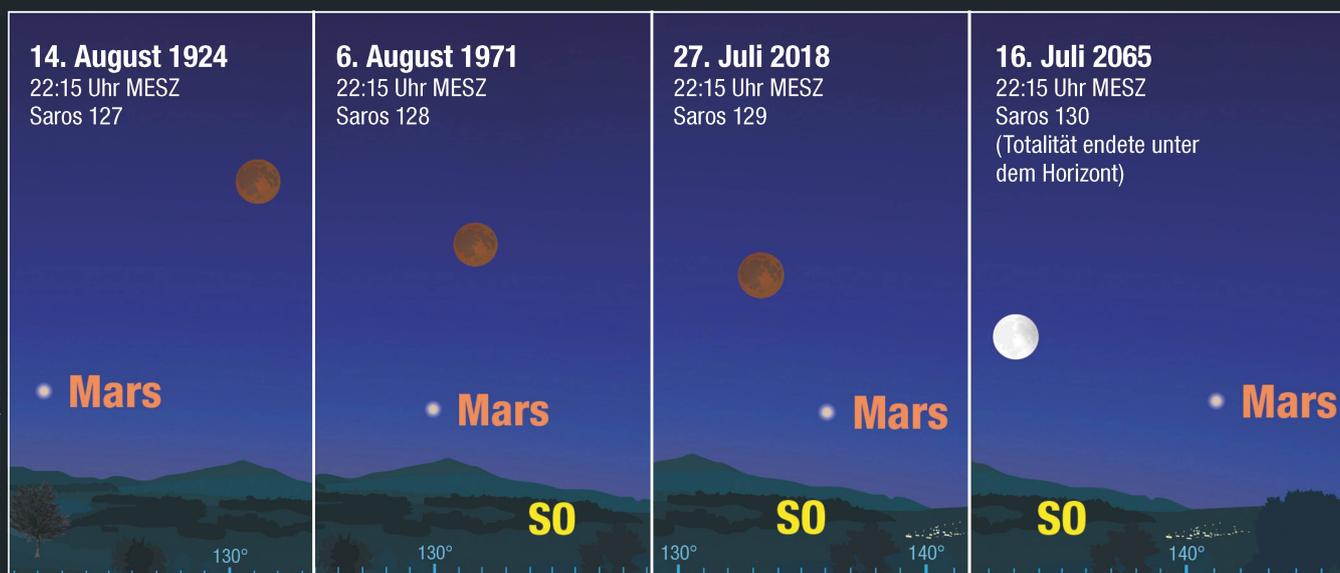
Bild: NASA

Abbildung 1: Der total verfinsterte Vollmond am 6. August 1971, fotografiert aus der Kapsel der Apollo 15 während ihres Rückflugs.

130), und bis auf die Mondfinsternis vom 14. August 1924, alle an einem Freitagabend stattfindend! Nach 2065 gibt es bis 2300 kein vergleichbares Zusammentreffen dieser einmaligen Konstellation mehr. Und am 27. Juli 2018 erleben wir gewissermassen das Nonplusultra, zentrale totale Mondfinsternis und Perihel-Marsopposition am selben Tag! Blicken wir weiter in die Vergangenheit, so gab es dreimal tiefe totale Mondfinsternisse um eine Perihel-Marsopposition herum – alle von der Schweiz aus zu sehen – nämlich in der Nacht vom 10. auf den 11. September 1783 (Saros 124), vom 2. auf den 3. September 1830 (Saros 125) und vom 23. auf den 24. August 1877 (Saros 126). Abermals gehörten die Finsternisse verschiedenen Saroszyklen an, aber in der Nummer stets aufstei-

gend. Im 16. und 17. Jahrhundert kann ein analoges Zusammentreffen mit kleinen partiellen Mondfinsternissen alle 47 Jahre beobachtet werden.

Am 2. August 1971 trat übrigens die Crew von Apollo 15, DAVID SCOTT, ALFRED WORDEN UND JAMES IRWIN, ihren Rückflug zur Erde an. Auf dem zurückgelassenen Mondauto war eine Kamera montiert, welche die damals bevorstehende Mondfinsternis – auf dem Mond eine totale Sonnenfinsternis – hätte fotografieren sollen. Doch leider versagte die Kamera wenige Minuten, nachdem man sie zwei Tage vor der Finsternis aktivieren wollte. Die auf dem Heimflug befindlichen Astronauten konnten indessen einen Tag vor ihrer Landung das kosmische Schattenspiel aus ihrer Kapsel sehen und fotografieren. ■



GRAFIK: THOMAS BAER, ORION

Abbildung 2: Perihel-Marsopposition und lange totale Mondfinsternis – eine verblüffend ähnliche Himmelskonstellation wiederholt sich alle 47 Jahre!

Ein astronomischer Sommernachtstraum



27. Juli 2018



Mondfinsternis &
Mars in Erdnähe

orion
medien

orionmedien.ch



Vereinigung der Sternfreunde e. V.
www.astronomietag.de
facebook.com/sternfreunde
Twitter: @astronomietag

SAG SAS

Schweizerische Astronomische Gesellschaft SAG
<https://sag-sas.ch>
facebook.com/SchweizerischeAstronomischeGesellschaft/
Twitter: /SAG_SAS_d · /SAG_SAS_f · /SAG_SAS_i · /SAG_SAS_e

Bildquellen:
Mars: Hubble-Teleskop, NASA/ESA/STScI
Mond, Himmel, Horizont: Sven Melchert

Zufall oder Systematik?

Warum fallen viele tiefe Mondfinsternisse in die Sommermonate?

■ Von Thomas Baer & Erich Laager

Im 21. Jahrhundert ereignen sich genau 24 tiefe totale Mondfinsternisse [1], von denen sechs länger als 100 Minuten dauern. Auffallend dabei: Alle langen totalen Finsternisse finden entweder im Juni oder Juli statt. In diesem Beitrag versuchen die Autoren, dem Sachverhalt auf den Grund zu gehen.

Bevor wir auf die einzelnen Aspekte, die lange totale Mondfinsternisse hervorbringen, eingehen, beginnen wir mit ein paar grundsätzlichen Überlegungen. Auf den ersten Blick scheint die Sache recht einfach zu erscheinen, vor allem im Vergleich zu einer Sonnenfinsternis, die vom Beobachtungsort abhängig ist und sich daher für den Betrachter in ganz unterschiedlicher Phase und zu unterschiedlicher Zeit abspielt. Mondfinsternisse dagegen können überall dort und zur selben Zeit beobachtet werden, wo der Vollmond zum Finsterniszeitpunkt gerade über dem Horizont steht, also auf der Nachthalbkugel der Erde. Wenn wir von «derselben Zeit» sprechen, dann ist natürlich die Weltzeit UT gemeint. Je nachdem ist die Finsternis zum Zeitpunkt des Mondaufgangs, am späteren Abend, um

Mitternacht, in den frühen Morgenstunden oder gar bei Monduntergang zu sehen. Aber alle Beobachter, im Falle des 27. Juli 2018 egal ob in Europa, Indien oder Asien: Wenn der Mond in den Kernschatten eintritt, dann geschieht dies für jeden Betrachter zur selben Zeit.

In seinen Werken «Mathematical Astronomy» gibt JEAN MEEUS für Sonnenfinsternisse Formeln der maximalen Totalitätsdauer. Diese Daten basieren auf den Besselschen Elementen, wie man sie auch in seinem «Canon of Solar Eclipses –2003 to +2526» findet [2]. Der sehr grosse mathematische Aufwand dabei ist die Berechnung dieser Elemente. Dazu muss unter anderem eine komplizierte Theorie der Mondbahn, die sämtliche Bahnstörungen berücksichtigt, verwendet werden.

Dieselbe Problematik auf Mondfinsternisse übertragen

Welche Möglichkeiten stehen uns bei der Suche nach einer Antwort auf die Frage, warum lange totale Mondfinsternisse meist auf die Sommermonate fallen, überhaupt zur Verfügung? Sicher ist es richtig, sich einmal Gedanken darüber zu machen, welche Faktoren dafür sorgen, dass es überhaupt zu langen Finsternissen kommt. Dazu hilft sicher, diverse Mondfinsternistabellen, etwa auf FRED ESPENAKS Website, zu durchforsten und nach anderen Quellen zu

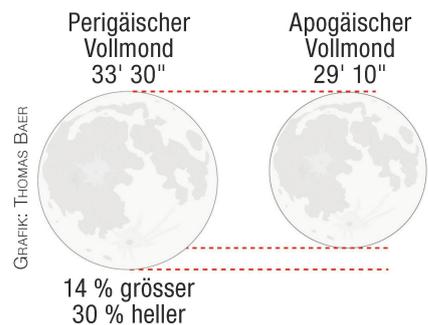


Abbildung 1: Grosse und kleine Vollmonde sind in der Astronomie nichts Aussergewöhnliches. Zu Beginn des Jahres hatten wir perigäische Vollmonde, am 27. Juli 2018 steht der Erdtrabant im Apogäum.

suchen, die sich mit dieser Fragestellung schon beschäftigt haben. Bei einer Mondfinsternis durchwandert der Vollmond ja den Schattenkegel der Erde. Der Kernschatten überschiesst mit seiner durchschnittlichen Länge von 1'382'931 km die Mondbahn bei weitem. In Mondentfernung hat die Mondscheibe, wenn sie zentral durch den Schatten läuft, fast dreimal nebeneinander Platz! Damit der Mond also möglichst lange

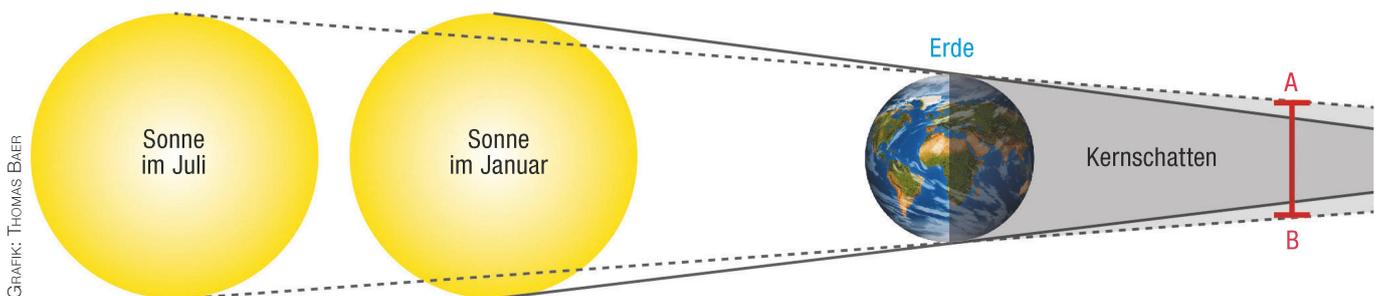


Abbildung 2: Der Kegelschnitt durch den Erdschatten in Mondentfernung ändert sich mit der Entfernung der Erde von der Sonne. Anfang Juli ist der Öffnungswinkel des Kernschattens flacher, der Kernschattenkegel dadurch auch länger.



Abbildung 3: Es spielt eine Rolle, ob der Vollmond in Erdnähe (Perigäum) oder in Erdferne (Apogäum) den Erdschatten passiert. Angenommen, er läuft beide Male zentral durch den Erdschatten, so ist der Kegelschnitt in grösserer Mondstanz zwar kleiner, aber die Mondgeschwindigkeit langsamer.

im Schatten verweilt, sollte der gerade Kegelschnitt – in unserem Fall ein Kreis – in Mondstanz möglichst gross und die Bewegung des Mondes langsam sein, was nur dann der Fall sein kann, wenn sich unser Nachbar im All in Erdferne befindet. Dann erscheint uns die Mondscheibe verständlicherweise auch am kleinsten (29' 10"). Das Intervall zwischen der genauen Vollmondstellung und dem Knotendurchgang muss zudem minimal sein. Nur dann läuft der Mond möglichst zentral durch den Erdschatten. Wie eingangs bereits erwähnt, spielen Mondhöhe (abhängig vom Beobachtungsort), Libration des Mondes, die Refraktion und eben auch der Beobachtungsort selbst keine Rolle.

Länge des Kernschattens und Kegelschnitt

Wenn wir eine Styroporkugel in unterschiedlichen Distanzen an eine Kugellampe halten und dabei den Schatten dieser Kugel auf einer Projektionswand betrachten, sehen wir einen Effekt, der auch bei Erde und Mond auftritt: Je näher die Erde an der Sonne steht, desto kürzer ist der Kernschattenkegel. Der Öffnungswinkel des Schattens ist gross. Umgekehrt haben wir einen kleinen Öffnungswinkel, wenn die Erde weit weg von der Sonne steht. Dies ist Ende Juni bis Mitte Juli der Fall (Abbildung 2). Dies alleine erklärt allerdings noch nicht, weshalb die langen Mondfinsternisse ausgerechnet in diesen beiden Monaten stattfinden. Zwar haben wir mit dem kleinen Schatten-Öffnungswinkel mit zunehmender Distanz auch einen grösseren Kegelschnitt, doch muss nun eben auch die Mondstanz berücksichtigt werden. Der Schattendurchmesser beim Mond ist umso grösser, je näher der Mond bei der Erde ist. Allerdings ist ein erdnaheer Mond

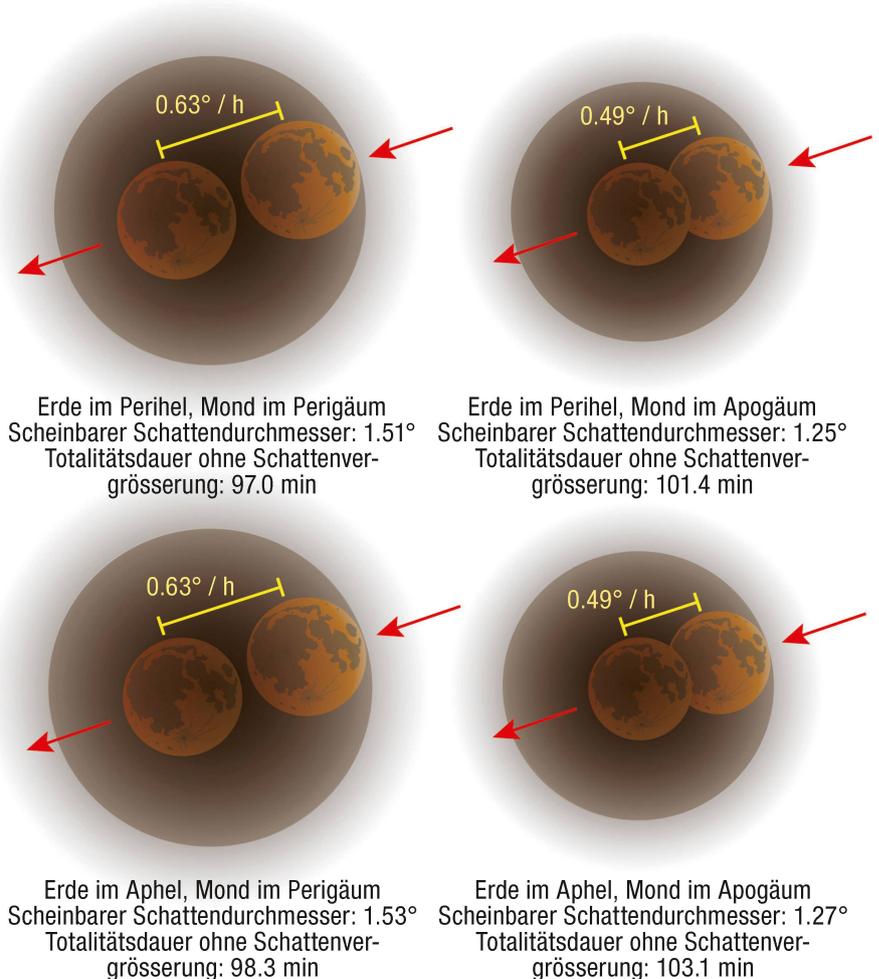


Abbildung 4: Zentrale totale Mondfinsternisse und ihre maximalen Dauern ohne die Berücksichtigung der Erdschattenvergrösserung zum Zeitpunkt ihrer extremen Stellungen (Erde im Perihel und Aphel, Mond im Perigäum und Apogäum). Man achte, wie sich die Kegelschnitte verändern.

schneller unterwegs als ein erdferner. Hierzu ist folgende Überlegung interessant: Vergleichen wir einen apogäischen Vollmond Anfang Januar, wenn die Erde im Perihel steht und einen apogäischen Vollmond Anfang Juli, wenn wir 152.1 Millionen km von der Sonne entfernt sind und der Erdschatten 1'406'000 Millionen km weit ins Weltall hinausragt.

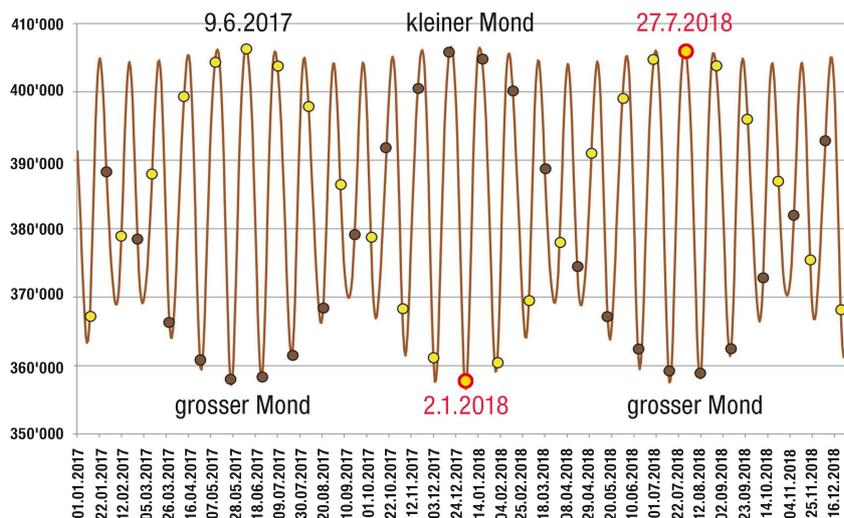
Im Perihel bei einem apogäischen Vollmond (406'700 km) wäre der Radius des Kernschattenkegelschnitts in Mondstanz 4'460 km gross, im Aphel und ebenfalls apogäischem Vollmond 4'523 km. So hätte der Vollmond im ersten Fall 2.57 Mal nebeneinander Platz, wenn er durch die Schattenmitte liefe, im zweiten Fall 2.6 Mal [3]. Schon dieser Um-

stand würde für eine längere Finsternis im Juli sprechen.

Ganz so einfach ist es aber nicht, denn der Punkt des Apogäums (respektive die Apsidenlinie, also die Verbindungslinie zwischen Apogäum und Perigäum) wandert auf der Mondbahn und zwar in 8,85 Jahren rechtläufig einmal ringsum. Optimal wäre natürlich, wenn die Erde im Aphel stünde, der Vollmond zugleich in extremer Erdferne und dabei auch noch zentral durch den Erdschatten liefe. Natürlich ist dies äusserst selten bis «fast» nie der Fall. Eine fast perfekte zentrale Mondfinsternis, bei der das Mondschattenzentrum praktisch mit dem Erdschattenmittelpunkt zusammenfiel, gab es am 26. Juli 1953 mit einer Grösse von 1.8628. Sie war aber nicht die längste des 20. Jahrhunderts, denn nur zwei Tage nach der Finsternis passierte der Vollmond die Erdnähe und war damit «zu schnell» unterwegs. Am 16. Juli 2000 dauerte die totale Phase mit 1 Stunde und 47 Minuten, allerdings bei einer kleineren Finsternisgrösse von 1.7684, gut 4 Minuten länger als 1953. Kein Wunder, denn diesmal stand der Vollmond knapp 24 Stunden vor der Finsternis in Erdferne (406'200 km), erschien mit 29.43' klein und war entsprechend langsam.

Nächster Mini-Vollmond am 27. Juli 2018

Die erwähnte lange totale Mondfinsternis vom 16. Juli 2000 gehört der Sarosreihe 129 an und ist die direkte Vorgängerin der bevorstehenden Finsternis vom 27. Juli 2018. Alle 18 Jahre 10 oder 11 Tage wiederholen sich Sonnen- und auch Mondfinsternisse in ganz ähnlicher Manier. So erstaunt es wenig, dass ausgerechnet die kommende Mondfinsternis zur längsten des Jahrhunderts wird. Am Morgen des Finsternistags gegen 07:27.7 Uhr MESZ verzeichnen wir die Erdferne mit 406'227.8 km. Der Vollmond erscheint uns nur 29.42' gross und ist damit der kleinste Vollmond des Jahres (CalSky)! Mit einer Finsternisgrösse von 1.614 im Kernschatten ist die Eklipse aber nicht mehr ganz so zentral wie ihre Vorgängerin vor 18 Jahren. Diese hatte noch eine Grösse von 1.774. Wir stellen also unschwer fest, dass sich einzelne Parameter langsam zu Gunsten oder Unguns-

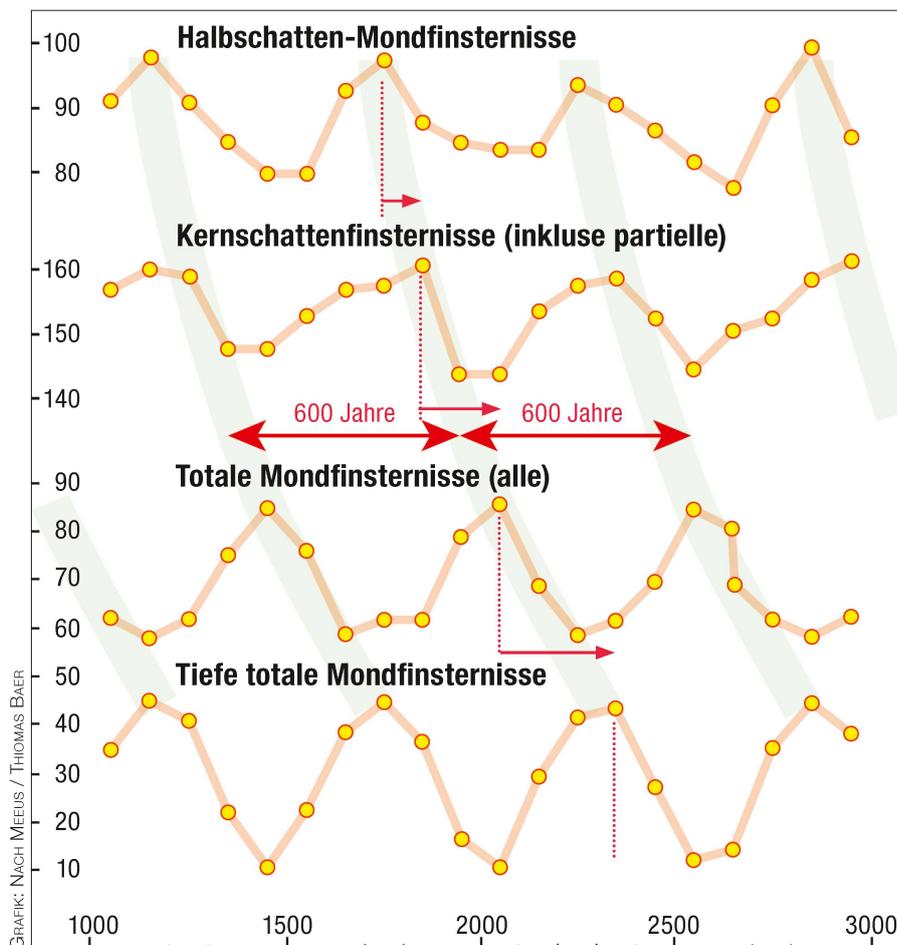


GRAFIK: NACH BERECHNUNGEN VON HANS ROTH

Abbildung 5: Die stark schwankende geozentrische Distanz des Mondes in den Jahren 2017 und 2018. Zusätzlich eingetragen sind die Orte des Vollmondes (gelb) und des Neumondes (braun).

ten einer langen Totalitätsdauer gegeneinander verschoben. Verfolgen wir den Saros 129 nämlich weiter, so währt die totale Mondfinsternis am 7. August 2036, also wieder einen

Zyklus später, mit einer Grösse von 1.460 und einer Totalitätsdauer jetzt von 96 Minuten noch einmal kürzer. Genauso wie sich die Sonnenfinsternisgebiete mit jeder Wiederkehr



GRAFIK: NACH MEEUS / THOMAS BAER

Abbildung 6: In diesem Diagramm sehen wir, wie unregelmässig die Häufigkeit einzelner Finsternisarten über die Jahrhunderte hinweg verteilt sind. Besonders auffällig ist das antizyklische Verhalten der tiefen totalen Mondfinsternisse.

nach 18 Jahren, je nachdem, ob das Ereignis im auf- oder absteigenden Mondknoten eintritt, leicht südwärts oder nordwärts über die Erde verschieben, läuft bei den Mondfinsternissen der Vollmond jedes Mal etwas südlicher oder nördlicher durch den Kernschattenkegel. Dies hängt damit zusammen, dass die Vielfachen eines synodischen und drakonitischen Mondmonats eben nur in den ganzen Tagen aufgehen, in den Dezimalstellen jedoch kleine Differenzen aufweisen, die dieses Nord- oder Südwardwandern erklären.

Die Zahl langer Mondfinsternisse in den Jahrhunderten ist variabel

In Statistiken über lange totale Mondfinsternisse fällt ein weiteres Kuriosum auf. Im 18. Jahrhundert gab es 15 Finsternisse mit einer Dauer von 100 Minuten und mehr, im 19. Jahrhundert zwölf, im 20. und 21. Jahrhundert bloss noch deren sechs. Während im 18. und 19. Jahrhundert diese Rekordfinsternisse scheinbar «willkürlich» über alle Monate des Jahres verteilt waren, treten die langen Mondfinsternisse seit dem 20. Jahrhundert mit einer Ausnahme (4. August 1906) nur in den Sommermonaten Juni und Juli auf!

Bei MEEUS finden wir dazu eine aufschlussreiche Tabelle (JEAN MEEUS: *Mathematical Astronomy Morsels*, 1997/Seite 102). Sie führt die Zahl aller Arten von Mondfinsternissen im Zeitraum von 1000 bis 2999, in Jahrhunderte gegliedert, auf. Legen wir den Fokus nur auf die totalen Ereignisse, so können wir eine regelmässige Schwankung von rund 600 Jahren feststellen, innerhalb der die Anzahl totaler Mondfinsternisse von minimal 58 oder 59 auf 85 oder 86 analoger Ereignisse ansteigt. Die meisten totalen Mondfinsternisse gibt es in den Zeiträumen zwischen 1400 und 1499, 2000 und 2099 sowie 2500 und 2699. Genau antizyklisch verläuft die Kurve betreffend der tiefen (und auch langen) Mondfinsternisse. Sind wir in einer Phase mit vielen totalen Mondfinsternissen pro Jahrhundert, so sinkt die Zahl langer Finsternisse und umgekehrt.

Stets etwa 200 Jahre bevor es wieder eine Häufung totaler Mondfinsternisse gibt, steigt die Zahl der Kernschattenfinsternisse (jetzt auch die

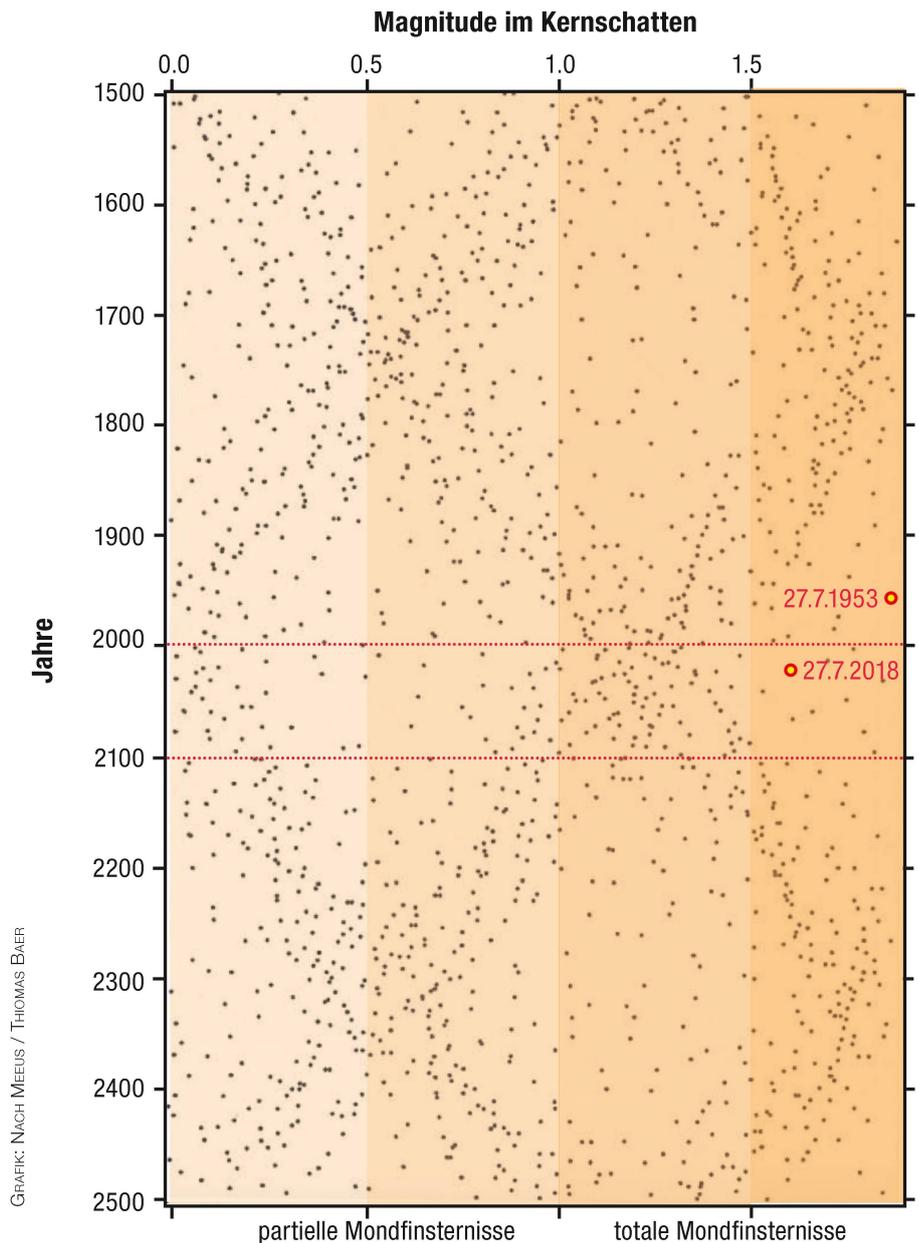


Abbildung 7: Jeder der schwarzen Punkte steht für eine Kernschattenfinsternis. Links sind die sehr kleinen partiellen Mondfinsternisse, ab Magnitude 1.0 die totalen Finsternisse eingetragen. Über den Zeitraum von 1'000 Jahren entsteht ein netzartiges Muster der Finsternisverteilung. Wenn wir das 21. Jahrhundert herausnehmen (durch die gepunktete Linie markiert), so fällt auf, dass wir viele kleine partielle Mondfinsternisse mit Magnituden < 0.5 und viele totale Mondfinsternisse > 1.0 aber < 1.5 haben. Dagegen ereignen sich nur wenige tiefe totale Finsternisse. Übrigens muss eine grosse Finsternistiefe nicht zwingend auch eine rekordlange Totalität bedeuten. Die tiefste totale Mondfinsternis des 21. Jahrhunderts findet am 26. Juni 2026 mit einer Grösse von 1.8436 statt, dauert aber «nur» 101.9 Minuten.

partiellen Mondfinsternisse mitgerechnet) an. Nochmals 100 bis 200 Jahre früher ist die Spitze der reinen Halbschattenfinsternisse erreicht. Es scheint also eindeutig mit dem Einsetzen neuer Saroszyklen zu tun haben. Nach Jahrhunderten mit vielen partiellen Mondfinsternissen folgen dann, eben um rund 200 bis 300 Jahre versetzt, Jahrhunderte mit

ausschliesslich eher randnahen und damit kürzeren totalen Mondfinsternissen (Grössen zwischen 1.0 bis 1.4). Durch das bereits im letzten Abschnitt erklärte Nord- und Südwardwandern durch den Kernschattenkegel mit jeder weiteren Wiederkehr innerhalb desselben Saroszyklus erklärt sich schliesslich die nochmals um 200 bis 300 Jahre



Teleskop-Service: Wir haben die Zukunft der Astrofotografie. CMOS Kameras von Atik und ZWO Imaging



Atik InfinityM / InfinityC

Stellen Sie wunderschöne Astroaufnahmen von Nebeln und Galaxien, hochaufgelöste Planetenaufnahmen oder einen Videoflug über die Mondoberfläche her - ohne aufwendige Bildbearbeitung!

Ideal für Astrofotografie mit Einsteigerteleskopen und Dobsons, für Vorführungen uvm. Oder beobachten Sie LIVE am Bildschirm, wie das Deep-Sky-Objekt mit jeder Minute immer kontrastreicher und kräftiger wird.

Die Infinity ist ebenfalls ein vollwertiger Autoguider mit ST-4 Schnittstelle.

Sensor: Sony ICX825 mit ExView Technologie, wahlweise monochrom oder color



Atik HorizonM / HorizonC

Die ATIK Horizon Kamera verwendet einen hochmodernen CMOS Sensor von Panasonic mit unglaublicher Empfindlichkeit für Astrofotografie.

- 16-MP-4/3"-CMOS-Sensor, QE ca. 60%
- Leistungsstarke Peltierkühlung bis 40 °C unter Umgebung
- sehr hohe Empfindlichkeit auch in H-Alpha
- 256 MB DDR3-Image-Buffer - kein Verstärkerglühen
- Quarz-Schutzglas mit vollem IR-Durchlaß



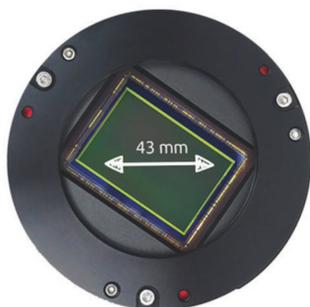
ASI294MCPRO

- Sony IMX294CJK Sensor
- 23,2 mm Diagonale, 4,63 µm Px.
- 4144 x 2822 Pixel
- Quanteneffizienz > 75 %!
- Full well capacity 63700 e-
- DDR Zwischenspeicher für stabileren Datentransport

ASI071MCPRO

- Sony IMX071 Sensor
- 28,4 mm Diagonale, 4,78 µm Pixel
- 4944 x 3284 Pixel
- Wie ASI294 ebenfalls USB 3.0, beheiztes Sensorglas, Leistungsstarke Peltierkühlung, DDR Zwischenspeicher, T2 Anschluß, verschraubte Frontplatte

Neu von ZWO Imaging: gekühlte CMOS Kameras mit Vollformat-Sensoren



ASI094MCPRO

- Sony IMX094 Sensor
- 24x36 mm, 4,88 µm Pixel,
- 7376x4928 Px
- Quanteneffizienz: 56 %
- Ausleserauschen 2.1 e

ASI128MCPRO

- Sony IMX128 Sensor
- 24x36 mm, 5,97 µm Pixel
- 6032x4032 Px
- Quanteneffizienz: 53 %
- Ausleserauschen 2.5 e

Beiden Kameras gemeinsam ist ein 14 Bit ADC, 256 MB DDR Pufferspeicher, Tilt-Adapter für die perfekte Einrichtung des Sensors, leistungsstarke Peltierkühlung bis 35°C unter Umgebungstemperatur. Dazu integrierte Anti-Tau-Heizung, USB 3.0 Schnittstelle uvm. Das alles bei einem Gewicht von nur 640 Gramm!



verschobene Zunahme langer Mondfinsternisse, die nun, eben antizyklisch, zur gesamten Anzahl totaler Mondfinsternisse verläuft. Sobald eine Serie langer Mondfinsternisse endet, schliesst eine neuerliche Serie (mehrheitlich) randnaher Mondfinsternisse an.

Verteilung der Mondfinsternisse

Über die Verteilung der Mondfinsternisse finden wir in MEEUS [4] folgende Erklärung: Im Zeitraum vom Jahr 0 bis 2999 gibt es insgesamt 7'245 Mondfinsternisse, von denen 2'089 total sind, 2'536 partiell und 2'620 durch den Halbschatten verlaufen. Daraus wäre es naheliegend, abzuleiten, dass jedes Jahrhundert 241 oder 242 Mondfinsternisse hätte, also 70 totale, 84 oder 85 partielle sowie 87 Halbschattenfinsternisse. Dies wäre die arithmetische Verteilung. Wie gesehen, verhält es sich die Situation in Tat und Wahrheit anders. Meeus weist mit Blick auf Abbildung 6 ebenfalls auf die antizyklische Verteilung der tiefen totalen

Mondfinsternisse zur Gesamtzahl aller totaler Finsternisse hin.

Ergänzend dazu ist Abbildung 7 interessant. Jeder schwarze Punkt stellt eine Kernschatten-Mondfinsternis dar, hier im Zeitraum von 1500 bis 2500. Wenn wir die Finsternisse nach ihrer Tiefe im Kernschatten (Magnitude 1.0 entspricht dabei dem scheinbaren Mondurchmesser) chronologisch gegen die Finsternisgrösse auftragen, so entsteht ein sich stetig wiederholendes netzartiges Muster. Total ist eine Mondfinsternis ab einer Grösse von 1.0. Maximal kann die Finsternis 1.88 Magnitude gross werden (Mond im Apogäum, Erde im Aphel). Die Mondfinsternis am 26. Juli 1953 war die tiefste des vergangenen Jahrhunderts. Was wir nun auch verstehen: Die maximale Finsternisgrösse sagt nichts über die Länge der Totalität aus, wie wir uns schwer an der bevorstehenden Mondfinsternis vom 27. Juli 2018 mit einer Grösse von «nur» 1.613 sehen können.

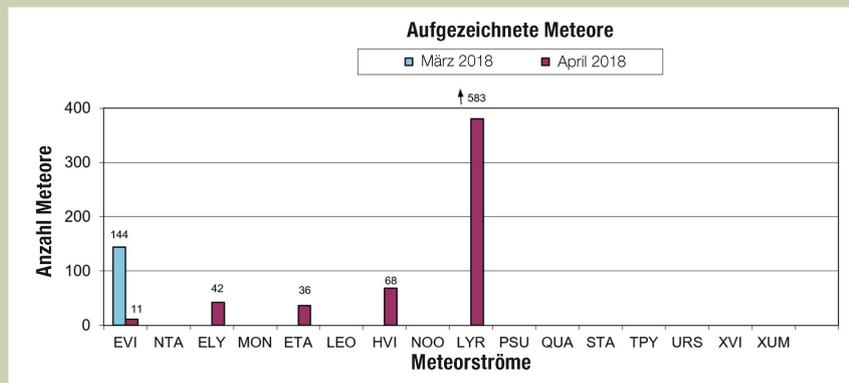
Es ist aber gefährlich, Statistiken in einem zu kurzen Zeitraum durchzuführen. Aus der Tatsache, dass

es in der Zeit von 1900 bis 2099 insgesamt 165 Mondfinsternisse und nur 123 partielle Mondfinsternisse gibt, könnte man verallgemeinern, dass, wenn der Mond den Kernschatten der Erde durchquert, er im Durchschnitt häufiger total verfinstert wird. Wie wir gesehen haben, gibt es auf lange Sicht aber mehr partielle Eklipsen als totale. Dies zeigt sich auch in Abbildung 7 sehr schön.

Es ist sofort ersichtlich, dass die Punkte in der Übersicht nicht gleichmässig verteilt sind. Um das Jahr 1700 gab es zum Beispiel viele partielle Finsternisse mit einer Magnitude nahe 0.6 und viele tiefe totale Finsternisse mit einer Magnitude von 1.6 oder grösser; aber es gab relativ wenige totale Finsternisse mit einer Magnitude zwischen 1.0 und 1.5 und einige sehr kleine partielle Finsternisse. Dasselbe gilt für den Zeitraum um 2300 n. Chr. Antizyklisch zeigt sich die Verteilung um das Jahr 2000: Hier gibt es zwar viele totale Mondfinsternisse mit einer Magnitude zwischen 1.0 und 1.4, zahlreiche kleine partielle

Swiss Meteor Numbers 2018

Fachgruppe Meteorastronomie FMA (www.meteore.ch)



ID	Beobachtungsstation	Methode	Kontaktperson	3/2018	4/2018
ALT	Beobachtungsstation Altstetten	Video	Andreas Buchmann	15	86
BAU	Beobachtungsstation Bauma	Video	Andreas Buchmann	0	31
BAU	Beobachtungsstation Bauma	visuell	Andreas Buchmann	0	0
BOS	Privatsternwarte Bos-cha	Video	Jochen Richert	538	1268
BUE	Sternwarte Bülach	Foto	Stefan Meister	0	0
EGL	Beobachtungsstation Eglisau	Video	Stefan Meister	60	127
FAL	Sternwarte Mirasteilas Falera	Video	José de Queiroz	73	121
GNO	Osservatorio Astronomica di Gnosca	Video	Stefano Sposetti	890	938
GOR	Sternwarte Stellarium Gornergrat	Foto	P. Schlatter / T. Riesen	0	0
LOC	Beobachtungsstation Locarno	Video	Stefano Sposetti	0	92
MAI	Beobachtungsstation Maienfeld	Video	Martin Dubs	62	112
MAU	Beobachtungsstation Mauren	Video	Hansjörg Nipp	159	284
PRO	Beobachtungsstation Priosito	Video	Viola Romero	55	79
SCH	Sternwarte Schafmatt Aarau	Foto	Jonas Schenker	0	0
SON	Sonnenturm Uecht	Foto	T. Friedli / P. Enderli	0	2
VTE	Observatoire géophysique Val Terbi	Video	Roger Spinner	347	758
WOH	Beobachtungsstation Wohlen BE	Foto	Peter Schlatter	0	0

März 2018 Total: 2198

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	68	12	80	2	13	56	153	114	36
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
65	63	102	178	78	86	7	7	5	56
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
42	189	190	135	111	109	53	35	15	14

Anzahl Sporadische: 1052 Anzahl Sprites: 2
Anzahl Feuerkugeln: 0
Anzahl Meldeformulare: 1

April 2018 Total: 3888

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
79	141	6	14	92	233	204	85	1	58
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
82	27	120	125	27	46	142	247	238	227
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
334	369	278	153	208	89	68	62	24	20

Anzahl Sporadische: 3147 Anzahl Sprites: 1
Anzahl Feuerkugeln: 1
Anzahl Meldeformulare: 3

Video-Statistik 3/2018
Einzelbeobachtungen: 1674 = 90% 1674
Simultanbeobachtungen: 184 = 10% 524
Total: 1858 = 100% 2198

Video-Statistik 4/2018
Einzelbeobachtungen: 2338 = 81% 2338
Simultanbeobachtungen: 541 = 19% 1550
Total: 2879 = 100% 3888

Finsternisse mit unter 0.5, aber nur wenige Finsternisse mit einer Grösse zwischen 0.5 und kleiner als 1.0 und grösser als 1.5.

Evektion verformt die Mondbahn

Eine Mondbahnstörung, die Evektion, hat auf die Mond- aber auch auf die Sonnenfinsternisse einen Einfluss. Es sind periodische Störungen der Exzentrizität sowie der Lage der Apsidenlinie, welche die Mondbahn verformen. Stehen die drei Himmelskörper Sonne, Erde und Mond auf einer Geraden, was bei Voll- und Neumond der Fall ist, so zieht die Sonne unseren Trabanten stärker an, als etwa in den Halbmondpositionen. Die mittlere Exzentrizität der Mondbahn beträgt 0.055. Sie wird aber von einer 31.81-tägigen Schwankung von ± 0.014 überlagert sowie einer 205.9-tägigen von ± 0.008 . Immer wenn die grosse Halbachse der Mondbahn auf die Sonne gerichtet ist, erreicht die Exzentrizität ein Maximum. Dies tritt rund alle 205.9 Tage auf, also nach etwas mehr als einem halben Jahr, da auch die Apsidenlinie täglich rechtläufig um 0.1° wandert.

In Abbildung 5 können wir diese Schwingung sehen. Letztmals trat ein Vollmond in extremer Apogäumstellung am 9. Juni 2017 ein, also ziemlich exakt vor 413.6 Tagen, wenn wir vom 27. Juli 2018 zurückrechnen. Dazwischen fiel am 19. Dezember 2017 (vor 206.8 Tagen) der noch fast leere Mond mit dem Apogäum zusammen. Auffallend ist, dass die Extrema der Apogäen deutlich weniger stark oszillieren wie die Perigäumsdistanzen.

Wann gibt es die längste Totalität?

Rekapitulieren wir noch einmal alle Bedingungen, die eine maximal lange Mondfinsternistotalität hervorbringen:

- Der Vollmond sollte möglichst zeitnah ein extremes Apogäum durchlaufen. Dann ist er maximal weit von der Erde entfernt, erscheint sehr klein und ist mit der langsamsten Bahngeschwindigkeit unterwegs.
- Ein extremes Apogäum ist nur dann möglich, wenn die Apsidenlinie auf die Sonne gerichtet ist und die Mondbahnellipse maximal «elliptisch» ist (alle 205.9 Tage).
- Das Intervall zwischen dem Passieren des Mondknotens und der genauen Vollmondstellung muss möglichst klein sein, am besten zeitgleich. Nur dann durchläuft der Vollmond den Erdschatten zentral.

- Anfang Juli, wenn die Erde in Sonnenferne steht, ist der Öffnungswinkel des Erdschattens flacher (vgl. dazu Abbildungen 2, 3 und 4).

Anders als bei den Sonnenfinsternissen, wo es noch die geografische Breite des Beobachters für eine möglichst lange Totalitätsdauer zu berücksichtigen gilt, ist es bei den Mondfinsternissen etwas einfacher. Wir sehen, dass es keine Faktoren gibt, die sich gegenseitig «beissen», sprich, nicht gleichzeitig erfüllt sein könnten. Dies macht die Eingrenzung schon erheblich einfacher. Optimal wäre eine zentrale totale apogäische Mondfinsternis zum Zeitpunkt der Erdferne und gleichzeitiger Ausrichtung der Apsidenlinie auf die Sonne! Ausschliessen können wir sicher die Wintermonate, denn selbst wenn der Voll-

Längste totale Mondfinsternisse über 1 h 46 min

(Nach FRED ESPENAK) * längste Finsternis, aber nicht ganz zentral ** zentral, aber nicht nahe am Erd-Aphel

Jahr / Datum	Grösse im Kernschatten	Totalitätsdauer	Aphelstellung der Erde	Anzahl Tage zwischen Aphel und Finsternis
1921 v. Chr. / 7. April	1.7681	1h46m17s	13. Mai 1921 v. Chr.	+ 36 Tage
1646 v. Chr. / 24. Juni	1.7946	1h46m17s	18. Mai 1646 v. Chr.	- 37 Tage
1505 v. Chr. / 27. Mai	1.7948	1h46m28s	19. Mai 1505 v. Chr.	+ 8 Tage
1364 v. Chr. / 28. April	1.7910	1h46m25s	21. Mai 1364 v. Chr.	+ 23 Tage
380 v. Chr. / 6. Juni	1.7703	1h46m11s	30. Mai 380 v. Chr.	- 7 Tage
239 v. Chr. / 9. Mai	1.7713	1h46m07s	31. Mai 239 v. Chr.	+ 22 Tage
54 / 7. August	1.7924	1h46m09s	1. Juni 54	- 67 Tage
177 / 28. Juni	1.7874	1h46m29s	5. Juni 177	- 23 Tage
318 / 31. Mai	1.7951	1h46m36s	7. Juni 318	+ 7 Tage *
459 / 3. Mai	1.8167	1h46m32s	8. Juni 459	+ 35 Tage **
1443 / 12. Juni	1.8097	1h46m14s	17. Juni 1443	+ 5 Tage
1584 / 24. Mai	1.8145	1h46m05s	18. Juni 1584	+ 25 Tage
1859 / 13. August	1.8148	1h46m27s	2. Juli 1859	- 42 Tage
2000 / 16. Juli	1.7684	1h46m24s	4. Juli 2000	- 12 Tage
2123 / 9. Juni	1.7487	1h46m06s	6. Juli 2123	+ 27 Tage

Tabelle 1: Hier sehen wir die längsten totalen Mondfinsternisse von 2000 v. Chr. bis 3000 n. Chr. Wir stellen tatsächlich fest: Alle langen Totalitäten fanden um die Aphelstellung der Erde herum statt.

Für alle Ansprüche das richtige Material

Finden Sie es heraus:
Astro Optik Kohler
www.aokswiss.ch



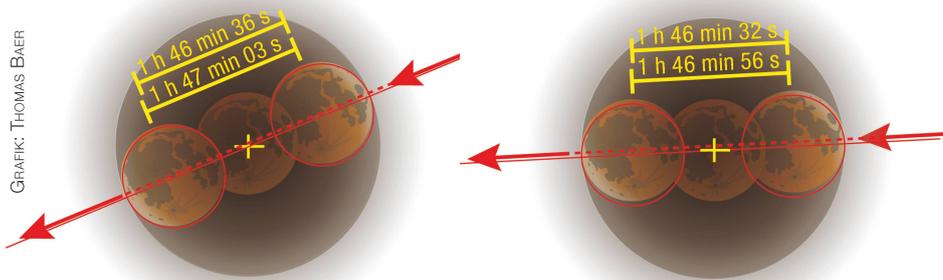
Von der Montierung über die optischen Geräte bis zur Kamera. Wenn Sie mehr als das Mittelmass suchen und die ewigen Kompromisse leid sind. Es muss dann aber nicht einfach das beste sein, sondern das beste das genau zu Ihnen passt. Einfach um am Schluss die Freude an der Astronomie zu geniessen statt sich aufzuregen.





Aufnahme mit Officina Stellare RC500 auf einer Heikules V48

GRAFIK: THOMAS BAER



Totale Mondfinsternis am 31. Mai 318
 Finsternisgrösse: 1.7951
 Totalitätsdauer: 1 h 46 min 36 s
Theoretische Totalitätsdauer bei zentralem Schattendurchgang: 1 h 47 min 03 s

Totale Mondfinsternis am 3. Mai 459
 Finsternisgrösse: 1.8167
 Totalitätsdauer: 1 h 46 min 32 s
Theoretische Totalitätsdauer bei zentralem Schattendurchgang: 1 h 46 min 56 s

Abbildung 8: Die beiden längsten totalen Mondfinsternisse vom 31. Mai 318 und vom 3. Mai 459. Rot überlagert ist die perfekte zentrale Mondfinsternis gezeichnet, die im Fall links nach meinen Berechnungen 27 Sekunden und in der Situation rechts 24 Sekunden länger als die wirkliche Totalität gedauert hätte!

mond dann ein extremes Apogäum durchläuft, fällt die Finsternis knapp zwei Minuten kürzer aus. Rein rechnerisch können wir die Länge der längstmöglichen Totalität unter Berücksichtigung der Erdschattenvergrößerung (Seite 28) berechnen [5]. Vergrössern wir den Schatten um die rund 2%, so dehnt sich die Totalität auf 107 Minuten. Diese Länge tritt aber im ganzen Zeitraum von 2000 v. Chr. bis 3000 n. Chr. gar nie ein (Tabelle 1). Nur schon dies zeigt, dass höchst selten, alle Bedingungen optimal und gleichzeitig erfüllt sind. Ist das Intervall «Anzahl Tage zwischen Aphel-Stellung der Erde und Mondfinsternis» kurz, taucht vielleicht der Mond nicht ganz zentral in den Erdschatten ein, oder sein Apogäumszeitpunkt erfolgt nicht perfekt um den Finsternistermin herum. So gab es am 31. Mai des Jahres 318 die längste totale Mondfinsternis in diesen 5'000 Jahren! Wäre sie perfekt zentral verlaufen, hätte sie die 107-Minuten-Marke um wenige Sekunden geknackt. Auch die totale Finsternis am 3. Mai 459 wäre als perfekt zentrale Finsternis um 4 Sekunden knapp an der Rekorddauer vorbeigeschrammt (vgl. dazu Abbildung 8)!

Fazit

Klar wird nun aber, dass die längsten totalen Mondfinsternisse (über 106 Minuten) nur um die Aphel-Stel-

lung der Erde herum eintreten können, je näher, desto besser. Würden auch die anderen Bedingungen ex-

Längste totale Mondfinsternisse im 21. Jahrhundert

(Nach FRED ESPENAK)

Datum	Grösse im Kernschatten	Totalitätsdauer
15. Juni 2011	1.700	1h40m12s
27. Juli 2018	1.609	1h42m57s
26. Juni 2029	1.844	1h41m43s
7. Juli 2047	1.751	1h40m49s
17. Juni 2076	1.794	1h40m10s
28. Juni 2094	1.823	1h40m36s

Tabelle 2: Die sechs totalen Mondfinsternisse des 21. Jahrhunderts, die mehr als 100 Minuten dauern. Keine ist länger als jene vom 27. Juli 2018, trotz ihrer nicht perfekten Zentralität.

akt passen, wäre uns die Rekord-Mondfinsternis, wie gesehen, sicher!

Am 27. Juli 2018 müssen wir uns mit einer Totalitätsdauer von 1 Stunde und 43 Minuten begnügen, immerhin im Wissen, dass keine totale Mondfinsternis im ganzen 21. Jahrhundert länger dauern wird. ■

Quellen

- [1] FRED ESPENAK, <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/LEcat5/LEcatalog.html>
- [2] JEAN MEEUS, Canon of Solar Eclipses –2003 to +2526
- [3] ERICH LAAGER, Berechnungen der Schattendurchgänge
- [4] JEAN MEEUS, Mathematical Astronomy Morsels, 1997
- [5] FRED ESPENAK, <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/LEcat5/shadow.html>



BILD: THOMAS BAER / STERNWARTER BÜLACH



Mit der ETH auf Forschungsreise durchs All Expedition Sonnensystem

■ Von Thomas Baer

Die ETH Zürich ist bei drei Weltraummissionen der ESA und NASA an vorderster Front mit dabei. Sie vermessen das Erdmagnetfeld (Swarm), wollen Gravitationswellen erfassen (LISA) sowie Beben und Meteoriteneinschläge auf dem Mars aufspüren (InSight).

Diese sehenswerte Ausstellung im ETH-Gebäude NO an der Sonneggstrasse 5 in Zürich macht die Wissenschaft auch für Laien zu einem Erlebnis! Nicht immer ist Aussenstehenden bewusst, was an welchen Instituten aktuell geforscht wird und die Schweiz immer wieder an Weltraummissionen an vorderster Front beteiligt ist. Die Ausstellung «Expedition Sonnensystem» gibt dazu spannende Einblicke. Die Wissenschaftler stellen sich und ihre Forschungsgebiete in Comic-Form

gleich selbst vor, eine gelungene Symbiose, die Naturwissenschaft auf schwungvoll gestalteten Tafeln einfach verständlich transportiert. «Wir sind stolz, wie die Berliner Illustratorin und Videokünstlerin ASTRID NIPPOLDT das Ganze umgesetzt hat», schwärmt *focusTerra*-Leiterin ULRIKE KASTRUP. «Sie hat sich ganz in die Rolle des wissbegierigen Laien versetzt, spannende Fragen gestellt und die Wissenschaftler über ihre Forschungsarbeiten berichten lassen.»



Bild: Studio Nippoldt; / FOCUS TERRA – ETH ZÜRICH

InSight-Mission als Anlass

Aufhänger der Ausstellung ist die inzwischen erfolgreich gestartete InSight-Mission zu Mars, für welche an der ETH Zürich ein Team um PETER ZWEIFEL vom Electronic and Instrument Laboratory das Seismometer entwickelt hat.

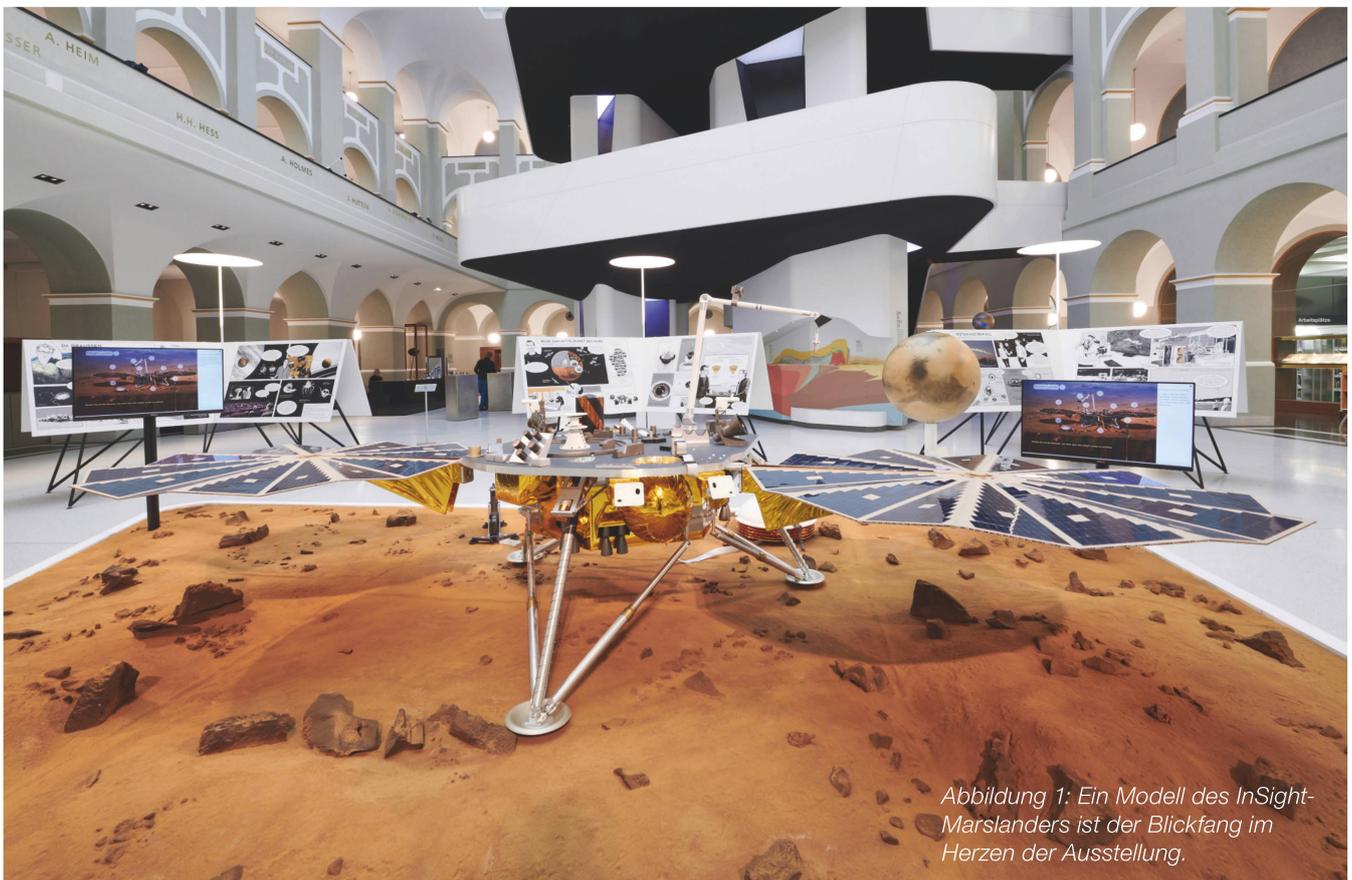


Abbildung 1: Ein Modell des InSight-Marslanders ist der Blickfang im Herzen der Ausstellung.

Bild: FOCUS TERRA / MATTHIAS AUER

Ein Modell des Landers im Massstab 1:2 ist der Blickfang der Ausstellung schlechthin. Wie in der letzten ORION-Ausgabe berichtet, ist es das Ziel, ins Innere des Mars zu horchen, um ein besseres Bild über den Aufbau des roten Planeten zu bekommen. MAREN BÖSE, Senior Scientist in der Geophysik, erklärt auf «ihrer Tafel», wie sie Methoden entwickelte, um Marsbeben und Meteoriteneinschläge zu lokalisieren, während ihr Kollege, CHRISTIAN LIEBSKE, berichtet, wie er im Labor das Innere von Planeten «nachkocht» und Druck und Temperatur im Marskern simuliert.

Die Ausstellung dreht sich aber nicht nur um Mars, sondern behandelt auch Fragen, wie Edelmoleküle in Meteoriten, Kometenstaub und aus Proben von Weltraummissionen gemessen werden, wie das Wasser auf die Erde kam oder wir begeben uns mit NEDA MESHKSAR auf die Spuren EINSTEINS und erfahren, wie sie sich an der Entwicklung eines Gravitationswellendetektors im All beteiligt.

Die Sonderausstellung «Expedition Sonnensystem» dauert noch bis zum 16. Juni 2019. Das Rahmenprogramm entnehmen Sie der Box. ■

focusterra

Ort: ETH Zürich, Gebäude NO
Sonneggstrasse 5, 8092 Zürich
Telefon: +41 44 632 62 81
Mail: info_focusterra@erdw.ethz.ch
Internet: www.focusterra.ethz.ch

Öffnungszeiten

Montag bis Freitag: 09:00 bis 17:00 Uhr
Sonntag: 10:00 bis 16:00 Uhr
Feiertage: Informationen auf der Webseite, Eintritt frei

Rahmenprogramm

www.focusterra.ethz.ch/sonderausstellungen/aktuell.html

Öffentliche Vorträge

Ab September 2018, jeweils donnerstags, 18:15 Uhr

Lange Nacht der Zürcher Museen

Samstag, 1. September 2018, 19:00 Uhr bis 02:00 Uhr

Experimentier- und Erzählnachmittage «Märchenhafte Geologie»

Sonntag, 18. November 2018, 14:00 Uhr, und 24. Februar 2019, 14:00 Uhr

Öffentliche Führungen

dienstags, 18:15 Uhr

Workshops in den Sommerferien

für Kinder und Jugendliche

Öffentliche Führungen am Sonntag

Dauerausstellung: 14:00 Uhr
Erdbebensimulator: 11:00 / 13:00 / 15:00 Uhr
Weitere Führungen und Spezialveranstaltungen:
Informationen und Buchung unter:
www.focusterra.ethz.ch

Für Schulen

Führungen für Schulklassen zu Themen der Sonderausstellung

ab April 2018, online Buchung
www.focusterra.ethz.ch



Abbildung 2: Alle je geflogenen Planeten-Missionen auf einen Blick.

Doppelte Sternbedeckung durch den Asteroiden «Inge»

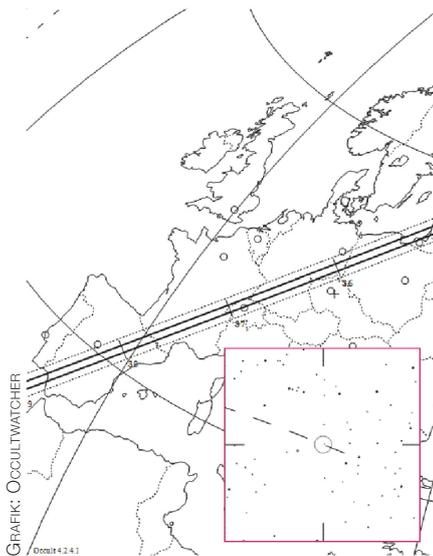


Abbildung 1: Der Zentralpfad der Sternbedeckung lief deutlich westlich von Gnosca TI vorbei. Dennoch konnte dort eine Bedeckung aufgezeichnet werden!

Der 7. November 2016 war ein Montag. Am Abend wollte ich eigentlich ein Referat in Lugano (TI) über die Lichtverschmutzung hören, doch ausgerechnet an diesem Datum um 21:36 Uhr MEZ war eine besondere Sternbedeckung vorhergesagt. Die Software «Occultwatcher» zeigte mir, dass der Asteroid (2494) Inge den 12.5^{mag} Stern 2UCAC 43051828 bedecken würde. Die Wahrscheinlichkeit, dass ich an meinem Beobachtungsstandort Gnosca die Bedeckung sehen würde, war mit nur 0.2 % gering, aber es war wohl einen Versuch wert. Der Bodenpfad lag in der westlichen Schweiz und verlief von Basel in Richtung Genf. Mein Beobachtungsort lag 170 Kilometer weit weg.

Der Himmel war wolkenlos. Um 20:00 Uhr MEZ richtete ich das Teleskop, stoppte den RA-Motor, startete die Aufnahme der Bilder und fuhr mit dem Auto doch noch zur Konferenz. Gegen 23:00 Uhr MEZ war ich wieder zurück. Gespannt schaute ich die Aufnahmen an, um zu wissen, ob die Zentrierung gut war, und hoffte, dass der Stern nicht gesättigt war, da man mit 8-bit-Videokameras nicht sehr viel Spielraum hat. Alles schien gut gegan- gen zu sein und eine rasche visuelle Beurteilung der Bedeckung zeigte, dass sie sich sogar als positiv erwies. Ich liess die Software eine sorgfältige Analyse vornehmen. Eine Minute ver-

ging und die Lichtkurve erschien, und was für eine! Es war ein Doppelereignis! Ich kannte zwar ein solches Verhalten, denn zwei meiner Freunde, M. BIANDA und R. RAMELLI von IRSOL, hatten mit der Sternbedeckung von (554) Peraga in 2011 ein solches Phänomen gemessen. Also nichts Neues.

Ich rief den Genfer Astronom RAOUL BEHREND an. Er fragte nach meinen Bildern, damit er eine photometrische Analyse durchführen könne, während ich mich mit der zeitlichen Messung beschäftigte.

Zusammen verfassten wir einen Bericht für Euraster (die verantwortliche europäische Zentrale für Sternbedeckungen), wo wir uns über die Peka- riarität der Beobachtung äusserten. Die bisherigen Daten über (2494) Inge lassen einen 48 Kilometer breiten Körper vermuten. Unsere Zeitmessungen zeigten aber eine erste 8 km und eine

zweite 42 km umfassende Bedeckung. Beide sind durch ein 26 km-Intervall getrennt. Das gesamte Ereignis war 76 km «lang», also 50 % mehr als gedacht.

Glücklicherweise zog dieser Brocken nur fünf Wochen später für Amerika nochmals vor einem Stern durch. Neue Ephemeriden wurden berechnet und potentielle Beobachter auf diese interessante Gelegenheit, das Ereignis zu verfolgen, aufmerksam gemacht. Tatsächlich wurde die Sternbedeckung von acht Personen beobachtet, jedoch konnte nur einer, B. DUNFORD, effektiv eine Bedeckung sehen. Leider zeigte seine Messung aber kein Doppelereignis, war aber trotzdem wichtig. 2018 kommt es zu keinen weiteren Ereignissen des Asteroiden «Inge», doch wir behalten den Brocken für allfällige doppelten Sternbedeckungen im Auge. ■ (Stefano Sposetti)

(2494) Inge - 7 NOV 2016

Observed by Stefano Sposetti, Gnosca, Switzerland

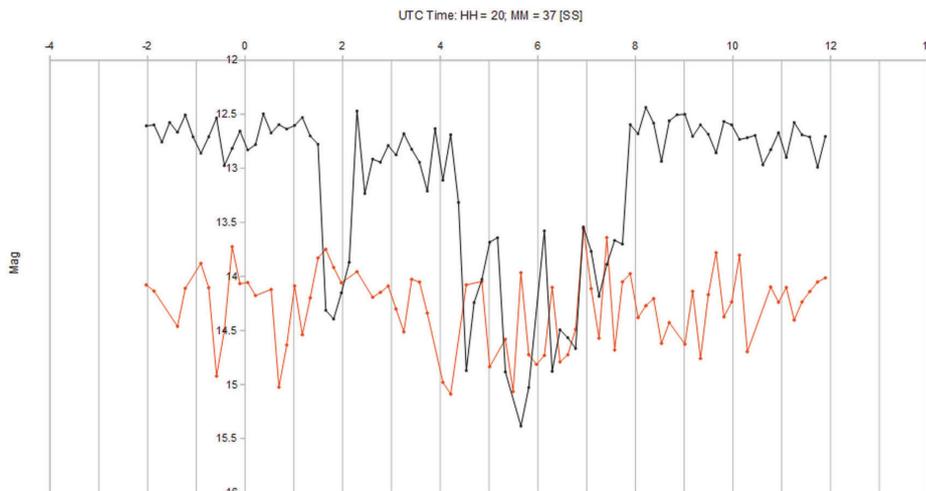
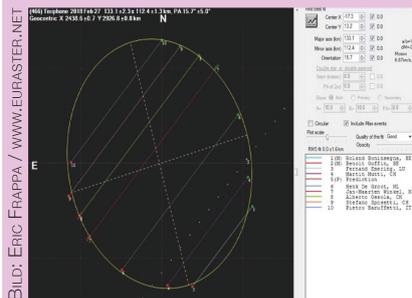


Abbildung 2: Wir sehen, dass die Lichtkurve (schwarz) zweimal abfällt.

Swiss Occultation Numbers 2018

Fachgruppe Sternbedeckungen (<https://sag-sas.ch/ueber-die-sag/fachgruppen/>)



Januar bis Februar 2018

Beobachter	Lage	pos.	neg.
Manna A.	Cugnasco	0	4
Mutti M.	Sternwarte Uecht	1	0
Ossola A.	Muzzano	1	4
Sposetti S.	Gnosca	2	32

Positive Ereignisse

Asteroiden	Datum	Intervall
(84522) 2002 TC302	28. Januar	1
(466) Tisiphone	27. Februar	3

27. JULI 2018
Ab 18 Uhr

MONDFINSTERNIS

Live im Verkehrshaus in Luzern

- Liveübertragung der Finsternis in die Planetariums-Kuppel
- Planetarium-Shows den Themen Mond und Mars
- Filmtheater und Media World mit Spezialprogramm
- Vorträge zu verschiedenen astronomischen Themen
- Bei guter Witterung Planeten- und Mondbeobachtung mit Fernrohren

Informationen und Tickets unter: www.verkehrshaus.ch/mond

Vorträge, Kurse, Seminare und besondere Beobachtungsanlässe



JUNI

■ *Samstag, 16. Juni 2018, 20:30 Uhr MESZ*
Vorstellungen von Raum, Zeit und Realität im Laufe der Geschichte
 Referent: Dr. UELI GÖTZ, EAF, Riehen
 Ort: Sternwarte «ACADEMIA Samedan», Chesa Cotschna, Academia Engiadina, 7503 Samedan
 Veranstalter: Engadiner Astronomiefreunde
 Internet: <http://www.engadiner-astrofreunde.ch>

Im Anschluss Führung in der Sternwarte
«Die Jagdhunde – ein kaum bekanntes Sternbild»
 Demonstratoren: WALTER KREIN, MATTIA STETTLER

■ *Sonntag, 17. Juni 2018, 11:30 – 15:00 Uhr MESZ*
Sonnenapéro
 Ort: Sternwarte Schafmatt
 Veranstalter: Astronomische Vereinigung Aarau AVA
 Internet: <http://www.sternwarte-schafmatt.ch>

JULI

■ *Dienstag oder Donnerstag, 17. Juli oder 19. Juli 2018, ab 09:00 Uhr MESZ*
Astronomischer «Schnupperkurs»
 Ort: Schul- und Volkssternwarte Bülach
 Veranstalter: Astronomische Gesellschaft Zürcher Unterland AGZU
 Internet: <http://www.sternwarte-buelach.ch>

■ *Sonntag, 22. Juli 2018, 11:30 – 15:00 Uhr MESZ*
Sonnenapéro
 Ort: Sternwarte Schafmatt
 Veranstalter: Astronomische Vereinigung Aarau AVA
 Internet: <http://www.sternwarte-schafmatt.ch>

■ *Mittwoch, 25. Juli 2018, 20:00 Uhr MESZ*
Die grosse Marsopposition
 Referent: THOMAS BAER, Leiter der Sternwarte Bülach

■ *Donnerstag, 26. Juli 2018, 20:00 Uhr MESZ*
Die «Jahrhundert-Mondfinsternis»
 Referent: THOMAS BAER, Leiter der Sternwarte Bülach
 Ort: Schul- und Volkssternwarte Bülach
 Veranstalter: Astronomische Gesellschaft Zürcher Unterland AGZU
 Internet: <http://www.sternwarte-buelach.ch>

MONDFINSTERNIS



Öffentliche Führungen in der Urania-Sternwarte Zürich:

Donnerstag, Freitag und Samstag bei jedem Wetter. Sommerzeit: 21 h, Winterzeit: 20 h.

Am 1. Samstag im Monat Kinderführungen um 15, 16 und 17 h. Uraniastrasse 9, in Zürich.

www.urania-sternwarte.ch

■ *Freitag, 27. Juli 2018, ab 21:00 Uhr MESZ*
Beobachtung der totalen Mondfinsternis & Marsopposition
 Ort: Urania Sternwarte Zürich
 Veranstalter: Astronomische Gesellschaft Urania Zürich AGUZ
 Internet: <https://aguz.astronomie.ch>

■ *Freitag, 27. Juli 2018, ab 19:00 Uhr MESZ*
Beobachtung der totalen Mondfinsternis & Marsopposition
 Ort: Schul- und Volkssternwarte Bülach
 Veranstalter: Astronomische Gesellschaft Zürcher Unterland AGZU
 Internet: <http://www.sternwarte-buelach.ch>

■ *Freitag, 27. Juli 2018, ab 20:30 Uhr MESZ*
Beobachtung der totalen Mondfinsternis & Marsopposition
 Ort: Sternwarte Rotgrueb Rümlang
 Veranstalter: Verein Sternwarte Rotgrueb Rümlang VSRR
 Internet: <http://sternwarte-ruemlang.ch>

■ *Freitag, 27. Juli 2018, ab 21:00 Uhr MESZ*
Beobachtung der totalen Mondfinsternis & Marsopposition
 Ort: Sternwarte «ACADEMIA Samedan», Chesa Cotschna, Academia Engiadina, 7503 Samedan
 Veranstalter: Engadiner Astronomiefreunde
 Internet: <http://www.engadiner-astrofreunde.ch>

Veranstaltungen wie Teleskoptreffen, Vorträge und Aktivitäten auf Sternwarten oder in Planetarien können nur erscheinen, wenn sie der Redaktion rechtzeitig gemeldet werden. Für geänderte Eintrittspreise und die aktuellen Öffnungszeiten von Sternwarten sind die entsprechenden Vereine verantwortlich. Der Agenda-Redaktionsschluss für die August-Ausgabe (Veranstaltungen August und September 2018) ist am 15. Juni 2018. (Bitte Redaktionsschluss einhalten. Zu spät eingetroffene Anlässe können nach dem 15. Juni 2018 nicht mehr berücksichtigt werden.)

Marokko

SaharaSky®

Kasbah Hotel & Sternwarte

Einmalig dunkler Sternhimmel

Komfortable Anreise von Deutschland · Komforthotel mit Spa · Hochwertige Teleskope · Visuell & Astrofotos
 Sternwarteninfos: www.saharasky.com · Hotelinfos: www.hotel-sahara.com



Sternwarten und Planetarien

ÖFFENTLICHE STERNWARTEN

- *Jeden Freitag- und Samstagabend, 21:30 Uhr MESZ*
Sternwarte «Mirasteilas», Falera
 Eintritt Erwachsene Fr. 15.–, Jugendliche bis 16 Jahre Fr. 10.–
 Anmeldung erforderlich bei Flims Laax Falera Tourismus unter 081 921 65 65
 Weitere Informationen unter: <http://www.sternwarte-mirasteilas.ch>
- *Jeden Freitagabend ab 20:00 Uhr MESZ (bei jedem Wetter)*
Schul- und Volkssternwarte Bülach
 Besuchen Sie die erweiterte Sternwarte Bülach an einem schönen Freitagabend.
<http://sternwartebuelach.ch>
- *Jeden Mittwoch, ab 21:00 Uhr MESZ (Sommer), nur bei gutem Wetter*
Sternwarte Rotgrueb, Rümlang
 Im Winterhalbjahr finden die Führungen ab 19:30 Uhr statt. Sonnenbeobachtung: Jeden 1. und 3. Sonntag im Monat ab 14:30 Uhr (bei gutem Wetter).
- *Jeden Dienstag, 20:00 bis 22:00 Uhr (bei Schlechtwetter bis 21:00 Uhr)*
Sternwarte Hubelmatt, Luzern
 Sonnenführungen im Sommer zu Beginn der öffentlichen Beobachtungsabende. Jeden Donnerstag: Gruppenführungen (ausser Mai – August)
- *Jeden Donnerstag, Juni/Juli (Öffnungszeiten im Stadtanzeiger)*
Sternwarte Muesmatt, Muesmattstrasse 25, Bern
 Nur bei guter Witterung (Sekretariat ALUB 031 631 85 91)
- *Während der Sommerzeit, mittwochs von 20:30 bis ca. 22:30 Uhr MESZ*
Sternwarte Eschenberg, Winterthur
 Während der Winterzeit (Ende Oktober bis Ende März) ab 19:30 Uhr.
 Achtung: Führungen nur bei schönem Wetter!
- *Jeden Freitag, ab 21:00 Uhr (1. Apr. – 30. Sept.) / 20:00 Uhr (1. Okt. – 31. März)*
Sternwarte Schafmatt (AVA), Oltingen, BL
 Eintritt: Fr. 10.– Erwachsene, Fr. 5.– Kinder.
 Bei zweifelhafter Witterung: Telefon-Nr. 062 298 05 47 (Tonbandansage)
- *Jeden Freitagabend, im Juni und Juli (ab 22:30 Uhr MESZ)*
Sternwarte – Planetarium SIRIUS, BE
 Eintrittspreise: Erwachsene: CHF 14.–, Kinder: CHF 7.–
- *Les visites publiques, consultez: <http://www.obs-arbaz.com/>*
Observatoire d'Arbaz – Anzère
 Il est nécessaire de réserver à l'Office du tourisme d'Anzère au 027 399 28 00, Adultes: Fr. 10.–, Enfants: Fr. 5.–.
- *Jeden Freitag bei klarem Himmel: Sommerzeit 21:00 – 23:00 Uhr*
Beobachtungsstation des Astronomischen Vereins Basel
 Auskunft: astronomie-basel.ch oder Telefon 061 422 16 10 (Band)
- *Les visites ont lieu (mardi soir) en été 21 h (durant l'hiver dès 20:00 heures)*
Observatoire de Vevey (SAHL) Sentier de la Tour Carrée
 Chaque premier samedi du mois: Observation du Soleil de 10 h à midi.
 Tel. 021/921 55 23
- *Öffentliche Führungen*
Stiftung Jurasternwarte, Grenchen, SO
 Auskunft: e-mail: info@jurasternwarte.ch, Therese Jost (032 653 10 08)
- *Öffentliche Führungen (einmal monatlich, siehe Link unten)*
Sternwarte «ACADEMIA Samedan»
 Auskunft: <http://www.engadiner-astrofreunde.ch/oeffentliche-anlaesse.html>

Sternwarte Kreuzlingen

■ *Jeden Mittwoch, ab 19:00 Uhr MESZ*
Sternwarte Kreuzlingen
 Ort: Breitenrainstrasse 21, CH-8280 Kreuzlingen

Es wird bei jeder Witterung ein Programm angeboten. Am frühen Abend wird jeweils eine kurze Einführung im Planetarium über den aktuellen Sternenhimmel gegeben.

■ *Vorführungen*
Planetarium Kreuzlingen

Mittwoch: 14:45 Uhr MESZ und 16:15 Uhr und 19:00 Uhr MESZ
 Samstag: 15:00 Uhr MESZ und 16:45 Uhr MESZ
 Sonntag: 14:00 Uhr MESZ und 15:45 Uhr MESZ
 Zusätzliche Vorführungen werden auf der Homepage publiziert.



Internet: <http://www.avk.ch/>

KENNER-SET

Themenheft 4
Sterne & Sternbilder
Sterne – ihre Entstehung und Entwicklung
Sternbezeichnungen und Sternbilder
Orientierung am Himmel und astronomische Koordinaten
Arbeit mit der Sternkarte
Der Sternenhimmel durch die vier Jahreszeiten

JETZT BESTELLEN

ORIONMEDIEN.CH
071 644 91 95

im Set
CHF 25.–
statt 31.–

Bestellen Sie jetzt die ORION-Sternkarte oder das frisch erschienene THEMENHEFT «Sterne & Sternbilder» oder beide im Set.

Die Fachzeitschrift ... / Le journal ...

«ORION» erscheint bereits seit 1943, ursprünglich diente die Fachzeitschrift vorrangig als Informationsplattform der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft SAG. Seit 2007 richtet sich das Heft nicht nur an fortgeschrittene Amateur-Astronomen, sondern auch an Einsteiger. Sechsmal jährlich in den Monaten Februar, April, Juni, August, Oktober und Dezember berichtet «ORION» vielfältig, erklärt aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse in verständlicher Sprache und erreicht somit eine breite Leserschaft.

«ORION», qui paraît depuis 1943 déjà, était à l'origine un journal qui servait principalement de plateforme d'information à la Société Astronomique Suisse, SAS.

Depuis 2007, le magazine est destiné non seulement aux astronomes amateurs avancés, mais aussi aux débutants.

Six fois par an, aux mois de février, avril, juin, août, octobre et décembre, «ORION» explique de manière diversifiée les dernières découvertes scientifiques en un langage clair, touchant ainsi un large public.

Die Verantwortung für die in dieser Zeitschrift publizierten Artikel tragen die Autoren.

Les auteurs sont responsables des articles publiés dans cette revue.

Redaktion / Rédaction

Thomas Baer t.baer@orionmedien.ch

Co-Autoren / Co-auteurs

Hans Roth hans.roth@sag-sas.ch
Grégory Giuliani gregory.giuliani@gmx.ch
Hansjürg Geiger hj.geiger@mac.com
Sandro Tacchella tacchella.sandro@me.com
Stefan Meister stefan.meister@astroinfo.ch
Markus Griesser griesser@eschenberg.ch
Peter Grimm pegrimm@gmx.ch
Erich Laager erich.laager@bluewin.ch

Korrektoren / Correcteurs

Sascha Gilli sgilli@bluewin.ch
Hans Roth hans.roth@sag-sas.ch

Druck und Produktion /

Impression et production
 medienwerkstatt ag
 produktionsagentur für crossmedia und print
 www.medienwerkstatt-ag.ch

Anzeigenverkauf / les ventes annonces

ORIONmedien GmbH
 +41 (0)71 644 91 14
 Mediendaten finden Sie unter:
 orionmedien.ch/ueber-uns/#inserate

Abonnement / Abonnement

Jahresabonnement / Abonnement annuel
 CHF 68.– / € 66.–*
 Juniorenabo bis zum 20. Lebensjahr /
 Abonnement junior jusqu'à 20 ans
 CHF 36.– / € 35.–*
 *inkl. Versandkosten / incl. frais d'expédition

Mitglieder der SAG: Reduzierter Preis
 Les membres de la SAS: Prix réduit

Einzelverkauf / La vente au détail

Einzelheftpreis / Exempleire prix
 CHF 10.50 / € 9.90*

Verkauf direkt über Appstore / La vente directement via Appstore

seit Ausgabe 1/18 /
 depuis du numéro 1/18
 Abonnemnet / Abonnement
 CHF 61.– / € Preis nach Appstore-Pricing
 Einzelhefte CHF 12.– / € Preis nach
 Appstore-Pricing

Verwaltung und Aboervice / Administration et service d'abonnement

ORIONmedien GmbH
 Steinackerstrasse 8
 CH-8583 Sulgen
 +41 (0)71 644 91 95
 info@orionmedien.ch

Herausgeber / éditeur



Auflage / Tirage

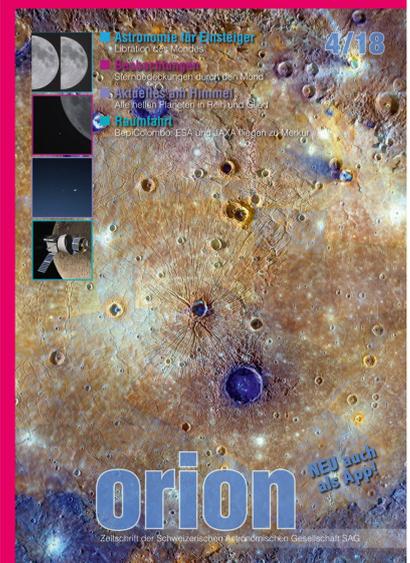
1'900 Exemplare / 1'900 exemplaires

ISSN 0030-557 X

© ORIONmedien GmbH
 Alle Rechte vorbehalten / Tous droits réservés

Inserenten

Zumstein Foto Video, CH-Bern	2
Teleskop-Service, D-Putzbrunn-Solalinden	36
Astro Optik Kohler, CH-Luzern	38
Verkehrshaus Luzern, CH-Luzern	43
SaharaSky, MA-Zagora	44
Urania Sternwarte, CH-Zürich	44
ORIONmedien GmbH, CH-Sulgen	21 / 45
Wyss-ProAstro, CH-Zürich	47
Engelberger AG, CH-Stansstad	48



Und das lesen Sie im nächsten orion

Alle hellen Planeten sind im August und September 2018 am Abendhimmel zu sehen, schön verteilt über den Südhorizont. Merkur taucht indessen am Morgenhimmel auf und erfreut uns um den Monatswechsel vor Sonnenaufgang. Aus diesem Grund blicken wir auf die von der ESA und der japanischen Raumfahrtorganisation JAXA auf Anfang Oktober geplante Merkur-Mission Bepi-Colombo voraus.

Redaktionsschluss für die August / September-Ausgabe: 15. Juni 2018

Vixen® News

VIXEN Teleskope Sphinx SX-GoTo mit Starbook TEN

funktionieren **ohne** GPS und **ohne** WiFi (WLAN).

Extrem genaue Nachführung, präzises Auffinden von Objekten, Guiden ohne Laptop.

Vixen Teleskope mit den Montierungen: SX2 – SXD2 – SXP, alle mit Starbook TEN.

VIXEN Fernrohr-Optiken: Achromatische Refraktoren – Apochromatische Refraktoren – Maksutov Cassegrain – Catadioptrische Systeme VISAC – Newton Reflektoren.



Teleskop SXP-AX 103S



Parallaktische Montierung SXP mit Starbook TEN



NEU: Vixen Okulare SSW 83°
Ø 1 ¼", 31,7mm

Bildscharfe: Extrem scharfe Sternabbildungen über das gesamte Gesichtsfeld.
Helligkeit: «High Transmission Multi-Coating-Vergütung*» auf allen Luft-Luft-Linsenoberflächen in Kombination einer Spezialvergütung auf den Verbindungsflächen zwischen den Linsen, liefern einen extrem hohen Kontrast und ein sehr helles Sehfeld.

Die neu entwickelte Okularstruktur verringert Geisterbilder und Lichthöfe.

Licht Transmission: Gleichbleibende Lichtintensität über die kompletten 83 Grad des Gesichtsfeldes ohne Vignettierung, selbst mit sehr schnellen F4 Optiken.

SSW Okulare, Brennweiten: 3.5mm, 5mm, 7mm, 10mm und 14mm.

*High Transmission Multi-Coating-Vergütung:
Weniger als 0,5% über den Lichtbereich von 430nm bis 690nm.



Vixen SG 2.1X42 Ultra-Weitwinkel Fernglas für Himmelsbeobachtung

Das Glas wurde für die Beobachtung von Sternfeldern konzipiert. Die geringe Vergrößerung von 2.1x ermöglicht u. a. eindrucksvolle Beobachtung der Milchstrasse. Bis 4x mehr Sterne als von blosssem Auge!



Vixen Polaris Star Tracker

Der Vixen POLARIE Star Tracker ist das neue Fotozubehör für punktförmig nachgeführte Sternfeldaufnahmen. Der POLARIE Star Tracker ist in der Lage, eine Landschaft und den Sternhimmel gleichzeitig scharf abzubilden. Aufgrund der geringen Größe und einem Gewicht von gerade mal 740 g ist sie immer dabei und in wenigen Minuten einsatzbereit. Der Star Tracker eignet sich auch hervorragend für die Timelapse Fotografie.

Wir senden Ihnen gerne den aktuellen Vixen Prospekt mit Preisliste.

proastro Kochphoto proastro

Feldstecher Mikroskope Instrumente Foto Video Digital optische Geräte Teleskope-Astronomische
Börsenstrasse 12, 8001 Zürich Tel. 044 211 06 50 www.kochphoto.ch info@kochphoto.ch
Paul Wyss Mobile 079 516 74 08 Mail: wyastro@gmail.com Webshop: shop.kochphoto.ch

Vixen®

CELESTRON®

**baader
planetarium®**

ALLES FÜR DIE ASTROFOTOGRAFIE



HUCKEPACK

Das Piggyback ist eine Kamerahalterung zum Fixieren einer zusätzlichen Kamera auf dem Optik-Tubus.



WiFi Adapter

Das WLAN-Modul SkyPortal ermöglicht die drahtlose Steuerung nahezu jedes Celestron GOTO Teleskops mit der optional erhältlichen iPhone/iPad-App „SkyPortal“.

GPS Modul

SkySync-GPS für alle computergesteuerten Celestron-Teleskope. Verbessern Sie die Genauigkeit bei der Initialisierung Ihres Teleskops. Der SkySync empfängt automatisch die genaue Zeit sowie die Koordinaten Ihres Beobachtungsplatzes



STAR SENSE MODUL

Modul zum automatischen und minuten-schnellen Ausrichten des Teleskopes.

REDUCER 0.7x

Verkürzt die Brennweite um den Faktor 0.7x. Ideal für grössere Aufnahme-objekte. Zusätzlich wird die Lichtstärke erhöht.

POWERTANK

Lithium Eisen Akku mit einer Kapazität von 3Ah, liefert Energie für mindestens eine Beobachtungsnacht. Ladezeit 3h.



MONTIERUNGEN

Für die Astrofotografie eignen sich Teleskope mit einer parallaktischen Montierung. Diese erlauben eine sehr feine Nachführung.

Zum Beispiel:

Advanced VX ideal für 8"

CGX ideal 8" - 11"

CGX-L ideal 9.25 - 14"



OPTIK

Die Edge HD Optiken sind speziell für die Astrofotografie gebaut und sind dafür zusätzlich Farb- und Schärfekorrigiert.



PLANETENKAMERAS

Diese Videokameras werden anstelle des Okulars eingesetzt. Dank Ihres kleinen Sensors berücksichtigen sie nur einen kleinen Teil des Bildkreises und können so die Planeten in einer schönen Grösse und sehr guter Qualität abbilden.

Die Software für das Berechnen der einzelnen Bilder wird mitgeliefert.

Fachberatung in Ihrer Region:



Bern: Photo Vision Zumstein - www.foto-zumstein.ch - Tel. 031 310 90 80

Genève: Optique Perret - www.optiqueperret.ch - Tel. 022 311 47 75

Herzogenbuchsee: Kropf Multimedia - www.fernglas-store.ch - Tel. 062 961 68 68

Zürich: Proastro Kochphoto, www.kochphoto.ch - Tel. 044 211 06 50 // Proastro Paul Wyss - Tel. 044 211 06 50