Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 75 (2017)
Heft: 401

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: 20.08.2025

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

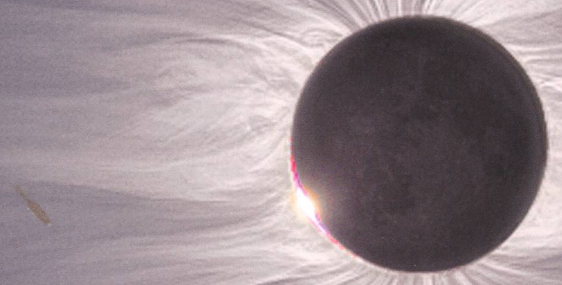
4/17

Aktuelles am Himmel
Totale Sonnenfinsternis in Amerika

Astrofotografie
Partielle Mondfinsternis in der «blauen Stunde»

Raumfahrt
Vor 40 Jahren starteten die Voyager-Sonden

Nachgedacht – nachgefragt
Saroszyklus: Warum wiederholen sich Finsternisse alle 18 Jahre?



orion

Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft SAG

mich
kann man
mieten

zumirent.ch

Celestron Evolution 8“
Edge HD Optik für
hervorragende visuelle
& fotografische
Ergebnisse.
Mit StarSense +
per App steuerbar

ZUMSTEIN
FOTO VIDEO
www.foto-zumstein.ch | Casinoplatz 8 | Bern

orion
75. Jahrgang/année – N° 401 August/Août 4/2017 – ISSN 0030-557-X
Herausgegeben von der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft – Edité par la Société Astronomique de Suisse – Edito dalla Società Astronomica Svizzera

Editorial

Ein Schatten legt sich über Amerika Thomas Baer 4

Raumfahrt

CHEOPS – Eine lange Geschichte. . . . . .
Auf Umwegen ins All Barbara Vonarburg 5
Eine Pionierleistung in der Raumfahrt . . . . .
Vor 40 Jahren starteten die Voyager-Sonden Thomas Baer 8

Astrotelegramm

Astronomie auf der neuen 20er-Note
Grosse Ehre für unsere astronomische Passion Beat Bühlmann. 11

Spektroskopie

Das Spektrum des Vollmondes und seine Lichtfarbe
In welchem Licht strahlt der Vollmond? Lukas Schuler 14

Astronomie – meine Passion

Ein persönliches Doppel-Jubiläum
Die Faszination von erdnahen Kleinplaneten Markus Griesser 19

Aktuelles am Himmel

Im September 2017 am Morgenhimmel
Planetenparade vor Sonnenaufgang Thomas Baer 25
Totale Sonnenfinsternis am 21. August 2017
Dunkler Schatten zieht über Amerika Thomas Baer 28

Astrofotografie

Partielle Mondfinsternis in der «blauen Stunde»
Ein beschatteter August-Vollmond Thomas Baer. 26

Nachgedacht – nachgefragt

Saroszyklus: Warum wiederholen sich Finsternisse alle 18 Jahre?
Nur ähnlich, aber doch nicht ganz Thomas Baer 30

Astronomie für Einsteiger

Klärung einer häufigen Begriffsverwirrung
Ist der Mond zunehmend oder aufgehend – oder beides zugleich? Erich Laager 36

ORION online
www.orionmedien.ch

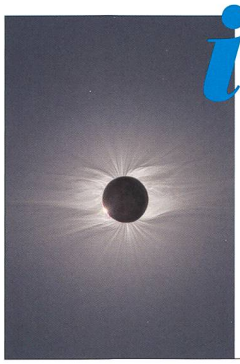


Bild: Miroslav Druckmüller

Titelbild

Ein wahrhaft magischer Augenblick! Der 2. Kontakt ist gekommen, wie eine Lichtperle glimmt noch der letzte Sonnenstrahl hinter dem Mond hervor. Rötlich ist der Saum der Chromosphäre für einen Moment zu sehen. Dann ist sie da in ihrer ganzen Schönheit: Die Sonnenkorona! Dieses eindrucksvolle Bild entstand am 22. Juli 2009 auf dem Enewetak Atoll (Marshall Islands) im Rahmen einer internationalen Expedition des Astronomischen Instituts der Universität Hawaii. Die Form des Strahlenkranzes hat den Charakter einer Minimumskorona, wie sie auch am 21. August 2017 über Amerika erwartet werden darf. Lange zwiebelförmige Streamer und polare Fransen markieren das Magnetfeld der Sonne.

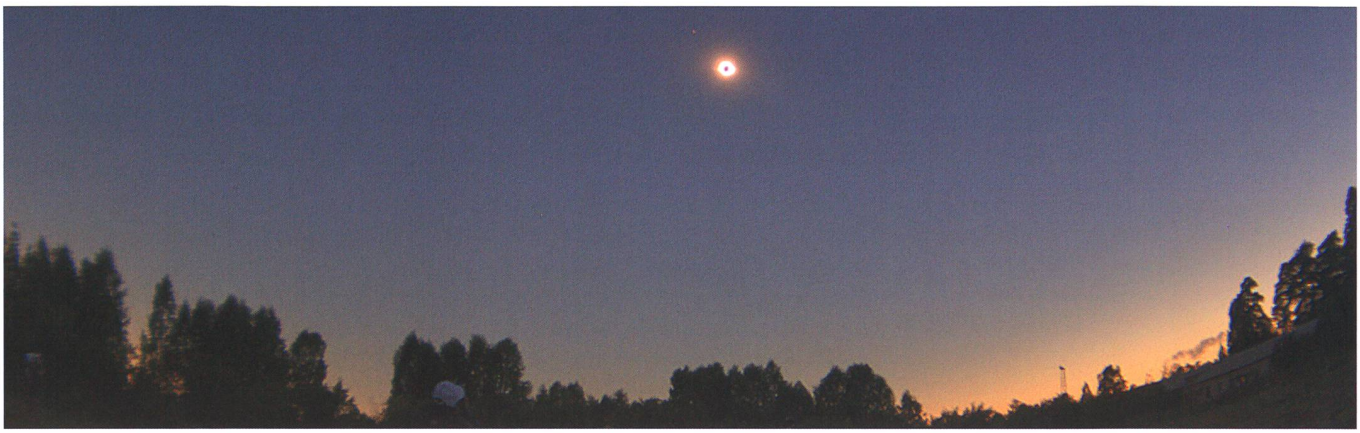


Bild: Hana Druckmüller

Ein Schatten legt sich über Amerika

«Es gibt viele Hähne, die meinen, dass ihretwegen die Sonne aufgeht.»

Theodor Fontane (1819 – 1898)

Lieber Leser,
liebe Leserin,

Alle blicken seit Monaten nach Amerika. Schier kein Tag vergeht, an dem nicht eine weitere Episode rund um die US-Führung in den Medien für Schlagzeilen sorgt. Auch wir schauen in den Westen, aber nicht der Politik wegen. Am 21. August sind es genau 18 Jahre und 10 Tage her, seitdem die totale Sonnenfinsternis am 11. August 1999 über Mitteleuropa zog. Ein ganzer Saroszyklus ist verstrichen. Das Finsternisgebiet ist um einen knappen Drittel des Erdumfangs nach Westen gewandert. Hunderte von Millionen Menschen werden an diesem Montag dem spektakulärsten aller Naturereignisse beiwohnen können. Auch wettermässig und verkehrstechnisch liegt die Finsternis recht günstig, doch Kurzentschlossene dürften Mühe bekunden, um den Finsternistermin herum überhaupt noch eine Unterkunft zu bekommen! Bereits im vergangenen Herbst waren viele Hotels ausgebucht. ORION reist in die Gegend von Kansas City. Die Stadt am Zusammenfluss von Kansas River und Missouri liegt am Südrand der Totalitätszone. Das Gebiet nördlich davon ist flach und ländlich, so dass eine Sonnenfinsternis ohne Abertausende schreiender Menschen inmitten der Natur möglich sein wird. Sicher finden wir einen Ort, an dem das Stillwerden mitten am Tag eindrücklich miterlebt werden kann, während in Saint Joseph eine grosse Sonnenfinsternis-Party gefeiert wird.
Wir blicken in dieser ORION-Ausgabe auf die wolkenreiche 1999er-Sonnenfinsternis zurück und gehen der Frage nach, wie eigentlich der Saroszyklus genau funktioniert.
Dann nehmen wir die neue 20er-Note im wörtlichen Sinne unter die Lupe. Zu unserer Freude dürfen wir den Schein als «unser» astronomisches Banknötli bezeichnen. Im Vorfeld wusste man ausser des Oberthemas «Licht» ja noch nicht so genau, wie die 20 Franken-Note effektiv gestaltet wird. Umso grösser ist die Begeisterung darüber, dass der Astronomie eine solch prominente Plattform geboten wird. Nichtsdestotrotz gibt es einige Dinge, die erläutert werden müssen und die schon kurz nach dem Erscheinen sogar bei Laien für Unklarheit sorgten. Wir versuchen alle diese Rätsel zu lüften.
Am 20. August, einen Tag vor der Sonnenfinsternis, jährt sich der Start der Raumsonde Voyager 2 zum 40. Mal! Aktuell ist sie fast 115 Astronomische Einheiten oder gut 17 Milliarden Kilometer weit gereist und legt pro Jahr die dreifache Erde–Sonnen-Distanz zurück. Wie ihre Schwestersonde Voyager 1 (2015) wird Voyager 2 in den Jahren 2019/20 den interstellaren Raum erreichen. Man rechnet generell damit, dass der Funkkontakt noch bis etwa 2025 aufrecht erhalten werden kann. Aus aktuellem Anlass lassen wir eine der grössten Entdeckungsreisen nach Kolumbus noch einmal aufleben. Erstmals konnten wir in den 1980er-Jahren die grossen Planeten aus nächster Nähe sehen. Die Bilder von damals wirken heute schon fast antiquiert. Wir erkennen unschwer, wie rasch die technische Entwicklung voranschreitet und immer noch bessere Instrumente und Kameras zum Einsatz kommen.

Thomas Baer
Chefredaktor ORION
t.baer@orionmedien.ch

CHEOPS – eine lange Geschichte

Auf Umwegen ins All

Von Barbara Vonarburg

An der Universität Bern bauen Ingenieure das Weltraumteleskop CHEOPS zusammen. Es soll von einer Erdumlaufbahn aus den Durchmesser von Exoplaneten messen, die Lichtjahre von uns entfernt vor ihrem Mutterstern hindurchziehen. Die Idee für CHEOPS hatten Schweizer Astronomen bereits 2008.

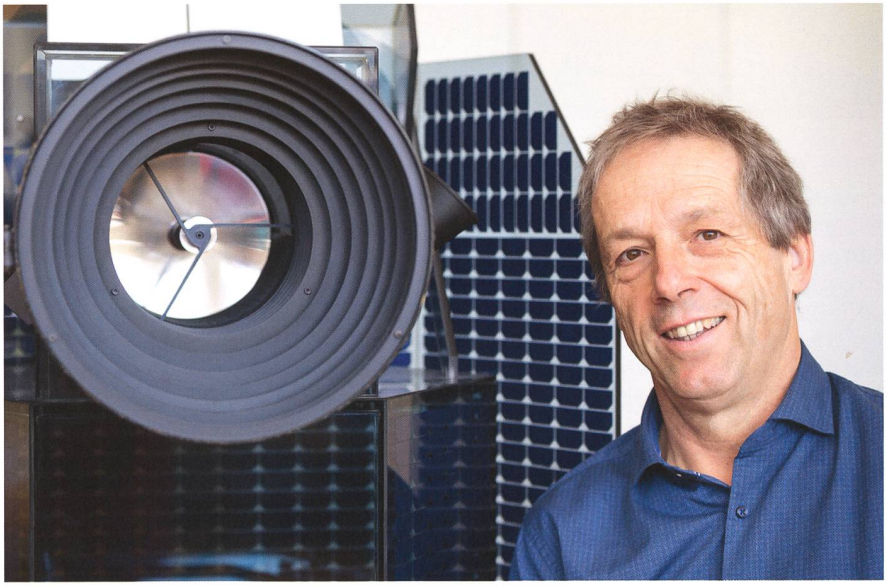


Bild: Allessandro Della Bella

Abbildung 1: Professor Willy Benz (Physikalisches Institut der Universität Bern) neben einem Modell von CHEOPS im Massstab 1:2.

Eigentlich wollte Willy Benz, Professor am Physikalischen Institut der Universität Bern, während eines Urlaub-Semesters 2008 auf Reisen gehen. Doch anstatt dieses Sabbatical an ausländischen Universitäten zu verbringen, sass der Astrophysiker zu Hause am Schreibtisch und arbeitete an einem Forschungsantrag. Der Schweizerische Nationalfonds hatte die Vergabe von neuen Nationalen Forschungsschwerpunkten (NFS) ausgeschrieben und Willy Benz wollte zusammen mit seinem Genfer Kollegen Didier Queloz einen Vorschlag zur Planetenforschung einreichen.

1995 hatten der damalige Doktorand Queloz und sein Professor Michel Mayor den ersten sogenannten Exoplaneten bei einem sonnenähnlichen Stern entdeckt. Benz hatte neun Jahre zuvor ebenfalls bei Mayor an der Universität Genf doktoriert. Bereits im Jahr 2000 reichte er beim Nationalfonds einen Vorschlag für einen Nationalen Forschungsschwerpunkt zur Exoplanetenforschung ein, blitzte damit aber ab. «Das sei Science-Fiction, hat man mir damals im Interview mitgeteilt», erinnert sich der Astrophysiker. Dabei kannte man im Jahr 2000 schon Dutzende von Exoplaneten, 2008 waren es 300, heute sind es über 3000.

Die ersten dieser fernen Planeten, die sonnenähnliche Sterne umkreisen, entdeckten die Astronomen, indem sie nachweisen konnten, dass sich die Muttersterne periodisch auf uns zu und von uns weg bewegen, weil sich Stern und Planet unter Einwirkung der Gravitation um ihren gemeinsamen Schwerpunkt drehen. Diese Technik wird Radialgeschwindigkeitsmethode genannt. Sie funktioniert gut bei hellen Sternen (mindestens 11^{mag}) und liefert Messwerte, aus denen sich die Masse des Planeten berechnen lässt. Bald setzten die Astronomen aber auch eine zweite Methode ein: Zieht ein Planet von uns aus gesehen direkt vor seinem Stern vorüber, verursacht er eine Art Mini-Finsternis; die Helligkeit des Sterns sinkt periodisch um einen winzigen Bruchteil. Dank dieser sogenannten Transite lässt sich der Durchmesser des Planeten bestimmen. Der 2006 gestartete französische Satellit COROT – und später NASAs Kepler – verwendete die Transitmethode mit grossem Erfolg.

Fortschritte dank neuer Instrumente

«In der heutigen Astrophysik werden die Fortschritte meist dank neuer Instrumente gemacht», erklärt Benz: «Als wir 2008 an unserem zweiten NFS-Antrag arbeiteten, wollten wir deshalb neben wissenschaftlichen Forschungsprojekten auch den Bau von Hardware vorschlagen, darunter ein Schweizer Exoplaneten-Satellit.» Dieser sollte eine neue Strategie verfolgen. «Die Transitmessung ist zwar eine tolle Methode», erklärt der Fachmann: «Aber sie lieferte bisher leider fast nur Planeten bei nicht sehr hellen Sternen.» Deren durchschnittliche Magnitude beträgt bloss 14 bis 15. Die Erklärung dafür: Nur ein sehr kleiner Prozentsatz der Sterne wird von Planeten umkreist, deren Bahnebene genau in unserer Blickrichtung liegt. Will man tatsächlich Transite entdecken, muss man deshalb sehr viele Sterne anpeilen, bei COROT und Kepler waren dies rund 100'000. Dies war aber nur möglich, weil sich die Satelliten auf eine eng begrenzte Region beschränkten. Die hellen Sterne sind jedoch über den ganzen Himmel verteilt.

«Wir haben uns damals überlegt, dass man einen kleinen Satelliten bauen könnte, der sich nicht auf ein enges Gebiet konzentriert, sondern überall am Himmel helle Sterne beobachtet, von denen man aufgrund der Radialgeschwindigkeitsmethode bereits weiss, dass sie einen Planeten besitzen», führt Benz aus. Die Kombination der beiden Nachweismethoden ist nämlich besonders interessant. Kennt man auf-

grund der Radialgeschwindigkeit die Masse und dank des Transits den Durchmesser eines Planeten, so lässt sich dessen Dichte berechnen. «Wir wissen dann, ob der Planet hauptsächlich aus Gestein oder aus Gas besteht», sagt Benz – ein besonders wichtiges Resultat bei der Suche nach erdähnlichen Planeten.
2009 reichten Benz und Queloz ihre Bewerbung für einen Nationalen Forschungsschwerpunkt ein, in dessen Rahmen sie unter anderem eine Machbarkeitsstudie für ein Weltraumteleskop durchführen wollten. Bei der Namenssuche für den Satelliten war den Astrophysikern klar, dass «CH» für die Schweiz am Anfang stehen und die Abkürzung eingängig sein sollte. So kamen sie auf «CH ExOPlanet Satellite», kurz CHEOPS. Der Antrag zur Planetenforschung war eines von 13 Projekten, das der Nationalfonds mit einer A-Note als ausgezeichnet bewertete. «Leider wurde das Projekt am Schluss nicht ausgewählt», erzählt Benz: «Ich war sehr enttäuscht, hatte ich doch mein ganzes Sabbatical geopfert.»

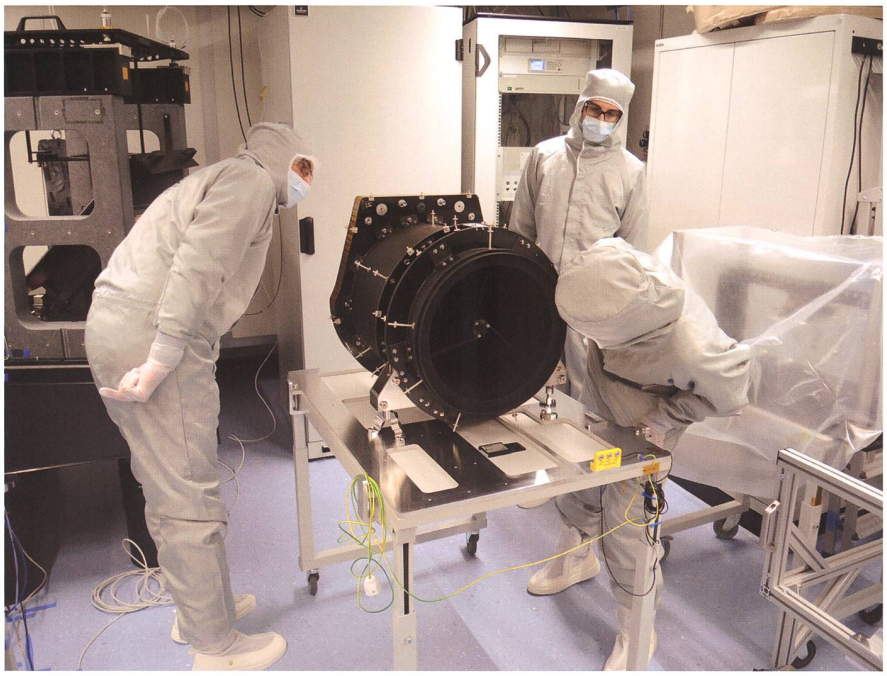


Bild: Thomas Beck, Universität Bern

Abbildung 2: Im Reinraum an der Universität Bern kontrollieren und testen die Ingenieure das Flugmodell des CHEOPS-Teleskops.

Hartnäckigkeit zahlt sich aus

Doch der Astrophysiker blieb hartnäckig und konnte später mit dem Rektor der Universität Bern sowie dem Staatssekretär für Bildung und Forschung einen Weg aushandeln, wie sich der Traum eines Schweizer Satelliten dennoch weiterverfolgen liess. In der Folge finanzierte der Bund zusammen mit der RUAG als Industrievertretung die Machbarkeitsstudie, und die Universität Bern gründete das «Center for Space and Habitability», kurz CSH. «In der Machbarkeitsstudie haben wir schnell gemerkt, dass das Satellitenprojekt für die Schweiz allein zu teuer wird», erzählt Benz. Schweden und Österreich, wo die RUAG Filialen betrieb, waren die ersten europäischen Partner, weitere folgten.
Denn noch während die Schweizer an der Machbarkeitsstudie von CHEOPS arbeiteten, wurde bei der Europäischen Weltraumorganisation ESA über ein mögliches, neues Satelliten-Programm diskutiert. Neben den bereits bestehenden, grossen und mittleren L- und M-Klasse-Missionen wollten vor allem die kleineren ESA-Mitgliedstaaten eine S-Klasse lancieren. Die Entwicklungszeit dieser Missionen sollte höchstens vier Jahre dauern und die Kosten der ESA eine vorgeschriebene Grenze keinesfalls überschreiten. Die ESA-Mitgliedstaaten einigten sich auf einen Versuch und schrieben im März 2012 eine ersten S-Mission aus.
Als Vorsitzender des wissenschaftlichen Gremiums, das die ESA berät, war Benz über die Diskussionen und Beschlüsse der ESA-Delegierten bestens informiert – und bereit, mit der CHEOPS-Studie an der Ausschreibung teilzunehmen. Während die meisten anderen nur drei Monate Zeit hatten, ihre Vorschläge auszuarbeiten, konnten sich die Schweizer auf die ausgedehnten Vorarbeiten im Rahmen der Machbarkeitsstudie stützen und vom «In-

Bild: Universität Bern

Abbildung 3: Die Arbeiten im Reinraum erfordern allergrösste Konzentration. Nichts darf dem Zufall überlassen werden.

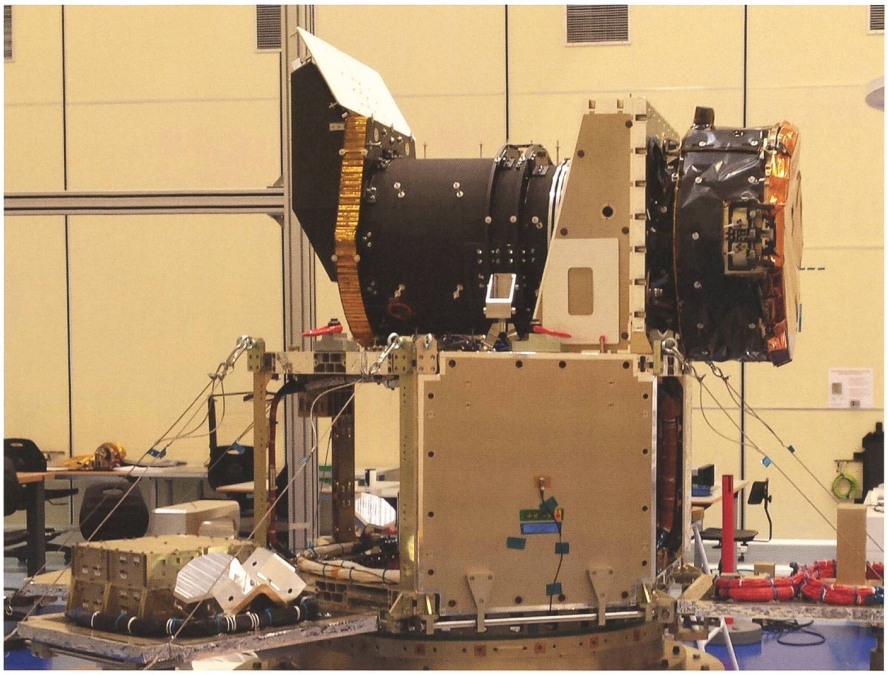


Bild: RUAG

Abbildung 4: Strukturmodell von CHEOPS während der Vibrationstests bei RUAG Space in Zürich.

sider»-Wissen von Benz profitieren: «Ich kannte die Einsprüche und Zweifel, die manche ESA-Delegierten zuvor eingebracht hatten, und passte auf, dass wir in unserem Antrag in die richtige Stossrichtung gingen und beispielsweise Kostenexplosionen vorbeugten.» So wurde ursprünglich zwar erwogen, dass CHEOPS die Transite in zwei verschiedenen Wellenlängen beobachten sollte, doch aus Kostengründen verzichtete man auf ein Infrarot-Instrument.

Keine Ferienpläne

Im Juni 2012 reichte Benz den Vorschlag für die CHEOPS-Mission ein, die nun «CHaracterizing ExOPlantets Satellite» hiess. Es war eines von 26 vorgeschlagenen Projekten, die eingereicht worden waren. Als das wissenschaftliche ESA-Gremium im Oktober 2012 in Madrid zusammentraf, um den Sieger zu bestimmen, blieb der Vorsitzende Benz wegen seines Interessenkonflikts der Konferenz fern und wartete in seinem Büro in Bern auf den Anruf des Sekretärs des Gremiums. «Ich erinnere mich noch gut an seinen ersten Satz», erzählt Benz: «Er sagte: „Du brauchst keine Pläne für Ferien in den nächsten vier Jahren.“»

So startete CHEOPS als Gemeinschaftsprojekt der Schweiz und der ESA. Die Universität Bern ist verantwortlich für den Bau des Weltraumteleskops und leitet das Konsortium von 11 an der Mission beteiligten ESA-Mitgliedstaaten. Die Satellitenplattform wird in Spanien gebaut. Dort befindet sich auch das Betriebszentrum der Mission, während das Forschungszentrum an der Universität Genf eingerichtet wird. Der Start soll Ende 2018 mit einer Sojus-Rakete von Kourou aus erfolgen. Die Gesamtkosten von rund 100 Mio. Euro werden zur Hälfte von der ESA getragen. Rund 30 Mio. Euro zahlt die Schweiz, während die übrigen beteiligten Partner den Rest beisteuern.

«Am Schluss kam so alles toll zusammen, obwohl wir vom Nationalfonds 2009 nicht ausgewählt worden waren», zieht Benz Bilanz: «Trotz dem zusätzlichem Stress und viel Arbeit konnten wir unsere Projekte starten und sind jetzt nahe beim Launch!» Und auch der Nationale Forschungsschwerpunkt wurde den Planetenforschern im dritten Anlauf doch noch zugesprochen. Im Juni 2014 konnte Willy Benz zusammen mit Co-Direktor Stéphane Udry, Professor der Universität Genf, den NFS PlanetS starten, an dem auch die beiden ETH Zürich und Lausanne sowie die Universität Zürich beteiligt sind. «Das zeigt, dass man nie aufgeben soll», ist Willy Benz überzeugt. ▮

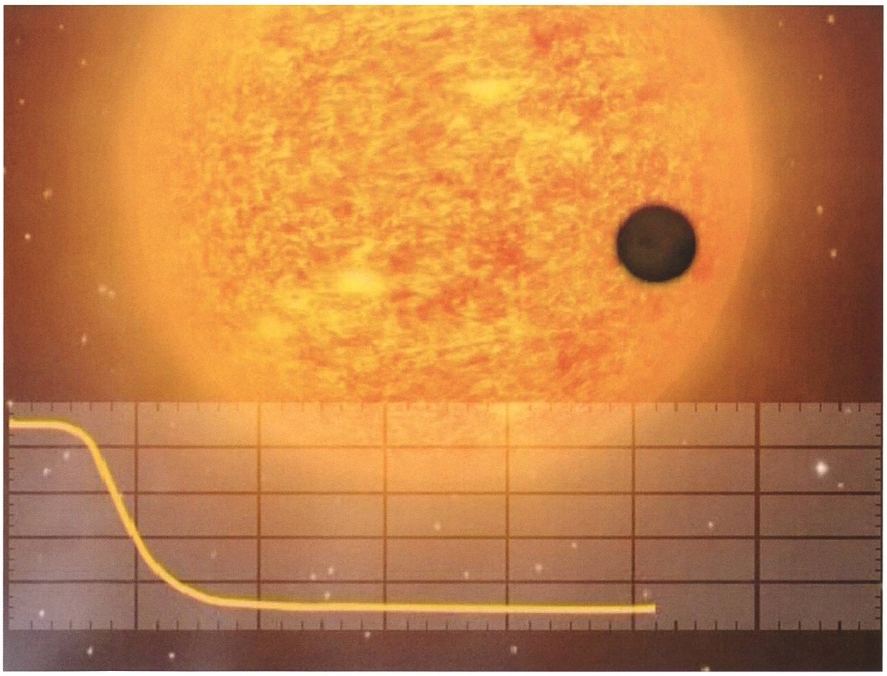


Bild: CNES

Abbildung 5: CHEOPS wird Transite von Exoplaneten beobachten. Hier sieht man, wie die Helligkeitskurve fällt, wenn der Planet vor den Stern tritt.

Eine Pionierleistung in der Raumfahrt

Vor 40 Jahren starteten die Voyager-Sonden

Von Thomas Baer

Wenn Sie diesen Beitrag zu lesen beginnen, sind die Raumsonden Voyager 1 fast 139, Voyager 2 gut 114 Astronomische Einheiten weit von uns entfernt. Vor genau 40 Jahren startete die für die damalige Zeit grösste Entdeckungsreise in unserem Sonnensystem.

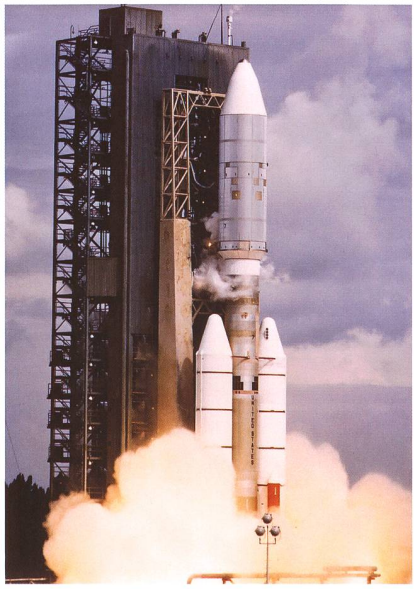


Bild: NASA

Abbildung 1: Start von Voyager 2 am 20. August 1977.

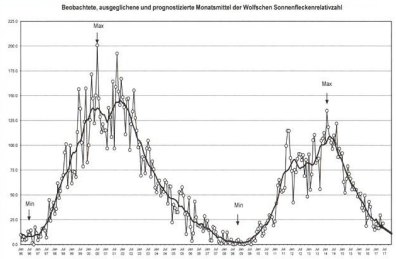
Wir schreiben den 20. August 1977. Damals hob eine Titan-IIIE-Centaur-Rakete von der Startrampe 41 auf Cape Canaveral ab. Mit im Gepäck hatte sie eine Planetensonde namens Voyager 2, die auf eine lange Reise zu den grossen Planeten unseres Sonnensystems geschickt wurde. 16 Tage später, am 5. September 1977, folgte ihr auf einer anderen Bahn ihre baugleiche Schwestersonde Voyager 1. Es war die Geburtsstunde des Begriffs «planetarisches Billard», denn die beiden Raumflugkörper nutzten die gravitativen Kräfte der Planeten aus, um gleich Kurs auf das nächstäussere Zielobjekt zu nehmen. Heute sind solche Swing-by-Manöver nichts Aussergewöhnliches, wenn wir an jüngere Planeten- oder Kometenmissionen denken. 1977 standen die grossen Planeten günstig, so dass eine solche Flugroute möglich war. Voyager 2 stattete bis 1989 allen vier Gasriesen einen Kurzbesuch ab, während Voyager 1 nach dem Vorbeiflug an Saturn in einem Winkel von 35° aus der Ekliptikebene «geschleudert» wurde und damit die beiden kleineren Gasplaneten Uranus und Neptun nicht mehr ansteuern konnte. Voyager 2 wurde so umprogrammiert, dass sie das Saturnringsystem aus einer besseren Perspektive erforschen konnte.

Die Anfänge der Planeten-Missionen

Bis zu den ersten Weltraummissionen in den frühen 1960er-Jahren war das Wissen über die einzelnen Planeten unseres Sonnensystems noch elementar. Anfänglich standen unsere beiden Nachbarplaneten Venus und Mars im Fokus, doch zahlreiche russische Sonden versagten. Den ersten grossen Erfolg konnte die Sowjetunion mit der Verena-Mission verbuchen. In den USA war das Mariner-Programm mit Ziel Merkur, Venus und Mars das erste erfolgreiche Programm. Bis man zu den Planeten Jupiter und Saturn aufbrach, verstrich ein gutes weiteres Jahrzehnt. Pioneer 10 flog 1973 an Jupiter vorbei. Ein Jahr später folgte Pioneer 11, die 1979 erstmals den Ringplaneten Saturn passierte. Die NASA übernahm in Sachen Planetenforschung die Vorherrschaft.

Swiss Wolf Numbers 2017

Marcel Bissegger, Gasse 52, CH-2553 Safnern



Beobachtete, ausgeglichene und prognostizierte Monatsmittel der Wolfschen Sonnenfleckenrelativzahl

Mai 2017 — **Mittel: 19.5**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0	20	21	22	30	27	28	28	0	0	
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
11	2	0	0	3	16	14	21	23	29	
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
30	50	38	27	28	27	24	23	13	0	0

Juni 2017 — **Mittel: 20.6**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14	22	24	28	35	21	16	15	4	2
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
4	2	10	15	34	34	32	31	28	33
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
37	26	26	30	26	23	22	17	16	11

5/2017 Name	Instrument	Beob.
Barnes H.	Refr 76	12
Bissegger M.	Refr 100	4
Ekatodramis S.	Refr 120	10
Enderli P.	Refr 102	7
Erzinger T.	Refr 90	24
Friedli T.	Refr 40	3
Friedli T.	Refr 80	3
Früh M.	Refl 300	26
Käser J.	Refr 100	21
Meister S.	Refr 125	7
Menet M.	Refr 102	4
Mutti M.	Refr 80	8
Niklaus K.	Refr 126	4
Schenker J.	Refr 120	10
SIDC S.	SIDC 1	3
Tarnutzer A.	Refl 203	21
Trefzger C.	Refr 150	5
Weiss P.	Refr 82	17
Willi X.	Refl 200	6
Zutter U.	Refr 90	25

6/2017 Name	Instrument	Beob.
Barnes H.	Refr 76	11
Bissegger M.	Refr 100	3
Ekatodramis S.	Refr 102	14
Enderli P.	Refr 102	12
Erzinger T.	Refr 90	27
Friedli T.	Refr 90	6
Friedli T.	Refr 40	6
Früh M.	Refr 80	22
Käser J.	Refl 300	26
Meister S.	Refr 100	2
Menet M.	Refr 150	5
Mutti M.	Refr 102	13
Niklaus K.	Refr 80	1
Schenker J.	Refr 126	7
Tarnutzer A.	Refr 120	19
Trefzger C.	Refl 203	3
Weiss P.	Refr 82	14
Willi X.	Refl 200	12
Zutter U.	Refr 90	26

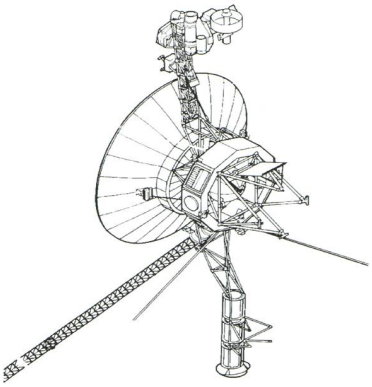


Abbildung 2: Voyager 1 und ihre Schwestersonde Voyager 2 haben einen Durchmesser von 1.78 m und sind 0.47 m hoch. Auf ihnen ist eine Parabolantenne mit einem Durchmesser von 3.66 m angebracht. Die meisten Instrumente sind am 2.5 m langen Ausleger installiert.

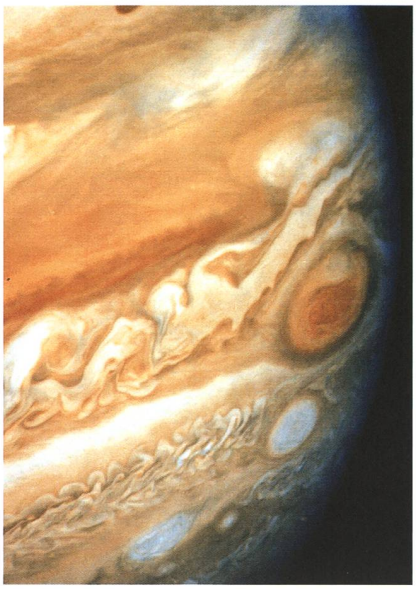


BILD: NASA / VOYAGER 2

Abbildung 3: Voyager 2 fotografierte den Grossen Roten Fleck im Juni 1979.

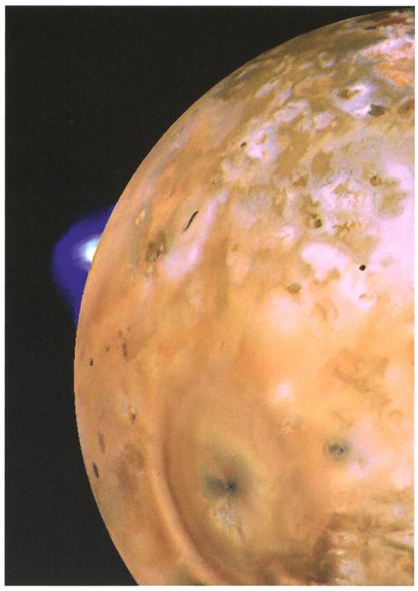


BILD: NASA / VOYAGER 2

Abbildung 4: Auf Io konnte Voyager 2 einen Vulkanausbruch aufnehmen.

Aufbruch zu den grossen Planeten unseres Sonnensystems

Das Voyager-Programm geht bis in die Mitte der 1960er-Jahre zurück. Die günstige Konstellation der äusseren Planeten Ende der 1970er-Jahre war ausschlaggebend, dass die NASA das erweiterte Mariner-Programm fortführte. Der Bau von Voyager 1 und 2 wurde beschlossen. Am Ende der Konzeptphase 1975 begann man sofort mit dem Bau der Sonden, die anfänglich noch unter «Mariner 11» und «Mariner 12» geführt, infolge ihrer strukturellen Unterschiede aber umgetauft wurden.
Interessant mag heute erscheinen, dass die Voyager-Sonden keinen spezifischen Forschungsschwerpunkt zu erfüllen hatten. Primär ging es darum, die grossen Planeten, deren Atmosphären, Ringe und Monde aus nächster Nähe zu erforschen. Weitere Ziele waren die Bestimmung der Massen, Grössen und die Form der Planeten sowie die Untersuchung der Magnetfelder.

Technische Probleme

Bei Voyager 2 gab es wenige Monate nach dem Start Probleme mit der Sensorplattform, die sich aus unerfindlichen Gründen nicht planmässig ausfahren liess. Womöglich hatte die Panne mit einer längeren Kommunikationspause mit der Sonde zu tun, da bereits die Vorbereitungen des Galileo-Projektes liefen und die NASA dort ihre Leute brauchte. Der Bordcomputer von Voyager 2 deutete die Funkstille als Fehlfunktion des Hauptsenders, womit er automatisch auf den Reservesender umschaltete. Allerdings funktionierte dieser aufgrund eines Defekts nicht einwandfrei, wodurch es immer wieder zu Funkunterbrüchen kam. Ein gutes Jahr vor Ankunft bei Jupiter registrierte die Bodencrew während eines Tests Unregelmässigkeiten bei der Scanplattform. Irgendein Fremdkörper muss die Mechanik verklemmt haben. Mehrere Monate lang aktivierte man die Elektromotoren und konnte das Problem lösen.
Bei der später gestarteten Sonde Voyager 1, die ihre Schwestersonde aufgrund der höheren Startgeschwindigkeit überholte, gab es keine technischen Schwierigkeiten.

Ankunft bei Jupiter

Die Sonde kam als erste bei Jupiter an und begann ihre Beobachtungen knapp drei Monate vor ihrem Vorbeiflug am Riesenplaneten. Einen Tag vor der engsten Annäherung startete die heisse Phase der Untersuchungen. Spektakuläre Bilder einer turbulenten Atmosphäre erreichten uns damals. So hatte Jupiter noch niemand je zuvor gesehen! Auch dünne Ringe wurden entdeckt, und auf Io konnte Voyager 1 nicht weniger als neun aktive Vulkane ausmachen. Zwei neue Monde, Metis und Thebe, wurden entdeckt. Als sich die Planetensonde bereits wieder vom Gasriesen entfernte, konnte sie auf dessen Nachtseite Blitze registrieren, die auf eine gewitterträchtige Atmosphäre schliessen lassen.
Jupiters Beobachtung ging mit Voyager 2 fast lückenlos weiter. Ihre Flugbahn war so programmiert, dass sie primär die Monde Amalthea, Io, Europa, Kallisto und Ganymed ins Visier nehmen konnte. Am 9. Juli 1979 kam die Sonde mit 570'000 km dem Jupiter am nächsten. Sie wurde beim Swing-by-Manöver beschleunigt und auf direktem Weg zum Ringplaneten Saturn weitergeschickt.

Saturn aus völlig neuer Perspektive

Ein knappes halbes Jahr vor ihrer Schwestersonde passierte Voyager 1 am 10. November 1980 das Ziel und untersuchte zuerst den Mond Titan, von dem man bereits über die Existenz einer Methan-Atmosphäre wusste. Lange Zeit galt der Saturntrabant als grösster Mond im Sonnensystem. Zieht man allerdings seine Atmosphäre ab, ist er etwas kleiner als Ganymed. Die Oberfläche des Mondes konnte man nicht studieren, da sich diese unter dem Dunst verbarg. So richteten die Planetenforscher das IRIS- und das UVS-Instrument auf den Rand der Atmosphäre aus, um möglichst viele Informationen über deren Zusammensetzung in Erfahrung zu bringen. Nebst Stickstoff, der in grossen Mengen vorkommt, wurden auch Spuren von Methan, Ethan und weiteren Kohlenwasserstoffen nachge-

wiesen. Später sollte, wie wir wissen, die Cassini-Huygens-Mission den Saturnmond noch genauer untersuchen.
Voyager 2 zog auf einer anderen Flugbahn am Ringplaneten vorbei. Wie schon bei Jupiter konnten auch bei Saturn Windgeschwindigkeiten von bis zu 500 m/s im Äquatorbereich gemessen werden. Die Winde wehen ostwärts und verlieren mit zunehmender Breite an Kraft und wechseln ab 35° Nord und Süd in die Gegenrichtung. Ebenso konnte die obere Saturnatmosphäre erforscht werden. Es wurden –191 °C, in tieferliegenden Schichten noch –130 °C bei einem Druck von 1'200 mbar gemessen.
Auch die Ringe des Planeten interessierten. In noch nie dagewesener Schärfe konnte man Saturns Markenzeichen studieren. Speichenartige Strukturen lassen auf eine grosse Dynamik in den Ringen schliessen. Erstmals fanden die Planetenforscher den Grund für die Ringlücken. Monde haben diese gewissermassen freigefegt.

Zwei weitere Planeten

Während Voyager 1 ihre Planetenerkundung mit Saturn beendete, brachte man schon im ersten Jahresdrittel 1981 Voyager 2 auf eine Bahn, welche die Sonde in Richtung Uranus bringen sollte. Da Voyager 2 tadellos funktionierte, war diese Entscheidung folgerichtig, denn die Mission war auf lediglich gut vier Jahre ausgelegt, und niemand wagte davon auszugehen, dass sie bei einem Vorbeiflug an Uranus überhaupt noch funktionieren würde. Sie tat es! Wieder begann sie ihre Beobachtungen geraume Zeit vor dem Fly-by Ende Februar 1986. Sie passierte den damals enttäuschend strukturlosen Planeten in 81'500 km Entfernung. Zehn weitere Monde wurden entdeckt und die Ringe, welche man bereits dank einer Sternbedeckung im Jahr 1977 vermutete, aus der Nähe erforscht.
Noch immer arbeitete die Sonde problemlos. Für einen Vorbeiflug an Neptun drei Jahre nach Uranus gab es viele Bahnoptionen, die alle ihre Vor- und Nachteile hatten. Einige Planetenforscher wollten den grössten Neptunmond Triton untersuchen, die Atmosphärenforscher dagegen wünschten sich eine möglichst nahe Passage an Neptun. So

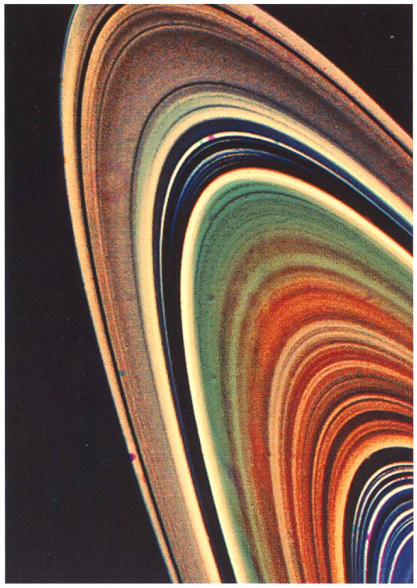


Bild: NASA / Voyager 2

Abbildung 5: Saturns Ringe in Falschfarben.

einigte man sich auf einen Kompromiss, den Voyager 2 bis auf 4'800 km an Neptun heranführte und Triton immerhin noch aus 38'500 km Entfernung im Visier hatte. Nach der eher unspektakulären Begegnung mit Uranus – zumindest im sichtbaren Licht – bot Neptun einige interessante Aspekte. So zeigte sich etwa die Atmosphäre des Planeten viel strukturierter als erwartet. Hohe Zirruswolken und Bänder ziehen sich um den Planeten. Das markanteste Gebilde war ein blauer dunkler Fleck, der etwa die Grösse Eurasiens einnimmt. Es handelt

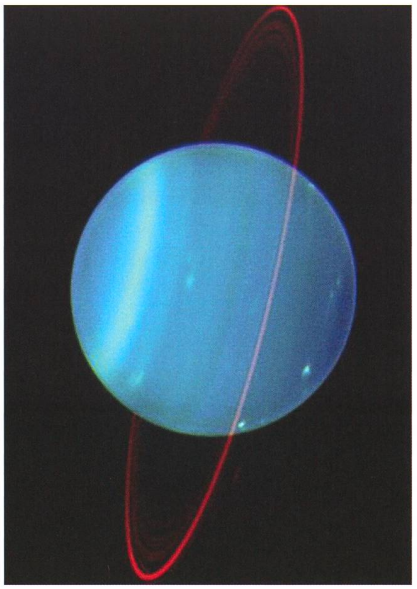


Bild: NASA / Voyager 2

Abbildung 6: Uranus mit seinem Ring, hier in einer Falschfarbenansicht.

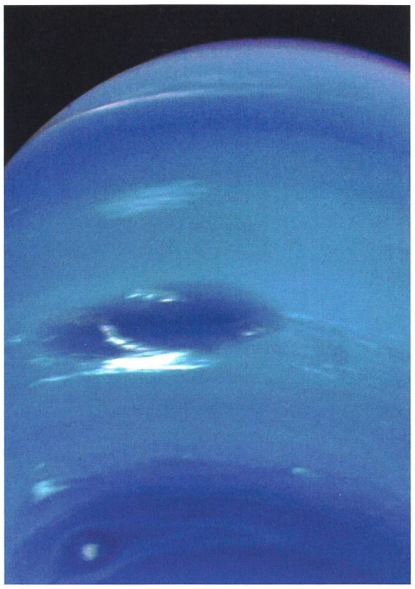


Bild: NASA / Voyager 2

Abbildung 7: Die letzte Station von Voyager 2; der blaue Planet Neptun.

sich um einen Zyklon, der den Wolkenwirbeln auf Jupiter ähnelt.

Irgendwann werden die Sonden verstummen

Voyager 1 startete 1990 ihre letzte Mission «Voyager Interstellar Mission» (VIM), die Erforschung des interstellaren Raums. Schon zwei Jahre zuvor überholte sie die Raumsonde Pioneer 10 und hält nun den Rekord des am weitest entfernten von Menschen geschaffenen Objektes inne. Bei der jetzigen Geschwindigkeit dürfte die Sonde in fernen 40'000 Jahren am Stern Gliese 445 vorbeirauschen, der aufgrund seiner grossen Eigenbewegung dann noch gut 3.5 Lichtjahre von der Sonne entfernt sein wird.
Voyager 2 wird voraussichtlich um das Jahr 2020 den interstellaren Raum erreichen. Beide Sonden verfügen noch über genügend Energiereserven für noch mindestens zehn Jahre wissenschaftlicher Messungen und zur Datenübermittlung. Irgendwann werden die Raumkörper im wörtlichen Sinne in die Tiefen des Weltalls entschwirren. Ob wir irgendwann einmal eine Reaktion auf die an Bord befindlichen Bild- und Audiobotschaften der Menschheit erhalten werden, steht in den Sternen geschrieben. ▮

Astronomie auf der neuen 20er-Note

Grosse Ehre für unsere astronomische Passion

Von Beat Bühlmann

Die neue 20er-Note der neuen Banknotenserie ist seit Mai im Umlauf und dürfte schon in manchem Portemonnaie stecken. Alle an Astronomie Interessierten werden das schön gestaltete Stück mit Freude bewundert haben. Mit der Lupe entdeckt man allerlei astronomisches. Doch die Angaben bei den Lichtsekunden haben zahlreiche Laien ins Rätseln versetzt. Wir klären auf, was es damit auf sich hat.

Die Vorabzüge der neuen Schweizer Banknotenserie liessen schon länger hoffen, dass in irgendeiner Form die Astronomie thematisiert werden würde. Im Jahre 2005 wurden die Wettbewerbsgewinner vorgestellt. Aber nicht die Vorschläge des erstplatzierten Manuel Krebs wurden schliesslich weiter verfolgt, sondern diejenigen der zweitrangierten Manuela Pfrunder aus Luzern. Ihr damaliger Vorschlag für die 200-er Note war sehr astronomisch inspiriert. Zum Thema Materie/Wissenschaft prangte prominent das Bild einer Kuppel-Sternwarte auf der Vorderseite des Scheins.

Aussen- oder Erdsicht?

Bekannt ist aber, dass die Entwürfe bis zur Druckreife teilweise noch stark überarbeitet werden. Vor der Präsentation der neuen 20 Franken Note war durchgesickert, dass sie sich um das Thema Licht/Kreativität drehen sollte. Schlaglichtartig war dann plötzlich das Filmfestival von Locarno in aller Munde, versinnbildlicht dieser Anlass die beiden Themen doch in optimaler Weise.

Erst beim zweiten oder dritten Blick wurde klar, dass nicht bis zur 200 Franken Note gewartet werden muss, um den Sternen auf den Geldscheinen zu begegnen.

Wie bei der 50-Franken-Note dominieren eine Hand und ein Globus die Vorderseite. Die Globusansicht ändert bei jedem Notenwert. War beim 50-er Schein der

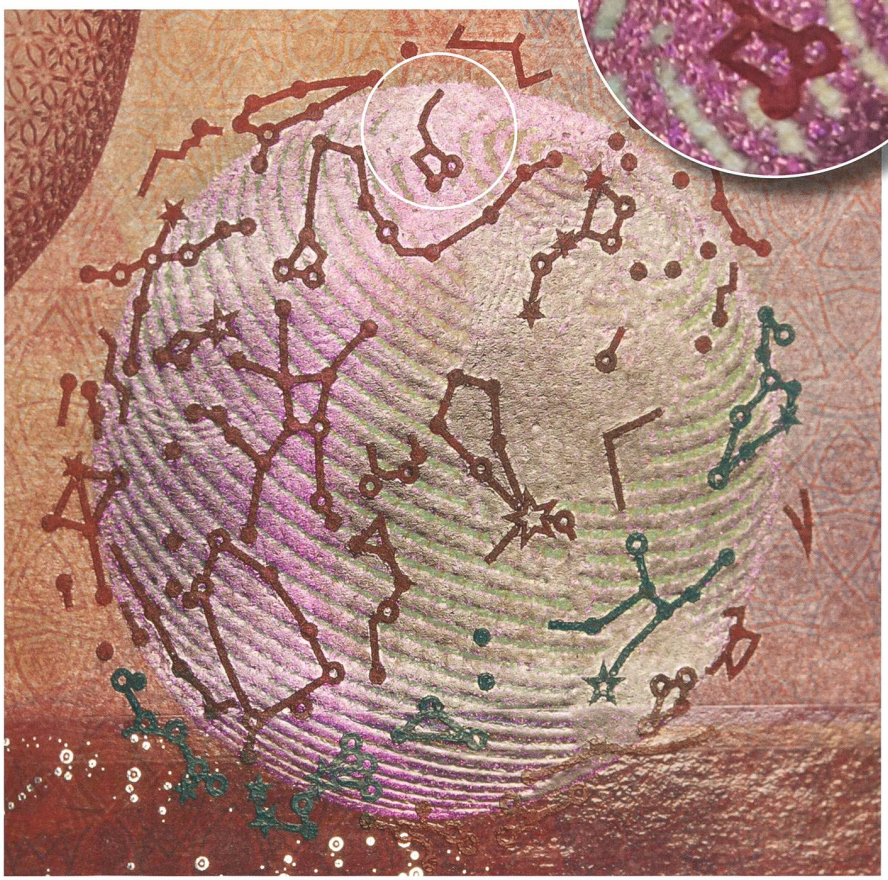


Bild: Roland Stalder

Abbildung 1: Der Sternenhimmel über dem Erdglobus. Doch wo ist der Polarstern geblieben?

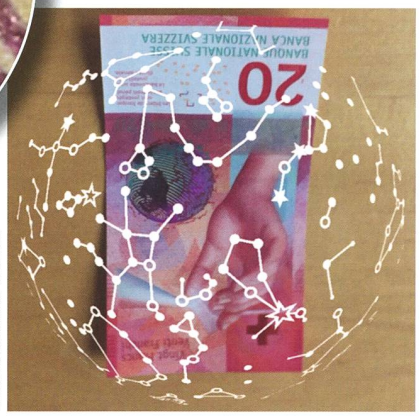


Bild: Christian Wernli

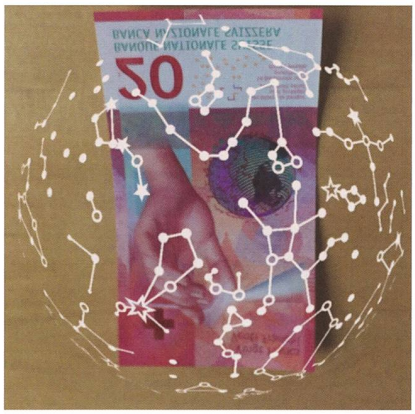


Bild: Christian Wernli

Abbildung 2: Mit einer App lässt sich der Sternenhimmel umkehren.

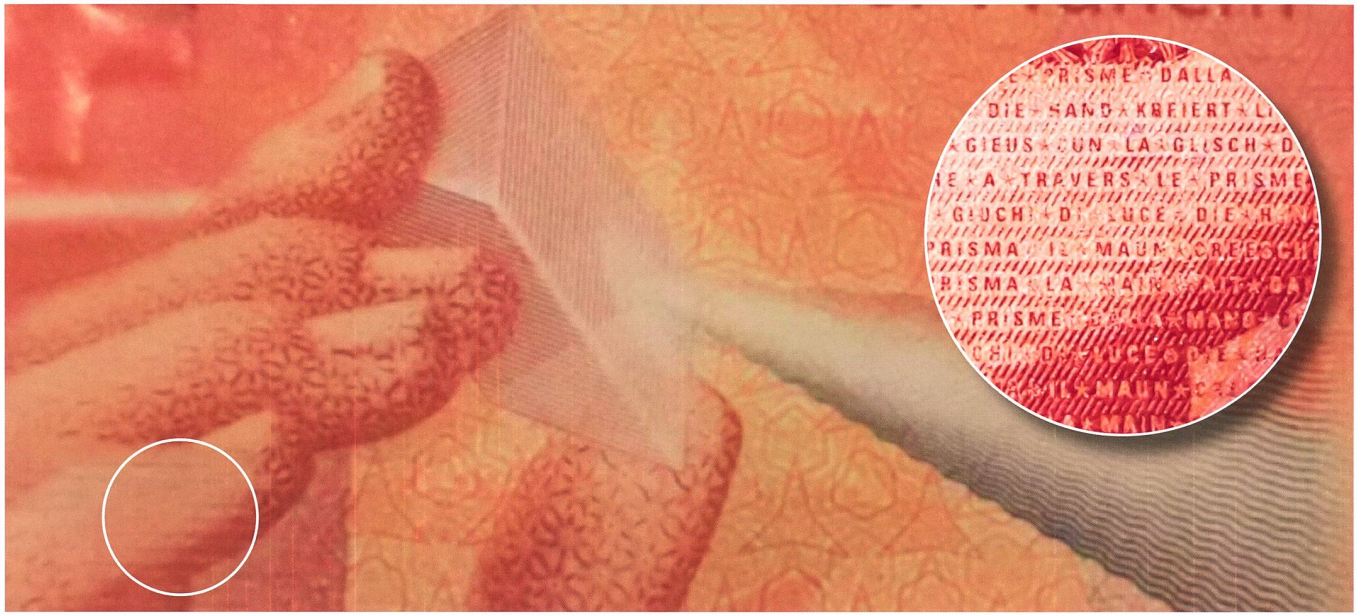


Bild: Beat Bühlmann

Abbildung 3: Das weisse Sonnenlicht fällt durch ein Prisma und wird in die Spektralfarben zerlegt. Kaum zu glauben, dass im kleinen Bildausschnitt der Text «Die Hand kreiert Lichtspiele mit dem Prisma» zu entziffern ist!

Nordatlantik im Fokus, ist es nun Nordamerika, bei der 100-Franken Note wird es beispielsweise Afrika und Europa sein. Beim ganz genauen Hinsehen erkennt man zudem um und vor dem Globus die Sternbilder, wie sie sich an einem Sommerabend präsentieren (Abbildung 1). Mit der durch die Schweizerische Nationalbank (SNB) zur Verfügung gestellten App lassen sich die Sternbilder über den Globus gewölbt darstellen (Abbildung 2). Im Gegensatz zur Darstellung auf einem Himmelsglobus mit Blick von aussen wurde hier aber nicht eine spiegelbildliche Anordnung gewählt, sondern die Sicht, wie sie für uns Erdenbürger stimmt. Grafikerin Pfrunder hält fest, dass diese in Kombination mit dem Erdglobus etwas unübliche Darstellungsart ganz bewusst gewählt wurde, um das Erkennen der Sternbilder zu erleichtern.

Wo ist der Polarstern?

Entsprechend der Neigung der Erdachse ist der Erdglobus etwas gekippt dargestellt, die Sternkarte aber nicht. Dies und die grosse Randverzerrung mögen die Orientierung auf dieser Sternkarte dennoch etwas erschweren. Rätselhaft ist, wo sich der Polarstern befindet (runder Bildausschnitt in Abbildung 1). Er müsste ja gemäss seiner Helligkeit gleich wie Beta Ursae Minoris (Kochab) mit einem Kreis markiert sein! Regulus, der ja auch knapp am «Erdhorizont» liegt, ist ja auch eingezeichnet (Anm. Redaktion). Die SNB bezeichnet solche Abweichungen als künstlerische Freiheit…. Aber grundsätzlich geht es hier somit um das sicher am längsten unterwegs gewesene Licht, das die Menschen wahrnehmen können.

Karte der Lichtverschmutzung

Die Hand hält ein Prisma, auf das ein Lichtstrahl fällt (Abbildung 3). Dieser wird beim Durchlaufen des Prismas in die verschiedenen Farben aufgefächert. Wer mit starker Luppe bewaffnet ist, kann zudem erkennen, dass in der Hand in allen vier Landessprachen als Mikrotext die Worte «Die Hand kreiert Lichtspiele mit dem Prisma» notiert sind (runder Ausschnitt in Abbildung 3). Da wird sich die SAG Fachgruppe Spektroskopie doch sicher ob der Motivwahl freuen!

Aber damit ist noch lange nicht Schluss mit Astronomie auf dem neuen Geldschein. Auf dem Sicherheitsstreifen sind auf einer Karte der Schweiz die Lichtemissionen bei Nacht dargestellt (Abbildung 4). Je heller die Region, desto häufiger und grösser die entsprechenden Kreise. Dark Sky Switzerland würde sich sicher wünschen, der Kreise wären viel weniger…! Kippt man die Note nun von links nach rechts, erscheinen rechts der Schweizerkarte in drei Spalten auf sieben Zeilen silbrige Ziffern. Dahinter sind die lateinischen Namen von 21 astronomischen Objekten notiert (Abbildung 5). Neben Sonne, Mond und den sieben Nachbarplaneten im Sonnensystem sind Proxima Centauri, die Supernova 1987A oder die Andromeda Galaxie aufgeführt.

Eine verpasste Chance

Auch der Stern 51 Pegasi ist abgebildet. Um ihn haben ja Schweizer Astronomen vor über 20 Jahren den weltweit allerersten Exoplaneten überhaupt entdeckt. Es mag überheblich erscheinen, wenn der Luzerner Autor dieses Artikels sofort darauf hinweist, dass der Stern vor knapp zwei Jahren beim internationalen Namenswettbewerb «NameExoWorlds» den passenden Eigennamen «Helvetios» erhielt. Der Name wurde von der Jugendgruppe der Astronomischen Gesellschaft Luzern vorgeschlagen und machte beim internationalen Voting das Rennen. Trotzdem kann man es auch als eine verpasste Chance betrachten. Ein durch Schweizer Astronomen berühmt gewordener Stern, der seinen Namen von Schweizer Jugendlichen bekam und notabene aus dem Lateinischen übersetzt «der Helvetier / der Schweizer» bedeutet, wird auf einem Schweizer Geldschein nur mit «51 Pegasi» bezeichnet. Dem über-

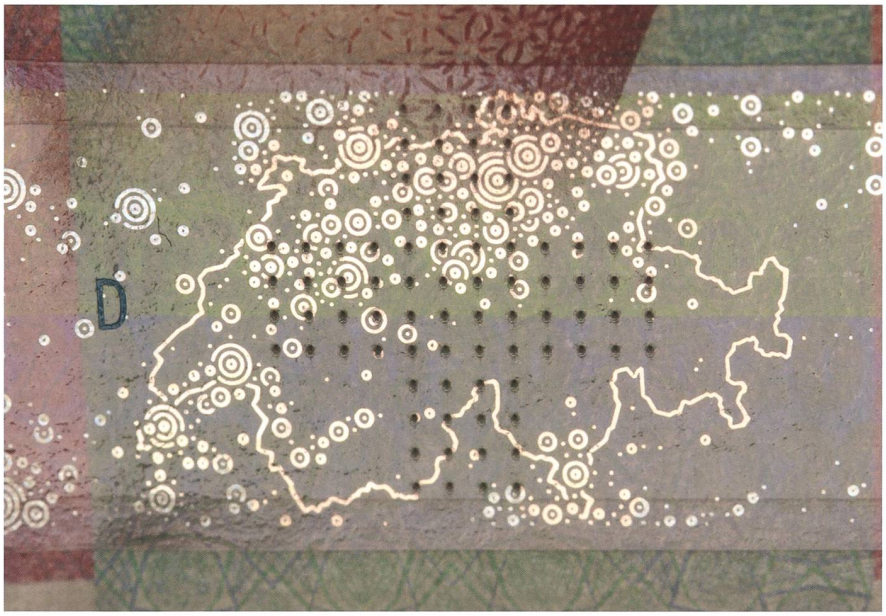


BILD: ROLAND STALDER

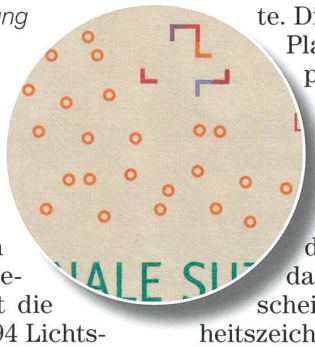
Abbildung 4: Diese Schweizer Karte zeigt, wo überall die Lichtverschmutzung ein aktuter Störefried für uns Astronomen ist.

geordneten Thema der ganzen Notenserie «Die vielseitige Schweiz» hätte hier eine ganz spezielle Seite angefügt werden können. Vermutlich war die Zeit etwas knapp zwischen der Namensgebung und dem «Gut zum Druck». Ob bei den weiteren Drucken (eine Note ist ja nur ein paar wenige Jahre im Umlauf, bis sie ersetzt werden muss) wohl noch eine Korrektur vorgenommen wird?

Lichtsekunden gaben Rätsel auf

Die scheinbar unsinnigen Zahlen vor den 21 Objekten geben deren Distanz von der Erde in Lichtsekunden an. Man beachte, dass es sich nicht um die mittleren Distanzen von der Sonne handelt. Diese Werte wären ja überall nachzulesen. Die Sache auf den Geldscheinen ist viel komplexer, denn die Distanzen von der Erde zu den Planeten verändern sich ja laufend. So kann angenommen werden, dass sich die ganze Auflistung auf ein ganz spezielles Datum bezieht. Ein Hinweis liefert die Distanz zur Sonne. Die 494 Lichtsekunden entsprechen rund 0.99 Astronomischen Einheiten. Die Distanz Erde–Sonne ist also am gesuchten Datum kleiner als sie im Durchschnitt ist. Dies heisst schon mal, dass es sich um ein Datum im nördlichen Winterhalbjahr handeln muss, weil dann die Erde näher bei der Sonne ist, als im Sommer. Lässt man ein Astronomieprogramm rechnen, so kommen nur noch zwei Zeitfenster pro Jahr in Frage. Es müsste um den 8. November oder um den 24. Februar sein. Aber eben, welches Jahr? Hier ist mir mein Vereinskollege ROLAND STALDER zu Hilfe gekommen. Bei seiner Suche mit der App SkySafari fand er den Zeitpunkt am 23. Februar 1987 um 8.52 MEZ, wo die aufgeführten Distanzen der schnelllaufenden Merkur und Venus gut passen. SAG-Präsident CHRISTIAN WERNLI hat es ob der spannenden Note auch den «Ärmel rein genommen»; ihm wurde dieses Datum von der SNB bestätigt und er konnte auch sonst viele Inputs zu diesem Bericht liefern.

Doch was passierte an diesem Tag? Richtig! Die Neutrinos der Supernova 1987A erreichten nach einer Reise von rund 168'000 Jahren die Erde. Im Detektor Kamiokande II in Japan wurde am 23. Februar 1987, um 7:35:35 UT ein Signal von 11 (!) Elektronen registriert [1]. Es handelt sich dabei um die hellste Supernova seit GALILEO GALILEI als erster ein Fernrohr zum Himmel richtete. Die relative Position der Planeten zu diesem Zeitpunkt lässt sich berechnen.



Die 25 kleinen orangen Kreise unterhalb des Globus sind laut SNB nicht astronomisch zu deuten. Weitere Infos dazu gibt es nicht, es scheint sich um ein Sicherheitszeichen zu handeln.

So viel zu den spannenden Aspekten unseres Hobbies auf der neuen 20er-Note. Da dürfen wir ja gespannt sein, ob der 200 Franken Schein noch mehr bieten wird. In einem Jahr wissen wir es.

Quellen

[1] Hirata, K et al. Observation of a neutrino burst from the supernova SN1987A
IN: Physical Review Letters, 1987, vol. 58, iss. 14, p. I1490-1493

BILD: ROLAND STALDER

Abbildung 5: Die Lichtsekunden sorgten vor allem bei Laien anfänglich für Verunsicherung, ehe die SNB erklärte, wie diese Angaben zustandekamen.

Das Spektrum des Vollmondes und seine Lichtfarbe

In welchem Licht strahlt der Vollmond?

Von Dr. Lukas Schuler, Präsident von Dark-Sky Switzerland

Der Vollmond ist bekanntlich kein Freund des Astronomen. Vielleicht ist das auch der Grund, weshalb sich heute kaum noch jemand mit seinem Licht befasst.

Meine Tätigkeit bei Dark-Sky Switzerland fordert mich oft zu Lichtmessungen auf, meistens, weil Quelle oder Ziel zu hell sind, die Normen oder Grenzwerte verletzt werden und Anwohner sich dadurch belästigt fühlen. Professionelle und kalibrierte Lichtmessgeräte kosten fast soviel wie Teleskope. Daher bin ich meinen Kollegen Roland Bodenmann und Stefano Klett für ihre Ausrüstung dankbar. Dazu gehören Luxmeter (Beleuchtungsstärke), Leuchtdichtemessgerät, All-Sky Kamera und Sky Quality Meter (Leuchtdichte) und ein Spektrometer (relatives Spektrum über die Wellenlänge und Berechnung der Farbtemperatur).

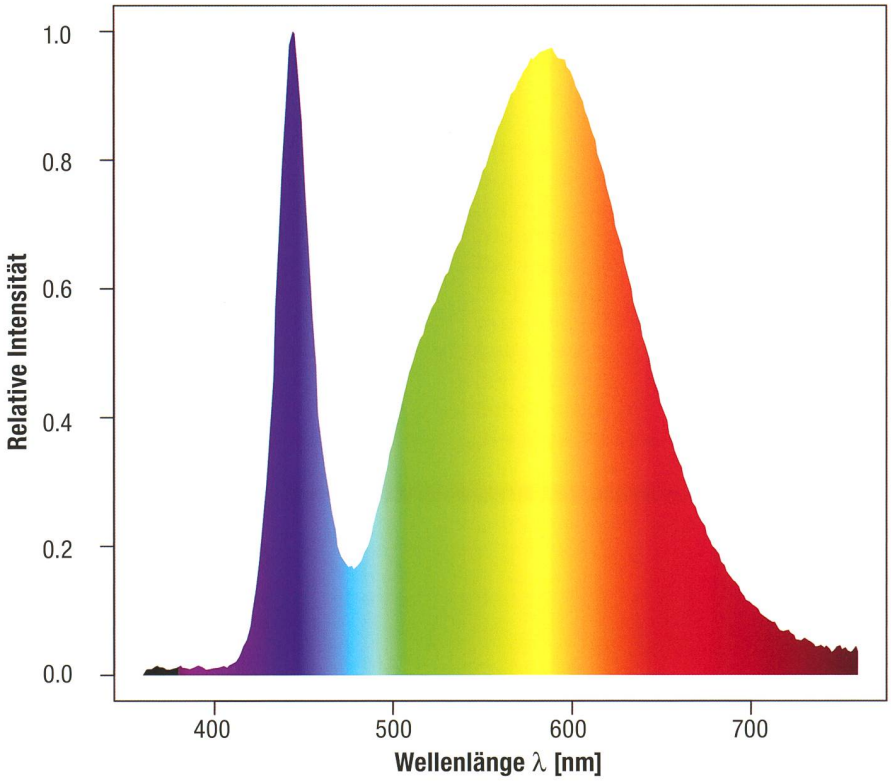


Abbildung 1: Spektrum einer öffentlichen Strassenlampe, Jg. 2017, LED 4000 Kelvin. Der emittierende Peak ist blau (kurzwellig, links). Bei dieser Lampe beträgt der rechnerische Blauanteil 17.8 %. Das sekundäre Spektrum, welches durch eine Beschichtung mit Phosphor entsteht, erzeugt die wärmeren Farbanteile (langwellig, rechts). Diese Umwandlung geschieht heutzutage mit wenigen Prozent Verlust, vor acht Jahren war der Effizienzverlust noch über 10 %.

Letztes Jahr wollte ich die Farbtemperatur einer Leuchtreklame hoch oben an einer Fassade überprüfen. Da dies ohne Kletterei und Hausfriedensbruch gemacht werden sollte, kam ich auf die Idee, Messungen des Spektrums mit meinem Refraktor Borg ED100 (f = 6.4) zu machen, der leicht transportierbar ist. Wie immer erweisen sich solche Erstversuche umständlicher als gedacht, denn das 100 mm Objektiv erspäht trotz Taukappe auch viel Fremdlicht aus der Umgebung, wenn diese städtisch und vernebelt ist. Da die Leuchtreklame um 22:00 Uhr ausgeschaltet wurde, konnte ich danach noch einmal messen, das Rauschsignal subtrahieren und ein bereinigtes Spektrum berechnen, was die Herleitung der Farbtemperatur nach CIE1931 mit der Näherung von McCamy [1,2] zuverlässig ermöglichte.

Warum Farbwahrnehmung und die Farbtemperatur interessieren

Im Verlaufe des Tages wechselt die natürliche Lichtfarbe am Himmel. Am hellen Tag sind wir wach und konsumieren viel mehr blaues Licht als in der Nacht. Das blaue Licht unterdrückt die Ausschüttung des Schlafhormons Melatonin, so dass wir nicht einschlafen. Umgekehrt sollte man in der Nacht wenig blaues Licht konsumieren, sonst wird die Erholung mangelhaft und ungesund.

Wir Astronomen machen das schon lange richtig. Für das notwendige Licht bei Beobachtungen verwenden wir rote Lampen, denn dadurch verlieren wir die Dunkeladaption weniger. Blaues Licht würde nachts blenden und grell erscheinen.

So sind viele betroffene Bürger entsetzt über die neuen öffentlichen Beleuchtungen mit LED, welche meistens eine Farbtemperatur um 4000 Kelvin oder noch höher aufweisen, so dass man sie grell empfindet. Das widerspricht den Empfehlungen der Internationalen Dark-Sky Gesellschaft (IDA) und der Amerikanischen Ärztegesellschaft (AMA), welche fordern, man solle 3000 Kelvin nicht überschreiten.

Eine Anmerkung zu den Resultaten vorweg: Unsichtbares UV-Licht wird in diesem Bericht in allen Spektren schwarz dargestellt. Leider deckt das Spektrometer nur 360 – 760 nm ab und das letzte Stück sichtbares

Licht (bis 780 nm) fehlt. Die Farbgebung der Spektren berechnen wir nach dem Vorschlag des Astronomen Bruton mit $\gamma = 0.8$ [3].

Anstieg der Lichtverschmutzung

Der italienische Physiker Fabio Falchi hat berechnet, dass die Lichtverschmutzung im Vergleich zu 2015 um den Faktor 2.5 ansteigt, wenn man alle bestehenden Lichtquellen auf LED mit 4000 Kelvin umrüstet, weil auch orange emittierende Natriumdampflampen mit geringem Anteil an blauem Licht (Blauanteil um 4 %) ersetzt würden [4].

Es gibt viele Gründe, die für Aussenbeleuchtung mit tiefen Farbtemperaturen (warmes, gelbes Licht) sprechen:

- Die Lichtverschmutzung ist geringer (langwelliges, rotes Licht verlässt die Atmosphäre wahrscheinlicher, als dass es streut. Man erinnere sich an den Kupfermond während einer totalen Mondfinsternis).
- Am wenigsten Tierarten nehmen das warme Licht (gelb) als Orientierungshilfe [5].
- Der zirkadiane Taktgeber und der Pupillenreflex werden nicht ausgelöst.
- Die natürliche Lichtfarbe der Nacht (Himmel, Sterne, Mondlicht) wird nicht imitiert.

Ein enges, warmes orangegelbes Spektrum um 585 nm wäre also besser, um die Natur und Umwelt möglichst wenig zu stören (die Hochdruck-Natriumdampflampe kommt dem recht nahe) [5]. Entsprechend gelborange LED-Strassenlampen gibt es bereits von mindestens zwei Herstellern, sie werden aber noch zu wenig nachgefragt, bzw. vom Markt abgeschottet.
Im Februar bekam ich das Spektrometer (UPRtek MK350) von Roland Bodenmann wieder einmal in die Hand gedrückt und er bat mich, damit ein sauberes Spektrum des Vollmondes aufzuzeichnen und die Farbtemperatur zu bestimmen.
Mein Plan war schnell gefasst: Mit Hilfe des Borg ED100 das Spektrum des Vollmondes messen und im Orion ein Bild davon veröffentlichen. Eine Reihe von Problemen war jedoch zu überwinden; das Hauptproblem war das Wetter.

Bild: Lukas Schuler

Abbildung 2: LED-Strassenlampen und Vollmond (10. Mai 2017, 21:14 Uhr). V. l. n. r. 4000 Kelvin LED-Strassenlampe (Jg. 2017, Wohnstrasse, für Spektrum siehe Bild 1), aufgehender Vollmond, 5700 Kelvin LED-Strassenlampe (Jg. 2011, Quartierstrasse). Deutlich sichtbare Ähnlichkeit der Lichtfarbe von neuer Strassenlampe und Vollmond. Der Blauanteil der älteren LED rechts ist höher und beträgt 25.8 %.

Der ideale Vollmond lässt auf sich warten

Um den Einfluss der Atmosphäre gering zu halten, wäre eine Messung im Zenit ideal. Im Winter steht der Vollmond bekanntlich bei uns viel näher am Zenit als im Sommer. Doch den Winter hatte ich gerade verpasst und fast ein Jahr wollte ich nicht warten. Die Lunation beträgt zudem im Mittel nur 29 Tage, 12 Stunden und 44 Minuten, somit erreicht der Vollmond seine Phase nicht zwingend in den Nachtstunden. In der Tat lag erst der drittnächste Vollmond wirklich zeitlich günstig, wie Tabelle 1 veranschaulicht.

Und dann spielte oft die Witterung nicht mit

Am 10. März prüfte ich mit Stativ und Fernglas ob eine Mondmessung mit dem Spektrometer gelingen könnte. 5 Lux aus dem Fernglas, eines erkennbaren Spektrums mit Rauschen stimmten mich zuversichtlich.
Am 11. März war ich an einem abgelegenen Ort im Kanton St. Gallen eingeladen und nahm die Ausrüstung mit für einen Erstversuch. Die Wetterprognose liess eine Reise in die Berge nicht zu. Am 12. März, 23:07 Uhr, erreichte ich den Spitzenwert von 72 Lux nach windigem Aufklaren durch ein 40 mm Okular

Theorie

Zeitpunkt des Vollmondes	Elevation	nächste Kulmination	Elevation	Phase
Sonntag, 12. März 2017, 14:23.8	–33.3°	13. März 2017, 00:52.0	45.1°	99.8 %
Dienstag, 11. April 2017, 08:06.8	–10.2°	11. April 2017, 01:17.5	38.2°	99.9 %
Donnerstag, 11. Mai 2017, 00:08.9	+26.1°	11. Mai 2017, 01:28.2	28.5°	99.9 %

Praxis mit besten Werten

Zeitpunkt des Vollmondes	Elevation	Phase	Beleuchtungsstärke
Sonntag, 12. März 2017, 23:07	39.9°	99.9 %	72 lx (Okular 40 mm Plössl)
Sonntag, 9. April 2017, 23:29	40.5°	98.2 %	43 lx (fokal)
Montag, 10. April 2017, 23:58	35.4°	99.8 %	38 lx (fokal)
Donnerstag, 11. Mai 2017, 02:26	27.2°	99.9 %	51 lx (fokal)

Tabelle 1: Die Suche nach einem zeitlich günstigen Vollmond. Quellen: calsky.ch [6] und Stellarium [7].

gemessen. Je mehr Licht das Teleskop vom Mond erhält, je klarer sollte der Himmel sein und umso koaxialer habe ich wohl gemessen (es war nur eine abgestützte Handmessung im Fokus des Okulars).
Am 9. April erreichte ich fokal 43 Lux, am 10. April noch 38 Lux. Am 11. April war das Wetter miserabel (0 Lux).
Nun war im Mai endlich einmal Vollmond zur Nachtstunde angesagt, wenn auch mit kleinstem Durchmesser (29'42.5") für Jahre. Wolkenzüge liessen mich am 11. Mai beinahe im Stich, bis es ab 02:15 Uhr spontan aufklarte. Die beste Messung gelang mit 51 Lux fokal um 02:26 Uhr, immerhin nur 2 Stunden und 17 Minuten aus der Phase.

Lichtverschmutzung

Leider verhinderten am 11. März die Wolken eine vernünftige Messung durchs Fernrohr (Wolken hellen bekanntlich auch durch künstliche Lichtemissionen auf). In den Daten vom 11. Mai findet sich ein feines Rauschen und rotes Licht, welches am 12. März fehlte. Das hat wohl mit dem Weglassen der Okularlinsen und unterschiedlicher Elevation und Lichtverschmutzung zu tun. Aufgrund nicht idealer Wetterverhältnisse hatte ich mein Zuhause nicht mehr verlassen und die Messungen aus der verschmutzten Agglomeration Zürich durchgeführt. Der Fremdlichteintrag dürfte durch den Elevationswinkel über dem Siedlungsraum und klare Luft dennoch geringer sein als das Signal des Mondes.

Vergleich mit der Sonne

Mondlicht ist reflektiertes Sonnenlicht. Also sollten die Spektren von Sonne und Mond doch gleich sein? Nicht ganz, denn das Mondgestein ist wohl kein exakter Spiegel, bekanntlich beträgt die Mondalbedo etwa 0.1. Um eine verlässliche Aussage über den Unterschied zu erhalten, habe ich mit derselben Ausrüstung auch die Sonne gemessen.

So startete eine Reihe von Versuchen, die nicht ganz einfach war:

- **Direktes Sonnenlicht**
  Ist etwas heller, als wofür die meisten lichttechnischen Messgeräte (oft maximal 100'000 Lux) konzipiert sind. Das Messgerät zeigte Error. Aufnahmen durch doppeltes Fensterglas waren bereits möglich, aber wohl unzuverlässig, zumal schräg ausgeführt und ohne Frühlingsputz.

- **Baader Sonnenfilter (Glas, 95mm Öffnung)**
  Von Auge würde man nicht in die Sonne gucken, also hatte ich den Baader Sonnenfilter verwendet. Eine direkte Messung durch das Filter klappte nicht, zu dunkel und verrauscht.
  Also hatte ich wieder das Borg ED100 mit Sonnenfilter verwendet. Die Messung im Fokus gelang vernünftig, zeigte 2806 Lux und viel Wärme. Das Spektrum machte einen veränderten Eindruck.

- **Neutraler Fotofilter D4**
  Solche Ware liegt heutzutage seit Jahrzehnten in den Schubladen der Fotohändler und die sind froh, wenn sich noch jemand als Abnehmer findet. Die Beleuchtungsstärke wäre so gut messbar, doch wie neutral ist der Filter wirklich? Er sieht nämlich grünlich statt grau aus, lieferte allerdings leicht messbare 26839 Lux.

- **Diffus reflektiertes Sonnenlicht**
  Profis messen reflektierte Lichtströme mit Bariumsulfat-Schichten oder modernen und teuren Materialien aus. Eine solche Streuscheibe besass ich früher einmal für ein altes Fernrohr als Projektionsscheibe, für heute genügte mir der Versuch mit einem Blatt Papier. Das Papier zeigte mir, dass der neutrale Fotofilter so schlecht nicht sein kann. Auf beigem Papier sah das Spektrum ähnlich aus, auf weissem Papier wirkte der Blauanteil künstlich erhöht (optische Aufheller).

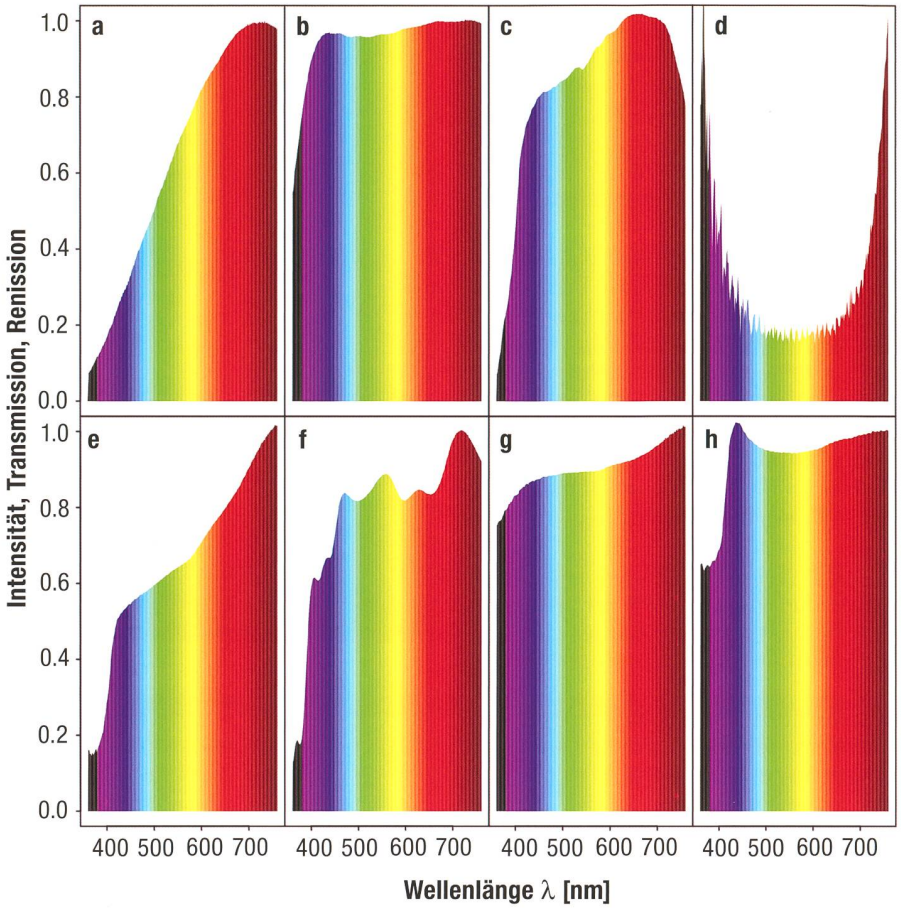


Abbildung 3: Hier sehen wir die Intensität, Transmission oder Remission im Laborversuch (Eichung), und zwar a) Laborinput Fotolampe 3400 Kelvin, b) Transmission Borg ED100 Objektiv, c) Transmission Borg ED100 Objektiv und 40 mm Celestron Nexstar Plössl Okular, d) Transmission Baader Glas Sonnenfilter und Borg ED100 Objektiv, e) Transmission Baader Glas Sonnenfilter, f) Transmission Fotofilter D4, g) Remission Papier DIN A4, BIO TOP 3, 80 g/m² und h) Remission Papier DIN A4, M-Budget, 80 g/m².

Eichung

All die beschriebenen «Filter» lassen den Schluss zu, dass eine saubere Auswertung ohne Überprüfung der Einflüsse der optischen Hindernisse nicht möglich ist. Klar

ist das Fluoritglas eines Refraktors etwas vom besten, das wir für die Astronomie haben, aber auch da könnte ein kleiner Filtereffekt auftreten.
Jede weitere Art der Filterung ist vielleicht nicht gleich über die Wellenlängen verteilt und verhindert die Messung der Strahlungsverteilung, so wie unser Auge oder ein anderes Lebewesen, das Licht aus der Atmosphäre empfängt, bevor es verarbeitet wird.

- **Definierte Lichtquelle und Messung der Hindernisse**
  Mein Vater überliess mir seine alte Halogen-Fotolampe aus den 70er-Jahren mit einer Farbtemperatur von 3400 Kelvin. Diese gibt wie alle Glühfäden ein geeignetes Licht für unseren Laborversuch und konsumiert dabei 1000 Watt (obige LED Strassenlampen brauchen etwa 33 Watt).

Aus dem gemessenen Originalspektrum und den gemessenen Spektren über verschiedene Lichtwege können wir die Transmission oder Remission als Quotient berechnen, wobei uns ein kleines ε die Division durch Null verhindert:

$$\text{Transmissionsgrad, Remissionsgrad} = \frac{\text{Spektrum gem. durch «Filter / Oberfläche»}}{\text{Spektrum der Lichtquelle} + \varepsilon}$$

Folgende Effekte sind in Abbildung 3 erkennbar:

- a) Das typische Glühlampenspektrum verläuft fast stetig und über alle Lichtfarben, es ist daher als Quelle geeignet. Der Farbwiedergabeindex der Lampe erreicht 99, beinahe das Maximum von 100. Der Peak befindet sich bei 733 nm. Die gemessene Farbtemperatur nach CIE1931 beträgt 3464 Kelvin (nahe der Herstellerangabe).
- b) Das Glas des Fluorit-Refraktors lässt mit Ausnahme des UV-nahen Spektrums fast alles gleichmässig durch, immer wieder ein erfreuliches Gerät.
- c) Das mehrfachbeschichtete Plössl-Okular am Refraktor scheint ein rotes Maximum zu haben und schluckt noch etwas mehr Licht vom Refraktor.
- d) Die Eichung mit Sonnenfilter am Refraktor scheint nicht sinnvoll. Das Signal ist verrauscht, die Lampe scheint wohl zu dunkel für den starken Filter oder wir haben den Glühdraht nicht im Fokus erwischt.
- e) Die Messung mit Sonnenfilter ohne Refraktor gelingt im Labor. Wir könnten daraus theoretisch herleiten, wie die Kombination von b) und e) bei d) eigentlich aussehen sollte.
- f) Wie schon visuell vermutet, verhält sich der Fotofilter nicht so neutral wie er heisst.
- g) Die Remission auf ungebleichtem, leicht beigem Papier ist erstaunlich gut, jedenfalls besser als der Foto- oder Sonnenfilter!
- h) Das billigste, weisse Papier enthält wie vermutet optische Aufheller, man sieht sehr gut, wie UV-nahes Licht absorbiert und dafür in blaues umgewandelt wird (ein blaues Maximum statt ein rotes).

Der erwartete Korrekturfaktor ist reziprok zur Transmission oder Remission anzuwenden:

$$\text{Korrekturfaktor} = \frac{\text{Spektrum der Lichquelle}}{\text{Spektrum gemessen durch «Filter»} + \varepsilon}$$

Je höher und gleichmässiger uns die Eichkurve in Bild 3 erscheint, umso eher ist die Ausrüstung für die Korrektur geeignet. Auf unnötige Filter-Kombinationen verzichten wir lieber.
Für die Messung und Korrektur des Sonnenspektrums entscheiden wir uns daher für die Remission auf BIO-TOP-3-Papier (jawohl, die beinahe kostengünstigste Variante g) schneidet für die Sonne am besten ab).
Für die Messung und Korrektur des Vollmondspektrums entscheiden wir uns daher für den Borg ED100 ohne Okular (fokal, Variante b)).
Aufgrund der ermittelten Transmission konnten wir ein bereinigtes Sonnenspektrum berechnen. Das sieht wie in Abbildung 4 aus.
Die vielzitierte Farbtemperatur der Sonne von 5778 Kelvin gilt nur für die Strahlung im All. Durch die irdische Atmosphäre variiert diese.
Das bereinigte Mondspektrum aus dem maximalen fokalen Messwert korrigiert um die Borg ED100-Linsen ist in Abbildung 5 auf Seite 18 dargestellt. Wollte man aus den

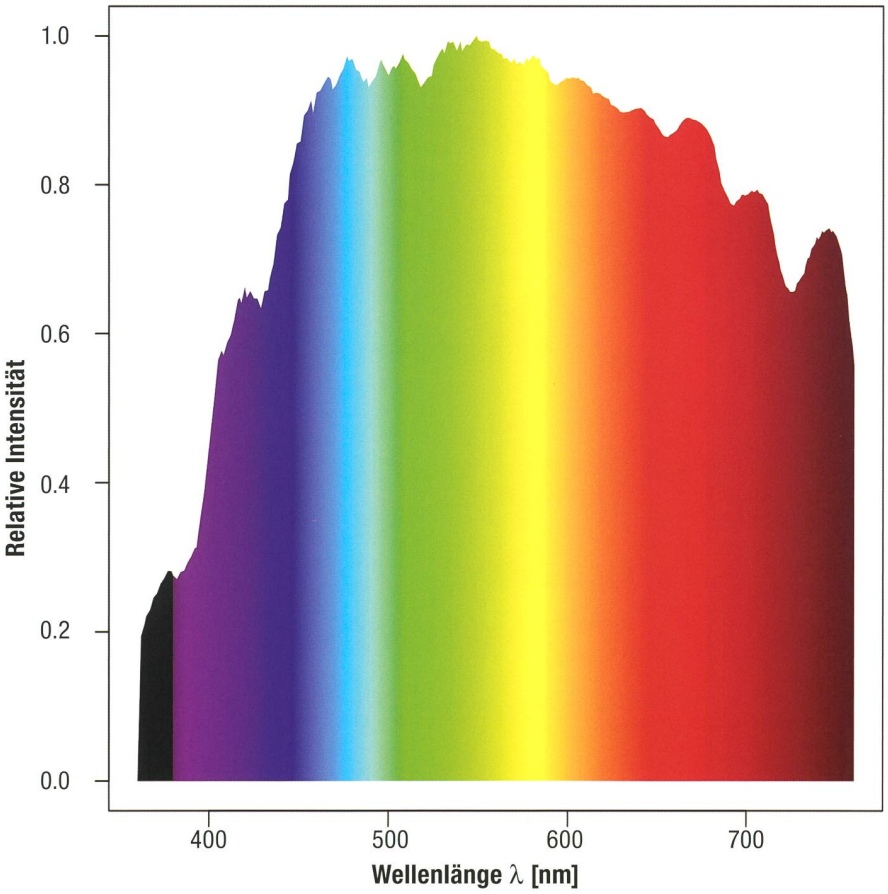


Abbildung 4: Korrigiertes Sonnenspektrum vom 27. Mai 2017, 16:35 Uhr MESZ, Elevation 43.6°. Die berechnete Farbtemperatur beträgt 5219 Kelvin (unkorrigierte Messung auf Papier, 5111 Kelvin).

Spektren von Sonne und Mond die Remission der Mondoberfläche eruieren, kommt man auf das Resultat in Abbildung 6. Hier verlassen mich aber meine naturwissenschaftlichen Kenntnisse, ob das noch sinnvoll ist. Ich bin kein Geologe und kenne mich mit Mondgestein zu wenig aus.
Aus astronomischer Sicht war das jetzt so gut wie eben unter gegebenen Umständen möglich. Aus biologischer Sicht wäre es vielleicht noch hilfreich, die kumulierten Spektren aller Vollmond-Messungen (weniger als 10 Stunden vom Zeitpunkt) mit halbwegs vernünftigen Signalen (ab 25 Lux und fokal gemessen) zu kombinieren und dann als Durchschnitt

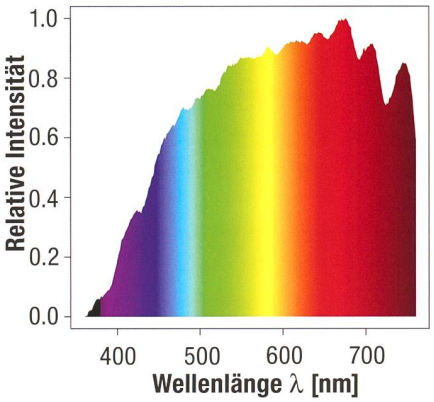


Abbildung 5: Die berechnete Farbtemperatur beträgt 4185 Kelvin (unkorrigierte Messung mit Borg ED100 Linse, 4132 Kelvin).

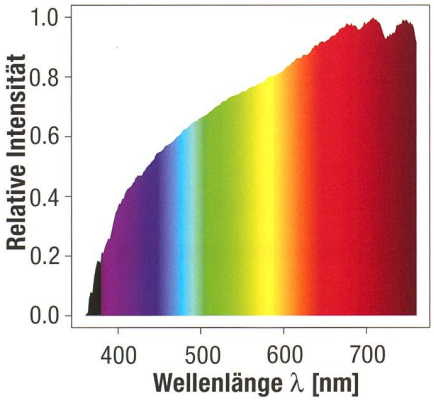


Abbildung 6: Remission der Mondoberfläche aus den Spektren von Sonne und Mond.

auszuwerten. Auch dieses Signal wurde noch um die Filterwirkung des Borg ED100 korrigiert.
Das durchschnittliche und korrigierte Spektrum sieht dann aus wie in Abbildung 7 dargestellt. Der Unterschied zur besten Einzelmessung ist gering. Dafür können wir präzisere Aussagen zur Standardabweichung machen (vgl. Tabelle 3).
Als Richtwert für die Ökologie würden wir also im Sommer diese Farbtemperatur vorschlagen.
Die Abweichung zum einzigen Wert in der deutschsprachigen Wikipedia ist eher klein [8]. Vermutlich wurde damals der Filtereffekt des Objektivs jedoch nicht korrigiert.

Datum	Uhrzeit (MEZ / MESZ)	Urteil
12. März 2017	ab 23:15 Uhr	trotzdem verworfen wegen Wolken (wir sehen Einflüsse im Licht)
10. April 2017	um 23:58 Uhr	nur eine brauchbare Messung vor der aufziehenden Wolkenwand
11. Mai 2017	ab 02:15 Uhr	67 Messungen

Tabelle 2: Beurteilung der Datenlage.

Datum	Zeitraum (MESZ)	Elevation	Farbtemperatur
11. Mai 2017	02:33.5 Uhr ± 8.4 min	Elevation 27.0 ± 1.1°	4175 ± 26 Kelvin

Tabelle 3: Farbtemperatur des Vollmondes.

Schlusswort

Unter den gegebenen Umständen sind wir mit den erreichten Resultaten zufrieden.
Wir konnten zeigen, dass das Mondlicht eine ähnliche Farbtemperatur wie gebräuchliche LED-Lampen aufweist und einen verlässlicheren Wert für das Spektrum und die Farbtemperatur angeben, als wir im Internet gefunden haben.
Die Daten der Spektren für Sonne und Vollmond werden bei Dark-Sky Switzerland nach Publikation dieses Artikels online zur Verfügung gestellt. Suchen Sie einfach nach dem Titel dieses Artikels.
Vielleicht wiederhole ich die Messung im Winter an einem geeigneten abgelegenen Standort zu einem günstigen Zeitpunkt. Ob sich das wirklich lohnt, wird sich spätestens dann weisen. ▮

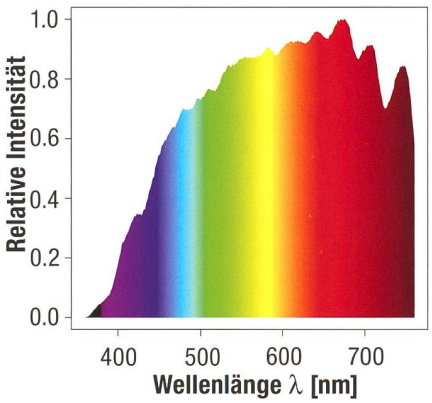


Abbildung 7: Hier sehen wir den geringen Unterschied zur besten Einzelmessung.

Quellen

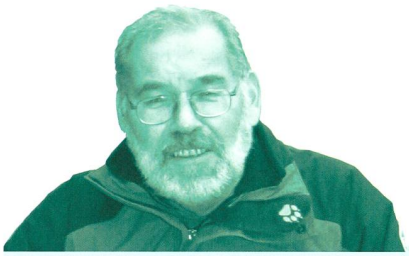
- [1] C. S. McCamy, «Correlated color temperature as an explicit function of chromaticity coordinates», Color Res. Appl. 17, 142–144 1992.
- [2] C. S. McCamy, «Correlated color temperature as an explicit function of chromaticity coordinates Erratum», Color Res. Appl. 18, 150 1993.
- [3] Dan Bruton: Approximate RGB values for Visible Wavelengths; 1996; Internet: http://www.physics.sfasu.edu/astro/color/spectra.html.
- [4] F. Falchi, P. Cinzano, D. Duriscoe, C. C. M. Kyba, C. D. Elvidge, K. Baugh, B. A. Portnov, N. A. Rybnikova and R. Furgoni. «The new world atlas of artificial night sky brightness». Science Advances, 2, (2016) 01-1084.
- [5] CDC(FR), 2015. «Eclairage du 21eme siècle et biodiversité», les cahiers de BIODIV'2050, available at http://www.mission-economie-biodiversite.com/.
- [6] CalSky.com, Arnold Barmettler, http://calsky.com
- [7] Stellarium, Version 0.12.0, http://stellarium.org
- [8] Wikipedia: https://de.wikipedia.org/wiki/Farbtemperatur, 4120 K für Mondlicht, gemäss Guido Studer, einem Basler Fotografen auf seiner Homepage.

Ein persönliches Doppel-Jubiläum

Die Faszination von erdnahen Kleinplaneten

Von Markus Griesser

Am 20. Mai publizierte das Minor Planet Center MPC das Electronic Minor Circular 2017-K22 zum Aten-Asteroiden 2017 KG3 [1], der drei Tage zuvor am Lowell Observatory in den USA entdeckt worden war. Nur zwölf Stunden später konnte ich von unserer Sternwarte aus drei präzise Positionsmessungen beisteuern und war damit der erste in Europa, welcher die Entdeckung dieses etwa 40 m kleinen Himmelskörpers bestätigen konnte. Für mich waren diese Messungen ein persönliches Highlight, konnte ich doch damit bei meinem dreihundertsten erdnahen Kleinplaneten zur ersten Bahnbestimmung, zur sogenannten Confirmation, beitragen. Zugleich übermittelte ich in dieser Nacht meine 15'000. Messung an einem Erdbahnkreuzer – gleich ein doppeltes «Jubiläum» meiner langjährigen Arbeit – Zeit für eine kleine Rückschau...



Markus Griesser

Seit vielen Jahren ist er Leiter der Sternwarte Eschenberg in Winterthur und hat sich seit Jahrzehnten der Beobachtung von Kleinplaneten verschrieben. Wenn nicht Wolken den Himmel trüben, ist Markus Griesser, dann, wenn normalerweise alle schlafen, in seiner Sternwarte anzutreffen, wo er nach den kleinsten Objekten, die unser Sonnensystem durchkreuzen, Ausschau hält und deren Bahnen vermisst. Seine Passion hat ihm schon zehn Hauptgürtel-Asteroiden-Entdeckungen eingetragen, die bedeutendste sicher (113390) Helvetia, welche im Internationalen Jahr der Astronomie 2009 sogar mit einer leuchtenden Sonderbriefmarke der Schweizer Post geehrt wurde.

Bild: Markus Griesser / AGW

Abbildung 1: Die Sternwarte Eschenberg liegt südlich der Stadt Winterthur mitten in einer Landwirtschaftszone und recht abgelegen in einer ausgedehnten Waldlichtung.

Als wir 1979 nach einer betont mühseligen Vorgeschichte und vor allem mit äusserst knappen Finanzen sowie nach monatelangen, unglaublich intensiv nötigen Fronarbeiten endlich im Süden von Winterthur unsere Sternwarte Eschenberg eröffnen konnten, hätte wohl keiner im kleinen Team gedacht, dass es von dieser bescheidenen ausgestatteten Örtlichkeit aus jemals möglich sein würde, Beiträge zur Wissenschaft zu leisten. Niklaus Scheidegger (1931 – 1984), der uns so gewogene Bauleiter und Architekt bei unserer Sternwarte, war in seinem grossen Optimismus immer zuversichtlich, dass man von hier aus auch einmal einen neuen Himmelskörper entdecken werde.

Damals lag die Computertechnik in den Anfängen. Niemand sah voraus, dass sich die Technologie innerhalb nur weniger Jahre derart massiv wandeln würde, dass auch «bemühte Laien», wie man in (ab)gehobenen Fachkreisen die engagierten Amateure zu nennen pflegte, jemals wieder substantielle Beiträge zur Wissensmehrung beitragen werden können.

Von den Kometen zu den Asteroiden

Begonnen hat mein Abenteuer mit der Astrometrie von erdnahen Kleinplaneten im Sommer 1998. Nachdem ich mich in den Jahren zuvor schwergewichtig mit Kometen auseinandergesetzt und 1985 im Vorfeld des Kometen Halley auch ein leidlich gut verkauftes Buch [2] über die geschweiften Himmelsboten publiziert hatte, fand ich 1998 mit unserer neuen CCD-Kamera, einer ST-8 von SBIG, und unserem damaligen 25cm-RC-Teleskop auf der Sternwarte Eschenberg den mühsamen Einstieg in die wissenschaftliche Astrometrie von Kleinplaneten. Mühsam deshalb, weil ich auch in meinem erweiterten Bekanntenkreis niemanden hatte, der sich mit einer CCD, geschweige

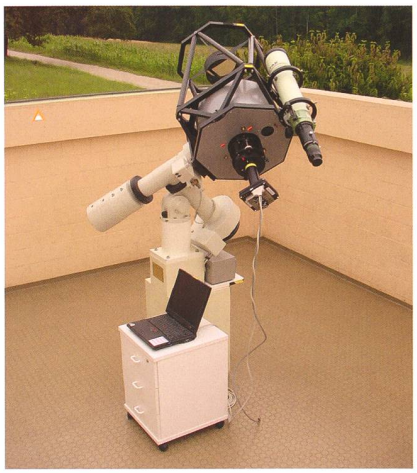


Bild: Markus Griesser / AGW

Abbildung 2: Über Jahre hinweg war der 40 cm / f5.9-Hypergraph auf einer älteren Alt-Montierung das Arbeitspferd in der Sternwarte Eschenberg.

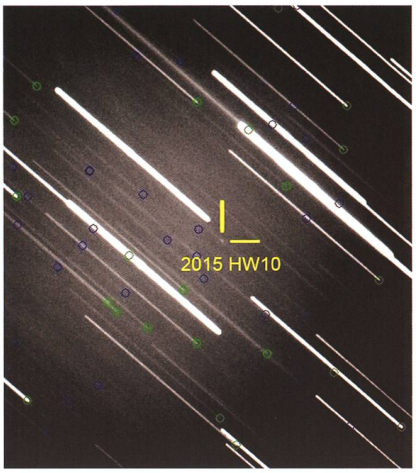


Bild: Markus Griesser / AGW

Abbildung 3: Der Asteroid 2014 SV261 in einer Darstellung aus 80 Frames mit dem Astrometrieprogramm «Astrometrica for Windows» von Herbert Raab.

denn mit einem Astrometrie-Programm auskannte. So war «Learning bei Doing» mit einer recht teuren und komplizierten US-Software angesagt, schwierig für jemanden, der von Berufs wegen als Publizist nur gerade für die Texterfassung mit einem Computer zu tun hatte. Dazu kam noch, dass mein damaliger Arbeitgeber mit Mac's arbeitete, doch fand ich rasch heraus, dass in der computerisierten Astrometrie die Musik auf DOS und bald schon auf Windows spielte.

Nächtliches Selbststudium

Also arbeitete ich mich in diese für mich neue Welt der Informatik im nächtelangen Selbststudium ein und erlangte dann auch Ende Juli 1998 mit Referenzmessungen beim Minor Planet Center in den USA den Station Code 151 für das «Eschenberg Observatory, Winterthur». Und dann ging es los mit unserem bescheidenen 10-Zöller: Nacht für Nacht beobachtete ich Kleinplaneten, übermittelte deren Positionen und fand bald auch den Zugang zur NEO Confirmation List des Minor Planet Center und zu Freunden in Deutschland. Es wurde mir bewusst, dass gerade in dieser laufenden Auflistung die Messungen von Amateuren zur ersten Bahnbestimmung von neu gefundenen mutmasslich erdnahen Kleinplaneten sehr erwünscht waren. Noch waren die Surveys, die «himmlischen Rasenmäher», wie wir sie dann später in der Kleinplaneten-Fachgruppe despektierlich nannten, die Ausnahme. Dabei erschwerte uns die damals führende Entdecker-Station 704 (LINEAR) das Leben auch deshalb, weil diese sehr unverfänglich als «Lincoln Laboratory» bezeichnete Survey aus der Wüste von New Mexico mit zwei roboterisierten 1-Meter-Spiegeln nach neuen Asteroiden suchte, von der US Air Force grosszügig finanziert und administriert war. Wenn ein motivierter Amateur aus Europa diesen privilegierten Militärs ein anfragendes Mail nach noch so banalen Infos zum Beispiel zu einem aktuellen Asteroiden, schickte, dann kam von jenseits des Atlantiks stets – das grosse Schweigen: Die wohl typische Reaktion eben von Holzköpfen, die wohl hinter noch so harmlosen Fragen immer die düsteren Absichten von Spionen wittern. – «America first» gab es schon damals …

Na ja, der Obs Code 704 ist längst Geschichte. Er ist in den USA abgelöst worden durch universitär gesteuerte Einrichtungen wie zum Beispiel durch den Catalina Sky Survey (Obs Code 703), den Mt. Lemmon-Survey (G96) oder durch PanSTARRS (F51) auf Hawaii, die zwar über solide Grants der NASA nach wie vor von massgeblichen Staatsgeldern profitieren. Doch die neuen Surveys haben die geradezu krankhafte Öffentlichkeitsscheu der Militärs bis auf einige wenige Marotten abgelegt und sind sogar dankbar, dass sich die internationale Community auch mit uns qualifizierten Amateuren drin um ihre Neusichtungen kümmert und mit Follow-up-Beobachtungen Daten zur baldigen provisorischen Bahnberechnung beisteuern.

Abenteuerliche Daten-Kommunikation

Wesentliche Fortschritte erzielte ich ab dem Sommer 2000 mit dem damals auf dem Eschenberg neu installierten 40 cm f / 5.9-Hypergraphen und einer schnellen CCD-Kamera mit hoher Quanteneffizienz. Namhafte Zuwendungen von Freunden und einer privaten Stiftung hatten dieses umfangreiche und kostspielige Upgrade ermöglicht.
Abenteuerlich blieb für mich aber in jenen Jahren die Datenübermittlung. Der abgelegene Eschenberg im Süden von Winterthur lag in einem für Kommunikationsanbieter ziemlich uninteressanten Gebiet: Füchse und Hasen benutzen bekanntlich weder ein Festnetz, noch Handys. Und so war es damals für mich immer eine riesige Herausforderung,

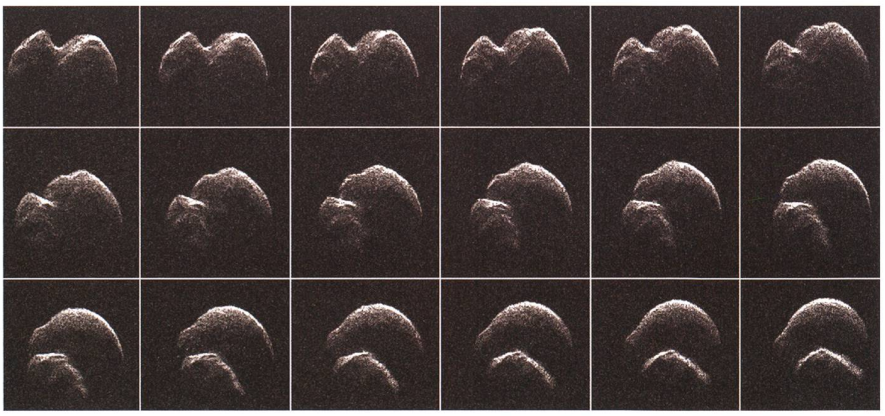


Bild: JPL, Radar-Team

Abbildung 4: Der Asteroid 2014 JO25 ist ein rasch rotierender zusammenhängender Doppelkörper, etwa 1000 x 600 m gross, was mit der 70 m-Goldstone-Antenne nachgewiesen werden konnte.

den Datenverkehr von meinem Laptop aus über die Infrarotschnittstelle meines privaten Mobile, das mit einer kleinen, über Kabel angeschlossenen Richtantenne den etwa 15 Kilometer weit entfernten Umsetzer meines Anbieters anpeilte, abzuwickeln. Bei hoher Luftfeuchtigkeit bekam ich mit dieser unorthodoxen Methode rasch Probleme. Und erst recht – so meine subjektive Wahrnehmung – immer dann, wenn Eile geboten war, etwa bei einer Neusichtung oder wenn wirklich wichtige Messergebnisse möglichst rasch zu übermitteln waren. Und ich erinnere mich auch noch an die unangenehm hohen Mobile-Rechnungen, denn meine oft misslungenen nächtlichen Kontaktversuche und die damals noch unbekannten Flatrates liessen die Forderungen meines Mobile-Anbieters im Minutentarif in für ihn höchst erfreuliche Höhen schnellen.

Eigentlich «unwichtige» Entdeckungen

Doch trotz all dieser Schwierigkeiten: Mit der neuen Instrumentierung und vor allem mit 40 cm-Öffnung rückten plötzlich sehr viel schwächere Objekte in Griffweite. Schon nach einem Jahr entdeckte ich meinen ersten «eigenen» Kleinplaneten, den 2001 JU. Die Zahl meiner Neusichtungen erhöhte sich dann bis 2009 auf insgesamt zehn, wobei alle ausnahmslos Zufälle waren: Ihre Lichtpunkte bewegten sich im Hintergrund von Aufnahmen für ganz andere Objekte, die meist schon seit Jahren nicht mehr beobachtet worden waren. Als ausgebildeter Kommunikationsfachmann war mir bewusst, dass solche Entdeckungen in der Öffentlichkeit als Leistungsausweis für unsere Station wahrgenommen wurden. Sie steigerten den Bekanntheitsgrad unseres kleinen Observatoriums und machten den Weg zu Fördergeldern manchmal etwas einfacher.
Doch mir persönlich war in meinem wissenschaftlichen Verständnis immer bewusst, dass Hauptgürtelasteroiden eigentlich nicht wichtig sind: Ob es unter den weit mehr als 700'000 bisher bekannten «Mainbeltern» nun einen oder auch zehn mehr oder weniger gibt, ist eigentlich nicht von Belang. Aber natürlich nutzte auch ich die Möglichkeiten, nach der Nummerierung jeweils Namen zu vergeben. Die damit verbundene Publicity strahlte dann über den Eschenberg hinaus und öffnete uns ganz besonders auf unserer mühseligen Suche nach Sponsoren weitere Türen. Ausserdem konnte man den so geehrten Örtlich- oder Persönlichkeiten eine grosse Freude bereiten.

Ärger mit DNEs

Natürlich soll vor allem erdnahen Asteroiden unsere besondere Aufmerksamkeit gelten. Je tiefer ich mich in dieses Spezialgebiet einarbeitete, umso mehr faszinierten mich diese Himmelskörper. Gut, manchmal gab es zwischendurch auch grosse Enttäuschungen, dann etwa, wenn am Abend noch ein helles «Near Earth Object» (ein NEO) in der Liste auftauchte, das sich dann nach sorgfältigster Suche am berechneten Ort als DNE entpuppte, als «Does Not Exist». Mehr als einmal bin ich wegen eines eigentlich vielversprechenden Objektes mitten in der Nacht auf die acht Kilometer

entfernte Sternwarte gefahren, um dann in der anbrechenden Dämmerung mit hängenden Ohren und leeren Händen wieder zurückzukehren. Nochmals ins Bett hüpfen lohnte sich in solchen Fällen nicht, und so bin ich dann nach einem kurzen Frühstück gleich weiter in mein Büro zur Tagesarbeit gefahren. Doch wer solche herben Enttäuschungen nicht aushält, sollte sich nicht mit Wissenschaft einlassen.

Beflügelnde Sternstunden

Doch immer wieder gab es auch Sternstunden – im eigentlichen Sinne des Wortes. So half ich im November 2002 mit elf schönen Messungen mit sehr kleinen Residuals mit, den erst wenige Stunden zuvor von Brian Skiff mit dem LONEOS-Survey (Code 699) entdeckten NEO 2002 VE68 zu konfirmieren: Nur eine Viertelstunde nach der Übermittlung meiner Messungen publizierte Tim Spahr vom MPC das elektronische Zirkular und schickte mir ein kurzes Gratulationsmail mit der lakonischen Bemerkung «Nice going!» Doch so richtig gestaunt habe ich am nächsten Tag, gab doch die NASA eine kurze Medienmitteilung zum 2002 VE68 heraus, in dem ich namentlich und auch mit dem «Eschenberg Observatory» erwähnt war. Genervt hat mich im Communiqué einzig die Ortsangabe «Near Zurich», weil zwischen den Schweizer Städten Winterthur und Zürich eine historisch bedingte Rivalität herrscht. Immerhin stand im NASA-Text bei der erweiternden Ortsangabe «Switzerland» und nicht «Sweden», denn unsere Freunde jenseits des Atlantiks bringen diese beiden Länder noch gerne durcheinander.

2012 wurde ich dann durch einen Kollegen aus der internationalen Community auf eine Arbeit aufmerksam, die von einem spanischen Spezialisten-Team publiziert worden war: Der 2002 VE68 ist offenbar ein «Quasimond» des Planeten Venus [3]. Er umkreist auf einer komplexen, nierenförmigen Bahn den inneren Nachbarplaneten und kommt in seinen Umläufen von Zeit zu Zeit auch der Erde nahe. Ich hatte hier also zehn Jahre zuvor zur Entdeckung eines ganz besonderen Asteroiden beigetragen und denke, dieses Beispiel zeigt eindrücklich, dass neue wissenschaftliche Erkenntnisse mitunter viel Zeit und Geduld benötigen.

Seit Herbst 2014 arbeite ich auf dem Eschenberg mit einem 60 cm/f 3.8-Astrografen auf einer über W-LAN gesteuerten schweren Montierung. Mit diesem modernen Equipment rücken deutlich lichtschwächere und vor allem auch schnelle Asteroiden in Reichweite. Im September 2016 vermass ich in einem penibel geplanten Einsatz als erste europäische Station den Asteroiden 2016 RB1, der nur 20 Stunden später in beängstigend nahen 38'000 km Distanz an der Erde vorbeischrammte. Ein anderes hübsches Beispiel für Beobachtungen an exotischen Asteroiden ist der NEO 2017 TF102, den ich am 29. März 2017 ebenfalls mit Kollegen aus dem internationalen Netzwerk beobachtet habe. Im Aufnahmezeitpunkt stand dieser nur etwa vier bis sechs Meter kleine Körper mehr als eine Million Kilometer von der Erde entfernt. Ein weiteres hübsches Beispiel für einen Rapid Mover war Ende September 2014 der 2014 SV261. Er war zwar immerhin etwa 70 Meter gross, stand im Aufnahmezeitpunkt in rund 14 Millionen Kilometer Distanz, war mit 13 Bogensekunden pro Minuten vor dem Firmament unterwegs und stellt mit seiner Helligkeit nahe der 20. Grösse selbst für unseren tollen Astrografen eine Herausforderung dar.

Radar-Technik

Bei mehreren Asteroiden habe ich von Winterthur aus auch mit kurzfristigen Positionsmessungen den Radarspezialisten des Jet Propulsion Laboratory JPL geholfen, das jeweilige Zielobjekt mit der 70 m-Antenne von Goldstone in Kalifornien zu finden. Ende August 2015 erreichte mich über die Minor Planet Mailing List MPML die Bitte der jungen Radartechnikerin Marina Brozovic, die den kleinen Erdenstürmer 2015 QT3 mit der 70 m-Antenne bei seiner Erdpassage abtasten wollte. Nachdem ich wenige Tage zuvor schon zur Confirmation dieses 50 m-Winzlings beigetragen hatte, ging ich trotz des durch den Mond stark aufgehellten Himmels nochmals auf ihn los. Tatsächlich war dann das JPL-Team erfolgreich und konnte aus den nur wenigen Pixeln grossen Aufzeichnungen eine Rotation des kleinen Asteroiden zwischen 5 bis 15 Minuten ableiten. Und mit etwas Stolz sah ich dann auf der Homepage der Radarleute einen Dank an die beteiligten Stationen.

Gegenwart und Zukunft

In den letzten Jahren hat sich die Zahl gut ausgerüsteter Stationen weltweit vervielfacht. Auch die etablierten Surveys haben kräftig aufgerüstet und so tauchen in der NEO CP immer mehr Objekte deutlich schwächer als die 20. Grösse auf. Unter den manchmal hundert und mehr dort aufgeführten Objekten finden sich auch viele, die gar nicht hierhin gehören, entweder weil es sie nicht gibt, oder aber weil ihre bisherigen Bahneigenschaften auf einen Mainbelter mit noch unklarer Bahn hindeuten. Im Laufe der Jahre entwickelt man ein Gefühl für solche Problemfälle, für die man sich die Zeit sparen kann. Ausserdem sind für Amateure Entdeckungen vor allem deshalb schwierig geworden, weil sich 2010 die Regeln zur Anerkennung von Neusichtungen geändert haben. Viele der heute gefundenen Objekte sind schon in früheren Oppositionen registriert worden. So erhalten dann nach der endgültigen Bahnbestimmung oft diese frühen Stationen die Entdeckungspriorität zugesprochen.

So oder so: Ich bin dankbar, dass ich in den vergangenen bald zwanzig Jahren so viele interessante, anregende und abwechslungsreiche Momente mit erdnahen Asteroiden erleben und teilweise eben auch aktiv mitgestalten durfte. Auch heute noch ist es jedes Mal ein Erlebnis, wenn ich wieder eines der so schwachen Objekte aus der Liste finden und vermessen kann.

Quellen

[1] http://www.minorplanetcenter.net/mpec/K17/K17K22.html

[2] Griesser, Markus: Kometen im Spiegel der Zeiten, Hallwag-Verlag, Bern, 1985

[3] http://arxiv.org/pdf/1208.4444.pdf

Astrokalender August 2017

Himmel günstig für Deep-Sky-Beobachtungen vom 15. bis 23. August 2017

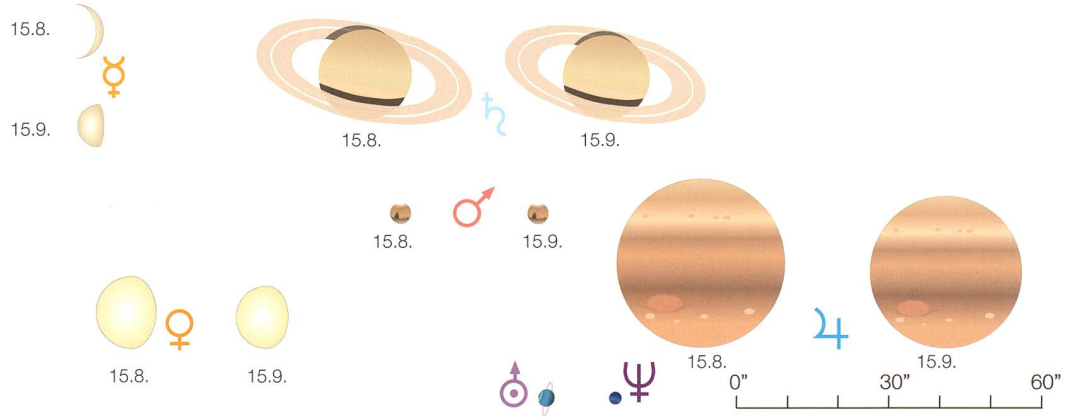
Datum	Zeit	👁	🔭	📷	Ereignis
1. Di	01:00 MESZ			•	**Uranus** (+5.8^{mag}) im Osten
	03:45 MESZ	•	•	•	**Venus** (–4.0^{mag}) im Ostnordosten
	20:30 MESZ	•	•	•	**Jupiter** (–1.9^{mag}) im Westsüdwesten
	20:30 MESZ	•	•	•	**Saturn** (+0.3^{mag}) im Süden
	23:00 MESZ	•			Perseïden-Meteore zahlreich (Maximum am 12./13. August 2017)
	23:15 MESZ			•	**Neptun** (+7.8^{mag}) im Ostsüdosten
2. Mi	22:00 MESZ	•	•	•	Mond: 6½° nordwestlich von **Saturn** (+0.3^{mag})
	22:33 MESZ		•	•	Mond: «Goldener Henkel» sichtbar
4. Fr	05:15 MESZ	•	•	•	**Venus** (–4.0^{mag}) geht 37' südlich an μ Geminorum (+3.2^{mag}) vorbei
7. Mo	17:48 MESZ	•	•	•	**Partielle Mondfinsternis (bis 22:53 MESZ), Mond geht partiell verfinstert auf** (Bericht S. 24)
	20:11 MESZ	•	•	•	Vollmond, Steinbock
12. Sa	20:30 MESZ	•	•	•	**Jupiter** (–1.9^{mag}) geht 21' südlich an SAO 130215 (+5.2^{mag}) vorbei
13. So	02:00 MESZ	•			**Perseïden-Meteorstrom Maximum**
14. Mo	00:54 MESZ			•	Mond: Sternbedeckung ξ_2 Ceti (+4.3^{mag})
	01:52 MESZ			•	Mond: Bedeckungsende ξ_2 Ceti (+4.3^{mag})
15. Di	03:15 MESZ	•	•	•	Letztes Viertel, Stier
	04:45 MESZ		•	•	Mond: Sternbedeckung 5 Tauri (+4.3^{mag})
16. Mi	03:37 MESZ		•		Mond: Sternbedeckung 71 Tauri (+4.6^{mag})
	04:13 MESZ		•	•	Mond: Sternbedeckung 70 Tauri (+6.4^{mag})
	04:29 MESZ		•	•	Mond: Bedeckungsende 71 Tauri (+4.6^{mag})
	04:42 MESZ		•	•	Mond: Sternbedeckung θ_2 Tauri (+3.6^{mag})
	04:42 MESZ		•	•	Mond: Sternbedeckung θ_1 Tauri (+4.0^{mag})
	05:00 MESZ	•	•	•	Mond: 1½° westlich von Aldebaran (α Tauri)
	05:47 MESZ		•	•	Mond: Bedeckungsende θ_2 Tauri (+3.6^{mag})
20. So	05:45 MESZ	•	•	•	Mond: Schmale Sichel 38¾ h vor ●, 8° ü. H.
21. Mo	17:46 MESZ				**Totale Sonnenfinsternis in Amerika (bis 23:04 MESZ)** (Bericht S. 26)
	20:30 MESZ				Neumond, Löwe
25. Fr	20:15 MESZ	•	•	•	Mond: 3° nordöstlich von **Jupiter** (–1.9^{mag}), 6° nördlich von Spica (α Virginis)
29. Di	10:13 MESZ				Erstes Viertel, Zwillinge
	21:00 MESZ	•	•	•	Mond: 9° nördlich von Antares (α Scorpii) und 10° westlich von **Saturn** (+0.4^{mag})
30. Mi	22:00 MESZ	•	•	•	Mond: 3½° nordöstlich von **Saturn** (+0.4^{mag})

Astrokalender September 2017

Himmel günstig für Deep-Sky-Beobachtungen vom 12. bis 21. September 2017

Datum	Zeit	👁	🔭	📷	Ereignis
1. Fr	05:30 MESZ	•	•	•	**Venus** (–4.0^{mag}) im Ostnordosten
	20:30 MESZ	•	•	•	**Jupiter** (–1.7^{mag}) im Westsüdwesten
	20:45 MESZ	•	•	•	**Saturn** (+0.4^{mag}) im Süden
	22:30 MESZ			•	**Neptun** (+7.8^{mag}) im Südosten
	23:00 MESZ		•	•	**Uranus** (+5.7^{mag}) im Osten
2. Sa	22:47 MESZ			•	Mond: Sternbedeckung SAO 163285 (+7.0^{mag})
3. So	03:30 MESZ	•	•	•	**Venus** (–4.0^{mag}) geht 29' südlich an δ Cancri (+4.2^{mag}) vorbei
5. Di	06:15 MESZ	•	•	•	**Merkur** (+1.7^{mag}) im Osten
	07:28 MESZ			•	**Neptun** (+7.8^{mag}) **in Opposition zur Sonne**
6. Mi	09:03 MESZ				Vollmond, Wassermann
7. Do	06:15 MESZ	•	•	•	**Merkur** (+0.8^{mag}) im Osten
9. Sa	05:07 MESZ			•	Mond: Sternbedeckungsende SAO 109895 (+6.4^{mag})
10. So	06:30 MESZ	•	•	•	**Merkur** (+0.1^{mag}) im Osten
11. Mo	02:01 MESZ			•	Mond: Sternbedeckungsende SAO 93320 (+5.9^{mag})
12. Di	01:00 MESZ	•	•	•	Mond: 6° westlich von Aldebaran (α Tauri), 10° südöstlich der Plejaden
13. Mi	06:30 MESZ	•	•	•	**Merkur** (–0.4^{mag}) im Osten
	08:25 MESZ	•	•	•	Letztes Viertel, Stier
14. Do	05:00 MESZ	•	•	•	Mond: 6° nordwestlich von Alhena (γ Geminorum)
	05:44 MESZ			•	Mond: Sternbedeckungsende SAO 95397 (+6.2^{mag})
15. Fr	06:30 MESZ	•	•	•	**Merkur** (–0.6^{mag}) im Osten
17. So	06:30 MESZ	•	•	•	**Merkur** (–0.8^{mag}) im Osten
18. Mo	06:00 MESZ	•	•	•	Mond: ½° südöstlich von Regulus (α Leonis), Bedeckung in Afrika und Asien
	06:30 MESZ	•	•	•	Mond: 3° südöstlich von **Venus** (–3.9^{mag}), 7½° westlich von **Mars** (+1.8^{mag})
20. Mi	04:00 MESZ	•	•	•	**Venus** (–3.9^{mag}) geht 27' nördlich an Regulus (+1.3^{mag}) vorbei
	06:45 MESZ	•	•	•	**Merkur** (–1.0^{mag}) im Osten
	07:30 MESZ				Neumond, Stier
22. Fr	22:02 MESZ				**Astronomischer Herbstanfang (Tagundnachtgleiche)**
24. So	06:45 MESZ	•	•	•	**Merkur** (–1.2^{mag}) im Osten
25. Mo	19:30 MESZ	•	•	•	Mond: 9½° nördlich von Antares (α Scorpii)
27. Mi	20:00 MESZ	•	•	•	Mond: 9° östlich von **Saturn** (+0.5^{mag})
28. Do	04:54 MESZ				Erstes Viertel, Schütze

Scheinbare Planetengrössen



Mond in den Hyaden

Am 16. August lohnt sich frühes Aufstehen, denn der abnehmende, noch fast halbe Mond, bedeckt wiederum eine ganze Reihe von Sternen. Überdies kann man Venus als «Morgenstern» sehen.

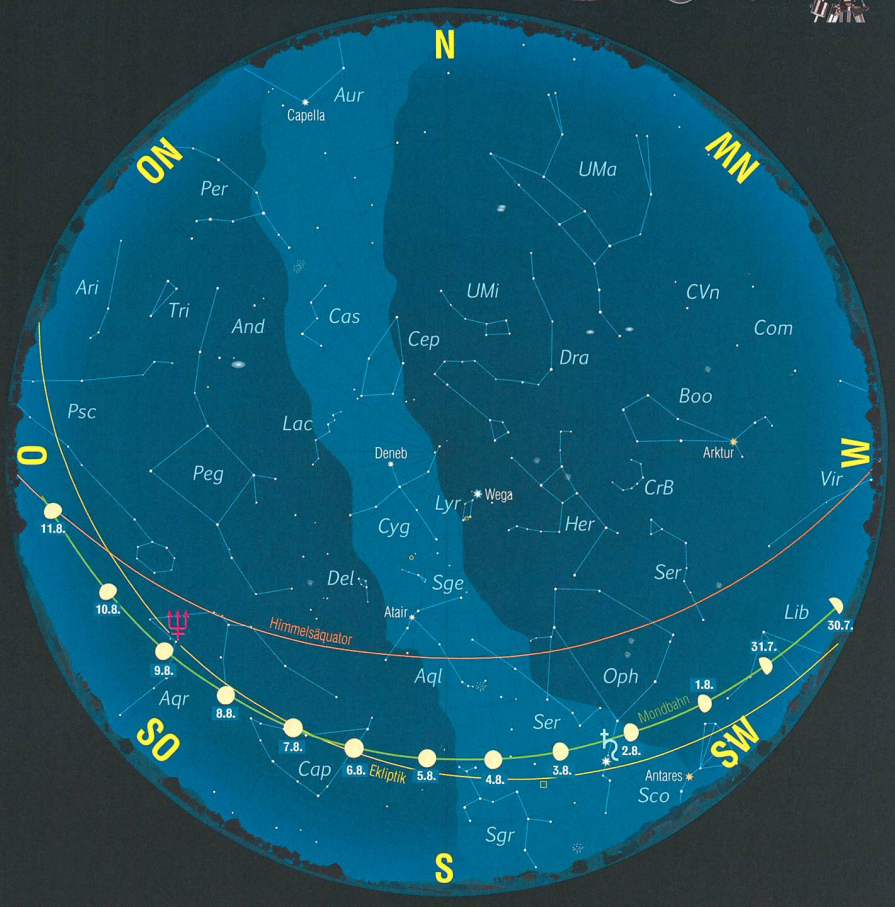
■ Von Thomas Baer

Venus wird in den kommenden Monaten immer besser sichtbar, sprich, sie steigt stets höher über den östlichen Horizont, wie auch die beiden Abbildungen 1 auf dieser und der nächsten Seite veranschaulichen. Am 19. August gegen 05:00 Uhr MESZ zieht die abnehmende Mondsichel nur 3° südlich am «Morgenstern» vorüber.

Mondlauf im August 2017

Der Mond startet als zunehmender Dreiviertelmond in den letzten Sommermonat und erscheint uns am 2. August gegen 22:33 Uhr MESZ mit dem «Goldenen Henkel». Vollmond erleben wir am 7. mit einer partiellen Mondfinsternis bei Mondaufgang (Bericht Seite 24/25). Das Letzte Viertel verzeichnen wir am 15. im Sternbild des Stiers. Wiederum kommt es zu einer ganzen Serie von Sternbedeckungen in den Hyaden. Den Auftakt macht 5 Tauri um 04:45 Uhr MESZ. Richtig spannend, wer noch nie einer Sternbedeckung beigewohnt hat, wird es aber erst in den Morgenstunden des 16. August. Jetzt werden der Reihe nach die Sterne 71 Tauri (03:37 Uhr MESZ), 70 Tauri (04:13 Uhr MESZ, Eintritt), θ_2 Tauri (04:42 Uhr MESZ) und θ_1 Tauri (04:42 Uhr MESZ) bedeckt! Gegen 05:00 Uhr MESZ steht der Erdtrabant nur 1½° westlich von Aldebaran.

Am Sonntagmorgen, 20. August, kann man 38¾ Stunden vor Neumond letztmals die Mondsichel sehen. Tags darauf findet über Amerika eine totale Sonnenfinsternis statt. Danach taucht der Mond wieder am Abendhimmel auf, wo er am 25. auf Jupiter und Spica trifft und am 29. im Ersten Viertel steht. ▮



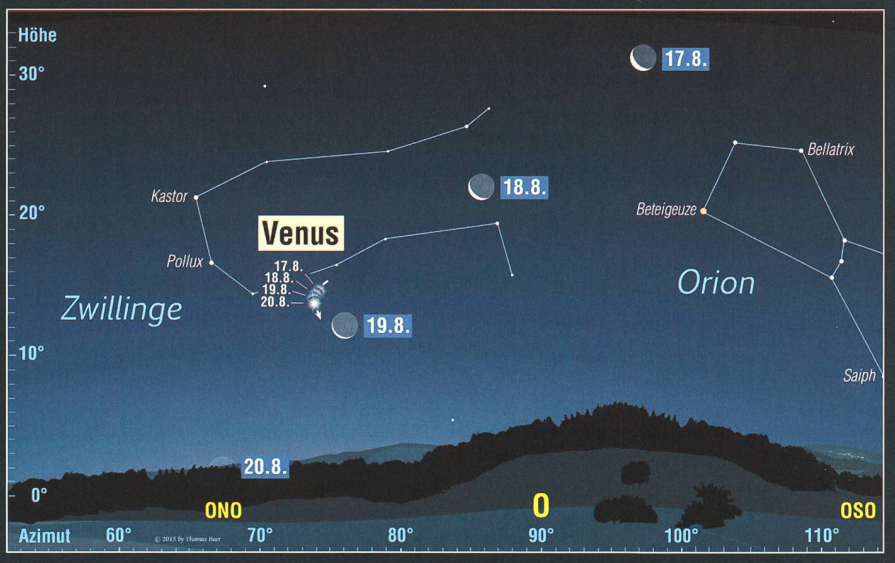
Grafik: Thomas Baer, ORION

Der Sternenhimmel im August 2017

1. August 2017, 24 h MESZ
16. August 2017, 23 h MESZ
1. September 2017, 22 h MESZ

Sterngrössen: -1 0 1 2 3 4 5

Deep Sky Objekte: Offener Sternhaufen, Kugelsternhaufen, Nebel, Galaxie, Planetarischer Nebel



Grafik: Thomas Baer, ORION

Abbildung 1: Auch im August wandert die abnehmende Mondsichel am hellen «Morgenstern» vorüber. Die Situation ist um 05:00 Uhr MESZ gezeichnet. Über Venus erkennen wir das Sternbild der Zwillinge, mehr im Ostsüdosten funkeln die Sterne des Orion.

Planetenparade vor Sonnenaufgang

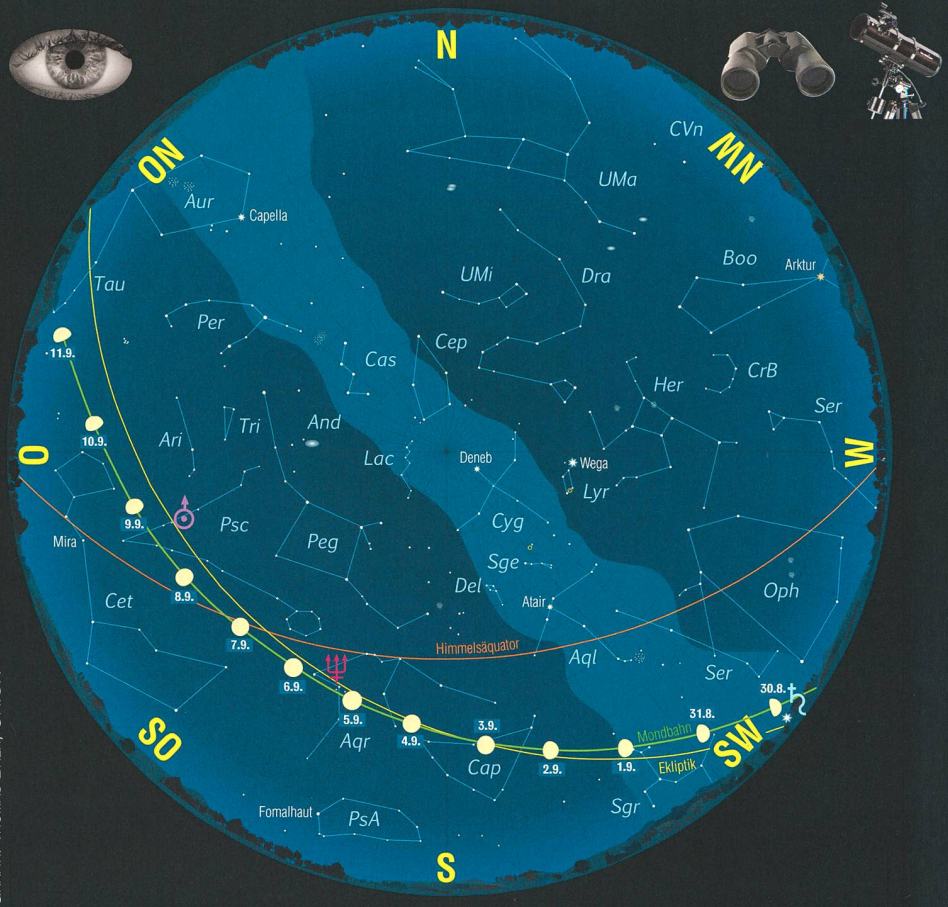
Mitte September sollte man unbedingt vor Sonnenaufgang an den Osthimmel schauen. Mit Merkur, Mars und Venus versammeln sich gleich drei Planeten im Löwen.

■ Von Thomas Baer

Wer im September früh zur Arbeit muss, sollte einen Blick an den Osthimmel nicht versäumen. Gleich drei Planeten können vor Sonnenaufgang beobachtet werden, Mitte Monat umgarnt von der abnehmenden Mondsichel. Merkur steigt ab dem 5. fast senkrecht in den Dämmerungshimmel und wird im Laufe seiner Sichtbarkeitsperiode immer auffälliger. Am 17. September trifft der flinke Planet auf den deutlich lichtschwächeren Mars. Die beiden Gestirne sind an diesem Morgen bloss durch knapp 20' voneinander getrennt. Hoch über dem Paar strahlt Venus im Löwen. Am 20. zieht der «Morgenstern» im Abstand von einer Mondbreite nördlich an Regulus vorbei. Zwei Tage davor passiert der Erdtrabant den Fixstern (siehe Abbildung 1).

Mondlauf im September 2017

Zu Monatsbeginn sehen wir den zunehmenden Dreiviertelmond durch den Schützen und Steinbock wandern. Am 6. kommt er als Vollmond im Wassermann zu stehen. In den Morgenstunden des 12. nähert er sich abermals den Hyaden. Diesmal ist es allerdings bereits hell, wenn sich unser Nachbar im All anschickt, vor dem offenen Sternhaufen durchzuwandern. Das Letzte Viertel verzeichnen wir tags darauf. Der Mond zieht weiter durch die Zwillinge und den Krebs. Anschliessend kommt es zur oben beschriebenen Begegnung mit den Morgenplaneten, ehe der Mond am 19. letztmals vor Neumond (20.) gegen 06:45 Uhr MESZ als hauchdünne Sichel unter Merkur und Mars erspäht werden kann. Schon einen Tag nach seiner Leerphase erscheint der Mond wieder am Abendhimmel. ▮



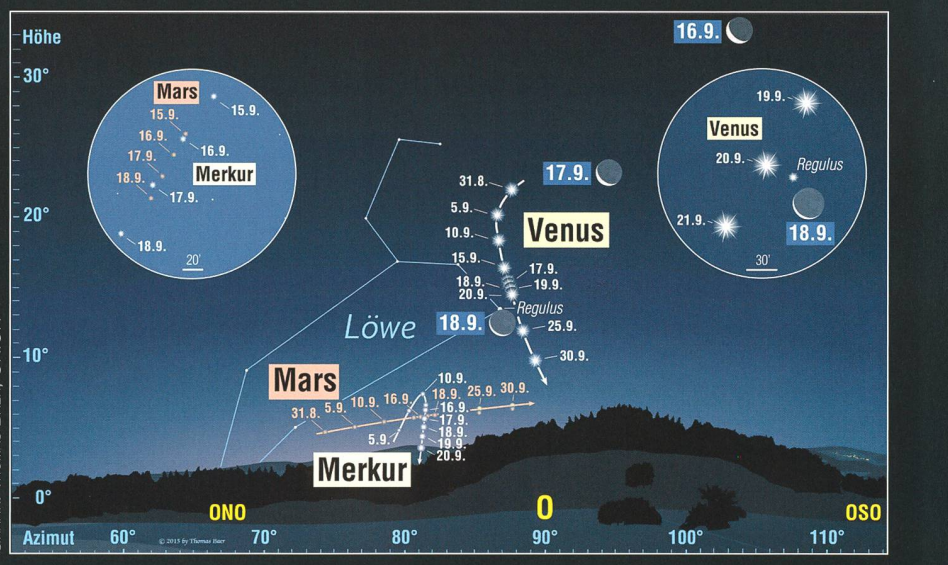
Grafik: Thomas Baer, ORION

Der Sternenhimmel im September 2017

1. September 2017, 24 h MESZ
16. September 2017, 23 h MESZ
1. Oktober 2017, 22 h MESZ

Sterngrössen: -1 0 1 2 3 4 5

Deep Sky Objekte: Offener Sternhaufen, Kugelsternhaufen, Nebel, Galaxie, Planetarischer Nebel



Grafik: Thomas Baer, ORION

Abbildung 1: Gleich drei Planeten und die abnehmende Mondsichel können vom 16. bis 18. September 2017 morgens gegen 06:00 Uhr MESZ über dem Osthimmel beobachtet werden. Venus zieht am 20. September eng an Regulus vorbei, der Mond begegnet dem Löwenstern schon zwei Tage vorher.

Partielle Mondfinsternis in der «blauen Stunde»

Ein beschatteter August-Vollmond

Von Thomas Baer

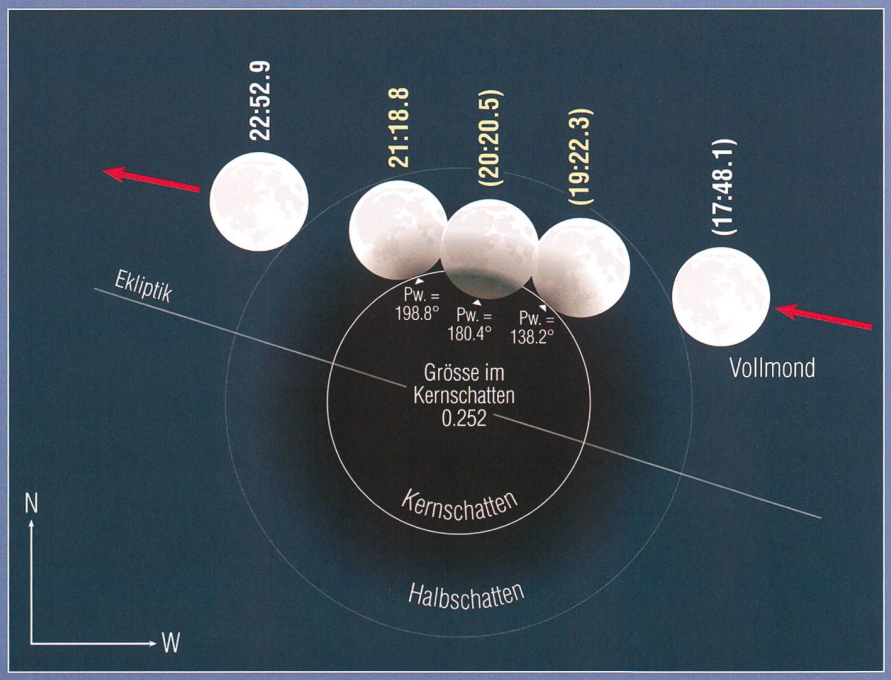
Die zweite Mondfinsternis des Jahres ereignet sich am Montagabend, 7. August 2017, bei Mondaufgang. Hierfür ist ein flacher Ostsüdosthorizont unabdingbar, denn der Erdtrabant steht nur knapp 5° hoch über dem Horizont.

Das Schöne an dieser Mondfinsternis ist der Zeitpunkt, zudem sie bei uns in Mitteleuropa stattfindet. Nur wenige Minuten bevor hierzulande gegen 20:47 Uhr MESZ die Sonne untergeht, erscheint der August-Vollmond exakt in der Gegenrichtung. Sobald die Sonne verschwunden ist, erhebt sich im Osten und Südosten das lilafarbene Band des in die Atmosphäre projizierten Erdschattens. Knapp an dessen oberen Rand steht der durch die Refraktion noch deutlich ovale Vollmond. Seine untere rechte Partie steht noch zu 21.6 % (Zürich) im Kernschatten der Erde. In Bern sind nur noch 20.4 %, in Genf 18.9 % verdunkelt, wenn der Vollmond aufgeht. Diese Angaben beziehen sich allerdings auf den mathematischen Horizont. Wer den Trabanten noch verfinstert erleben möchte, sollte einen günstigen Aussichtspunkt mit möglichst freier Sicht nach Südosten aufsuchen. Optimal dazu wären die Jurahöhen oder die Ostflanken von Hügelzügen im Schweizer Mittelland. Inneralpin wird es schwierig; hier wird man diese Mondfinsternis wohl kaum erleben. Selbst die Halbschattenphase ist bereits stark verblasst, wenn der Vollmond über die Alpengipfel steigt.

Wenn das Wetter mitspielt und der Himmel bis an den Horizont klar ist, sind spektakuläre Bilder mit der noch hellen Landschaft im Vordergrund gewiss. Vor allem Teleobjektiv-Aufnahmen dürften locken! Am besten sucht man sich seinen fotogenen Beobachtungsort schon einen Tag vor dem Ereignis aus. In Zürich geht der Mond am Vorabend bei Azimut 117.5° auf (siehe Abbildung 2).

Das Phänomen der «blauen Stunde»

Vor allem Dichter liessen sich von der Schönheit der Dämmerungsfarben nach Sonnenuntergang inspirieren und prägten den Begriff der «blauen Stunde». Die spektrale Zusammensetzung des Lichtes ist eine etwas andere als bei Tag. Während das Tages-Himmelsblau durch die Rayleigh-Streuung verursacht wird, ist bei schrägem Lichteinfall und einer längeren Strecke durch die Atmosphäre bereits ein erheblicher Teil der kurzwelligen Strahlung herausgestreut, bevor das Licht den Himmel über dem Ort, wo die Dämmerung gerade einsetzt, erreicht. In Zenitnähe müsste der Himmel ansich leicht gelblich oder grünlich erscheinen, käme nun nicht das atmosphärische Ozon zum Tragen,



Grafik: Thomas Baer / ORION

Abbildung 1: Der August-Vollmond läuft am 7. mit seinem Südrand durch den oberen Bereich des Kernschattens. Maximal werden um 20:20 Uhr MESZ ein Viertel des scheinbaren Monddurchmessers abgedeckt. Zu diesem Zeitpunkt ist der Erdtrabant hierzulande noch nicht aufgegangen. Je weiter östlich man sich in Europa ferienhalber aufhält, desto mehr kann man von der Kernschattenphase dieser Finsternis sehen. In Wien etwa geht der Mond praktisch zum Zeitpunkt des Finsternismaximums auf. In Nordeuropa steigt die Vollmondscheibe wesentlich flacher über den Ostsüdosthorizont.

das vor allem im gelben, orangen und roten Bereich absorbiert und dadurch das sichtbare Licht nach blau hin färbt (Chappuis-Absorption). Je flacher der Einfallswinkel der abendlichen Sonnenstrahlung wird, desto wirkungsloser wird die Rayleigh-Streuung im Zenit.
In Mitteleuropa dauert die «blaue Stunde» Anfang August noch etwa 40 Minuten. Im hohen Norden währt sie bedeutend länger.

Der Venusgürtel

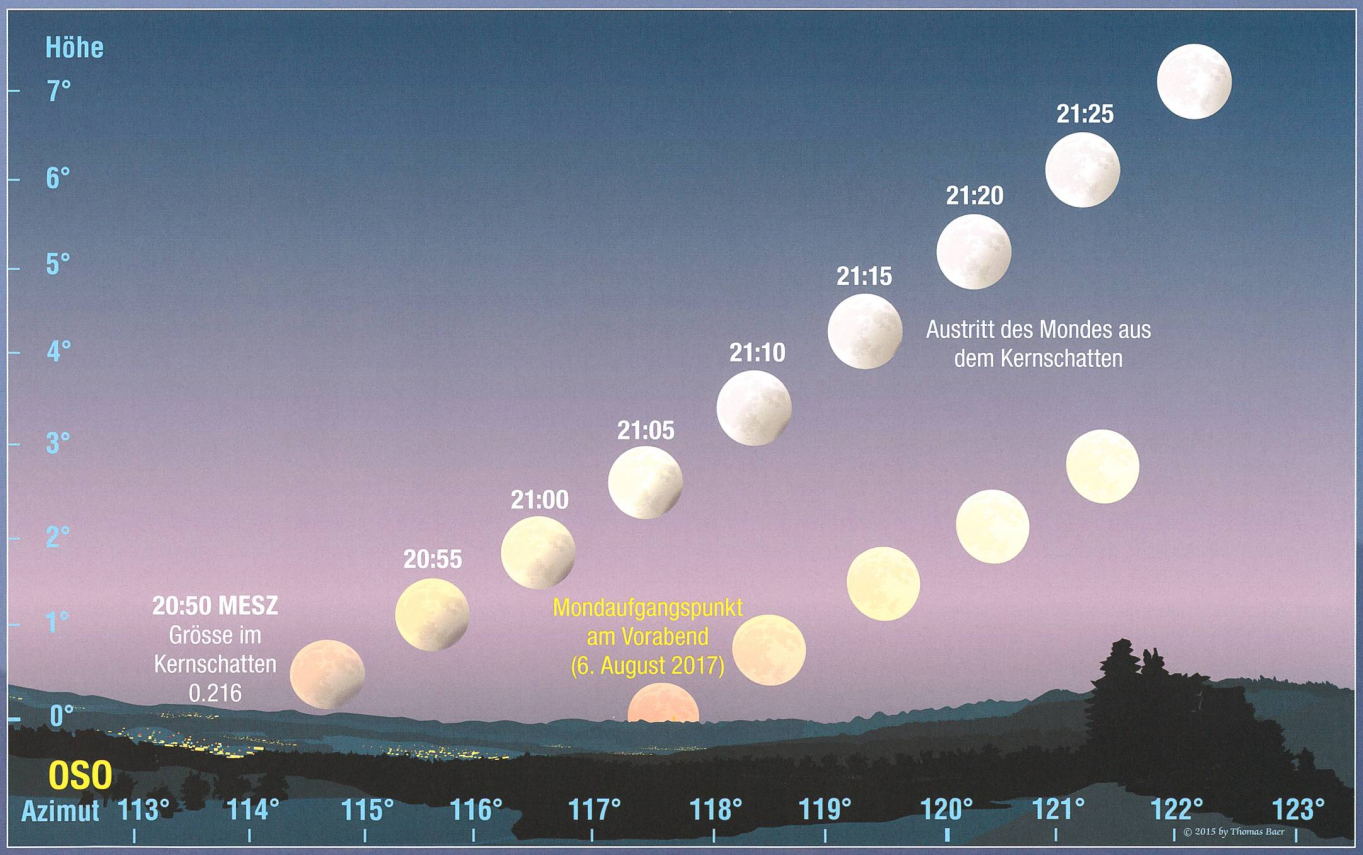
Unmittelbar mit Sonnenuntergang, den wir am Abend des 7. August in Zürich um 20:53 Uhr MESZ verzeichnen, können wir noch ein anderes Dämmerungsphänomen beobachten, den so genannten Venusgürtel. Es handelt sich um ein meist rosa- bis orangefarbenes Band, welches sich in der Gegenrichtung der Sonne in 10° bis 20° Höhe parallel zum Horizont in den Himmel erhebt. Im unteren Bereich geht er in den blaugrauen Erdschatten über, in den eingebettet, am 7. August der leicht verfinsterte Vollmond aufgeht.

Kernschattenfärbung kaum sichtbar

Bei dieser Mondfinsternis in der Dämmerung ist die rostbraune Färbung im Kernschatten, wenn überhaupt, erst kurz vor Ende der partiellen Phase auszumachen. Da der Himmel noch kaum dunkel ist und der Vollmond erst 4° über dem Horizont steht, haben wir wenig Kontrast. Am ehesten wird der Anblick des finsteren Mondes jenem ähneln, wie er auf dem Hintergrundbild dieser Doppelseite abgebildet ist. Die Aufnahme entstand während der partiellen Mondfinsternis in den frühen Morgenstunden des 4. Juni 2012 über dem Utahsee. Damals konnte man die Ausleuchtung des Kernschattens noch eine Weile in der einsetzenden Dämmerung erkennen. Mit der zunehmenden Tageshelligkeit wurde es aber zusehends schwieriger, auf der abgeschatteten Mondpartie selbst durch den Feldstecher noch irgendwelche Mondformationen auszumachen. Vielmehr verblasste der langsam durch die Refraktion deformierte Vollmond über den schon fast besonnten Hügelzügen des Utah Valley.

Totale Mondfinsternis im nächsten Jahr!

Nach zwei Jahren mit Halbschatten-Mondfinsternissen dürfen wir uns schon jetzt auf das nächste Jahr freuen. Sollte das Wetter mitspielen, erwartet uns in den Abendstunden des Freitags, 27. Juli 2018, ebenfalls bei Mondaufgang, das Schauspiel einer tiefen totalen Mondfinsternis. In Zürich geht der Erdtrabant um 20:58 Uhr MESZ bereits zur Hälfte verfinstert auf. Die Totaliät beginnt um 21:30 Uhr MESZ bei einem Mondstand von lediglich 3.8°.
Hierzulande wäre somit theoretisch die gesamte Totalität zu beobachten. Der zu Beginn noch helle Himmel macht die Sichtung des komplett im Kernschatten stehenden Mondes kurz nach Mondaufgang allerdings schwierig. Erst mit der Zeit wird man über dem Südosthorizont die rötliche Mondscheibe ausmachen können. Weil der Vollmond fast zentral durch den Erdschatten wandert, kann allein schon durch die Geometrie eine dunkle Mondfinsternis prognostiziert werden. Spätestens ab der zweiten Totalitätshälfte – die Finsternismitte wird um 22:21 Uhr MESZ erreicht – kann das kosmische Schattenspiel dann einwandfrei verfolgt werden. Die lange Totalität endet um 23:18 Uhr MESZ, die partielle Phase erst um 00:19 Uhr MESZ (Samstag).



Grafik: Thomas Baer / ORION

Abbildung 2: In dieser Grafik sehen wir den Grund, weshalb es sich lohnt, einen möglichst günstigen Aussichtspunkt mit freier Sicht nach Ostsüdosten aufzusuchen. Am Vorabend der Finsternis geht der fast volle Mond nur leicht verschoben auf.

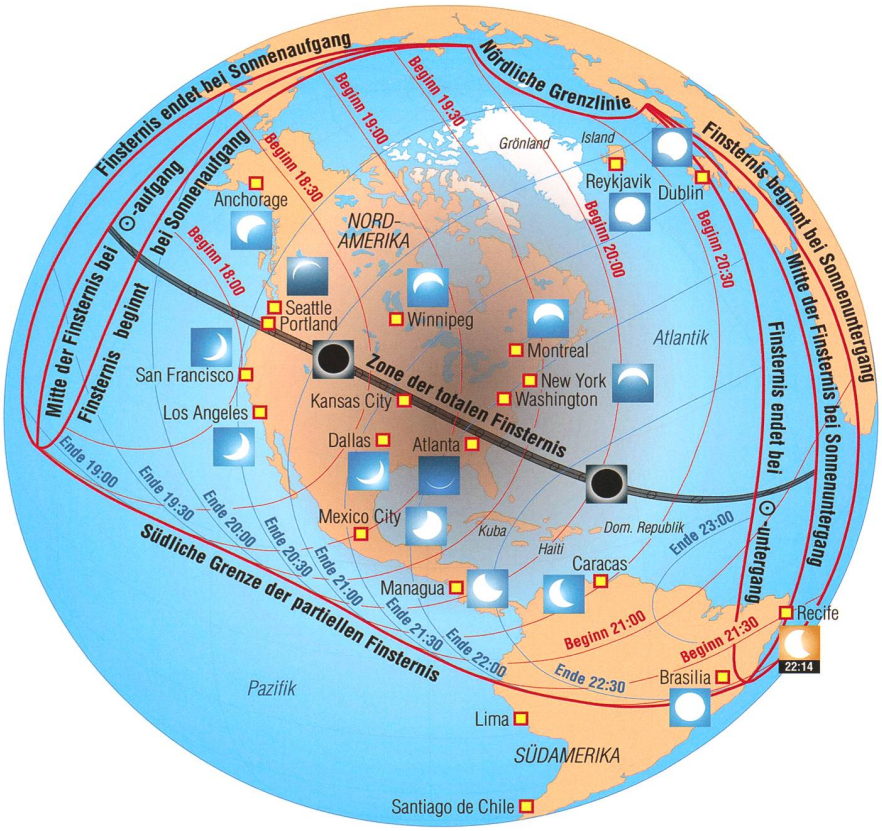
Totale Sonnenfinsternis am 21. August 2017

Dunkler Schatten zieht über Nordamerika

Von Thomas Baer

Noch gut erinnern wir uns an die Sonnenfinsternis am 11. August 1999. Inzwischen sind 18 Jahre verstrichen, ein ganzer Saroszyklus. Die Nachfolgefinsternis findet nun einen knappen Drittel weiter westlich statt. Millionen von Menschen werden das Naturschauspiel von Oregon bis South Carolina verfolgen.

Mindestens einmal im Leben, so meine persönliche Empfehlung, sollte man an den Ort einer totalen Sonnenfinsternis reisen. 2081 ist lediglich für unsere jüngere Generation eine Option, wenn sich dieses faszinierende Naturschauspiel nach langen 357 Jahren wieder vor unserer Haustür, respektive über unseren Köpfen abspielen wird. Wer nicht warten wollte, buchte schon im letzten Herbst eine Reise in die USA, wohl noch nicht ahnend, wie sich die weltpolitische Lage unter dem neuen US-Präsidenten präsentieren würde. In früheren Jahrhunderten sah man in diesem astronomischen Ereignis, der Sonnenfinsternis, eine himmlische Botschaft. Es wäre nur zu schön, hätte die finstere Sonne eine ähnliche Wirkung auf die amerikanische Führung mit Blick auf die diversen Konflikte! Anno dazumal, am 28. Mai 585 v. Chr., endete ein jahrelanger Krieg zwischen den Lydern und den Medern. Beide Heere sollen von der imposanten Erscheinung derart überwältigt worden sein, dass sie den himmlischen Vorgang als böses Omen Gottes sahen und die Waffen niederlegten. In Washington reichte Vernunft, Weisheit und Weitsicht für den Weltfrieden allemal!



Grafik: Thomas Baer / ORION

Abbildung 1: Hier blicken wir auf die Taghalbkugel der Erde und sehen das gesamte Gebiet, in welchem die Sonnenfinsternis am 21. August 2017 zu sehen sein wird. Total verfinstert wird die Sonne allerdings nur innerhalb des schmalen Streifens, welcher quer über die Vereinigten Staaten von Amerika verläuft. Nördlich und südlich davon wird die Sonne je nach Standort mehr oder weniger partiell bedeckt.

Fast 3 Minuten total

Der dunkle Schatten wird am 21. August kommen; dies sind diesmal keine «Fake News»! Die Sonnenfinsternis beginnt, vorerst partiell, draussen im Pazifik, unweit nordwestlich von Hawaii, bei dortigem Sonnenaufgang. Rasch weitet sich der Halbschatten in Richtung amerikanisches Festland aus (siehe Abbildung 1) und erreicht die Küste gegen 18:00 Uhr MESZ bei San Francisco. Nur 49 Minuten später berührt der Kernschatten bei 171° 35' westlicher Länge und 39° 44' nördlicher Breite die Erdoberfläche. Anfänglich hat die Totalitätszone eine Breite von 62 km bei einer Dauer der totalen Phase von knapp 52 Sekunden. Wenn die Schattenellipse nach 28 Minuten und einer rund 3860 km langen Reise über den Pazifik um 10:16 Uhr (Pacific Daylight Time) in Oregon eintrifft, kann man südlich von Salem die Sonnenkorona bereits während zweier Minuten erleben. Diagonal zieht sich der Pfad der totalen Finsternis über die USA, zuerst durch den Süden Idahos haarscharf am Yellowstone Nationalpark vorbei. Danach zieht der Schatten über Wyoming mit der Stadt Casper (2 min 26.3 s) weiter nach Nebraska und schrammt haarscharf an Kansas City vorbei. Während das Stadtzentrum gegen 13:09 Uhr CDT eine wenige Sekunden dauernde Totalität erlebt, wird es über dem Internationalen Flughafen bereits für 1 min 51 s dunkel. Man muss innerhalb der Totalitätszone nicht zwingend exakt auf der Zent-

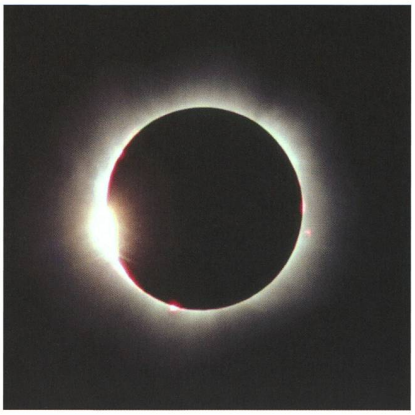


Bild: Thomas Baer / Szombathely, Ungarn

Abbildung 2: Totale Sonnenfinsternis 1999 über Ungarn. Soeben erlischt der letzte Sonnenstrahl um 12:46.9 Uhr MESZ am linken Mondrand. Die Korona taucht auf!

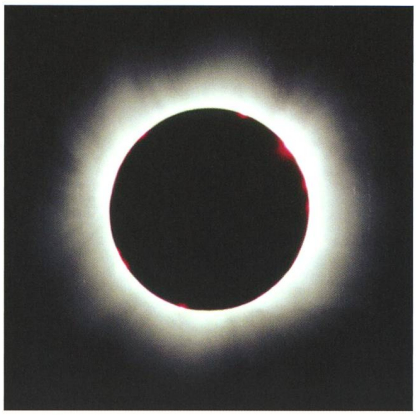


Bild: Thomas Baer / Szombathely, Ungarn

Abbildung 3: Anblick um 12:47.5 Uhr MESZ. Die feinsten Ausläufer der Korona waren in noch fast vier Monddurchmessern Entfernung mühelos von blossem Auge auszumachen.

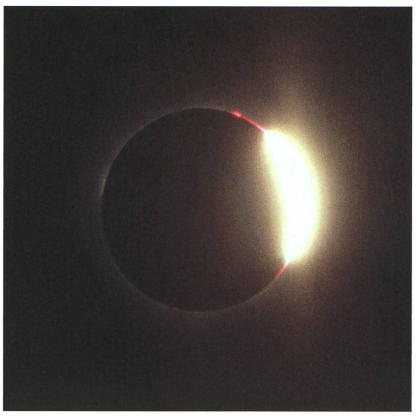


Bild: Thomas Baer / Szombathely, Ungarn

Abbildung 4: Der 3. Kontakt war um einiges imposanter als der zweite. Wie weissglühendes Metall quoll die Sonne um 12:49.1 Uhr MESZ wieder hinter dem Mondrand hervor.

rallinie stehen, denn keine 3 km vom Rand entfernt ist die «schwarze Sonne» schon während einer Minute zu sehen! Columbia und Jefferson City (Missouri) sind die beiden nächsten Stationen, über denen das Tagesgestirn erlischt. St. Louis am Mississippi liegt am Nordrand des Totalitätsstreifens und wird, ähnlich wie Kansas City, halbiert. Wer also Pech hat, sieht die Korona knapp nicht mehr, während man im südlichen Teil der Stadt das unvergessliche Schauspiel bis zu 2 min lang geniessen kann.
Der Höhepunkt der Sonnenfinsternis mit einer Totalitätsdauer von 2 min 42 s liegt nicht mehr fern. Der Punkt liegt nordwestlich von Lick Creek (Illinois), nicht zu verwechseln mit dem Ort der grössten Finsternis. Dieser wird durch den geringsten Abstand der Achse des Kernschattenkegels vom Erdmittelpunkt definiert und befindet sich nur gut 15 km nordwestlich von Hopkinsville (Kentucky). Hier erreicht der Mondschatten 2'329 km/h die «langsamste» Geschwindigkeit. Die Totalitätsdauer ist nur Sekundenbruchteile kürzer als im Maximum. Der Kernschatten zieht weiter über die Appalachen und verlässt dann den amerikanischen Kontinent via Tennessee, North Carolina, Georgia und South Carolina, wo die Bewölkungswahrscheinlichkeit jedoch auf 80 % zunimmt.

Je weiter westlich, desto besser

Wettermässig findet die Sonnenfinsternis über den USA zu einer günstigen Jahreszeit statt. Grundsätzlich gilt: Je weiter westlich man seinen Beobachtungsort wählt, desto eher darf man mit einer wolkenfreien Sonnenfinsternis rechnen. Dies ist natürlich keine Wetterprognose, sondern ein rein statistischer Wert! Wie so oft kann es am Tag der Finsternis zur «verkehrten Welt» kommen. An Orten, wo man am wenigsten mit Bewölkung rechnen durfte, ist der Himmel bedeckt, an Orten mit höherer Wolkenwahrscheinlichkeit ist es dann auf einmal schön! Finsternisreisende können davon ein Liedchen singen. Selbst die durch die Finsternis hervorgerufene Abkühlung kann regional zu nicht vorhersehbaren Wetterphänomenen führen. Auf solche statistischen Wolkenberechnungen ist also kaum Verlass. Da lohnt es sich, am Vorabend die Wetterprognose zu studieren und entsprechend, wenn nötig, nach Westen oder Osten etwas auszuweichen. Allerdings dürften viele Menschen gleichzeitig unterwegs sein.

Partiell auch in Westeuropa

Westlich einer Linie Oslo – Arnheim – Lüttich – östl. Reims – östl. Montluçon – Toulouse – westl. Valencia – westl. Murcia kann kurz vor oder bei Sonnenuntergang der Beginn einer recht kleinen partiellen Sonnenfinsternis beobachtet werden. Über England und Irland beträgt der Bedeckungsgrad zwischen 1 und 5 %, an der spanischen Atlantikküste sind es schon knapp mehr als 10 %, über Portugal zwischen 15 und 20 %. In Dublin etwa ist die schwache Bedeckung im unteren Bereich der Sonne zwischen 20:27 Uhr und 20:38 Uhr MESZ, in Lissabon von 20:45 Uhr bis zum Sonnenuntergang gegen 20:25 Uhr MESZ zu erleben.
Ganz Nordamerika bis weit ins Polargebiet sowie der Norden Lateinamerikas, der gesamte Nordatlantik und die afrikanische Westküste einschliesslich den Kapverden und den Kanaren werden die Sonnenfinsternis in ihrer partiellen Gestalt erleben, je näher an der Totalitätszone, desto grösser die Abdeckung der Sonnenscheibe. Auf Gran Canaria verschwinden 43 % der Sonne hinter dem Mond, auf der südlichsten Insel der Kapverden (Brava) fast 87 %. In der Schweiz müssen wir uns auf die nächste partielle Sonnenfinsternis noch etwas gedulden; sie findet um die Mittagszeit am 10. Juni 2021 statt. ▮

Die schönsten totalen Sonnenfinsternisse in den nächsten Jahren

Jahr	Datum	Dauer der Totalität	Gebiet
2024	8. April	4 min 28 s	Mexico, Texas (Dallas), Arkansas, Indiana (Indianapolis), Ohio, New York, Vermont, Kanada (Montreal), Maine
2026	12. August	2 min 18 s	Grönland, Island (Reykjavik), Spanien (La Coruña, Bilbao, Saragossa, Valencia, Balearen (Palma de Mallorca)
2027	2. August	6 min 23 s	Gibraltar, Algerien, Tunesien (Djerba), Libyen, Ägypten (Luxor), Saudi Arabien, Jemen, Somalia, Malediven,
2028	22. Juli	5 min 09 s	Australien (Northern Territory), Queensland, New South Wales (Sidney), Neuseeland (Queenstown, Dunedin)

Saroszyklus: Warum wiederholen sich Finsternisse alle 18 Jahre?

Nur ähnlich, aber doch nicht ganz

Von Thomas Baer

Am 21. August sind es genau 18 Jahre und 10 Tage her, seitdem sich die Sonne über Mitteleuropa am 11. August 1999 total verfinsterte. Jetzt spielt sich ihre «Nachfolgerin» im Saros 145 knapp 112° weiter westlich ab. Schon die Babylonier erkannten, dass sich gleichartige Finsternisse nach einem bestimmten Muster alle 18 Jahre wiederholen. Doch wie funktioniert dieser Saroszyklus überhaupt?

Wenn wir uns heute mit dem Saroszyklus beschäftigten, können wir heute kaum nachzuvollziehen, wie es bereits im Altertum möglich war – die ältesten erhaltenen Keilschrifttafeln mit Hinweisen auf den Finsterniszyklus stammen aus dem Jahr 748 v. Chr. – gleichartige Sonnen- und Mondfinsternisse über einen derart langen Zeitraum zu finden und sogar vorherzusagen. Bedenken wir: Die Menschen damals hatten noch keine Hochleistungsrechner und konnten längst nicht jede nach knapp zwanzig Jahren wiederkehrende Finsternis in ihrem Längenabschnitt wieder beobachten! Nicht weniger staunen wir über die Genauigkeit, mit der die Babylonier die Planetenumläufe um die Sonne berechneten. Oft weichen ihre Aufzeichnungen erst ab der dritten Dezimalstelle von unseren Berechnungen ab, ein Indiz dafür, dass die Gelehrten damals eine unglaubliche Gabe des exakten Beobachtens und Messens – womöglich mittels Steinsetzungen – beherrschen mussten. Viele Geheimnisse sind bis heute unverstanden. In anderen Kulturkreisen hat man das astronomische Wissen im Pyramidenbau integriert, denken wir nur an die Sonnenpyramide der späten Maya-Zeit in Chichén Itzá oder aber an die Pyramiden von Gizeh, die immer wieder zu Spekulationen Anlass gaben, ob, und wenn ja, sie nach möglichen astronomischen Kriterien dort gebaut wurden. Auch im alten China muss man die Kunst der Vorhersage von Finsternissen bereits verstanden haben, wenngleich die beiden kaiserlichen Hofastronomen Hi und Ho, so die Überlieferungen, nach ausgiebigen Festivitäten am 13. Oktober 2'128 v. Chr. die grosse Sonnenfinsternis Kaiser Tschung-kangh vorenthielten. Sie wurden mit dem Tod bestraft.

Die Mondzyklen

Um zu verstehen, warum sich Finsternisse alle 18 Jahre in ähnlicher Art und Weise wiederholen, müssen wir uns zuerst einmal einen Überblick über die verschiedenen Mondzyklen verschaffen. Ein Umlauf des Mondes um die Erde dauert 27.321662 Tage. Nach Ablauf dieser Zeit kehrt der Trabant wieder zu demselben Stern zurück. Daher wird dieser Mondmonat auch siderische Periode genannt, abgeleitet vom lateinischen Begriff «sidus», was Stern bedeutet. Messen wir indessen die Zeitspanne von Neu- zu Neu- oder Voll- zu Vollmond, so verstreichen im Durchschnitt 29.530589 Tage. Die rund 2.2 Tage, die der Mond länger benötigt, um wieder in derselben Mondphase zu erscheinen, haben damit zu tun, dass sich die Erde während des siderischen Mondumlaufs auf ihrer Bahn ebenfalls ein Stück weiter bewegt hat.
Die Mondbahn ist bekanntlich um 5.145° gegen die Ekliptik gekippt. Die beiden Schnittpunkte, der auf- und der absteigende Knoten, wandern in 18.61 Jahren einmal rückläufig durch die Ekliptik. Die Knoten laufen dem Mond mit jedem Umlauf stets ein Stück entgegen, sodass das Intervall zwischen zwei Durchläufen desselben Bahnknotens mit 27.212221 Tagen etwas kürzer ist als der siderische Monat. Für die Finsternisse von Bedeutung ist letztlich auch die Erde-Mond-Distanz. Die Apsidenlinie (Verbindungslinie zwischen Perigäum und Apogäum) ihrerseits vollzieht innerhalb von 8.85 Jahren eine komplette rechtläufige Umdrehung. Folglich ist der anomalistische Mondmonat, also die Rückkehr zur selben Apside, mit einer Dauer von 27.554550 Tagen länger als der siderische Umlauf.
Wie wir unschwer feststellen, sind die Mondmonate mit Ausnahme des synodischen Monats ganzzahlig 27 Tage lang. Für die Finsternisse betrachten wir nun den synodischen, den drakonitischen und den anomalistischen Monat. Sucht man ihr gemeinsames Vielfaches, so sehen wir, dass 223 synodische Umläufe (6585.32 Tage) 242 drakonischen (6585.36 Tage) und 239 anomalistischen Monaten (6585.54 Tage) entsprechen. Abweichungen gibt es lediglich in den Dezimalstellen. Welche Auswirkungen haben diese nun in Bezug auf eine Sonnenfinsternis? – Nach Ablauf der 6585 Tagen (18 Jahre) ist es so, dass sich geometrisch gesehen eine fast identische Konstellation von Sonne, Erde und Mond einstellt. Für uns von Interesse sind aber die kleinen Abweichungen nach dem Dezimalpunkt, denn diese führen zu geringen Veränderungen, welche Finsternisse eines Saros eben nur annähernd identisch aussehen lassen.

Die verschiedenen Mondmonate

Name	Erklärung	Dauer in Tagen
Siderischer Mondmonat	Erdumlauf bezogen auf einen Fixstern (effektiver Erdumlauf)	27.321662
Synodischer Mondmonat	Neu- bis Neumond / Voll- bis Vollmond (Mondphasenmonat)	29.530589
Drakonitischer Mondmonat	Durchlauf des Mondes durch denelben Mondknoten	27.212221
Anomalistischer Mondmonat	Durchlauf des Mondes durch das Perigäum	27.554550

Tabelle 1: Zusammenstellung der für den Saroszyklus relevanten Mondmonate.

Der Saroszyklus – Vielfache der Mondmonate

Ganzzahlige Vielfache	Periodendauer [in Tagen]	Dauer [umgerechnet]	Effekt
223 Synodische Monate	6585.3223	6585 d 07 h 43 min	Finsternisgebiet driftet ~113° westwärts
239 Anomalistische Monate	6585.5375	6585 d 12 h 54 min	Der Mond ändert während eines Saros seine Distanz zur Erde
242 Drakonitische Monate	6585.3575	6585 d 08 h 35 min	Das Finsternisgebiet wandert mit jeder Wiederkehr ~8° nach Norden oder Süden

Tabelle 2: Hier sehen wir die gemeinsamen Vielfachen der Mondmonate und deren Effekte in Bezug auf zwei im Saroszyklus aufeinanderfolgender Finsternisse.

Ein Vergleich zwischen 1999 und 2017

Untersuchen wir dazu die beiden Sonnenfinsternisse von 1999 und 2017, die dem Saros 145 angehören. Am 11. August 1999 zog der Kernschatten des Mondes quer durch Mittel- und Südosteuropa. Die Finsternis erreichte um 13:03.1 Uhr MESZ über Rumänien (45° 5' N, 24° 17' O) mit einer maximalen Dauer von 2 min 23 s ihren Höhepunkt. Nun, 18 Jahre später, folgt die 22. Finsternis dieser insgesamt 77 Sonnenfinsternisse umfassenden Sarosreihe über den Vereinigten Staaten, diesmal am 21. August. Ihren Höhepunkt erreicht sie um 20:25.5 Uhr MESZ bei 36° 59' N, 87° 39' W nordwestlich von Nashville, Tennessee, mit einer Totalitätsdauer von 2 min 42 s. Was unterscheidet die beiden Finsternisse? Einerseits sehen wir eine leicht längere Dauer der zentralen Phase, andererseits ist der Ort des Finsternismaximums knapp 112° nach Westen und 8° näher zum Äquator hin gewandert. Das Finsternisgebiet als solches sieht 2017 im Vergleich zu 1999 recht ähnlich aus. Einzig im Norden erkennen wir, dass es neu eine nördliche Begrenzungslinie gibt, weil 1999 der Nordrand des Mondhalbschattens noch nicht vollständig auf die Erde fiel (siehe Abbildung 1, Seite 26). Diese Verschiebungen müssen also mit den kleinen Abweichungen der einzelnen Mondzyklen zu tun haben.

Der Saroszyklus ist, wie wir gesehen haben, im Mittel 18 Jahre 11 Tage und 8 Stunden lang. Somit müsste die bevorstehende Sonnenfinsternis eigentlich am 22. August gegen 21:00 Uhr MESZ eintreten. Da jedoch im Jahr 2000 der Schalttag ausgelassen wurde, müssen wir diesen einen Tag subtrahieren und landen beim 21. August. Da die Sarosperiode nicht ganzzahlig aufgeht, sondern einen Drittel Tag zu lange ist, verschiebt sich das Finsternisgebiet auch etwa einen knappen Drittel um die Erde westwärts. Dass es weniger als 120° sind, hängt damit zusammen, dass die Erde ja nicht exakt 24 Stunden für eine Rotation benötigt.

Nach drei Saroszyklen, also nach 54 Jahren und 34 Tagen, kehrt das Finsternisgebiet mehr oder weniger wieder in denselben Längenabschnitt zurück. Allerdings zieht der Kernschatten des Mondes nicht mehr über dieselben Gebiete hinweg, denn die kleine Differenz zwischen den 223 synodischen und 242 drakonitischen Mondmonaten von 0.0352 Tagen oder 50.6 Minuten sorgen dafür, dass der Mond alle 18 Jahre um diese Differenz später den Knoten durchläuft. Anders betrachtet ist der Mondknoten etwa ein halbes Grad (einen Monddurchmesser) nach Osten gedriftet. Bei Finsternissen, welche im aufsteigenden Knoten stattfinden, wie dies beim Saros 145 der Fall ist, wandert das Finsternisgebiet mit jeder Wiederkehr ein kleines Stück südwärts über den Erdglobus. Bei Finsternissen im absteigenden Knoten verschiebt sich die Finsterniszone nordwärts.

Sarosreihe 145 begann im Nordpolargebiet

In der astronomischen Einsteigerliteratur wird meist etwas vereinfacht erklärt, dass Finsternisse nur dann eintreten können, wenn der Neumond in einem der beiden Bahnknoten steht. Ganz korrekt ist dies nicht, denn aufgrund der Grösse der Erde und der konischen Ausdehnung des Mondhalbschattens kann es noch zu einer partiellen Sonnenfinsternis im Polargebiet kommen, wenn der Neumond 16.6° östlich oder westlich des Bahnknotens eintritt. Da sich nun der Knoten selbst alle 18 Jahre um rund ein halbes Grad rechtläufig verschiebt, nimmt die Grösse einer Finsternis zu Beginn eines einsetzenden neuen Saroszyklus zu. Die Sarosreihe 145 etwa begann mit einer ultrakleinen partiellen Sonnenfinsternis über Sibirien am 4. Januar 1639. Ihre Grösse betrug gerademal 0.0009! Es folgten 13 partielle Sonnenfinsternisse zunehmender Grösse bis und mit dem 26. Mai 1873.

Am 6. Juni 1891 kam es erstmals zu einer ringförmigen Sonnenfinsternis. Nur einen Saros später verlief sie hybrid, das heisst ringförmig-total. Vom 29. Juni 1927 bis zum 9. September 2648 erlebt die Sarosreihe totale Finsternisse. Die Letzte findet über der Antarktis statt. Der Saros 145 läuft schliesslich mit zwanzig kleiner werdenden partiellen Sonnenfinsternissen im Südpolargebiet aus. Ein letztes Mal streift

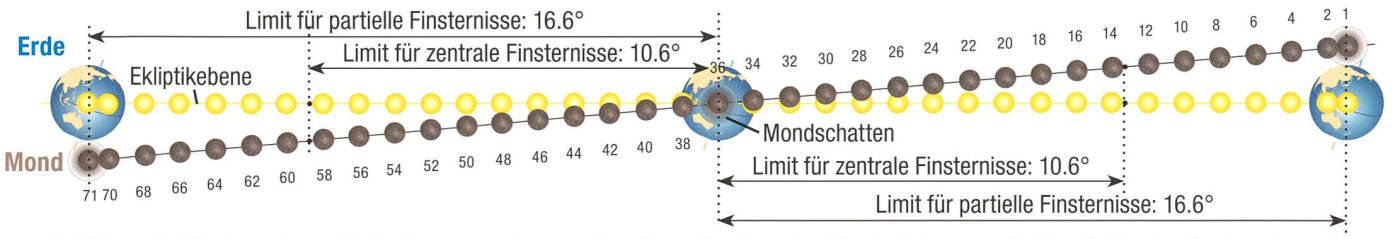


Abbildung 1: Hier ist schematisch ein ganzer Saroszyklus (im aufsteigenden Knoten) dargestellt. Der Zyklus beginnt rechts mit einer ersten kleinen partiellen Finsternis im Nordpolargebiet. Dargestellt ist nur jede zweite Finsternis. Mit jeder Wiederkehr rückt das Finsternisgebiet weiter südwarts. Eingezeichnet sind weiter auch die Limiten für partielle und zentrale (ringförmig oder totale) Finsternisse. Wie wir unschwer feststellen können, muss der Neumond nicht, wie in der Mitte der Darstellung, exakt im Bahnknoten stehen.

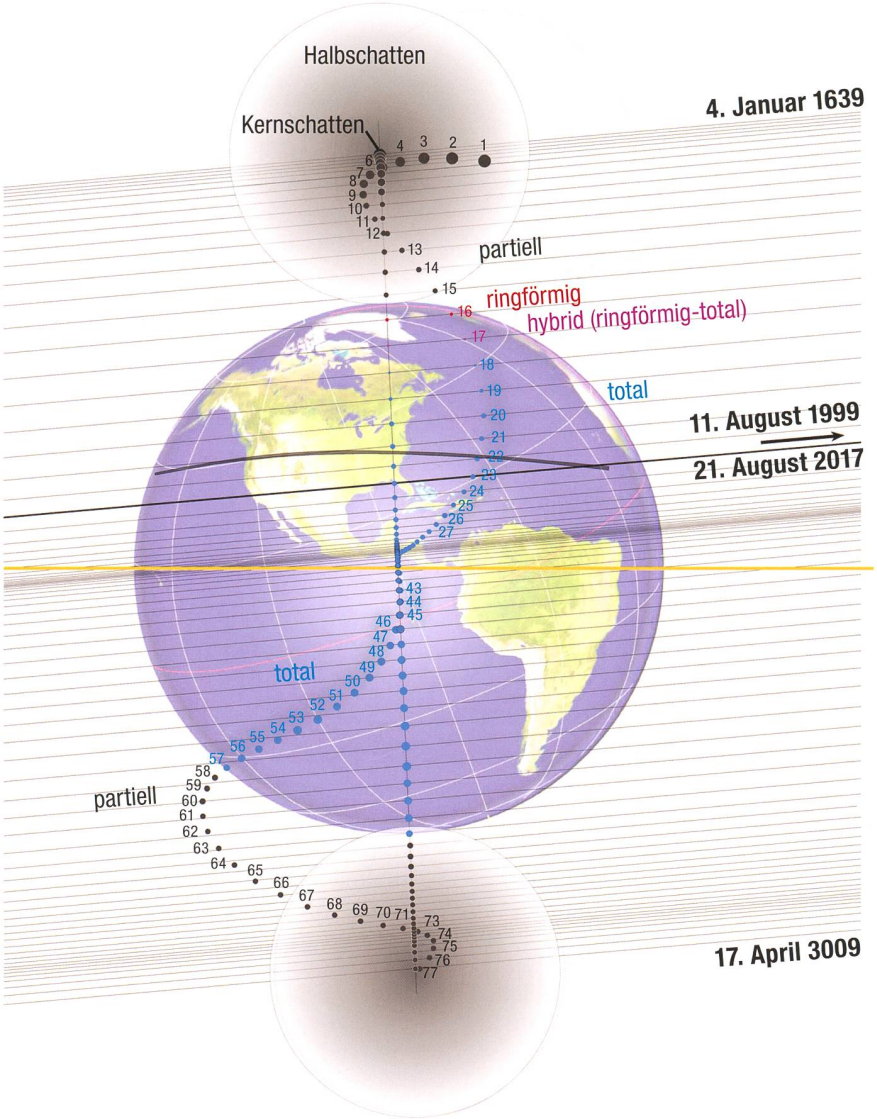


Abbildung 2: Der gesamte Saroszyklus 145 umfasst 77 Finsternisse. Infolge der räumlichen Lage der Erdachse wandert das Finsternisgebiet nicht immer gleichmässig südwärts.

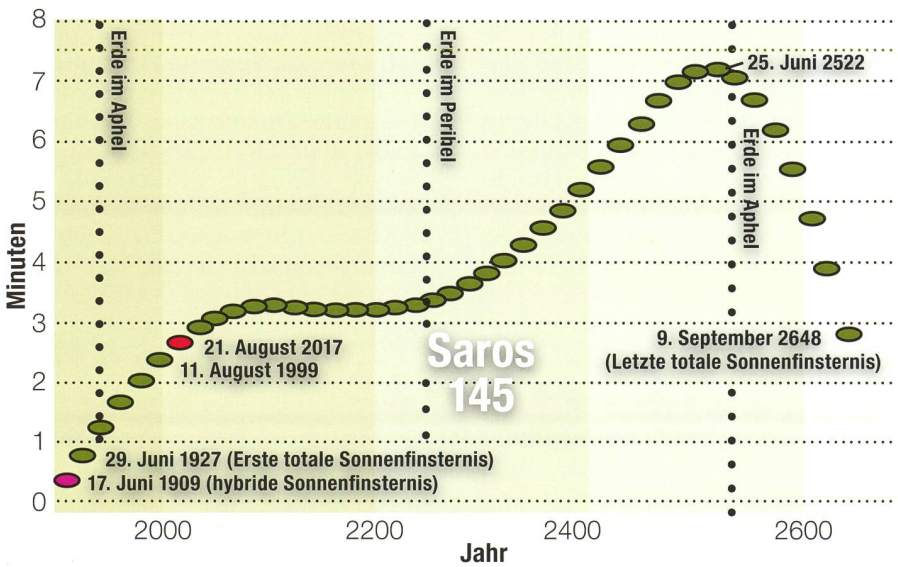


Abbildung 3: Die Totalitätslänge ab der hybriden Finsternis vom 17. Juni 1909 nimmt in einer ersten Phase auf gut 3 Minuten zu, stagniert dann und erreicht am 25. Juni 2522 mit knapp über 7 Minuten Dauer ein Maximum..

der Mondhalbschatten am 17. April 3009 die Erde. Der ganze Zyklus umfasst somit 77 Finsternisse über einen Zeitraum von 1370.29 Jahren verteilt (vgl. Abbildung 1 und 2).
Interessant ist, wenn man die Entwicklung des Saros 145 untersucht, dass es zu Beginn der zentralen Finsternisse eine noch knapp ringförmige, dann eine hybride (ringförmig-totale) Finsternis gab. Ab dem 17. Juni 1909 bis zur letzten zentralen Finsternis am 9. September 2648 verlaufen die Finsternisse jedesmal total. Zu Beginn nimmt die Dauer der Totalität rasch auf knapp über 3 Minuten zu (Abbildung 3).
Elf aufeinanderfolgende Finsternisse unterscheiden sich dann kaum in der Länge der totalen Phase. Was geschieht hier genau? Hierzu müssen wir uns die Abstandsverhältnisse von Erde und Sonne, respektive Erde und Mond vor Augen führen. Es handelt sich um Sonnenfinsternisse, die im Herbst und Winter stattfinden. Die Erde nähert sich in dieser Zeit wieder der Sonne, wodurch deren scheinbarer Durchmesser wächst. Gleichzeitig aber fällt alle 18 Jahre der Neumondtermin immer optimaler mit dem Perigäum des Mondes zusammen, was die scheinbare Mondgrösse bis zur Sonnenfinsternis im Jahr 2089 ebenfalls anwachsen lässt. In dieser Zeit stagniert die Totalitätsdauer um die 3 min 15 s, ja, wird sogar noch einmal etwas kürzer, ehe sie ab dem 31. Dezember 2233 ansteigt und am 2. Juni 2486 die 7-Minuten-Marke um eine Sekunde verpasst! Die längste Totalität mit 7 min 12 s ereignet sich am 25. Juni 2522. Danach verkürzen sich die Finsternisse wieder rasch bis auf 2 min 48 s.
Stellt man die Pfade aller 77 Finsternisse ekliptikal dar, ziehen diese um gut 5° gekippt zur Senkrechten (Mondbahnschräge) über den Erdglobus (Abbildung 2). Interessant zu sehen ist, dass das Finsternisgebiet nicht jedesmal in gleichen weiten Schritten nach Süden wandert, sondern zwischenzeitlich langsamer. Dies hat mit der räumlichen Lage der Erdachse (vom Sonnenzentrum aus betrachtet) über die Jahreszeiten hinweg zu tun.

Nur selten fallen Neumond und Perigäum optimal zusammen

Infolge der Drehung der rechtläufigen Wanderschaft der Apsidenlinie

in 8.85 Jahren fallen Neumond und Perigäum nur alle knapp 9 Jahre in den Sommermonaten zusammen. Letztmals war dies 2009/10 der Fall und wiederholt sich dieses Jahr: Im Mai durchquerte der Neumond das Perigäum einen Tag später, im Juni einen Tag vor Neumond. Die Differenz von 223 synodischen und 239 anomalistischen Mondmonaten beträgt im Schnitt 5 Stunden und 11 Minuten. Dies bedeutet, dass mit jeder Wiederkehr einer Finsternis im Saroszyklus sich Neumondstellung und Perigäum um eben diese Differenz gegeneinander verschieben. Entweder driften die beiden Momente aufeinander zu oder voneinander weg. Die scheinbare Sonnengrösse pendelt zwischen Sonnennähe und Sonnenferne von 32' 32" (4. Januar) und 31' 20" (3. Juli) hin und her.

Die Mondgrösse schwankt während eines Mondumlaufs ebenfalls, maximal zwischen 29' 23" und 33' 25". Beim Mond fallen Perigäum und Apogäum allerdings nicht jedesmal gleich aus. Optimal lang kann eine Sonnenfinsternis dann werden, wenn aus rein geometrischer Sicht die Erde in Sonnenferne steht, der Neumond aber zugleich in Erdnähe steht. Dann haben wir eine kleine Sonne und einen maximal grossen Mond. Allerdings spielen noch andere Faktoren wie Erdrotation, die vektorielle Bewegungsrichtung des Beobachters mit der Erddrehung in Bezug auf den Mondschatten sowie die zenitnahe Stellung von Sonne und Mond (subsolarer Punkt) eine Rolle, wenn wir eine möglichst lange Totalität erleben wollen.

Die Sonnenferne fällt derzeit auf Anfang Juli. Somit können lange totale Sonnenfinsternisse nur in einem Zeitfenster vom 4. bis ca. 18. Juli stattfinden. Wenn in dieser Spanne ein perigäischer Neumond mit möglichst geringem Intervall zum Knotendurchlauf stattfindet, liegt eine 7-minütige Sonnenfinsternis drin. Tatsächlich finden während des Saros 145 solche Finsternisse vom 14. Juni 2504 (7 min 10 s) bis 5. Juli 2540 (7 min 04 s) statt. Dass es nicht für eine maximal lange Totalität von 7 min 31 s reicht – die längste totale Sonnenfinsternis findet übrigens am 16. Juli 2186 statt (7 min 29 s) – hat damit zu tun, dass die einzelnen Faktoren im Laufe des Saros 145 zwar gut, aber doch nicht ganz perfekt zusammenspielen. So etwa wären zwar die Radienverhältnisse von Sonne und Mond nahezu ideal, doch das Finsternismaximum und der subsolare Punkt (an dem die Sonne im Zenit stünde) liegen weit auseinander. Der Beobachter ist etwas weiter vom Mond entfernt, was sich auf die Grösse der Kernschattenellipse und damit auch auf die Totalitätslänge suboptimal auswirken. ▮

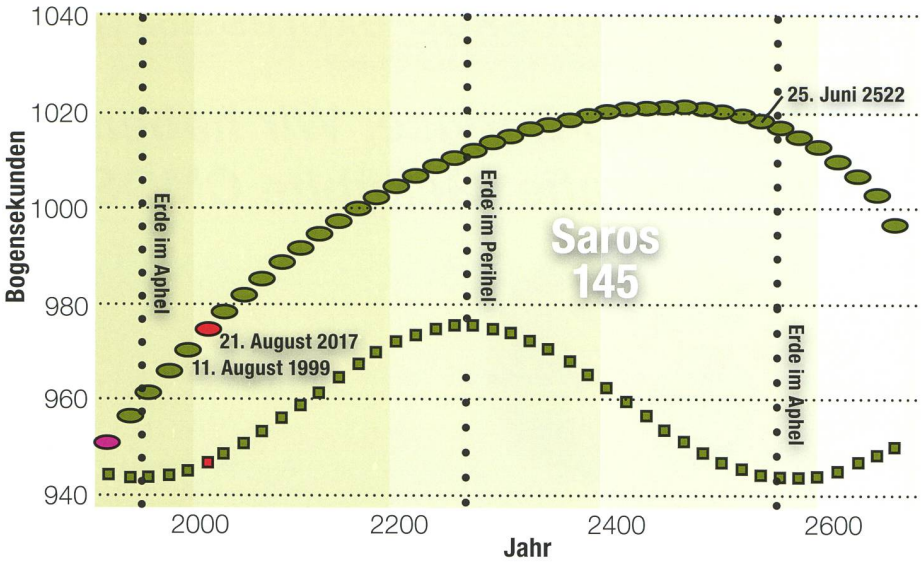


Abbildung 4: Warum die Totalitätsdauer eine Weile bei gut 3 Minuten stagniert, veranschaulicht diese Grafik, welche die scheinbaren Radien von Sonne und Mond über den gesamten Saroszyklus 145 zeigt. Da sich die Finsternisse im Laufe der Zeit durch alle Monate hindurch verschieben, steht die Erde einmal im Perihel, dann wieder im Aphel (kleine Quadrate). Durch die Wanderung der Apsidenlinie der Mondbahn, nimmt die Mondgrösse bis Anfang 2500 stetig zu. Inzwischen ist das Finsternisgebiet auch zum Äquator hin gewandert, wo wir die höchste Geschwindigkeit mit der Erdrotation ausnutzen können. Dies führt zur langen Sonnenfinsternis am 25. Juni 2522.

www.teleskop-express.de
Teleskop-Service – Kompetenz & TOP Preise

Der große Onlineshop für **Astronomie, Fotografie** und **Naturbeobachtung**
mit über **6500 Angeboten!**

Teleskop-Service: Wir haben die Zukunft der Astrofotografie. Gekühlte CMOS Kameras von ZWO

ASI174 MMC / MCC
Farb- und Monochromversion
IMX174LLJ Sensor, bis zu 77% QE
2,3 MPx, Pixelgröße 5,86 µm
Sensorgröße 11,34 x 7,13 mm

ASI178 MCC / MMC
Farb- und Monochromversion
Peltierkühlung bis 45°C Diff.
Sensordiagonale 8,82 mm, 6,4 MPx
Sony Starvis- und Exmor System
USB 3.0

ASI1600MMC / MCC
Version 3, Peltierkühlung bis 45°C Diff.
16 MPx CMOS Sensor, 21,9 mm
Pixelgröße 3,8 µm
Ausleserauschen: 1,2e bei 30dB Gewinn

ASI071C Farbkamera
Peltierkühlung bis 40°C Diff.
Sony CMOS Sensor 28,4 mm
16 MPx, Pixelgröße 4,78 µm
Justierbare Anschlußplatte

ASIEFWmini
kompaktes Filterrad für
5x 1,25" oder 5x 31 mm Filter
CNC Aluminiumgehäuse
T2 Anschlüsse
Filterwechsel durch Schrittmotor

ZWOADC
Korrigiert Farbverschiebung durch atmosphärische Dispersion und erhöht die Schärfe an Mond + Planeten

Teleskop-Service, Von-Myra-Straße 8, DE-85599 Parsdorf bei München
Telefon: +49 89-9922875-0 • info@teleskop-service.de

Erinnerungen

Sonnenfinsternis 1999: Vorfreude, dann dicke Wolken und Platzregen

Wie schnell doch die Zeit vergeht! Die totale Sonnenfinsternis vom 11. August 1999 haben wenige Glückspilze noch in guter Erinnerung, andere standen an jenem Mittwochmittag unter Regenschirmen und schauten mit Sonnenfinsternisbrillen nach etwas, das sich vielerorts mehrheitlich hinter dickem Wolkengrau abspielte. Die Vorfreude auf das europäische Jahrhundertereignis war riesig. Schon Wochen und Monate im Voraus wurde über die totale Sonnenfinsternis berichtet. Die beiden astronomischen Sektionen Rümlang und Zürcher Unterland zogen mit einer Wanderausstellung über das spektakuläre Ereignis umher, um möglichst viele Schaulustige auf das Naturereignis einzustimmen.

Am 11. August 1999 fand ein eigentlicher Exodus in Richtung Norden statt, denn die Totalitätszone zog knapp nördlich an der Schweiz vorüber und war von da her recht günstig zu erreichen. Doch leider wollte das Wetter über Mitteleuropa nicht so mitspielen. Überall erhoben sich Gewitter- und Schauerzellen in den Himmel. Als schliesslich der Kernschatten von Südengland und Nordfrankreich her kommend heranbrauste, begann es an einigen Schauplätzen wie aus Kübeln zu schütten. Andernorts, meist nur wenige Kilometer weiter, erwischte man zum entscheidenden Zeitpunkt der totalen Finsternis eine Wolkenlücke. Dunkel wurde es so oder so. Selbst in der Schweiz, wo die Bedeckung der Sonne zwischen 96 und 98 % betrug, schaltete gegen 12:30 Uhr MESZ die Strassenbeleuchtung ein.

Besser waren die Verhältnisse, je weiter östlich man die Finsternis in Europa beobachtete, etwa über Österreich, Ungarn oder Rumänien. Das kontinentale Klima sorgte hier meist für klare und trockene Verhältnisse. Der Anblick der Maximumskorona, die für 2 min 22 s sichtbar wurde, war atemberaubend! Auch die mittägliche Stille, die über das Land hereinbrach, hatte gleichsam etwas Beklemmendes wie Beeindruckendes. Selbst Störche, die noch über einem frischgepflügten Acker kreisten, setzten kurz vor Ankunft des Mondkernschattens zu einer Zwischenlandung an und verharrten, irritiert durch das schnelle Dunkelwerden, wie erstarrt auf den Feldern. Nur ein krähender Hahn aus der Ferne durchbrach die Stille; eine wahrlich ungewohnte Szenerie mitten am Tag! Selbst wir wurden ruhig, flüsterten und blickten ehrfurchtsvoll nach oben.

Und dann war der Zauber auch schon vorüber. Wie in einem Zeitraffer schien der Höhepunkt der Sonnenfinsternis verflogen. Der Himmel in Richtung Südosten war noch deutlich finster. An unserem Standort brannte bereits wieder die Sonne auf uns herab, als hauchdünne Sichel. Doch die Landschaft schien bereits lichtdurchflutet. Irgendwie war es ein Moment eines abrupten Erwachens aus einem Traum, des Realisierens, was soeben passiert war. Jetzt konnten wir die Ergriffenheit von Adalbert Stifter, der die Sonnenfinsternis von 1842 so trefflich beschrieb, nachvollziehen. Was in seiner Schilderung an Emotionen fast übertrieben und an Wirkung überzeichnet herüberkommt, hat nun auf einmal einen anderen Stellenwert. Der schnelle Wechsel von Licht zu Schatten und wieder zurück ist in der Tat kaum in Worte zu fassen. Auf einmal begreift man Menschen, die fast jeder totalen Sonnenfinsternis nachreisen. Etwas Grossartigeres in der Natur gibt es wahrlich nicht.

In grossen Teilen der Schweiz wird es erst am 3. September 2081 gegen 09:40 Uhr MESZ die nächste totale Sonnenfinsternis geben, die erste in der Deutsch- und Nordwestschweiz seit dem 22. Mai 1724! Zumindest die jüngeren ORION-Leserinnen und -leser dürften dieses einmalige Himmelsschauspiel im hohen Alter miterleben. Wer die Finsternis möglichst lange total erleben will, muss sich auf einer Linie von Basel bis St. Gallen aufhalten. Die Sternwarten Bülach und Winterthur liegen praktisch auf der Zentrallinie dieser Finsternis und erleben eine fast 4-minütige Totalität!

Am 27. Februar 2082 findet in der Schweiz auch gleich noch eine ringförmige Sonnenfinsternis statt.

Bild: Michael Rieder

Abbildung 2: Den Durchzug einer Regenfront erlebten auch Beobachter in der Gegend von Ulm. Der Verein Sternwarte Rotgrueb Rümlang (VSRR) organisierte einen Tagesausflug dorthin. Sonnenschein während der Hinfahrt am Vormittag, Regen während der Sonnenfinsternis, Sonnenschein während der Stadtbesichtigung am Nachmittag!

Bilder: Walter Bersinger

Abbildung 1: Nach einem kurzen, sturmgepeitschten Wolkenbruch, just etwa zur Zeit der maximalen Verfinsterung, enthüllten Wolkenlücken die feine Sichel der zu etwa 96 % bedeckten Sonne.

Klärung einer häufigen Begriffsverwirrung

Ist der Mond zunehmend oder aufgehend – oder beides zugleich?

Von Erich Laager

Den Zugang zu diesem Thema findet man bei der Beobachtung von Auf- und Untergängen von Sonne und Mond. Dabei zeigt sich, dass der Mond ein «komplizierter Geselle» ist im Vergleich zur «gutmütigen» Sonne. Einige Regeln können zum Verständnis beitragen.

Die Hitzewelle zur Zeit der längsten Tage in diesem Jahr verleitete zum frühen Aufstehen in den kühlen Stunden, auch zum Fotografieren der Sonnenaufgänge und zum Vergleich mit den Aufgangsorten von früheren Wochen (Abbildung 1).
Beobachtungen im Jahreslauf zeigen, dass die täglichen Verschiebungen am Horizont im Frühling und Herbst deutlich zu beobachten sind, währenddem sie im Dezember und Juni fast unmerklich klein sind.
Dazu gehören die entsprechenden Erfahrungen im Jahreslauf: Wir freuen uns an den rasch zunehmenden Tageslängen im Frühling, registrieren die schnell kürzer werdenden Tage im Herbst. Dagegen ist es während einiger Wochen im Sommer am Abend immer fast gleich lang hell, im Winter gleich lang dunkel.
Wären die Änderungen der Tageslängen während des ganzen Jahres gleichbleibend, ergäbe dies in der dazugehörenden Grafik keine harmonische, sanfte Welle, sonder eine Zickzacklinie mit Ecken beim kürzesten und längsten Tag – unvorstellbar!

Und wie ist das mit dem Mond?

Die Stellung des Mondes für den nächsten Tag spontan voraus zu sagen, ist nicht ganz einfach.
Regelmässige Fotos des Mondaufgangs wären wesentlich schwieriger zu realisieren.
Gründe dazu sind:

- Der Mond geht jeweils etwa 50 Minuten (im Durchschnitt, aber nicht gleichbleibend!) später auf als am Vortag. Bei der Sonne sind dies (auf 47° geogr. Breite) maximal 2 Minuten.
- Der Ort des Monaufgangs macht von Tag zu Tag grosse «Sprünge», viel grössere als bei der Sonne.

Wir versuchen, etwas Klarheit in «das Verhalten des Mondes» zu bringen.

Die Begriffe zur Bewegung des Mondes

Im astronomischen Jahrbuch «Der Sternenhimmel» von Hans Roth findet man zu jedem Monat einen Übersichtskalender zum Mond. Dieser zeigt grafisch die Mondphasen für jeden Tag. Zudem sind an den entsprechenden Tagen u. a. die nördliche und südliche Lage des Mondes eingetragen. Diese beiden Angaben interessieren uns hier.
Der Mond pendelt zwischen der südlichsten und der nördlichsten Lage, wie dies auch die Sonne tut. Für eine «Auf-Ab-Schwingung» braucht die Sonne ein Jahr, der Mond jedoch nur einen knappen Monat. (Abbildung 2.) In einem Jahr ereignen sich 13.4 solche «Monats-Schwingungen».
Während seiner Bewegung von der Süd- zur Nordlage ist der Mond aufgehend oder aufsteigend, wie die Sonne vom Winter- zum Sommeranfang.
Sinkt der Trabant von der Nord- zur Südlage, so ist er abgehend oder absteigend, wie dies die Sonne von der Sommer- zur Wintersonnenwende tut. Betrachtet in Bezug auf die Sternbilder heisst dies: Bei der südlichsten Lage sind Sonne und Mond im Schützen; sie steigen dann im Tierkreis auf, überqueren den Äquator in der Gegend des Frühlingspunktes und steigen auf bis zum Stier und den Zwillingen.

Abbildung 1: Sonnenaufgänge in Schwarzenburg. Aufnahmen mit Tele 400 mm Brennweite (umgerechnet auf Kleinbild-Format). Die ganze Original-Bildbreite ist wiedergegeben. Die letzten vier Bilder sind Ausschnitt-Vergrösserungen. Die Verschiebung des Aufgangsortes pro Tag ist am grössten im Frühling und im Herbst. Noch recht deutliche Schritte beobachtet man z. B. im Mai (obere Hälfte der Fotosammlung). Zur Zeit der Sommer-Sonnenwende sind die Differenzen sehr klein, gar unmerklich kurz vor und nach dem kürzesten Tag (untere Hälfte der Abbildung).

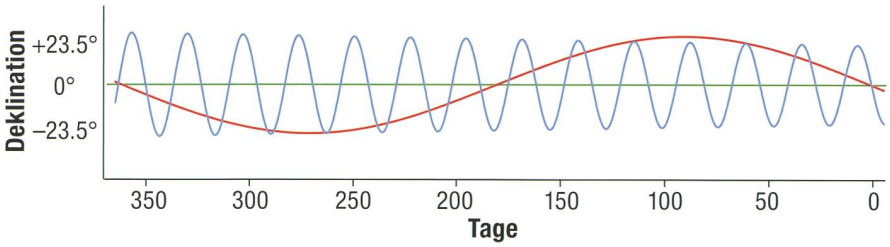


Abbildung 2: Sonne und Mond im Verlauf eines Jahres. Diese schematische Darstellung zeigt das Auf-und Absteigen von Sonne (rot) und Mond (blau) innerhalb eines Jahres. Sie pendeln um den Himmelsäquator (grün). In der Grafik ist senkrecht die Deklination aufgetragen, waagrecht die Zeit. Im Jahr 2017 schwingt der Mond weniger weit aus als die Sonne, die Amplitude nimmt im Laufe des Jahres ganz wenig zu (in der Figur 5 mal verstärkt gezeichnet). Zu beachten: Die Darstellung zeigt für Sonne und Mond gleichzeitig die Nord-Süd- Bewegung während eines Jahres, anders als etwa in einer Sternkarte (wie in Abbildung 5), wo Sonnen- und Mondbahn nahe beeinander liegen und die Himmelskörper mit unterschiedlicher Geschwindigkeit von rechts nach links laufen.

«Obsigend» und «nidsigend» – die sichtbaren Folgen

Bei aufsteigendem Mond verschieben sich Auf- und Untergangsorte am Horizont von Tag zu Tag Richtung Norden. Die Wanderungen des Mondes über den Himmel werden länger, seine Kulminationshöhe (höchste Stellung genau im Süden) nimmt zu, der Mond ist «obsigend».
Bei absteigendem Mond verschieben sich Auf- und Untergangsorte am Horizont Richtung Süden, die Kulminationshöhe nimmt ab, der Mond ist «nidsigend».
Der «Sternenhimmel» gibt für jeden Tag die Kulminationshöhe des Mondes im Astrokalender an.

Der Zusammenhang mit den Mondphasen

Von Neumond zu Neumond (synodischer Monat) dauert es 29.53 Tage. Der Zeitraum zwischen zwei aufeinanderfolgenden Monddurchgängen durch einen der beiden Mondknoten (drakonitischer Monat) ist mit 27.21 Tagen etwas kürzer (vgl. dazu auch Seite 30).
Wenn Südlage und Neumond am gleichen Tag stattfinden, dann sind diese beiden Stellungen nach einem Monat bereits 2 Tage auseinander, nach zwei Monaten 4 Tage usw.. Es gibt also kein ständiges «Miteinanderlaufen» von zunehmend mit aufgehend oder abnehmend mit abgehend, eher ein «geordnetes Durcheinander», wie dies die Abbildung 3 zeigt.
Man kann immerhin feststellen: Zunehmend und aufsteigend laufen zur Zeit der kürzesten Tage zeitlich ungefähr miteinander. Im Herbst ist der zunehmende Mond jedoch zuerst abgehend und dann aufgehend. Ich fragte mich: Ist dies Zufall oder ist das in jedem Jahr so?
Mit Hilfe von Mondkalendern früherer Jahre fand ich, dass die Regel immer stimmt.

Natürlich, es muss stimmen! Abbildung 4 gibt dazu eine einleuchtende Bestätigung.
Die weiteren Situationen für Vollmond im Frühling und im Sommer mag man sich selber zu recht legen und sodann das Ergebnis an Hand von Abbildung 3 überprüfen.

Ungleiche Süd- und Nordlagen des Mondes

Läge die Umlaufbahn des Mondes um die Erde in der gleichen Ebene wie die Umlaufbahn der Erde um die Sonne, dann würden Sonne und Mond am Himmel in der exakt gleichen scheinbaren Bahn (in der Ekliptik) laufen, die Sonne in einem Jahr, der Mond in einem Monat einmal ringsum.
Nun ist die Mondbahn gegenüber der Erdbahn um 5.2° geneigt. Deshalb kann die nördliche Lage des Mondes um diesen Betrag grösser sein, die südliche Lage um gleich viel tiefer (grosse Mondwende). Nach 9.3 Jahren – dies ist übrigens ein halber Saroszyklus (vgl. dazu den Beitrag ab Seite 30 in dieser ORION-Ausgabe) sind die Verhältnisse umgekehrt: Die Mond-Extremlagen sind beidseitig 5.2° innerhalb der Sonnen-Extreme (kleine Mondwende). (Abbildung 5.)
Der Grund für diese Änderung ist die Wanderung der Mondknoten in Richtung Westen (rückwärts in Bezug auf die Mondbewegung). Der aufsteigende Knoten ist im Jahr 2020 in der Gegend der Sommer-Sonnenwende, im Jahr 2025 gelangt er wieder zum Frühlingspunkt (Stellung wie 2006).
Die Deklinationen des Mondes bei den vier Wenden findet man in Tabelle 1.

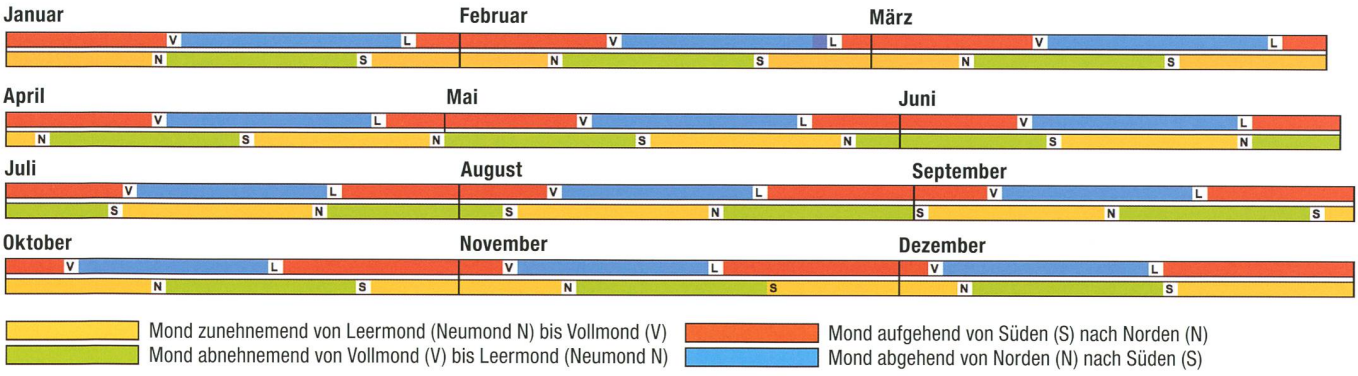


Abbildung 3: Stellungen des Mondes für das Jahr 2017, aufgeteilt in 4 Quartals-Abschnitte. Die Monatsenden sind mit einer dicken senkrechten Linie markiert. Der obere Streifen zeigt jeweils die Mondphasen mit V für Vollmond und L für Leermond (Neumond). Der untere Streifen bezieht sich auf die Deklination des Mondes mit N für nördlichste Stellung und S für südlichste Stellung.

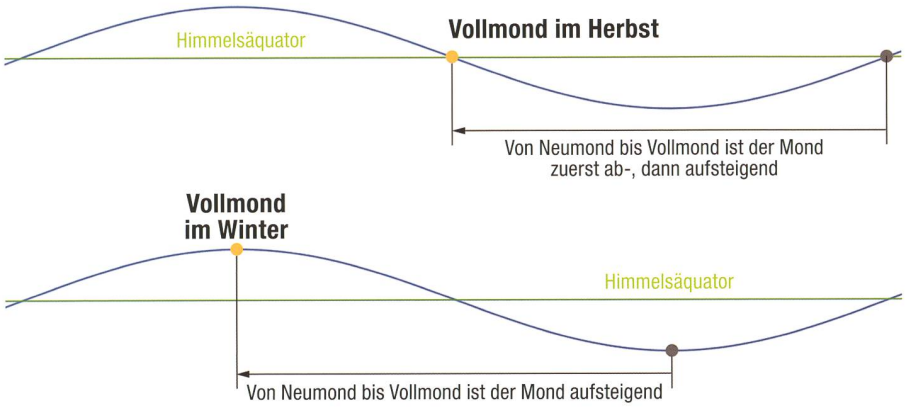


Abbildung 4: Karten des Mondlaufs während eines Monats. Die Stellung des Vollmondes ist gelb, die des Neumondes schwarz eingezeichnet. In der Regel werden diese Phasen nicht exakt bei den gezeichneten Positionen, sondern irgendwo auf der Mondbahn eintreten. Die Überlegungen dazu sind trotzdem gültig. Während eines halben Monats ist der Mond zunehmend. Dieser Abschnitt ist mit einem Pfeil gekennzeichnet.

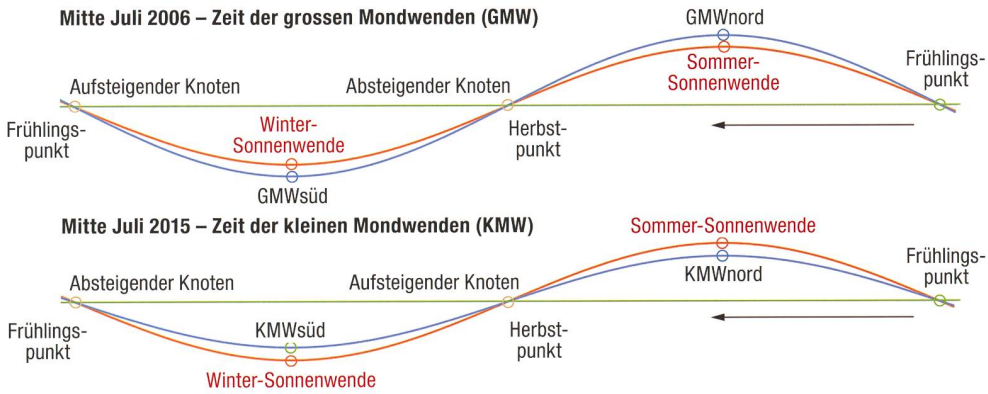


Abbildung 5: Diese Karte zeigt grün den Himmelsäquator mit dem Frühlingspunkt, rot die scheinbare Bahn der Sonne – von rechts nach links – im Laufe eines Jahres (Ekliptik). Blau dargestellt ist die momentane Lage der Monats-Mondbahn in Bezug zur Ekliptik für zwei verschiedene Zeitpunkte mit 9 Jahren Unterschied.
Die höchsten und tiefsten Punkte der Bahnen heissen «Wenden», dort wechselt die Bewegung von aufsteigend zu absteigend (oder umgekehrt). Die Knoten sind die Schnittpunkte der beiden scheinbaren Bahnen. Zu beachten: Der Mond kann absteigend sein und dabei durch den aufsteigenden Knoten laufen, d. h. von der südlichen Ekliptiklage zur nördlichen wechseln (wie in der unteren Figur).

Extreme Kulminationshöhen von Sonne und Mond (47.5° nördliche Breite)

	Sonne		Mond			
	Sommer-sonnen-wende	Winter-sonnen-wende	Grosse Wende Nord	Grosse Wende Süd	Kleine Wende Nord	Kleine Wende Süd
Deklination	23.4°	–23.4°	28.55°	–28.55°	18.25°	–18.25°
Kulminationshöhe	65.9°	19.1°	71.05°	13.95°	60.75°	24.25°
Aus «Der Sternenhimmel»						
4. Juni 2008			69.7°			
15. Juli 2008				14.1°		
17. Februar 2016					60.3°	
8. Januar 2016						23.3°

Tabelle 1: Berechnete und tatsächliche Kulminationshöhen von Sonne und Mond. Die Polhöhe (Stellung der Erdachse) ist gleich der geogr. Breite von 47.5°. Der Äquator steht senkrecht dazu, hat also im Süden eine Höhe von 42.5°. Die Deklination der Sonne weicht 23.4° (nach oben oder unten) von diesem Wert ab, diejenige des Mondes sodann 5.15° (positiv oder negativ) von den Sonnen-Wenden.

Sonnen- und Mondwenden

Die Daten der Sonnenwenden (21. Juni und 21. Dezember) können durch Beobachtungen des Sonnen-auf- und –untergangs recht genau bestimmt werden. Bestimmte Visuren über Steine in antiken Steinkreisen weisen auf diese speziellen Orte am Horizont.
In analoger Weise kann man die Orte der vier speziellen Mondwenden bestimmen, wenn auch mit wesentlich mehr Geduld und Aufwand. Zu diesen gibt es vier Orte am Horizont, je eine nördliche und südliche beim Aufgang und beim Untergang. (Abbildung 6.)
Gestirne mit Deklination 0° (sie sind auf dem Himmels-Äquator) gehen genau im Osten auf und im Westen unter, bei der Sonne ist dies bei Tag und Nacht-Gleiche am 20. März und 23. September der Fall.
Je weiter nördlich auf der Erde sich ein Beobachter befindet, desto weiter auseinander liegen die gezeichneten Richtungen. Im Süden und Norden können sie sich sogar treffen, Sonne oder Mond steigen dann nicht mehr über den Horizont (Polarnacht, Vollmond-«Nacht» im Sommer ohne Mond am Himmel) oder sie gehen gar nicht unter (Mitternachts-Sonne).

Die Kulminationshöhen

An Hand einer Horizontmarke ungefähr im Süden kann man das Auf- und Absteigen des Mondes bei dessen Kulmination (Überschreiten des Süd-Meridians) gut beobachten und dabei Änderungen von einem Tag zum nächsten registrieren.
Tabelle 1 gibt oben die berechneten Zahlen für 47.5° nördliche Breite. Unten stehen Beispiele aus dem Jahrbuch. Die Differenzen stammen von Unregelmässigkeiten im Mondlauf. – Wie schon gesagt: Unser Nachbar im All ist ein komplizierter, nur sehr mühsam berechenbarer Geselle!

Fassen wir zusammen:

- Bei Vollmond stehen Sonne und Mond – von der Erde aus gesehen – einander gegenüber.
  Deshalb steht der Vollmond ungefähr am selben Ort am Himmel wie die Sonne ein halbes Jahr früher (oder später): Im Dezember steht der Vollmond sehr hoch am Himmel, im Juni steht dieser tief und macht nur

einen kurzen Bogen über den Himmel. Es sind also nie lange, romantische Sommer-Vollmondnächte zu erwarten...

- Eine schmale abnehmende Mondsichel läuft etwa so hoch über den Himmel, wie die Sonne einige Wochen früher. War diese absteigend, ist jetzt auch der Mond absteigend.

- Eine schmale zunehmende Mondsichel läuft etwa so hoch über den Himmel, wie die Sonne einige Wochen später.

So, nun haben wir hoffentlich ein bisschen Ordnung im «Begriffedschungel» geschaffen.

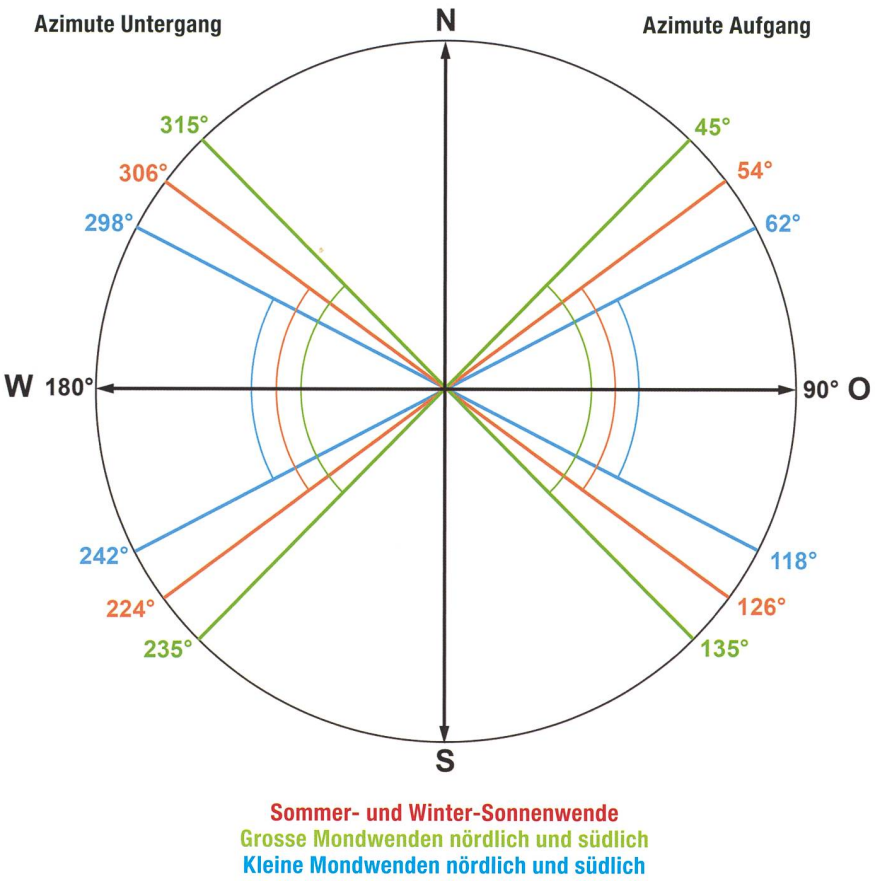
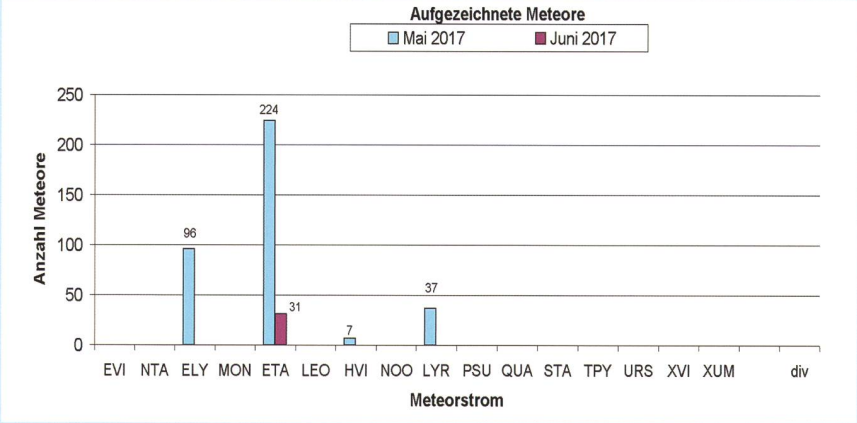


Abbildung 6: Mond- und Sonnenwenden im Überblick. Auf- und Untergangsort an einem flachen Horizont für einen Beobachter auf 47.5° nördlicher Breite. Die Azimutzahlen sind gerundet. Die Bogen markieren den Bereich, in welchem sich die Auf- und Untergangsorte verschieben. Der Mond kann also in «günstigen Jahren» (z. B. 2006 und 2025) wesentlich weiter südlich oder nördlich untergehen und aufgehen als die Sonne.

Swiss Meteor Numbers 2017

Fachgruppe Meteorastronomie FMA (www.meteore.ch)



Mai 2017 — **Total: 13313**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
13	50	21	30	175	73	12	17	119	144	
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
7	11	26	43	130	200	213	35	40	58	
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
150	184	42	36	121	148	118	140	113	81	65

Anzahl Sporadische: 2250 Anzahl Sprites: 12
Anzahl Feuerkugeln: 8
Anzahl Meldeformulare: 0

Juni 2017 — **Total: 5026**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
40	107	52	5	17	65	87	126	77	129
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
130	88	62	39	38	58	159	179	171	175
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
140	146	86	104	86	166	0	0	5	116

Anzahl Sporadische: 2628 Anzahl Sprites: 88
Anzahl Feuerkugeln: 19
Anzahl Meldeformulare: 2

ID	Beobachtungsstation	Methode	Kontaktperson	5/2017	6/2017
ALT	Beobachtungsstation Altstetten	Video	Andreas Buchmann	33	46
BAU	Beobachtungsstation Bauma	Video	Andreas Buchmann	23	4
BAU	Beobachtungsstation Bauma	visuell	Andreas Buchmann	0	0
BOS	Privatsternwarte Bos-cha	Video	Jochen Richert	762	828
EGL	Beobachtungsstation Eglisau	Video	Stefan Meister	123	86
FAL	Sternwarte Mirasteilas Falera	Video	José de Queiroz	262	187
GNO	Osservatorio Astronomica di Gnosca	Video	Stefano Sposetti	0	98
HER	Beobachtungsstation Herbetswil	visuell	Mirco Saner	0	0
LOC	Beobachtungsstation Locarno	Video	Stefano Sposetti	836	676
MAI	Beobachtungsstation Maienfeld	Video	Martin Dubs	106	105
MAU	Beobachtungsstation Mauren	Video	Hansjörg Nipp	168	145
SCH	Sternwarte Schafmatt Aarau	Foto	Jonas Schenker	1	2
SON	Sonnenturm Uecht	Foto	T. Friedli / P. Enderli	0	1
TEN	Beobachtungsstation Tentlingen	Foto	Peter Kocher	0	0
VTE	Observatoire géophysique Val Terbi	Video	Roger Spinner	301	484

Video-Statistik 5/2017	Meteore			Beob.
Einzelbeobachtungen:	1722	=	85 %	1722
Simultanbeobachtungen:	300	=	15 %	892
Total:	2022	=	100 %	2614

Video-Statistik 6/2017	Meteore			Beob.
Einzelbeobachtungen:	1398	=	74 %	1398
Simultanbeobachtungen:	479	=	26 %	1265
Total:	1877	=	100 %	2659

Vorträge, Kurse, Seminare und besondere Beobachtungsanlässe

AUGUST

Montag, 7. August 2017, ab 20:30 Uhr MESZ
Beobachtung der partiellen Mondfinsternis
Ort: Sternwarte Rotgrueb Rümlang
Veranstalter: Verein Sternwarte Rotgrueb Rümlang & Astronomische Gesellschaft Zürcher Unterland
Internet: http://sternwarte-ruemlang.ch/

Samstag, 19. August 2017, 19:00 Uhr MESZ
Themenabend «Galaxienwispern»
Ort: Sternwarte Rotgrueb Rümlang
Veranstalter: Verein Sternwarte Rotgrueb Rümlang
Internet: http://sternwarte-ruemlang.ch/

Samstag, 26. August 2017, 20:30 Uhr MESZ
Sonnenfinsternisse – astronomische Erlebnisse der speziellen Art
Referent: Walter Krein, EAF, Leiter der Sternwarte
Ort: Sternwarte «ACADEMIA, Samedan»
Veranstalter: Engadiner Astronomiefreunde

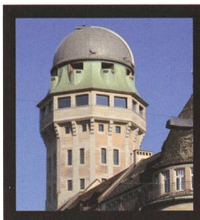
Samstag, 26. August 2017, 22:00 Uhr MESZ
Planeten, planetarische Nebel und Sternhaufen
Demonstratoren: Kuno Wettstein & Sven Gahlinger
Ort: Sternwarte «ACADEMIA, Samedan»
Veranstalter: Engadiner Astronomiefreunde

SEPTEMBER

Samstag, 16. September 2017, 16:00 Uhr MESZ
Jubiläums-Anlass – 10 Jahre Engadiner Astronomiefreunde
Tag der offenen Tür, Präsentationen: u. a. aus der Geschichte der EAF, Instrumentierung der Sternwarte, Jugendgruppe mit Projekt «Maksutov»
Leitung: Gian Saratz
Ort: Sternwarte «ACADEMIA, Samedan»
Veranstalter: Engadiner Astronomiefreunde

Samstag, 16. September 2017, 20:30 Uhr MESZ
Rosetta-Mission
Referntin: Prof. Dr. Kathrin Altwegg, Universität Bern
Ort: Sternwarte «ACADEMIA, Samedan»

SEPTEMBER



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

Samstag, 16. September 2017, 22:00 Uhr MESZ
Führung auf der Sternwarte
Demonstratoren: Meike Wenzelburger & Mattia Stettler
Ort: Sternwarte «ACADEMIA, Samedan»
Veranstalter: Engadiner Astronomiefreunde

Montage, 18., 25. September und 2. Oktober 2017, 19:30 Uhr MESZ
Volkshochschule: «Fernrohr – gewusst wie!»
Kursleitung: Thomas Baer, Felix Schäpper & Peter Salvi
Ort: Schul- und Volkssternwarte Bülach
Internet: http://www.volkshochschule-buelach.ch

Immer wieder sind Einsteiger in die Astronomie enttäuscht, wenn sie ihr neues Fernrohr auf Himmelsobjekte richten und dann kaum etwas sehen. Oft wissen sie nicht, wie man das Instrument richtig ausrichtet; es fehlt ihnen an der Orientierung am Himmel. Im dreiteiligen Kurs haben Sie die Gelegenheit, sich praktisch und theoretisch mit der Bedienung eines Fernrohrs zu beschäftigen. Sie lernen, worauf es beim Kauf eines Teleskops zu achten gilt und wie man erfolgreich den Himmel erkundet. Weiter erfahren Sie Wissenswertes über die Sternbilder, die Geschichte des Fernrohrs und die Teleskopoptik.

Aus Altersgründen (77) suche ich potentiellen Nachfolger für

SaharaSky

Private Sternwarte und 3-Sterne Hotel in Südmarokko

- 30.000m² Grundstück mit freiem Grundtitel
- 20 Zimmer / 44 Betten der Komfortklasse
- 500m² Sternterrasse mit 7 Teleskop-Stationen
- 2 10micron GM2000 Montierungen plus Takahashi & William Apo's 350 + 400mm Meade Optiken plus 400mm Dobson Lightbridge
- Reichhaltiger Astro-Zubehör
- Erste und bisher einzige private Sternwarte in Marokko/Nordafrika
- 1. Roll on shed (Remote Imaging Installation) unter Vertrag mit US Unternehmen (US$ Mietvertrag)
- 2. Roll on shed (ROR) für remote hosting für 5 Teleskope
- Eröffnung Hotel: 1998 Sternwarte: 2004
- Rentabilitaet seit Hotelgründung durchgehend positiv – ROI 10%++
- Devisen Re-Transfer Garantie
- Residenz: 200m² Komfort-Appartment
- Seit 2014: Flugverbindung Casablanca – Zagora
- Keine Kredit- oder Zinsbelastung
- Verkaufswert 690.000Euro netto verbindlich gültig bis 31.12.2016

Ernstgemeinte Anfragen bitte an F. G. Koring
bb@saharasky.com
www.saharasky.com
www.hotel-sahara.com

Wichtiger Hinweis

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 Oktober-Ausgabe (Veranstaltungen Oktober und November 2017) ist am 15. August 2017. (Bitte Redaktionsschluss einhalten. Zu spät eingetroffene Anlässe können nach dem 15. August 2017 nicht mehr berücksichtigt werden.)

Sternwarten und Planetarien

ÖFFENTLICHE STERNWARTEN

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

Vorführungen
Planetarium Kreuzlingen
Mittwoch, 14:45 Uhr, 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

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, August/September (Öffnungszeiten im Stadtanzeiger)
Sternwarte Muesmatt, Muesmattstrasse 25, Bern
Nur bei guter Witterung (Sekretariat AIUB 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 MESZ (Sommer), ab 20:00 Uhr MEZ (Winter)
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.–.

Freitags bei klarem Himmel: April – September, 21:00 – 23:00 Uhr MESZ
Beobachtungsstation des Astronomischen Vereins Basel
Auskunft: http://basel.astronomie.ch oder Telefon 061 422 16 10 (Band)

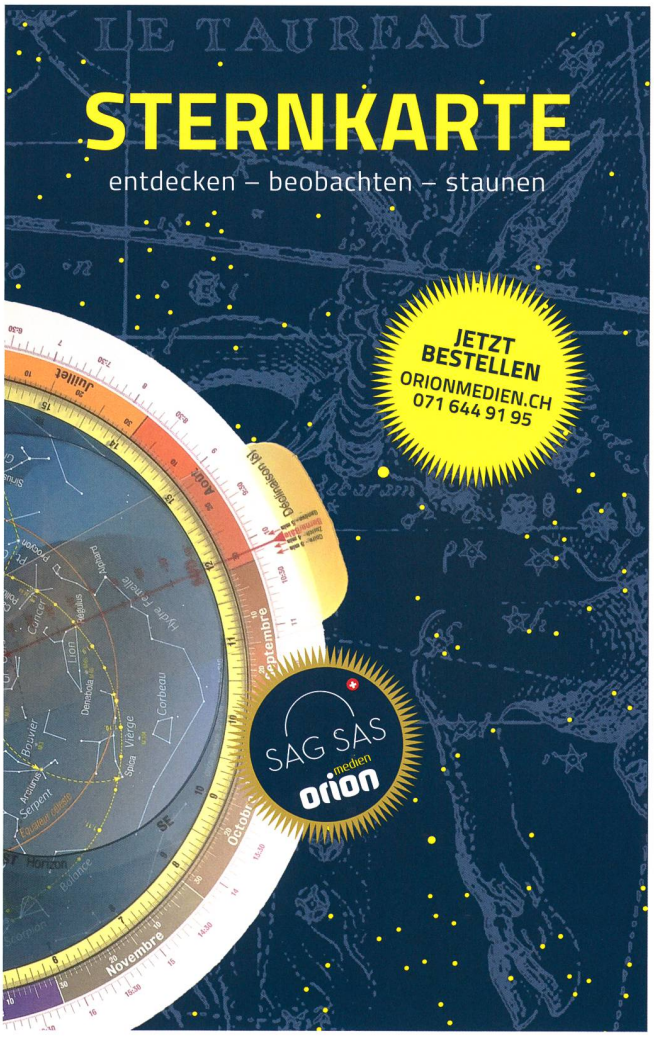
Les visites ont lieu (mardi soir) en été 21 h (durant l'hiver dès 20:00 heures)
Observatoire de Vevey (SAHL) Sentier de la Tour Carrée
Chaque premier samedi du mois: Observation du Soleil de 10 h à midi.
Tel. 021/921 55 23

Öffentliche Führungen
Stiftung Jurasternwarte, Grenchen, SO
Auskunft: e-mail: info@jurasternwarte.ch, Therese Jost (032 653 10 08)

Sternwarte Mirasteilas

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

Samstag, 23. September 2017, ganztags ab 10:00 Uhr MESZ
Jubiläum 10 Jahre Sternwarte Mirasteilas
Ort: Sternwarte Mirasteilas & Gemeindehaus «la fermata»
Veranstalter: Astronomische Gesellschaft Graubünden
Internet: https://www.mirasteilas.net



Impressum orion www.orionmedien.ch

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 63.– / € 61.–*
Juniorenabo bis zum 20. Lebensjahr / *Abonnement junior jusqu'à 20 ans*
CHF 31.– / € 30.–*

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

Einzelverkauf / *La vente au détail*
Einzelheftpreis / *Exemplaire prix*
CHF 10.50 / € 9.90*
*inkl. Versandkosten / *incl. frais d'expédition*

Verwaltung und Aboservice / *Administration et service d'abonnement*
ORIONmedien GmbH
Steinackerstrasse 8
CH-8583 Sulgen
+41 (0)71 644 91 95
info@orionmedien.ch

Herausgeber / *éditeur*

SAG SAS
Schweizerische Astronomische Gesellschaft SAG
www.sag-sas.ch

In Zusammenarbeit mit der

medien orion
ORIONmedien GmbH
www.orionmedien.ch

Auflage / Tirage
1900 Exemplare / *1900 exemplaires*

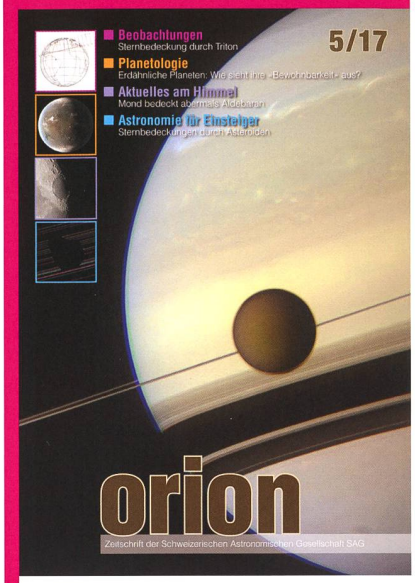
ISSN 0030-557 X

© ORIONmedien GmbH
Alle Rechte vorbehalten / *Tous droits réservés*

Inserenten

Zumstein Foto Video, CH-Bern . . . 2
Astro Optik Kohler, CH-Luzern . . . 33
Teleskop-Service, D-Putzbrunn-Solalinden . . . 34
SaharaSky, MA-Zagora . . . 40
Urania Sternwarte, CH-Zürich . . . 40
ORIONmedien GmbH, CH-Sulgen . . . 21/41
Sternwarte Mirasteilas, CH-Falera . . . 41
Astro-Lesemappe der SAG, CH-St. Margrethen . . . 42
Wyss-ProAstro, CH-Zürich . . . 43
Engelberger AG, CH-Stansstad . . . 44

Vorschau 5/17



Und das lesen Sie im nächsten **orion**

In den frühen Morgenstunden des 6. Oktobers 2017 bedeckt der Neptunmond Triton den Stern 4U 410–143659. Europa liegt optimal im Bedeckungsstreifen. Viele Amateurastronomen nehmen an einer internationalen Beobachtung teil, auch in der Schweiz. Weiter gehen wir der Frage nach der «Bewohnbarkeit» von Exoplaneten auf den Grund und stimmen Sie auf eine weitere Aldebaran-Bedeckung ein.

Redaktionsschluss für die Oktober / November-Ausgabe: 15. August 2017

Astro-Lesemappe der SAG

Die Lesemappe der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft ist die ideale Ergänzung zum ORION.
Sie finden darin die bedeutendsten international anerkannten Fachzeitschriften:

Sterne und Weltraum
VdS-Journal
Abenteuer Astronomie
Horizonte
Der Sternenbote

Kostenbeitrag:
nur 30 Franken im Jahr!

Rufen Sie an: 071 966 23 78
Christof Sauter
Weinbergstrasse 8
CH-9543 St. Margarethen

Vixen® News

Teleskop SXP-AX 103S

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.

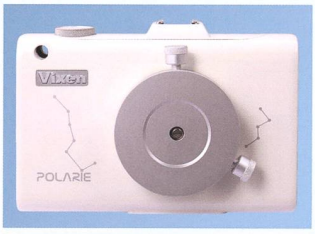
VIXEN Fernrohr-Optiken: Achromatische Refraktoren – Apochromatische Refraktoren – Maksutov Cassegrain – Catadioptrische Syteme VISAC – Newton Reflektoren.

Parallaktische Montierung SXP mit Starbook TEN

NEU: Vixen Okulare SSW 83°
Ø 1 ¼", 31.7mm

Bildschärfe: Extrem scharfe Sternabbildungen über das gesamte Gesichtsfeld.
Helligkeit: «High Transmission Multi-Coating»-Vergütung* auf allen Luft-Luft Linsenoberflächen in Kombination einer Spezialvergütung auf den Verbindungsoberflächen zwischen den Linsen, liefern einen extrem hohen Kontrast und ein sehr helles Sehfeld.
Die neu entwickelte Okularkonstruktion 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 blossem Auge!



Vixen Polarie 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 Sternenhimmel 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.

Vixen Import, Vertrieb, Service und Garantie

proastro Kochphoto
Foto Video Digital optische Geräte
Börsenstrasse 12, 8001 Zürich
Tel. 044 211 06 50, www.kochphoto.ch, info@kochphoto.ch

proastro Paul Wyss
Teleskope, Ferngläser und Zubehör für die Astronomie und Astrofotografie
Dufourstrasse 124, 8008 Zürich
Tel. 044 383 01 08, Mobil 079 516 74 08, pwyss@astro-telescopes.ch

Vixen® CELESTRON® baader planetarium®

CELESTRON®

CGX

CELESTRON CGX MONTIERUNG

Die 20kg schwere Montierung hat eine echte, fotografische Nutzlast von 25kg. Die neuen, grossen Schrauben sind griffig, sodass Sie sie auch mit Handschuhen gut lösen oder anziehen können.

- Interne Verkabelung, Strom- und Zubehöranschlüsse bewegen sich nicht mit der Montierung mit.
- Verbesserte Ergonomie durch verbesserte Einstellung der Polhöhe und intuitive Tragegriffe.
- Home- und Begrenzungs-Switche – interne Hardware-Stops für R.A. und Dek, um Kabelgewirr und Kollisionen mit dem Stativ zu vermeiden.
- Führt bis zu 20° beiderseits über den Meridian nach; unterstützt SkyPortal WiFi und StarSense AutoAlign Module.
- Gewicht: Montierung: 20 kg, Stativ: 8,7 kg

126993	CGX Montierung komplett	Fr.	2'990.–
126996	CGX 800 SCT	Fr.	3'990.–
12699	CGX 925 SCT	Fr.	4'490.–
126998	CGX 1100 SCT	Fr.	5'690.–
126999	CGX 800 HD SCT	Fr.	4'490.–
127000	CGX 925 HD SCT	Fr.	6'690.–
127001	CGX 1100 HD SCT	Fr.	7'990.–
127002	CGX 1100 RASA	Fr.	7'590.–

CGXL

CELESTRON CGX-L MONTIERUNG

Die CGX-L-Montierung ist der grosse Bruder der CGX und trägt Geräte bis etwa 34 Kilogramm. Mit einem Eigengewicht von 23,6 kg für die Montierung und 21 kg für das Stativ ist sie dennoch gut transportabel. Dank der grossen Tragegriffe ist sie sogar besser zu transportieren als eine vergleichbare, etwas leichtere klassische parallaktische Montierung! Sie ist alleine oder in Kombination mit mehreren passenden Teleskopen erhältlich.

127884	CGX-L Montierung komplett	Fr.	5'490..–
127887	CGX-L 925 SCT	Fr.	6'790..–
127888	CGX-L 1100 SCT	Fr.	7'990..–
127889	CGX-L 1400 SCT	Fr.	12'990..–
127890	CGX-L 925 HD SCT	Fr.	8'990..–
127891	CGX-L 1100 HD SCT	Fr.	9'990..–
127892	CGX-L 1400 HD SCT	Fr.	14'990..–
127893	CGX-L 1100 RASA	Fr.	9'990..–

Fachberatung in Ihrer Region:

CELESTRON

Bern: Foto Video Zumstein - www.foto-zumstein.ch - Tel. 031 310 90 80
Zürich: Proastro Kochphoto, www.kochphoto.ch - Tel. 044 211 06 50
Zürich: proastro Paul Wyss - Tel. 044 383 01 08