Ähnlich wie auf diesem Foto der Mondfinsternis vom 31. Januar 2018 über Hawaii wird sich unser Erdtrabant auch am 27. Juli präsentieren. Die Aufnahme von Felix Nendzig lässt die rötliche Färbung des verfinsterten Mondes gut erkennen.

Felix Nendzig

27. Juli: Roter Mond trifft

Nur selten fällt eine totale Mondfinsternis mit der günstigsten Sichtbarkeit eines äußeren Planeten zusammen: Am späten Abend des 27. Juli 2018 steht tief über dem Südosthorizont, nur knapp sechs Grad nördlich des roten Planeten Mars, der ebenfalls rötlich leuchtende, verfinsterte Erdtrabant. Lesen Sie hier, wie Sie diesen besonderen Anblick am besten genießen können.

Von Klaus-Peter Schröder

AstroViews STERNE UND WELTRAUM

AstroViews 12: Finsternisse 2015 – Schattenspiele von Sonne und Mond

www.sterne-und-weltraum.de/astroviews12

Am Abend des letzten Freitags im Juli, zwischen 21:30 Uhr und 23:13 Uhr MESZ, ist es endlich wieder so weit: Zur Vollmondzeit ist der Erdtrabant in den Schatten unseres Planeten eingetaucht und schimmert dann in einem kupferroten Licht (siehe Grafik rechts). Währenddessen leuchtet nur eine Handbreit unterhalb des verfinsterten Mondes ein weiterer Himmelskörper, der ebenfalls durch eine rötliche Farbe auffällt: Es ist der Planet Mars, der nun besonders hell ist, und während der gesamten Nacht über dem Horizont bleibt. Hat jeder der beiden Akteure für sich genommen schon viel zu bieten, so ist das Rendezvous am 27. Juli 2018 erst recht ein astronomisches Highlight. Bereits die Beobachtung dieses Himmelsschauspiels mit bloßem Auge verspricht Eindrücke, die Sie sich nicht entgehen lassen sollten!

Beim Betrachten durch ein Fernglas oder ein Teleskop mit Weitfeldokular zeigen sich im Umfeld des verfinsterten Erdtrabanten mehrere lichtschwache Sterne, die im gleißenden Licht des Vollmonds niemals sichtbar wären. Dies verleiht dem Anblick eine ungeahnte räumliche Tiefe.

Auf der Oberfläche unseres Nachbarplaneten Mars zeigen sich im Teleskop dunkle Gebiete. Am auffälligsten ist die Region Syrtis Major. Reinhard Neul fotografierte sie am 16. April 2014. Am 27. Juli 2018 steht der Rote Planet in Erdnähe.

Reinhard Neul

roten Planeten

Hinzu kommt die ungewohnte Farbe des Mondes, die besonders zur Mitte der Verfinsterung, gegen 22:23 Uhr MESZ, die Blicke auf sich zieht (siehe Bild links oben).

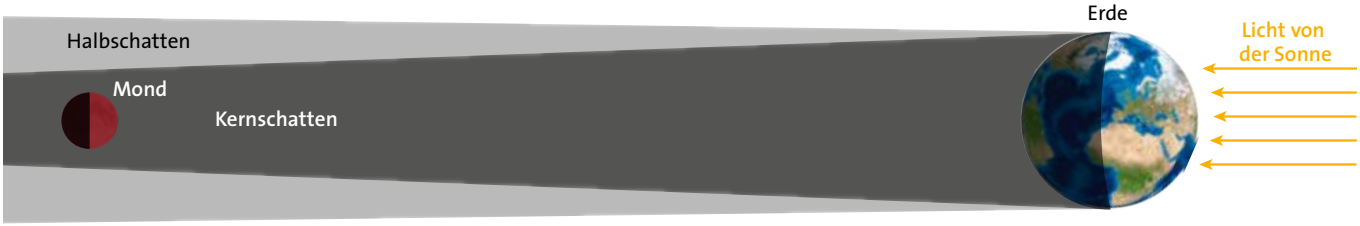
Bei einer solchen totalen Mondfinsternis steht der Erdtrabant der Sonne am Himmel gegenüber: Sonne, Erde und Mond sind dann entlang einer Linie aufgereiht (siehe Grafik unten). Gleiches gilt an diesem Tag für den Mars: Wie der Vollmond, so geht auch er zu Sonnenuntergang im Südosten auf und zu Sonnenaufgang im Südwesten unter – man sagt, der Planet befindet sich in Opposition zur Sonne. Die Vollmondphase gleicht also im Prinzip der Oppositionsstellung eines äußeren Planeten – mit dem Unterschied, dass dieser Begriff in der astronomischen Nomenklatur nicht für den Erdtrabanten verwendet wird; stattdessen sprechen wir einfach nur vom Vollmond.

Eine totale Mondfinsternis entsteht, wenn der Mond auf seiner Bahn um die Erde in den Kernschatten unseres Planeten gelangt.

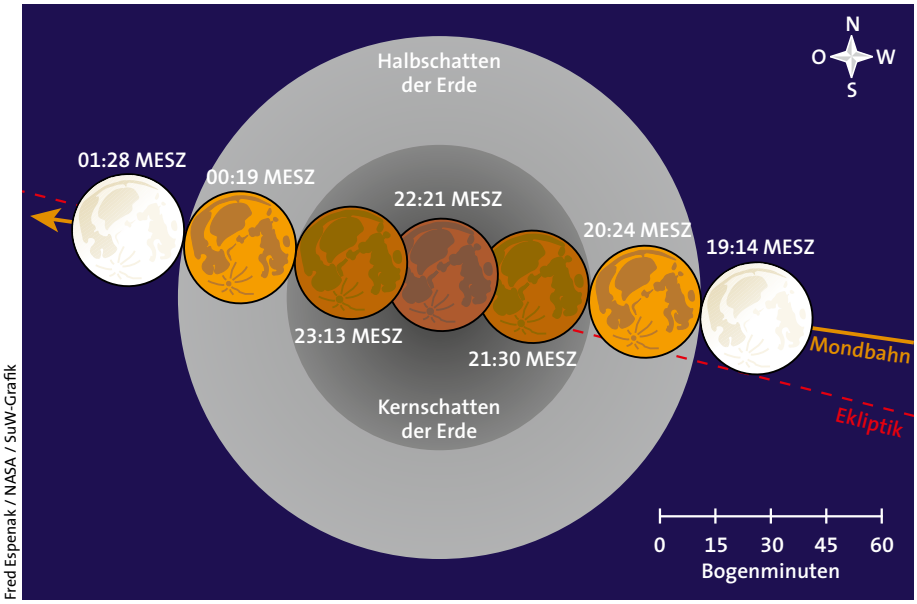
Zufällig erreicht unser äußerer Nachbar Mars gerade in jener Nacht, in der auch die totale Mondfinsternis stattfindet, seine Oppositionsstellung. Deshalb leuchtet der mit –2,8 mag bemerkenswert helle Rote Planet am 27. Juli am Himmel auch nicht weit vom Mond entfernt, nur etwas südlich des dunkelrot glimmenden, verfinsterten Erdtrabanten.

Der Erdschatten: Gar nicht so finster

Bereits um 20:24 Uhr MESZ beginnt der Ostrand des Mondes etwas angeknabbert auszusehen (siehe Grafik S. 70). Allerdings ist diese Phase der partiellen Verfinsterung nur in den östlichen und südöstlichen Teilen Europas gut sichtbar. In Mitteleuropa erreicht der Mond erst ab etwa 21:30 Uhr MESZ ausreichende Höhen über dem Horizont und ist dann be-



SuW-Grafik



Fred Espenak / NASA / SuW-Grafik

Kontaktzeiten (MESZ) der Mondfinsternis am 27. Juli 2018

Eintritt des Mondes in den Halbschatten der Erde	19:14
Eintritt des Mondes in den Kernschatten der Erde	20:24
Beginn der Totalität der Finsternis	21:30
Mitte der Finsternis	22:21
Ende der Totalität der Finsternis	23:13
Austritt des Mondes aus dem Kernschatten	00:19
Austritt der Mondes aus dem Halbschatten	01:28
Sonnenuntergang am 27. Juli	21:06
Mondaufgang am 27. Juli	21:02

Am 27. Juli 2018 durchläuft der Mond den Erdschatten nahezu zentral und erscheint daher besonders dunkel. In weiten Teilen Mitteleuropas steht er ab etwa 21:30 Uhr MESZ hoch genug über dem Horizont, um in einem Fernglas sichtbar zu sein. Zu dieser Zeit ist er bereits vollständig in den Kernschatten der Erde eingetreten.

reits vollständig in den Kernschatten der Erde eingetaucht. Erheblich besser lassen sich die partiellen Phasen der Mondfinsternis nach dem Ende der Totalität, ab 23:13 Uhr MESZ, verfolgen – doch zuvor erfreuen wir uns an der Totalität selbst.

Hätte die Erde keine Atmosphäre, so wäre der Mond während der totalen Phase der Finsternis unsichtbar. Die Brechkraft der irdischen Luftschichten lenkt aber ein wenig Sonnenlicht in den Kernschatten der Erde hinein, der in Mondentfernung etwa noch zweieinhalb Monddurchmesser groß ist. Ein Astronaut auf dem Mond würde unseren Planeten in diesem Moment als dunkle Scheibe mit zwei Grad Durchmesser wahrnehmen, die sich vom umgebenden Weltraum durch einen dünnen, feurig roten Lichtsaum abgrenzt: Aus seiner Sicht wird die Erdatmosphäre von hinten beleuchtet.

Es ist dieses vom Staub und Dunst der Atmosphäre rot gefilterte Licht, in dem wir den verfinsterten Vollmond am irdischen Himmel sehen. Besonders eindrucksvoll ist der Anblick, wenn Sie ein Fernglas benutzen – denn im Vergleich zu einem herkömmlichen Teleskop bietet dieses kompakte optische Gerät den Vorteil, dass Sie mit beiden Augen zugleich hindurchsehen können. Da der Mond den Erdschatten diesmal nahezu zentral durchläuft, erscheint er während der Totalität besonders dunkel (siehe Grafik oben). Der Grad der Verdunklung, der vom Zustand der Erdatmosphäre abhängt, lässt sich anhand eines Klassifikationsschemas für Mondfinsternisse, der so genannten Danjon-Skala, beschreiben (siehe Tabelle unten).

Das Ende der totalen Verfinsterung ist um 23:13 Uhr MESZ erreicht; etwa um 23:45 Uhr MESZ erscheint der Mond noch halb verfinstert. Was ihn dann jedoch von einem gewöhnlichen Halbmond im letzten Viertel unterscheidet, ist sein Anblick im Fernglas oder Teleskop: Im letzten Viertel fällt das Sonnenlicht nahe der Hell-Dunkel-Grenze unter einem sehr flachen Winkel auf die Mondoberfläche, so dass hier Kraterwände und Gebirge lange, schwarze Schatten werfen. Entlang der reichlich unscharfen Hell-Dunkel-Grenze einer Mondfinsternis erscheinen diese langen Schatten jedoch nicht, denn das Licht trifft ja nun weiterhin direkt von oben auf die Mondoberfläche – und nicht von der Seite, wie beim echten Halbmond.

Um 00:19 Uhr MESZ ist auch der letzte fehlende Bissen am Westrand des Mondes verschwunden; der Mond hat dann den Kernschatten der Erde vollständig verlassen. Den Kernschatten der Erde umgibt eine ringförmige, weniger dunkle Zone, der Halbschatten. Er verrät sich kurz nach dem Ende der Totalität durch eine geringe, sehr diffuse Abschattung in der Nähe derjenigen Stelle, an welcher der Kernschatten soeben noch auf den Vollmond fiel.

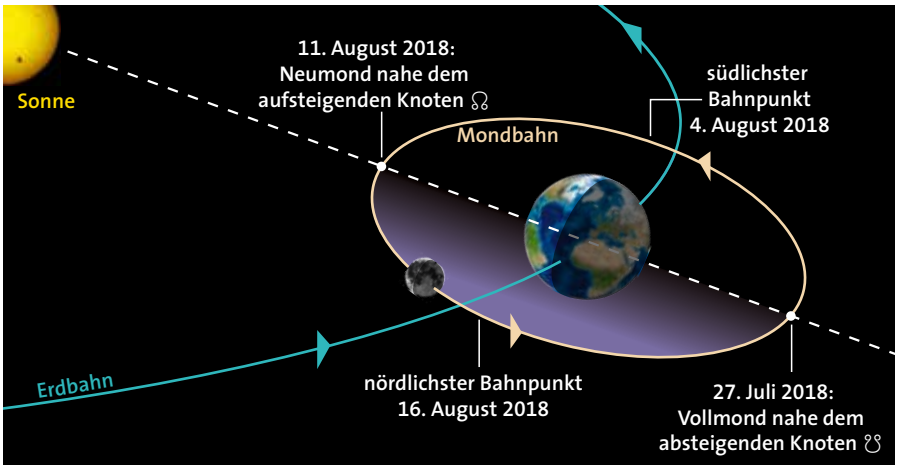
Danjon-Skala zur visuellen Klassifizierung der Totalität einer Mondfinsternis

Wert	Beschreibung
0	Sehr dunkle Finsternis, Mond gegen Totalitätsmitte fast unsichtbar
1	Dunkle Finsternis, grau oder bräunlich, Details nur schwer erkennbar
2	Dunkelrote Finsternis, im Zentrum sehr dunkel, aber nach außen relativ hell werdend
3	Ziegelrote Finsternis, äußerer Rand hell und gelblich
4	Sehr helle Finsternis, kupferrot oder orange, außen sehr hell, fast bläulich

Seltenes Ereignis

Das schöne Schauspiel einer Finsternis tritt nicht bei jedem Vollmond ein, denn dazu müsste die Mondbahn genau innerhalb der Erdbahnebene liegen. Tatsächlich ist die Bahn jedoch um rund fünf Grad geneigt. Dies hat zur Folge, dass der Mond die Erdbahnebene während eines vollen Umlaufs an zwei Punkten durchquert: die so genannten Knotenpunkte. Durchläuft der Mond die Erdbahnebene von Nord nach Süd, steht er im absteigenden Knoten. Ihm gegenüber befindet sich der aufsteigende Knoten, in dem er die Erdbahnebene von Süd nach Nord durchläuft (siehe Grafik oben rechts).

Demzufolge müsste sich der Erdtrabant zur Vollmondzeit genau in einem der Knotenpunkte befinden, damit eine Finsternis



SuW-Grafik

Am 27. Juli 2018 steht der Erdtrabant zur Vollmondzeit in der Nähe des Punktes, in dem er die Erdbahnebene von Nord nach Süd durchquert: im absteigenden Knoten seiner Bahn. Die nun eintretende totale Mondfinsternis wird von zwei Sonnenfinsternissen flankiert, denn rund zwei Wochen zuvor, am 13. Juli, und zwei Wochen danach, am 11. August, befindet sich der Mond zur Neumondphase nahe dem aufsteigenden Knoten zwischen Erde und Sonne. Allerdings ist keine dieser partiellen Finsternisse von Mitteleuropa aus sichtbar.

eintreten kann. Dank der Größe des Erdschattens, der in Mondentfernung mehr als zweimal so groß ist wie der Mond, genügt es jedoch, wenn der Vollmond einem der Knoten sehr nahe kommt: So passiert der Erdtrabant am 27. Juli den absteigenden Knoten erst 2^h19^{min} nach dem Erreichen der Vollmondphase. Zumeist läuft er aber zu weit nördlich oder südlich am Erdschatten vorbei, so dass keine Finsternis eintritt. Und selbst wenn die Bedingung erfüllt ist, so kann es vorkommen, dass wir in Mitteleuropa keine Finsternis erleben können, denn schließlich muss unser Kontinent zur passenden Zeit dem Mond zugewandt sein, so dass er für uns während der Nacht über dem Horizont steht.

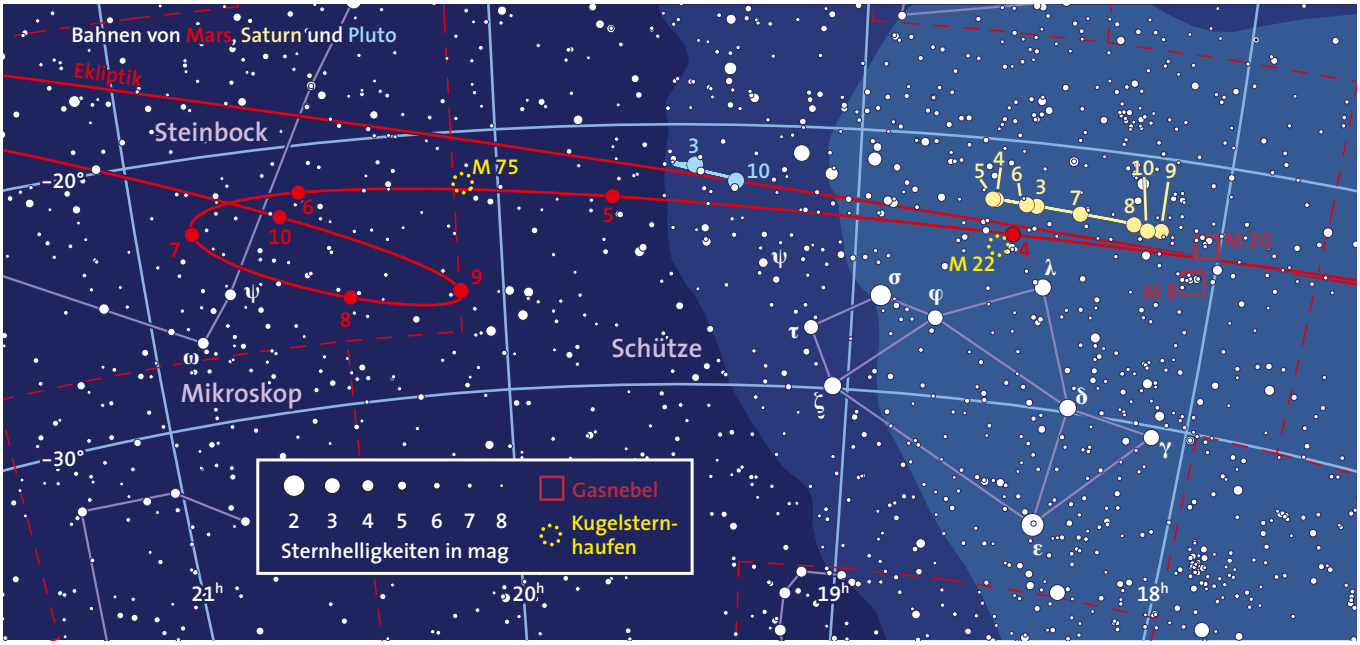
Beispielsweise konnten wir die totale Mondfinsternis am 31. Januar 2018 nicht sehen, weil sich Mitteleuropa zur fraglichen Zeit auf der mondabgewandten Seite der Erde befand (siehe Bild S. 68). Meist muss ein ortsgebundener Beobachter ein bis zwei Jahre auf die nächste totale Mondfinsternis warten. Partielle Verfinsterungen, bei denen der Trabant nur teilweise in den Schatten der Erde eintaucht, sind etwas häufiger. Am 27. Juli 2018 dürfen wir jedoch endlich wieder eine gut sichtbare totale Mondfinsternis genießen – begleitet vom Licht des Roten Planeten.

Günstige Sichtbarkeit mit Handicap

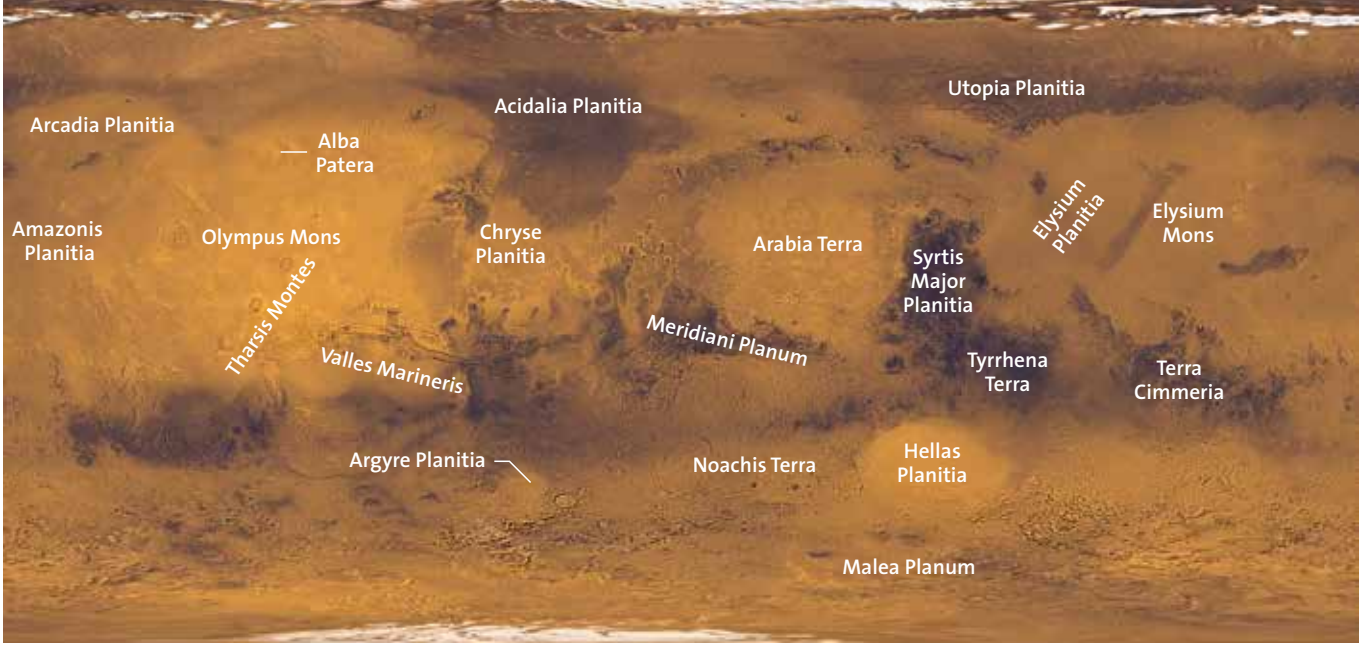
Unser äußerer Nachbar Mars erreicht während seiner diesjährigen Opposition einen Winkeldurchmesser von rund 24 Bogensekunden, was beinahe der größtmögliche Wert ist. Auch seine scheinbare Helligkeit ist Ende Juli maximal. Dies hat einen einfachen geometrischen Grund: Sonne, Erde und Mars liegen am 27. Juli ja aufgereiht auf einer Linie. Der Planet steht dabei nahe am sonnennächsten Punkt seiner Bahn, dem Perihel. Gleichzeitig steht die Erde im Juli noch nahe an ihrem sonnenfernsten Punkt, dem Aphel. Somit kommen sich Mars und Erde während ihrer Begegnung diesmal viel näher als in durchschnittlichen Oppositionen. Der Abstand beider Planeten beträgt am Monatsende nur rund 58 Millionen Kilometer, während er in ungünstigen Fällen bis zu 101 Millionen Kilometer betragen kann.

Doch leider gibt es einen Wermutstropfen: Auf Grund der räumlichen Lage der Marsbahn ereignen sich Perihelopositionen stets im weit südlich gelegenen Teil des Tierkreises. Am 27. Juli steht Mars im westlichen Teil des Sternbilds Steinbock, das in Mitteleuropa niemals hoch über den Horizont gelangt (siehe Grafik unten). Das vom Planeten kommende Licht muss

Die hellen Planeten Mars und Saturn tummeln sich derzeit im südlichen Teil der Ekliptik, in den Sternbildern Steinbock beziehungsweise Schütze. Hier, vor dem sternreichen Hintergrund der Milchstraße, zieht auch der lichtschwache Zwergplanet Pluto seine Bahn (siehe S. 58 in diesem Heft).



Ernst E. von Voigt / SuW-Grafik



NASA / USGS

somit einen relativ langen Weg durch die Erdatmosphäre zurücklegen, bevor es das Teleskop des Beobachters erreicht. Deshalb ist es auch wahrscheinlich, dass die allgegenwärtige Luftunruhe die Sichtbarkeit feiner Details deutlich einschränkt.

Da hilft nur, in jeder Nacht die höchste Stellung nach 1 Uhr MESZ gut zu nutzen und mit dem Auge am Okular auf Momente mit ruhiger Luft zu lauern. – Diese Kunst des Hinsehens muss man sich im Zeitalter kontrastreicher Bilder aus dem Internet erst einmal antrainieren. Zur Beobachtung eignet sich eine Vergrößerung von etwa zwei Dritteln bis zur vollen Millimeterzahl der Teleskopöffnung. Dank der günstigen Opposition lässt sich mit einem Teleskop von nur 8 oder 10 Zentimeter Öffnung schon einiges auf dem Mars erkennen. Meist sind es ausgerechnet die dunstigen Nächte in einer ausklingenden Hochdruckwetterlage, welche uns die besten Ansichten der Planeten bescheren. Man erkennt diese Wetterlage auch daran, dass dann die Sterne am Himmel nicht flackern.

Unser roter Nachbar im Teleskop

Der Mars benötigt für eine volle Umdrehung rund 37 Minuten länger als die Erde. Beobachtet man ihn also täglich zur gleichen Uhrzeit, dann bemerkt man von Nacht zu Nacht eine kleine Verschiebung der Oberflächenstrukturen. Dem Zeitunterschied entspricht im Gradnetz des Mars ein Längenunterschied von rund neun Grad, so dass allmählich neue Gebiete auf den sichtbaren Teil der Marsscheibe vorrücken. Besonders deutlich wird dies, wenn das große, dunkle Hochplateau Syrtis Major auf der Vorderseite des Planeten angelangt ist (siehe Bild S. 69 oben). Diese Region wurde bereits im Jahr 1659 von dem niederländischen Physiker und Astronomen Christiaan Huygens (1629–1695) entdeckt. Schon in den ersten Julinächten wird sie kurz nach Mitternacht sichtbar sein.

Ein weiterer Leckerbissen ist die weiße Polkappe auf der uns zugeneigten Hemisphäre des Mars. In den Monaten vor der Opposition verringert sich ihre Ausdehnung im Verhältnis zum zunehmenden scheinbaren Marsdurchmesser, denn auch auf dem Mars gibt es Jahreszeiten. Ein Rotfilter verstärkt bei solchen Beobachtungen die Kontraste der Bodenformationen, weil das von der Oberfläche reflektierte rötliche Licht den bläulichen Dunst der darüberliegenden Atmosphäre besser durchdringt.

Keine technische Maßnahme hilft allerdings gegen einen Staubsturm auf dem Mars, der sich binnen ein bis zwei Wochen wie ein gelbes Tuch auf dem Planeten ausbreiten kann, und dann den Blick auf die Oberfläche verhindert. Gerade in den Perihelioppositionen kommen solche Stürme häufiger vor, weil die nun stärkere Sonneneinstrahlung mehr Energie in die Marsatmosphäre pumpt – ein Effekt, den wir beim Blick auf unseren atmosphärelosen Mond nicht befürchten müssen.

Die Redaktion von »Sterne und Weltraum« wünscht Ihnen bei der Beobachtung viel Erfolg und freut sich auf Ihre Bildeinsendungen, die Sie online unter www.sterne-und-weltraum.de/leserbilder bereitstellen können. Vielleicht möchten Sie das Himmelsschauspiel am 27. Juli 2018 auch mit Gleichgesinnten erleben. Unter dem Motto »Ein astronomischer Sommernachtstraum – Mondfinsternis und Mars in Erdnähe« plant die Vereinigung der Sternfreunde e. V. (VdS) eine bundesweite Aktion. Nähere Informationen hierzu erhalten Sie unter www.astronomietag.de.

Viele der hellen und dunklen Gebiete, die auf diesem Gesamtbild der Marsoberfläche sichtbar sind, lassen sich unter günstigen Bedingungen schon in einem Amateurteleskop erkennen. Die Karte entstand aus Aufnahmen der NASA-Sonden Viking Orbiter 1 und 2, die den Roten Planeten ab 1976 mehrere Jahre lang erforschten.

KLAUS-PETER SCHRÖDER ist Professor für Astrophysik an der Universität Guanajuato in Zentralmexiko. Als Student beobachtete er über viele Jahre hinweg regelmäßig mit dem eigenen Teleskop; heute sind die stellare und solare Aktivität seine Forschungsschwerpunkte.

Literaturhinweise

Oberschelp, W.: Dynamisches Duo im kosmischen Takt. In: Sterne und Weltraum 6/2011, S. 70–79

Schröder, K.-P.: Planeten selbst beobachten: Eine Einführung. In: Sterne und Weltraum 12/2008, S. 80–85

Dieser Artikel und Weblinks unter: www.sterne-und-weltraum.de/artikel/1565682

WIS Didaktische Materialien: www.wissenschaft-schulen.de/artikel/1421011

Spektrum PLUS+

DIE VORTEILSSEITE FÜR ABONNENTEN

Exklusive Vorteile und Zusatzangebote für alle Abonnenten von Magazinen des Verlags **Spektrum** der Wissenschaft

- Download des Monats im Juli: **Spektrum** KOMPAKT »Maya, Inka und Azteken«
- Redaktionsbesuch bei **Sterne und Weltraum** am 13. August 2018
- Leserexkursion zum Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung in Göttingen am 24. August 2018
- Ermäßigter Reisepreis für die Kurzreise nach Bern »Auf den Spuren von Albert Einstein« vom 3. bis 7. Oktober 2018
- Veranstaltungen der neuen Reihe **Spektrum** Live zum Vorteilspreis

Weitere Informationen und Anmeldung:
Spektrum.de/plus

Spektrum LIVE

VERANSTALTUNGSREIHE ZUM 40-JÄHRIGEN JUBILÄUM DES VERLAGS SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT

Tiefenschwindel oder Lebenshilfe – was bringt Psychologie?

Wann? 27. September 2018, 19.30 Uhr | **Wo?** Urania Berlin

In diesem ebenso fundierten wie amüsanten Vortrag erklärt »**Gehirn**&**Geist**«-Redakteur Steve Ayan, was Psychologie ist, wo ihre Stärken und Schwächen liegen sowie was ihre Ergebnisse uns nützen.

Künstliche Intelligenz, Roboter und Deep Learning

Wann? 20. Juli 2018, 16.00 – 19.00 Uhr | **Wo?** Karlsruher Institut für Technologie

Seminar mit Prof. Dr.-Ing. Tamim Asfour und Prof. Dr.-Ing. Rainer Stiefelhagen, beide vom Institut für Anthropomatik und Robotik am KIT. Erleben Sie bei einem Laborbesuch einen humanoiden Roboter!

Tickets und Anmeldungen:
Spektrum.de/live

FLORIANA / GETTY IMAGES / ISTOCK