

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 78 (2020)
Heft: 2

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: 21.07.2025

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

orion

2/20



SPEKTROSKOPIE

3
Seltene Erden
in der Atmo-
sphäre eines
Exoplaneten
entdeckt

AKTUELLES AM HIMMEL

20
Merkur und
Venus geben
sich ein
Stelldichein



ASTRONOMIE FÜR EINSTEIGER

22
Venus und ihr
Achtjahres-
Zyklus

BERICHTE AUS DEN FACHGRUPPEN

26
Automatische
Messung von
Plages im
Kalziumlicht

Neu im Sortiment: Avalon



M-Zero HQ WiFi
CHF 4298.-



M-Uno-D WiFi
CHF 5799.-*

*Preis für Montierung ohne Stativ

ZUMSTEIN
FOTO VIDEO



foto-zumstein.ch | Casinoplatz 8 | Bern



Bild: Michael Klink

TITELBILD

Anfang April dürften viele Astronomen ihren Blick zu Venus und damit auch auf die Plejadensterngruppe werfen. Der «Abendstern» zieht vom 2. bis 4. haarscharf am Siebengestirn vorbei. Diese fantastische Aufnahme mit den in Reflexionsnebel eingebetteten Sternen gelang *Michael Klink* an der Sternwarte Bülach. Von blossen Auge sind die Nebelwolken nicht zu sehen. Der Sternhaufen beherbergt nicht weniger als 1'200 Sterne. Sieben von ihnen sind freiäugig auszumachen.

EDITORIAL

Der Alltag steht still – das Leben geht weiter 2

SPEKTROSKOPIE

Seltene Erden in der Atmosphäre eines Exoplaneten 3

EXOPLANETEN

Abdeckung von CHEOPS ist offen 5

WISSENSCHAFT & FORSCHUNG

InSight-Mission: Bebenaktivität auf dem Mars 8

GESCHICHTE

Schottlands Königliches Observatorium 11

AKTUELLES AM HIMMEL

Merkur und Venus geben sich ein Stelldichein 20

ASTRONOMIE FÜR EINSTEIGER

Venus und ihr Achtjahreszyklus 22

BERICHTE AUS DEN FACHGRUPPEN

Automatische Messung von Plages im Kalziumlicht 26

NACHGEDACHT – NACHGEFRAGT

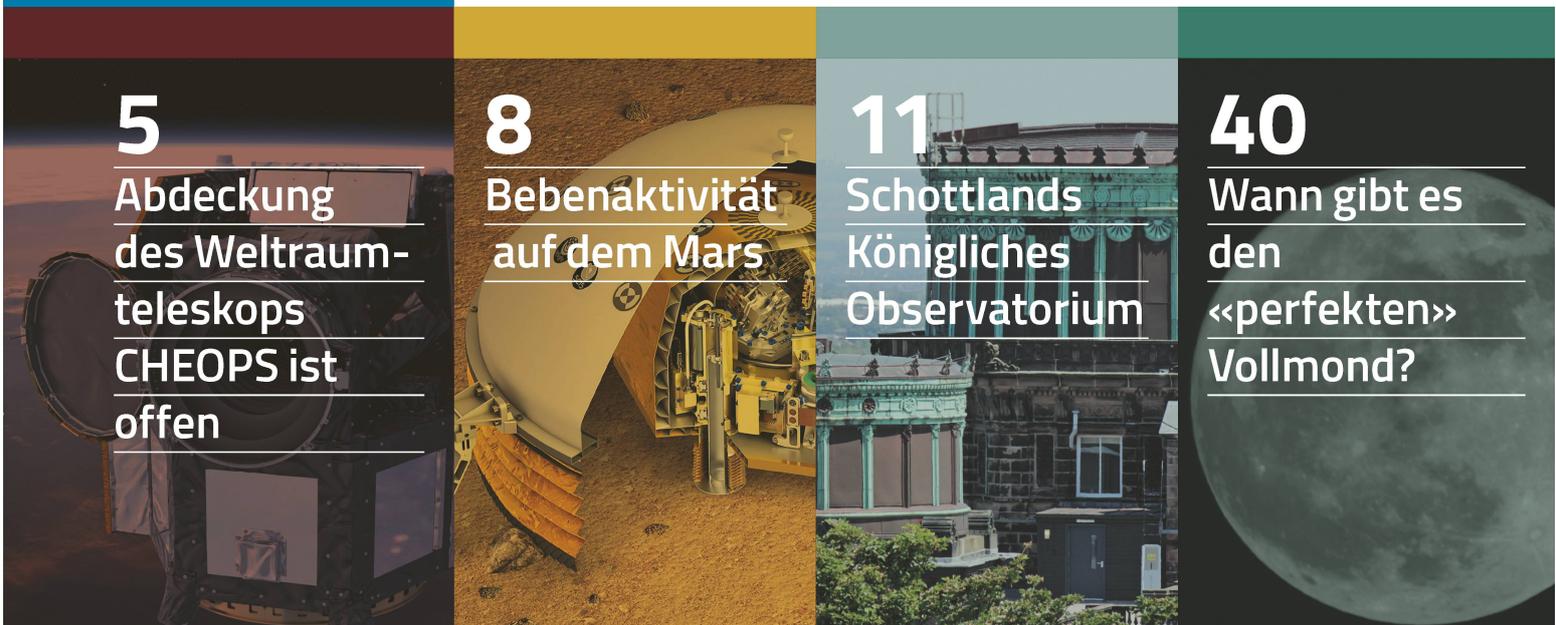
Wann gibt es den «perfekten» Vollmond? 40

5
Abdeckung
des Weltraum-
teleskops
CHEOPS ist
offen

8
Bebenaktivität
auf dem Mars

11
Schottlands
Königliches
Observatorium

40
Wann gibt es
den
«perfekten»
Vollmond?



Der Alltag steht still – das Leben geht weiter



«Alles Reden ist sinnlos, wenn das Vertrauen fehlt.»

Franz Kafka (1883 – 1924)

LIEBER LESER, LIEBE LESERIN,

Viele öffentliche Institutionen müssen infolge des derzeit grassierenden Corona-Virus ihre Veranstaltungen bis auf weiteres absagen, so auch zahlreiche Sternwarten in der Schweiz! Wie lange die Massnahmen des Bundes in Kraft bleiben, kann zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht vorausgesagt werden. Vielleicht ist das Grösste nach ein paar Wochen bereits überstanden, gut möglich, dass wir uns auf ein paar Monate der Ungewissheit einstellen müssen. Nichtsdestotrotz geht das Leben weiter. Etwas Gutes hat die Situation dennoch; sie entschleunigt unseren Alltag und führt uns vor Augen, wie unsere globale Vernetzung und Mobilität auch Gefahren birgt. Es war bloss eine Frage der Zeit, bis das Virus alle Ecken dieser Welt erreicht hat.

Für eine «ausserirdische Zivilisation» wäre es in diesem Moment wohl äusserst interessant, das Verhalten der Spezies «Mensch» zu studieren. Als ob nächstens der grosse Krieg ausbrechen würde, werden Lebensmittelläden förmlich geplündert, Panik macht sich in gewissen Kreisen der Gesellschaft breit, auch ein gewisser Herdentrieb ist beobachtbar. Wenn Politiker die Menschen dazu er-

mahnen, nicht in Panik zu verfallen, so hat dies laut eines Psychologen eine kontraproduktive Wirkung. Es wird automatisch suggeriert, man stehe vor einem unbekanntem Problem, für das eigentlich niemand eine Lösung bereit hat, tut aber so, als habe man alles unter Kontrolle.

Viele fürchten sich im Augenblick weniger vor dem Virus selbst als von den ungeahnten wirtschaftlichen Folgen, die uns noch lange, wohl Jahre, beschäftigen dürften. Es ist also ein guter Moment, rational zu agieren und nicht in Hysterie zu verfallen. Ich wünsche mir auch, dass sich viele Zeitgenossinnen und Zeitgenossen wieder auf den gesunden Menschenverstand besinnen, der uns in jüngster Zeit vermehrt abhanden gekommen ist. Dazu gehört auch Solidarität mit den Mitmenschen. In diesem Sinne wünsche ich gute Lektüre mit dem neuen ORION. Ein Blick an den Sternenhimmel kann uns vielleicht helfen, unsere momentane Krise in einer etwas anderen Dimension zu sehen.

Thomas Baer
ORION-Redaktor

Scandium und Yttrium entdeckt

Seltene Erden in der Atmosphäre eines Exoplaneten entdeckt

KELT-9b ist der heisseste Exoplanet, der bisher bekannt ist. Im Sommer 2018 hat ein Team von Forschenden der Universitäten Bern und Genf Signaturen von gasförmigem Eisen und Titan in dessen Atmosphäre gefunden. Jetzt konnten dieselben Forschenden auch Spuren von verdampftem Natrium, Magnesium, Chrom und erstmals der seltenen Erden Scandium und Yttrium nachweisen.

Exoplaneten sind Planeten, die ausserhalb unseres Sonnensystems um andere Sterne als die Sonne kreisen. Seit der ersten Entdeckung Mitte der 90er-Jahre wurden weit über 3'000 Exoplaneten aufgespürt. Viele dieser Objekte sind im Vergleich zu den Planeten in unserem Sonnensystem extrem: Es handelt sich um Gasriesen, die sehr nah um ihren Wirtsstern kreisen, manchmal innerhalb von wenigen Tagen. Solche Planeten gibt es in unserem Sonnensystem nicht, und ihre Existenz hat Vorhersagen

darüber, wie und warum Planeten entstehen, widerlegt. In den letzten 20 Jahren haben Astronominen und Astronomen aus der ganzen Welt Exoplaneten erforscht, um zu verstehen, wie diese entstanden sind, aus welchem Material sie zusammengesetzt sind und wie ihr Klima ist.

EIN EXTREMER GASRIESE

KELT-9 ist ein Stern, der sich 650 Lichtjahre von der Erde entfernt im Sternbild Cygnus (Schwan) befindet. Sein Exo-

planet KELT-9b ist der bislang extremste dieser sogenannten «heissen Jupiter», weil er sehr eng um seinen Stern kreist, der fast doppelt so heiss ist wie die Sonne. Seine Atmosphäre erreicht dadurch eine Temperatur von etwa 4'000 °C. Bei dieser Hitze werden alle Elemente fast vollständig verdampft und Moleküle werden in ihre Atome zerlegt. Das bedeutet, dass die Atmosphäre von KELT-9b keine Wolken oder Aerosole enthält, der Himmel klar und meist durchlässig für das Licht seines Sterns ist.

Die Atome in der Atmosphäre des Exoplaneten absorbieren jeweils einen Teil des Lichts des Sterns. Jedes Atom hat so einen einzigartigen «Fingerabdruck» der Farben, die es absorbiert. Diese Fingerabdrücke können mit einem empfindlichen Spektrographen gemessen werden, der auf einem grossen Teleskop montiert ist. Daraus können Astronominen und Astronomen die chemische Zusammensetzung der Atmosphäre von Exoplaneten ableiten, auch wenn sie viele Lichtjahre entfernt sind.

Abbildung 1: Künstlerische Ansicht von KELT-9b und seinem Zentralstern KELT-9.

Bild: NASA/JPL-Caltech



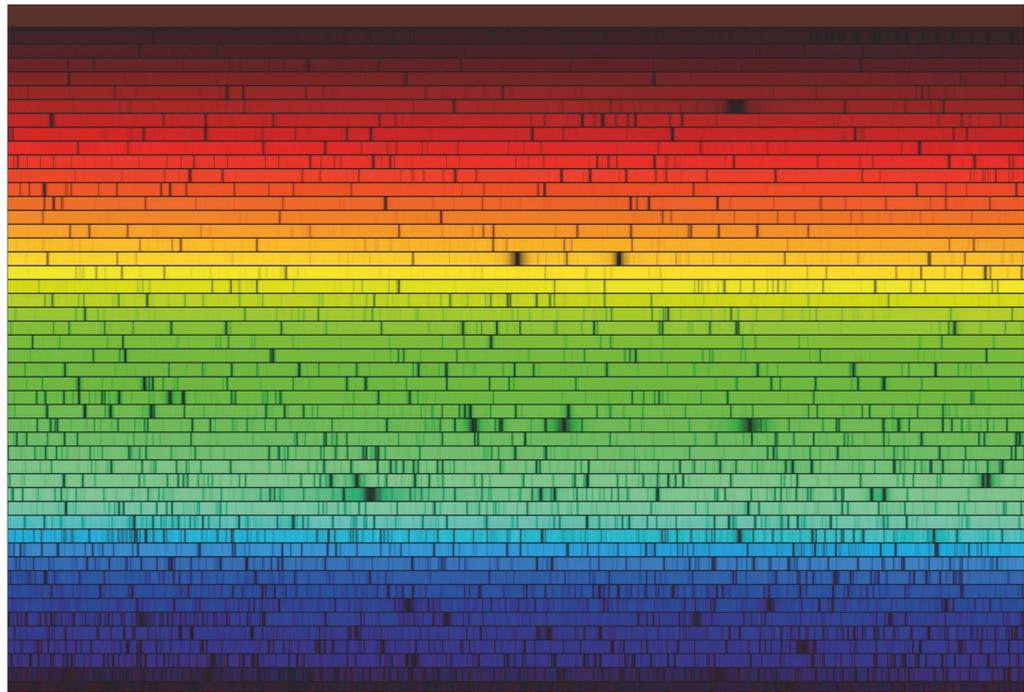


Abbildung 2: Eine hochauflösende Abbildung des Spektrums unserer Sonne.

Bild: N.A.Sharp, NOAO/NSO/Kitt Peak FTS/AURA/NSF

FUNDGRUBE EXOPLANET

Bereits im August 2018 machte ein Team von Forschenden des Nationalen Forschungsschwerpunkts PlanetS der Universitäten Bern und Genf mit dieser Technik eine interessante Entdeckung: *«Wir benutzen den HARPS-North Spektrografen auf dem italienischen Telescopio Nazionale Galileo auf der Insel La Palma. Damals fanden wir Eisen- und Titanatome in der heissen Atmosphäre von KELT-9b»*, erklärt Kevin Heng, Direktor und Professor am Center for Space and Habitability (CSH) an der Universität Bern und Mitglied des Nationa-

len Forschungsschwerpunkts PlanetS. Das Team beobachtete das KELT-9-System ein zweites Mal, mit dem Ziel, die bisherigen Erkenntnisse zu bestätigen, aber auch um nach zusätzlichen Elementen zu suchen. Die Forschenden untersuchten die Daten nach 73 Atomen, darunter auch seltene Erden. Diese Metalle kommen auf der Erde nur selten vor und werden in modernen Materialien und Geräten eingesetzt. *Jens Hoeijmakers*, Erstautor der nun im Journal *Astronomy & Astrophysics* publizierten Studie und Postdoc am CSH sowie am Astronomy Department der Universität Genf, sagt: *«Wir*

gingen davon aus, dass das Spektrum dieses Planeten eine Fundgrube sein könnte. Wir hofften, Elemente zu finden, die bisher noch nie in der Atmosphäre eines Exoplaneten beobachtet worden waren.»

Tatsächlich fanden die Forschenden starke Signale von verdampftem Natrium, Magnesium, Chrom und der seltenen Erden Scandium und Yttrium im Spektrum des Planeten – wobei die letzten drei noch nie zuvor in der Atmosphäre eines Exoplaneten nachgewiesen worden sind. *«Wir können aufgrund unserer Analysen nun auch abschätzen, in welcher Höhe in der Atmosphäre des Planeten die Atome das Licht absorbieren»*, sagt *Hoeijmakers*. Zudem wisse man nun mehr über die Winde hoch in der Atmosphäre, die Atome von einer Hemisphäre zur anderen blasen.

«Wir möchten mit dieser Technik noch viel mehr über die Atmosphäre dieses Exoplaneten, aber auch anderer Planeten erfahren, die ähnlich hohe Temperaturen aufweisen wie KELT-9b», so *Jens Hoeijmakers*. *Heng* ergänzt: *«Die Chancen stehen gut, dass wir mit derselben Technik sogenannte Biosignaturen, also Anzeichen für Leben, auf Exoplaneten finden werden. Wir wollen mit unserer Forschung die Entstehung und Entwicklung des Sonnensystems sowie den Ursprung des Lebens ergründen.»* ◀

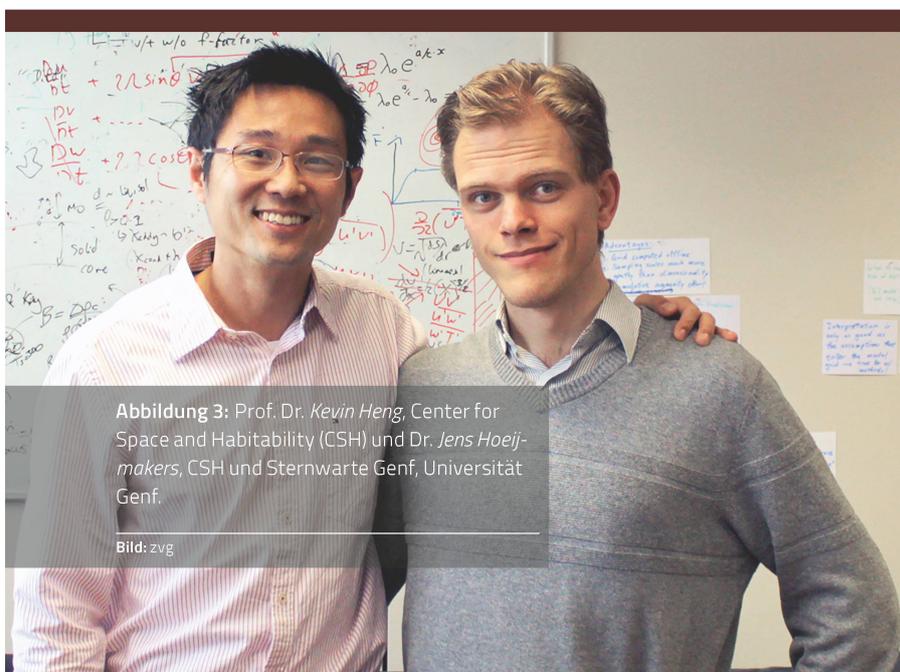


Abbildung 3: Prof. Dr. Kevin Heng, Center for Space and Habitability (CSH) und Dr. Jens Hoeijmakers, CSH und Sternwarte Genf, Universität Genf.

Bild: zvg

«First Light» und erste Bilder

Abdeckung des Weltraumteleskops CHEOPS ist offen

Entscheidender Moment für das Weltraumteleskop CHEOPS: Das Öffnen der Abdeckung hat am Mittwoch, 29. Januar 2020, um 07.38 Uhr wie gewünscht geklappt. Nun wird CHEOPS auf seine Präzision hin geprüft, und es werden erste Bilder gemacht. CHEOPS ist eine gemeinsame Mission der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) und der Schweiz unter Leitung der Universität Bern in Zusammenarbeit mit der Universität Genf.

«Kurz nach dem Start am 18. Dezember 2019 testeten wir bereits die Kommunikation mit dem Satelliten, bevor wir dann am 8. Januar 2020 das sogenannte 'commissioning' starteten, das heisst das Starten des Computers, das Testen und die Inbetriebnahme aller Komponenten», erklärt Willy Benz, Astrophysikprofessor an der Universität Bern und Hauptverantwortlicher des CHEOPS-Konsortiums. Alle Tests seien hervorragend verlaufen. «Nun allerdings fieberten wir dem nächsten entscheidenden Schritt entgegen: Dem Öffnen der Abdeckung von CHEOPS», so Benz weiter.

Um 07.38 Uhr am Mittwoch, 29. Januar 2020, war es soweit. Vom Mission Operation Center (MOC) am Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) in der Nähe von Madrid in Spanien wurde das Kommando zum Öffnen der Abdeckung an CHEOPS gefunkt. «Der Deckel wurde geöffnet, indem ein Element, das den Schutz geschlossen hielt, mit Strom beheizt wurde. Die Wärme verformte dieses Element und der Deckel sprang auf», erklärt Benz. «Dank den Messungen der angebrachten Sensoren wussten wir innerhalb von Minuten, dass alles wie gewünscht geklappt hat.»

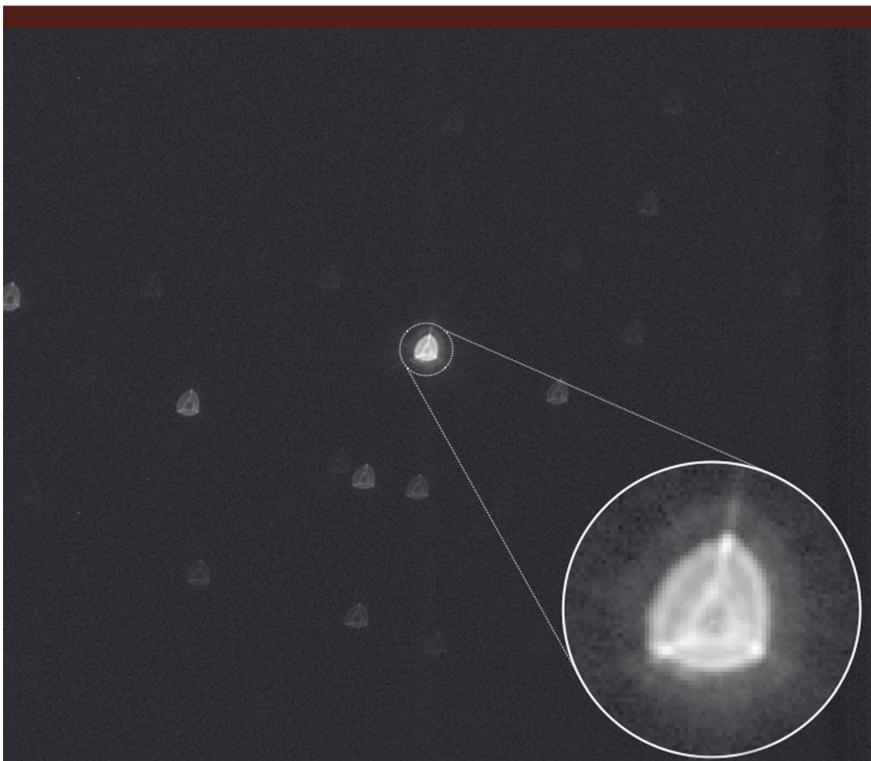


Abbildung 1: Erstes Bild des als Ziel für CHEOPS gewählten Sterns nach dem Öffnen der Abdeckung. Der Stern im Zentrum des Bildes befindet sich 150 Lichtjahre von uns entfernt im Sternbild Krebs. Das Bild ist etwa 1000x1000 Pixel gross, wobei ein Pixel einen winzigen Winkel von etwa 0,0003 Grad (1 Bogensekunde) am Himmel darstellt. Die anderen, schwächeren Sterne auf dem Bild befinden sich im Hintergrund des zentralen Sterns. Der Ausschnitt in der unteren rechten Ecke zeigt einen etwa 100 Pixel breiten Bereich, der auf den Zielstern zentriert ist. Die eigenartige Form des Sterns im Bild ist auf die gewollte Defokussierung der CHEOPS-Optik zurückzuführen. CHEOPS misst das Licht des Sterns durch Addition des empfangenen Lichts in allen Pixeln innerhalb des durch den Kreis dargestellten Bereichs. Durch die Defokussierung wird das Licht auf viele Pixel verteilt, wodurch CHEOPS eine bessere photometrische Präzision erreichen kann.

Bild: ESA/Airbus/CHEOPS Mission Consortium



Abbildung 2: Künstlerische Darstellung von CHEOPS.

Bild: ESA / ATG medialab

DIE ERSTEN BILDER SIND DA

Die Spannung war gross: Vor einem grossen Bildschirm in einem Haus unweit von Madrid, wo Mitglieder des Konsortiums wohnen, die an der Inbetriebnahme des CHEOPS-Satelliten beteiligt waren, sowie in den anderen an der CHEOPS-Mission involvierten Instituten, wartete das Team auf die ersten Bilder des Weltraumteleskops. «Die ersten Bilder, die gleich erscheinen sollten, waren für uns entscheidend, um beurteilen zu können, ob die Optik des Teleskops den Raketentart heil überstanden hatte», so Benz. «Als die ersten Aufnahmen eines Sternfelds auf dem Bildschirm erschienen, war allen sofort klar: Das Teleskop funktioniert», freut sich der Astrophysiker. Nun gelte es herauszufinden, wie gut es funktioniert.

Eine erste Analyse hat ergeben, dass die Bilder von CHEOPS noch besser sind als erwartet. Besser bedeutet im Fall von CHEOPS aber nicht schärfer, weil das Teleskop absichtlich defokussiert eingestellt wurde. Das eingehende Licht wird so über viele Pixel verteilt. Das sorgt dafür, dass etwa das Zittern der Raumsonde auf den Bildern «geglättet» und die photometrische Präzision erhöht wird. «Die gute Nachricht ist, dass die empfangenen, unscharfen Bilder

noch glatter und symmetrischer sind, als wir aufgrund von Messungen im Labor erwartet haben», sagt Benz. Eine hohe Präzision wird es CHEOPS erlauben, kleine Veränderungen in der Helligkeit von Sternen ausserhalb unseres Sonnensystems zu beobachten, die durch den Transit eines Exoplaneten vor dem Stern verursacht werden. Da diese Helligkeitsänderungen proportional sind zur Oberfläche des Transitplaneten, wird CHEOPS die Grösse der Planeten messen können. «Für das Team sind diese ersten vielversprechenden Analysen eine grosse Erleichterung und auch ein Auftrieb», so Benz weiter.

In den nächsten zwei Monaten wird die Funktion von CHEOPS weiter getestet. «Wir werden viele weitere Bilder detailliert analysieren, um den Grad an Genauigkeit zu bestimmen, den CHEOPS in den verschiedenen Aspekten des Wissenschaftsprogramms erreichen kann», sagt David Ehrenreich, Associate Professor der Universität Genf. «Die bisherigen Ergebnisse lassen viel Gutes erahnen». ◀

CHEOPS – Auf der Suche nach potenziell lebensfreundlichen Planeten

Die CHEOPS-Mission (CHaracterising ExOPlanet Satellite) ist die erste der neu geschaffenen «S-class missions» der ESA (small class Missions mit einem ESA-Budget unter 50 Mio. Euro) und widmet sich der Charakterisierung von Exoplaneten-Transiten. CHEOPS wird hochpräzise Messungen von Sternen vornehmen, und kleine Veränderungen in ihrer Helligkeit beobachten, die durch den Transit eines Planeten vor dem Stern verursacht werden.

CHEOPS wurde im Rahmen einer Partnerschaft zwischen der ESA und der Schweiz entwickelt. Unter der Leitung der Universität Bern und der ESA war ein Konsortium mit mehr als hundert Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, Ingenieurinnen und Ingenieuren aus elf europäischen Nationen während fünf Jahren am Bau des Satelliten beteiligt.

CHEOPS hat am Mittwoch, 18. Dezember 2019, an Bord einer Sojus-Fregat-Rakete vom Europäischen Weltraumbahnhof Kourou, Französisch-Guyana, seine Reise ins Weltall angetreten. Seither umkreist CHEOPS die Erde innerhalb von ungefähr anderthalb Stunden in einer Höhe von 700 Kilometer entlang der Tag-Nacht-Grenze.

Der Bund beteiligt sich am CHEOPS-Teleskop im Rahmen des PRODEX-Programms (PROgramme de Développement d'EXpériences scientifiques) der Europäischen Weltraumorganisation ESA. Über dieses Programm können national Beiträge für Wissenschaftsmissionen durch Projektteams aus Forschung und Industrie entwickelt und gebaut werden. Dieser Wissens- und Technologietransfer zwischen Wissenschaft und Industrie verschafft dem Werkplatz Schweiz letztlich auch einen strukturellen Wettbewerbsvorteil – und er ermöglicht, dass Technologien, Verfahren und Produkte in andere Märkte einfließen und so einen Mehrwert für unsere Wirtschaft erbringen. ◀

Exoplanetenforschung in Genf: 24 Jahre Expertise mit Nobelpreis ausgezeichnet

CHEOPS wird wichtige Informationen über Grösse, Form und Entwicklung bekannter Exoplaneten liefern. Die Einrichtung des «Science Operation Center» der CHEOPS-Mission in Genf unter der Leitung von zwei Professoren der Astronomieabteilung der UniGE ist eine logische Fortsetzung der Forschungsgeschichte auf dem Gebiet der Exoplaneten – denn hier wurde 1995 der erste Exoplanet von Michel Mayor und Didier Queloz, den Nobelpreisträgern für Physik von 2019, entdeckt. Mit dieser Entdeckung positionierte sich die Astronomieabteilung der Universität Genf an der Weltspitze auf diesem Gebiet, was unter anderem 2003 zum Bau und der Installation von HARPS führte. Der Spektrograph auf dem 3.6 m-Teleskop der ESO in La Silla war zwei Jahrzehnte lang der weltweit effizienteste, wenn es um die Bestimmung der Masse von Exoplaneten ging. In diesem Jahr wurde HARPS jedoch von ESPRESSO übertriften, einem weiteren Spektrographen, der in Genf gebaut und auf dem VLT in Paranal installiert wurde. CHEOPS ist somit das Ergebnis von zwei nationalen Expertisen: einerseits dem Weltraum-Know-how der Universität Bern in Zusammenarbeit mit ihren Genfer Kolleginnen und Kollegen, und andererseits die Bodenerfahrung der Universität Genf in Zusammenarbeit mit ihrem Pendant in der Hauptstadt. Zwei wissenschaftliche und technische Kompetenzen, die auch den Nationalen Forschungsschwerpunkt (NFS) PlanetS ermöglichten.

NASA-InSight-Mission

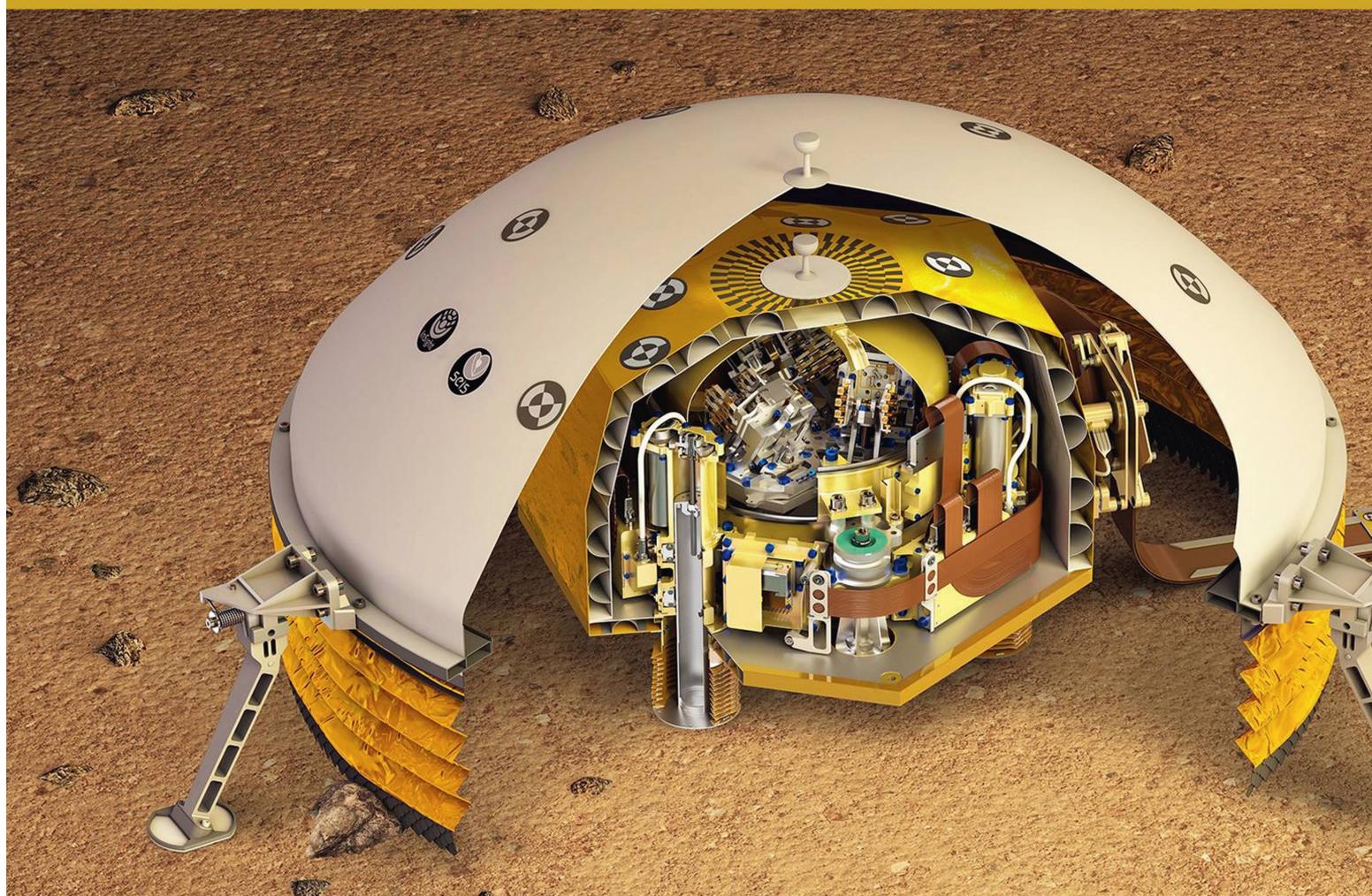
Bebenaktivität auf dem Mars

Mars ist seismisch aktiv. Das zeigen erste wissenschaftliche Analysen von Forschenden der ETH Zürich und ihren Partnern fünfzehn Monate nach der erfolgreichen Landung der NASA-InSight-Mission auf dem Planeten. Die aufgezeichneten Daten ermöglichen es, das Marsinnere näher zu bestimmen und erfüllen damit ein wichtiges Ziel der InSight-Mission.

Am 26. November 2018 setzte der InSight-Lander der NASA in der Region Elysium Planitia erfolgreich auf dem Mars auf. Siebzig Marstage später begann das Seismometer «SEIS» der Mission, Erschütterungen des Planeten aufzuzeichnen. Ein Team von Forschenden und Ingenieuren der ETH Zürich unter der Leitung von ETH-Professor *Domenico Giardini* hat die Steuerelektronik für SEIS entwickelt und ist für den Marsbebendienst verantwortlich.

Letzterer ist in Zusammenarbeit mit dem Schweizerischen Erdbebendienst an der ETH Zürich für die tägliche Interpretation der vom Mars gesendeten Daten zuständig.

Nun hat die Zeitschrift *Nature Geoscience* eine Reihe von Artikeln veröffentlicht, welche über die Ergebnisse der Mission bis Ende September 2019 auf dem Mars berichten. In diesem Zeitraum hat InSight 174 Ereignisse aufgezeichnet. Zwischenzeitlich wurden



die Messungen fortgesetzt und insgesamt über 450 Marsbeben beobachtet, die noch nicht alle detailliert ausgewertet werden konnten. Das entspricht im Durchschnitt etwa einem Ereignis pro Tag. Die Daten ermöglichen den Forschenden festzustellen, wie sich seismische Wellen durch den Planeten ausbreiten. Ähnlich wie Röntgenstrahlen durchdringen sie das Planeteninnere und machen dessen Beschaffenheit sichtbar. Vor der Landung von InSight hatten Forschende ein breites Spektrum an Modellen entwickelt, die aufzeigen, wie sich die innere Struktur des Planeten möglicherweise entwickelt hat. Die aufgezeichneten Marsbeben erlauben es nun bereits nach wenigen Monaten besser zu verstehen, wie der Planet aufgebaut ist und räumen bisher bestehende Ungewissheiten aus.

Marsbeben ähneln Erdbeben, haben in der Regel aber kleinere Magnituden. Die 174 in den Artikeln beschriebenen Marsbeben lassen sich in zwei Kategorien einteilen. Zur ersten gehören 24, niederfrequente Erschütterungen mit Magnituden zwischen 3 und 4, deren Wellen sich durch den Marsmantel ausbreiten. Zur zweiten gehören 150 Ereignisse mit vergleichsweise kleineren Magnituden, geringerer Herdtiefe und Wellen mit höherer Frequenz, die in der Kruste des Mars gefangen bleiben. *«Marsbeben weisen ähnliche Eigenschaften auf, wie sie bereits während der Apollo-Ära auf dem Mond beobachtet wurden. Sie dauern lange (10 bis 20 Minuten), da ihre Wellen aufgrund von Eigenheiten der Marskruste stark streu-*

en», erläutert der ETH-Professor. *«In der Regel», so Giardini, «ist es schwierig, Marsbeben zu interpretieren. In den meisten Fällen kann man nur die Entfernung bestimmen, aber nicht die Richtung, aus der die Wellen kommen.»*

InSight leitet eine neue Ära der planetaren Seismologie ein. Die Leistungsfähigkeit des SEIS hat bislang die Erwartungen übertroffen. Insbesondere in Anbetracht der rauen Bedingungen auf dem Mars, die jeden Tag von Temperaturen zwischen minus 80 und 0 Grad Celsius und von starken Winden gekennzeichnet sind. Vor allem tagsüber schütteln diese Winde den InSight-Lander und seine Instrumente, was zu vielen Störgeräuschen führt. Bei Sonnenuntergang legen sich aber die Winde und ermöglichen es, die bisher leisesten seismischen Daten des gesamten Sonnensystems aufzuzeichnen. Die von SEIS erkannten Beben haben sich daher vorwiegend in den ruhigen Nachtstunden ereignet. Die schwierigen Bedingungen machen es zudem herausfordernd, seismische Ereignisse von anderen Signalen zu unterscheiden, die von Bewegungen des Landers, von anderen Instrumenten oder von der Atmosphäre stammen.

SEIS erfasst auch das Hämmern der Wärmeflusssonde HP3 (ein weiteres InSight-Experiment) sowie vorbeiziehende Wirbelwinde (Staubteufel). Dies ermöglicht es, die physikalischen Eigenschaften der unmittelbar unter SEIS liegenden Bodenschichten



Abbildung 1: SEIS-Experiment zur Aufzeichnung von Marsbebenwellen.

Bild: NASA/JPL-Caltech/CNES/IPGP

abzubilden. Daher ist bekannt, dass SEIS auf einer dünnen, sandigen Schicht von wenigen Metern Tiefe gelandet ist, die in Mitte eines 20 Meter grossen alten Einschlagkraters liegt. In grösserer Tiefe weist die Marskruste Eigenschaften auf, die mit den kristallinen Grundgebirgen der Erde vergleichbar sind. Sie scheint aber stärker zerklüftet zu sein. Die Art und Weise, wie sich die seismischen Wellen ausbreiten, legt zudem nahe, dass der obere Mantel diese im Vergleich zum unteren Mantel stärker dämpft.

Bisher wurden in der Nähe der Station keine Marsbeben aufgezeichnet, was darauf hindeutet, dass InSight in einer seismisch eher ruhigen Region des Mars gelandet ist. Die drei grössten Ereignisse ereigneten sich in der Region Cerberus Fossae, die etwa 1'500 km entfernt liegt. Dabei handelt es sich um ein tektonisches Grabensystem, das durch das Gewicht des Elysium Mons, des grössten

Vulkans in der Elysium-Planitia-Region, verursacht wurde. Es besteht daher die starke Vermutung, dass die seismische Aktivität auf dem Mars nicht nur eine Folge der Abkühlung und damit des Schrumpfens des Planeten ist, sondern auch durch tektonische Spannungen verursacht wird. Die gesamte auf dem Mars freigesetzte seismische Energie liegt zwischen derjenigen der Erde und derjenigen des Mondes.

In Verbindung mit anderen Messungen sind die mit SEIS gewonnenen Daten zudem sehr nützlich, um meteorologische Prozesse auf dem Mars besser zu verstehen. Das Seismometer erfasst nicht nur Winde, sondern reagiert auch auf atmosphärischen Druck, was es erlaubt, die für den Mars charakteristischen meteorologischen Phänomene zu bestimmen. Dazu gehören unter anderem die nachmittäglich am Lander vorbeiziehenden Wirbelwinde. <

Rätsel um Stickstoff dank nachgebildeten Kometen gelöst

Kometen und Asteroiden sind Objekte in unserem Sonnensystem, die sich seit der Entstehung der Planeten nur wenig entwickelt haben. So sind sie in gewisser Weise die Archive des Sonnensystems, und die Bestimmung ihrer Zusammensetzung könnte auch zu einem besseren Verständnis der Entstehung der Planeten beitragen. Eine Möglichkeit, die Zusammensetzung von Asteroiden und Kometen zu bestimmen, ist, das von ihnen reflektierte Sonnenlicht zu untersuchen, da die Materialien auf ihrer Oberfläche das Sonnenlicht mit bestimmten Wellenlängen absorbieren. Man spricht vom Spektrum eines Kometen, das bestimmte Absorptionsmerkmale aufweist. Von August 2014 bis Mai 2015 hatte der Spektrometer VIRTIS (Visible, InfraRed and Thermal Imaging Spectrometer) an Bord der Raumsonde Rosetta der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) die Oberfläche des Kometen 67P/Churyumov-Gerasimenko, kurz Chury genannt, kartiert. Die von VIRTIS gesammelten Daten zeigten, dass die Kometenoberfläche in Bezug auf die Zusammensetzung fast überall einheitlich ist: Die Oberfläche ist sehr dunkel und rötlich gefärbt, bedingt durch komplexe, kohlenstoffhaltige Verbindungen und undurchsichtige Mineralien. Jedoch war die genaue Art der Verbindungen, die für die gemessenen Absorptionsmerkmale von Chury verantwortlich sind, bis anhin nur schwer zu bestimmen.

Um festzustellen, welche Verbindungen für die Absorptionsmerkmale verantwortlich sind, haben die Forschenden um *Olivier Poch* vom Institut für Planetologie und Astrophysik der Universität Grenoble Alpes Laborexperimente durchgeführt, in denen sie Kometen nachbildeten und Bedingungen wie im Weltraum simulierten. *Poch* hatte die Methode gemeinsam mit Berner Forschenden entwickelt, als er noch am Physikalischen Institut der Universität Bern tätig war. Die Forschenden testeten verschiedene in Frage kommende Verbindungen auf den nachgebildeten Kometen und massen deren Spektren, genauso wie das Instrument VIRTIS es an Bord von Rosetta mit der Oberfläche von Chury getan hatte. Die Experimente zeigten, dass für das bestimmte Spektrum von Chury Ammoniumsalze verantwort-

lich sind. *Antoine Pommerol* vom Physikalischen Institut der Universität Bern ist einer der Ko-Autoren der Studie, die heute im Journal Science erscheint. Er erklärt: «Während *Olivier Poch* an der Universität Bern arbeitete, haben wir gemeinsam Methoden und Vorgehen entwickelt, um Nachbildungen von Oberflächen von Kometenkernen herzustellen.» Unter simulierten Weltraumbedingungen seien die nachgebildeten Kometenoberflächen verändert worden, indem das Eis auf diesen Oberflächen sublimiert worden sei. «Diese realistischen Laborsimulationen ermöglichen es uns, Laborergebnisse und Daten zu vergleichen, die von den Instrumenten auf Rosetta oder anderen Kometenmissionen aufgezeichnet wurden. Die neue Studie baut genau auf diesen Methoden auf, um das stärkste spektrale Merkmal zu erklären, welches das VIRTIS Spektrometer bei Chury beobachtet hat», so *Pommerol* weiter. *Nicolas Thomas*, Direktor des Physikalischen Instituts der Universität Bern und ebenfalls Ko-Autor der Studie, sagt: «Unser Labor in Bern bietet ideale Möglichkeiten, um mit Experimenten Ideen und Theorien zu testen, die aufgrund von Daten formuliert worden sind, die Instrumente auf Weltraummissionen gesammelt haben. So kann sichergestellt werden, dass die Interpretationen der Daten wirklich plausibel sind.»

Die Ergebnisse decken sich mit denjenigen des Berner Massenspektrometers ROSINA, das ebenfalls an Bord von Rosetta Daten zu Chury gesammelt hatte. Eine im Februar in Nature Astronomy publizierte Studie unter der Leitung der Berner Astrophysikerin *Kathrin Altwegg* hatte erstmals Stickstoff, einen der Grundbausteine des Lebens, bei einem Kometen nachgewiesen. Dieser hatte sich in der nebulösen Hülle von Chury in Form von Ammoniumsalzen «versteckt», deren Vorkommen man bisher nicht messen konnte. Obwohl die genaue Salzmenge anhand der vorhandenen Daten nach wie vor schwer abzuschätzen ist, ist es wahrscheinlich, dass diese Ammoniumsalze den grössten Teil des im Kometen Chury vorhandenen Stickstoffs enthalten. Die Ergebnisse tragen gemäss den Forschenden auch dazu bei, die Entwicklung von Stickstoff im interstellaren Raum und seiner Rolle in der präbiotischen Chemie besser zu verstehen. <

Angefangen hat es mit der Zeitübermittlung

Schottlands Königliches Observatorium

Wenn im schottischen Edinburgh heute ein Kanonenschuss die Mittagsstille zerreißt, mag dies an die Zeit vor mehr als 150 Jahren erinnern, als die Königliche Sternwarte auf solche Weise den Bürgern der Stadt und den Schiffskapitänen im Hafen die genaue Uhrzeit übermittelte. Von der Ausübung des Zeitdiensts in den Anfangsjahren hat sich das Royal Observatory of Edinburgh bis in die heutigen Tage zu einem weltweit anerkannten Zentrum für die astronomische Forschung entwickelt.

Im Jahr 1811 wurde in Schottlands Hauptstadt Edinburgh die «Astronomical Institution of Edinburgh» gegründet, deren erklärtes Ziel es war, in der Stadt eine wissenschaftlich orientierte Sternwarte zu errichten. Diese Vereinigung war die erste ausschliesslich der Astronomie gewidmete Gesellschaft auf den Britischen Inseln.

Das geplante Observatorium entstand im Jahre 1818 auf dem Calton Hill, einem markanten Aussichtsbauwerk im Stadtzentrum. Es wurde nach den Plänen von *William Playfair* (1789 – 1857) gebaut, der als Anhänger der antiken griechischen Baukunst in der Stadt eine Reihe von klassizistischen Bauten entworfen hat, die auch heute noch Edinburghs Stadtbild bestimmen und zu der Bezeichnung «Athen des Nordens» führten.

Das Observatorium gleicht einem in Kreuzform angelegten griechischen Tempel mit einer zentral aufgesetzten Kuppel (Abbildung 1). Als König *Georg IV.* im Jahr 1822 die Stadt Edinburgh besuchte, verlieh er dem Observatorium auf dem Calton Hill den Titel «*Royal Observatory of King George IV.*».

Der Titel eines Königlichen Observatoriums bedeutete nun für die Sternwarte, dass es mit dem führenden «Royal Observatory» in Greenwich gleichgestellt war. Damit konnte auch die Stellung eines Schottischen Astronomers Royal, eines Königlichen Astronomers, geschaffen werden. Als erster bekleidete ab dem Jahr 1834 der Schotte *Thomas Henderson* (1798 – 1844) dieses Amt. *Henderson* war ab 1831 Leiter der Sternwarte am Kap der Guten Hoffnung

in Südafrika. Er beobachtete dort ausgiebig den Südhimmel und bestimmte die Parallaxe von Alpha Centauri. Wegen gesundheitlicher Probleme musste er aber schon nach zwei Jahren wieder nach Schottland zurückkehren und verliess dann am Observatorium in den 10 Jahren bis zu seinem Tod über 60'000 Sternpositionen. Obwohl *Henderson* als erster Astronom eine Fixsternparallaxe gemessen hatte, musste er die Priorität dafür an den deutschen Astronomen *Friedrich Wilhelm Bessel* (1784 – 1846) abtreten. Die Parallaxenmessungen *Hendersons* wurden erst im Januar 1839 veröffentlicht, drei Monate nachdem *Bessel* seine Messungen an 61 Cygni publiziert hatte. Trotz dieser Rivalität wurden die beiden Forscher später gute Freunde.

Abbildung 1: Die von *William Playfair* entworfene Sternwarte auf Edinburghs Calton Hill erinnert mit ihrer klassischen Bauweise an einen griechischen Tempel. Durch einen Erlass von König *Georg IV.* erhielt sie den Status eines «Königlichen Observatoriums» (Royal Observatory). Eine der wesentlichen Aufgaben bestand in der Durchführung des Zeitdiensts. Nachdem im Jahr 1896 das Royal Observatory in den Süden der Stadt verlegt wurde, entstand hier das City Observatory der Astronomical Society of Edinburgh, das bis 2009 existierte.

Bild: Volker Witt



ZEITBALL UND ONE O'CLOCK GUN

Auf *Henderson* folgte als Direktor der Sternwarte *Charles Piazzi Smyth* (1819 – 1900), der Sohn des bekannten englischen Amateurastronomen *William Henry Smyth* (Abbildung 2). In dieser Zeit verlor das Observatorium zusehends an Bedeutung, die Instrumente waren veraltet und in schlechtem Zustand, und *Smyth* war häufig nicht anwesend. Im Sommer 1856 führte er seine berühmte Expedition zu den Bergen Teneriffas durch, wo er insgesamt 113 Tage verbrachte und dabei mehr als die Hälfte der Zeit seinen astronomischen Beobachtungen in den Hochlagen am Vulkan Teide widmete. *Smyth* hatte die britische Admiralität zu dieser Expedition überreden können, um eine schon lange bestehende Vermutung zu bestätigen, dass nämlich die «Sichtbarkeit» von Sternen und anderen Himmelsobjekten sich mit zunehmender Höhe drastisch verbessern würde.

Mit dabei war sein «Sheepshanks»-Refraktor mit einer Öffnung von 3.6 Zoll. *Smyth* konnte nun so schwache Sterne sehen, wie er sie niemals in Schottland beobachtete: «*They all have such perfect discs and rings with a magnifying power of 150, a thing I have never witnessed once in Edinburgh, with this instrument*» (Sie haben bei 150-facher Vergrößerung alle so perfekte Beugungsscheibchen und -ringe, etwas, das ich in Edinburgh nicht ein einziges Mal mit diesem Instrument beobachtet habe), schreibt *Piazzi Smyth* in seinem amüsant zu lesenden Buch mit dem Titel «*Teneriffe, an Astronomer's Experiment*».

Neben geophysikalischen und meteorologischen Messungen beobachtete *Smyth* den Mond und seine Infrarotstrahlung, Planeten und Doppelsterne, das Zodiakallicht und die Ultraviolettstrahlung der Sonne. Über die Ergebnisse dieser bemerkenswerten Expedition berichtet er im 1863 publizierten Band XII der «*Astronomical Observations made at the Royal Observatory Edinburgh*». Später befasste er sich vor allem mit Spekulationen über astronomische Beziehungen, die er in der Anlage der großen ägyptischen Pyramiden zu erkennen glaubte.

Eine wesentliche Aufgabe der Sternwarte bestand in der regelmässigen Aus-

übung des Zeitdiensts. Auf dem Calton Hill ragt seit dem Jahr 1816 das mehr als 30 Meter hohe Nelson-Monument in den Himmel, dessen Form einem Fernrohr nachempfunden ist, wie es früher gerne zur See verwendet wurde. Der Turm erinnert an *Lord Nelsons* Sieg über *Napoleons* Flotte bei der Seeschlacht von Trafalgar am 21. Oktober 1805.

Ähnlich dem Vorbild der Londoner Sternwarte in Greenwich wurde 1852 ein Zeitball an der Spitze des Turms installiert. Dieser wurde zur Mittagsstunde manuell

hochgezogen und fiel genau um 13 Uhr wieder automatisch herab, ausgelöst durch ein elektrisches Signal aus der nahe gelegenen Sternwarte. Das präzise Zeitsignal diente den Seeleuten im Hafen von Leith dazu, das Uhrwerk der für die Navigation benötigten Chronometer exakt einzustellen (Abbildung 3).

Bei Nebel allerdings war der Zeitball vom Hafen aus häufig nicht zu sehen, sodass seit dem Jahr 1861 ein weithin hörbarer Kanonenschuss die Mittagszeit ankündigte, den die im Schloss von Edinburgh aufgestellte Mittagskanone (One o'Clock Gun)

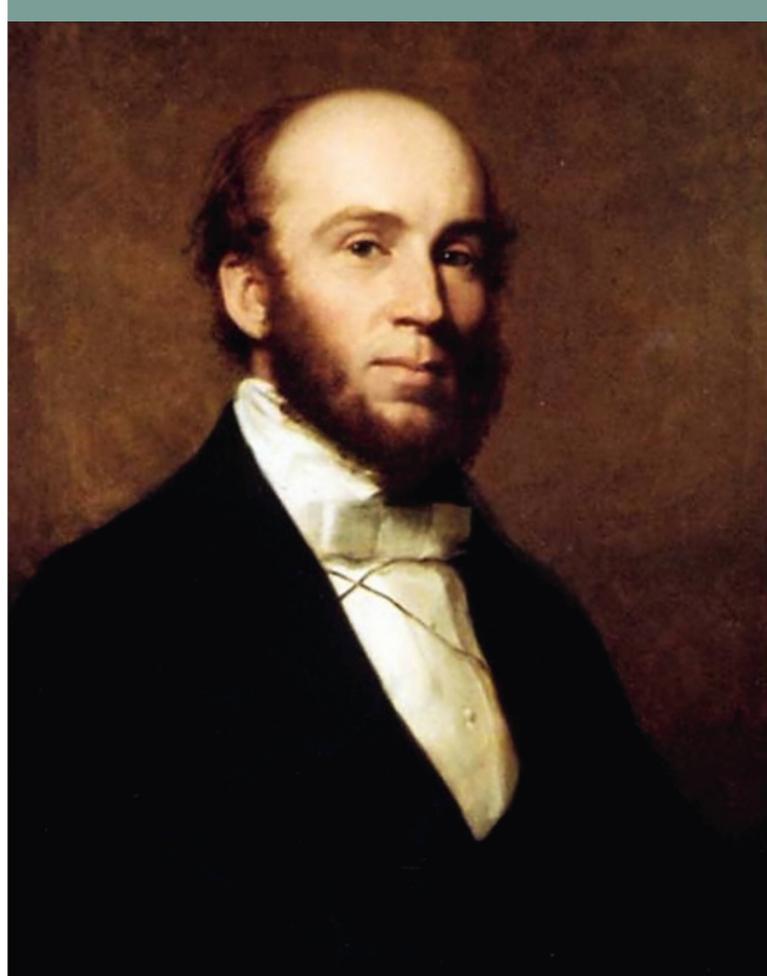


Abbildung 2: *Charles Piazzi Smyth* war der zweite Astronomer Royal für Schottland am Königlichen Observatorium in Edinburgh. Durch seine Beobachtungen auf den hohen Bergen der Kanareninsel Teneriffa konnte er nachweisen, dass sich mit zunehmender Höhe des Standorts die Bedingungen für astronomisches Arbeiten deutlich verbessern. In der Stadt Edinburgh schuf er mit der Einführung des Zeitballs und der One o'Clock Gun einen gut funktionierenden und zuverlässigen Zeitdienst. Ölgemälde des schottischen Malers *John Faed* (1819–1902) (Public Domain).

Archiv: Volker Witt

abfeuerte. Die Kanone wurde durch eine elektrisch betriebene Pendeluhr gezündet, die über ein mehr als 4'000 Fuss langes, frei über der Stadt hängendes elektrisches Kabel mit der «Master-Clock» auf dem Calton Hill synchronisiert war. Das hörbare Zeitsignal wurde nicht nur von den Kapitänen der Schiffe, sondern nun auch von den Bürgern der Stadt dankbar angenommen, da man es über weite Entfernungen wahrnehmen konnte. Für besonders präzise Zeitbestimmungen musste man die Laufzeit des Schalls berücksichtigen, wofür in den 1860er-Jahren eine spezielle Karte herauskam, aus der man die Verzögerung je nach Standort ablesen

konnte. So machte beispielsweise die Laufzeit des Schalls bis zum Hafen von Leith bereits zehn Sekunden aus.

Das Prinzip der Mittagskanone erwies sich als so erfolgreich, dass damit bald mehrere öffentliche Uhren in Edinburgh vernetzt wurden. Auch ausserhalb der Stadt, in Dundee und Newcastle, waren Mittagskanonen mit dem System elektrisch verbunden.

Im Laufe der Geschichte wurde die Kanone mehrfach durch andere Exemplare ersetzt, aber sie stellt immer noch eine Touristenattraktion dar, und schliesslich gibt es sogar eine «One o'Clock Gun Association» (Abbildung 4).

Im Jahre 1896 wurde auf dem Blackford Hill – etwa 5 km südlich des Stadtzentrums – die neue Sternwarte, das Royal Observatory of Edinburgh (ROE), fertig gestellt. Seine Leitung übernahm *Ralph Copeland* (1837 – 1905) als dritter Astronomer Royal for Scotland.

Die Sternwarte auf dem Calton Hill wurde in der Folge als «City Observatory» der Astronomical Society of Edinburgh betrieben, dient seit dem Jahr 2009 jedoch anderen Zwecken.

OBSERVATORIUM UND TECHNOLOGIEZENTRUM AUF DEM BLACKFORD HILL

Der Bau der neuen Königlichen Sternwarte auf dem Blackford Hill kam durch eine Initiative von *James Ludovic Lindsay* (1847 – 1913), dem Earl of Crawford, zustande. Als dem alten Observatorium auf dem Calton Hill die Schliessung drohte, bot er an, seine vollständige Sammlung an wertvollen Instrumenten und kostbaren astronomischen Büchern aus seiner Privatsternwarte in Dun Echt (Aberdeenshire) als Geschenk zu vermachen, wenn die Regierung ein neues, grösseres und besser geeignetes Observatorium bauen würde.



Abbildung 3: Durch ein elektrisches Signal aus der Sternwarte wurde der Fall des Zeitballs an der Spitze des Nelson-Monuments jeden Tag genau um 13:00 Uhr automatisch ausgelöst. Im Hafen von Leith konnten die Schiffsbesatzungen damit ihre Chronometer genau justieren. Der Zeitball befindet sich hier in der unteren Position.

Bild: Volker Witt



Abbildung 4: Da bei Nebel der Zeitball vom Hafen aus nicht gesehen werden konnte, wurde seit 1861 der genaue Zeitpunkt zusätzlich akustisch durch einen Kanonenschuss übermittelt. Die Mittagskanone (One o’Clock Gun) auf der Burganlage der Stadt wird auch heute noch jeden Werktag um Punkt 13 Uhr abgefeuert. Es ist ein besonderes Erlebnis, auf dem Calton Hill am Nelson-Monument den Zeitball fallen zu sehen und nur wenige Sekunden später – wegen der Laufzeit des Schalls – den Schuss der One o’Clock Gun von der Burg zu hören.

Bild: Volker Witt

Das Hauptgebäude der Sternwarte wurde in unsymmetrischer T-Form im Stil der Neorenaissance angelegt. Die beiden gegenüberliegenden Türme tragen keine halbkugelförmigen Kuppeln, sondern zylinderförmige Aufsätze aus Kupferblech, die im Jahr 2010 erneuert wurden (Abbildung 5). Der Ostturm, wo sich die Toreinfahrt des ROE mit der Pförtnerloge befindet, ist mit einer Höhe von 24 Metern und einem Durchmesser der «Kuppel» von 12 Metern der grössere der beiden Türme (Abbildung 6). Hier wurde

1930 unter *Ralph Allen Sampson* (1866 – 1939), dem fünften Astronomer Royal, ein 36-Zoll-Reflektor des Herstellers *Grubb-Parsons* aus Newcastle aufgestellt, dessen Tubus in charakteristischer Weise als Gitterrohrkonstruktion ausgeführt ist (Abbildung 7). Das Cassegrain-Teleskop, welches zu seiner Entstehungszeit als grösster Reflektor in Grossbritannien galt, besitzt einen parabolischen Spiegel von 90 Zentimeter Durchmesser bei einer Brennweite von etwa 4.6 Metern. In Verbindung mit einem hyperbolischen

Sekundärspiegel ergibt sich für das optische System des Teleskops ein Öffnungsverhältnis von 1 : 18. Das Teleskop war vor allem für spektrografische Beobachtungen ausgelegt, wofür ein am unteren Tubusende – hinter dem Primärspiegel – angebrachter Prismenspektrograf diente.

Im Jahr 1951 wurde im Westturm der Sternwarte das 0.4/0.6m-Schmidt-Teleskop eingerichtet, das von den Herstellern *Cox, Hargreaves and Wilson* stammte. Das Instrument war als Kamera mit einer Öffnung

Abbildung 5: Das Erscheinungsbild des Royal Observatory of Edinburgh wird geprägt von den beiden eigenwilligen unterschiedlich hohen Türmen, die statt der klassischen Kuppel einen zylindrischen Aufsatz aus Kupferblech tragen.

Bild: Volker Witt

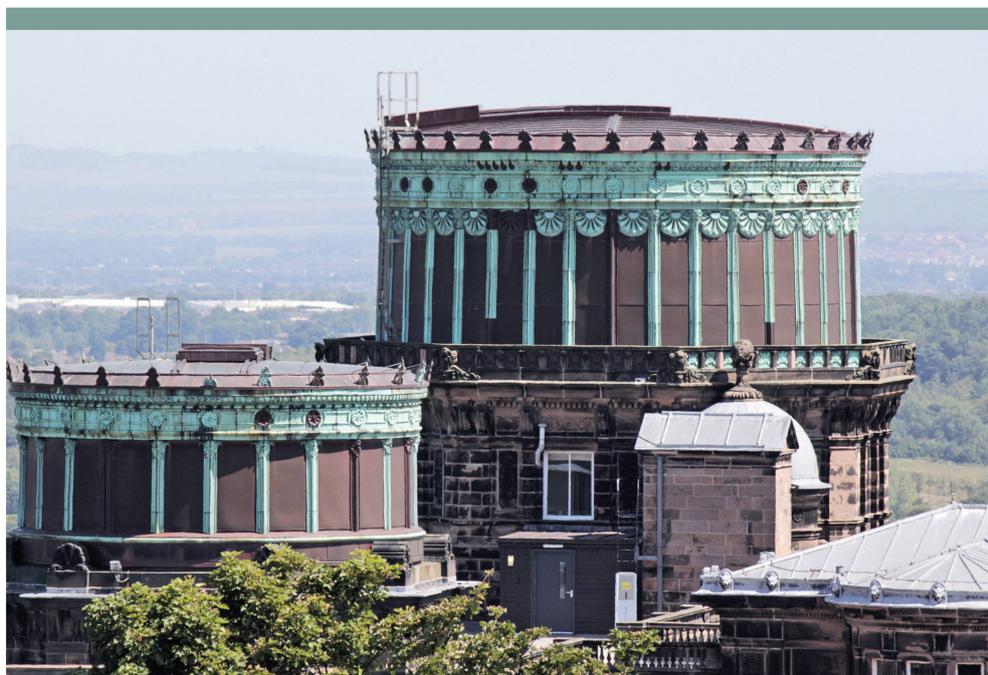




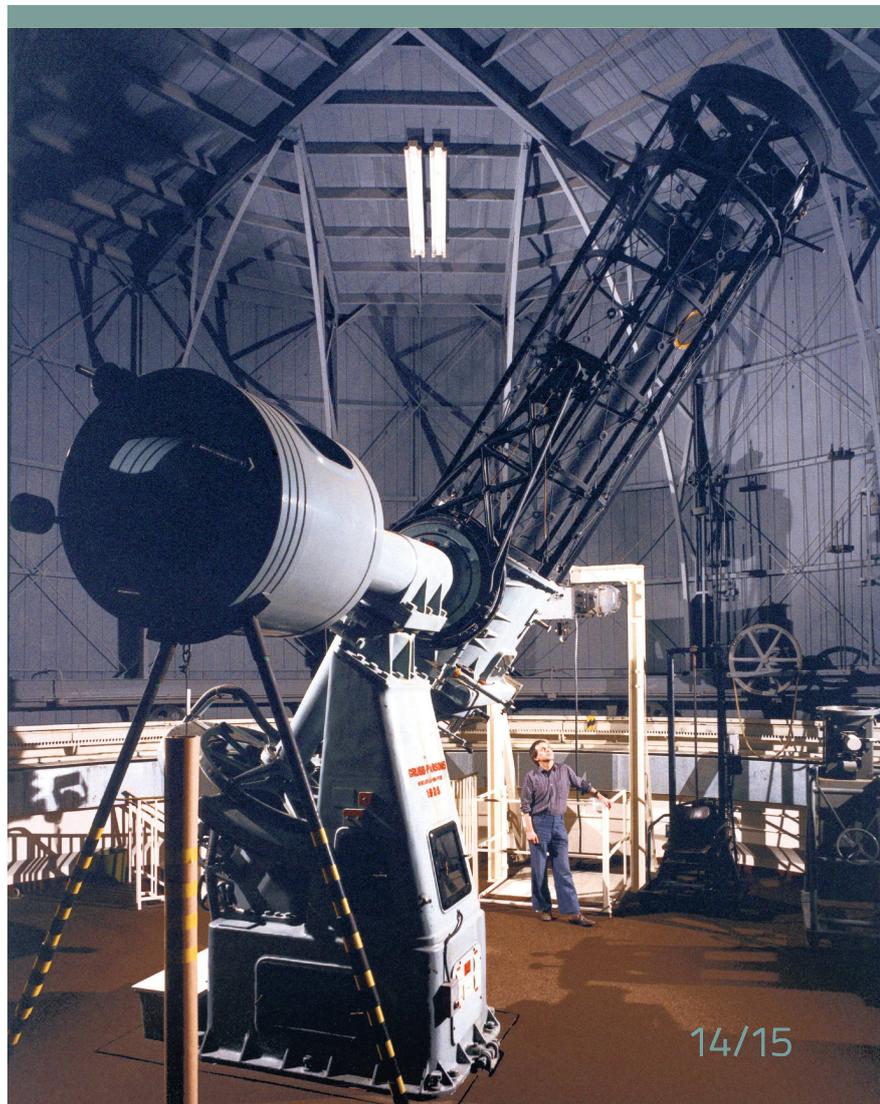
Abbildung 6: Der grössere Ost-turm sticht unmittelbar ins Auge, wenn man sich der Toreinfahrt zur Sternwarte nähert. Den oberen Abschluss bildet eine 12-Meter-«Kuppel», die das Hauptinstrument des Observatoriums, den 36-Zoll-Reflektor, beherbergt.

Bild: Volker Witt

von 40 Zentimetern für fotografische Beobachtungen konzipiert und war in den 1960er-Jahren das meistbeschäftigte Teleskop auf dem Blackford Hill (Abbildung 8). Es lieferte in der Folgezeit eine grosse Anzahl von Himmelsaufnahmen auf Fotoplatten, die dann mit Hilfe neu entwickelter Messautomaten gescannt und ausgewertet wurden. Die Schmidt-Kamera wird von einer Montierung getragen, die schon im Jahr 1930 im Werk der Firma *Grubb-Parsons* entstand und vorher für ein anderes Teleskop verwendet wurde. Das komplette Teleskop besitzt eine Masse von 3.2 Tonnen und ist seit dem Jahr 2010 im National Museum of Scotland zu bewundern (Abbildung 9).

Abbildung 7: Der 36-Zoll-Reflektor von *Grubb-Parsons* stammt aus dem Jahr 1930 und war einstmals das grösste Teleskop in Grossbritannien. Der Reflektor ist nach dem Cassegrain-Prinzip gebaut, besitzt also einen durchbohrten Hauptspiegel, hinter dem sich der Systembrennpunkt befindet. Hier ist auch der Ort für Fokalinstrumente wie beispielsweise einen Spektrografen

Bild: Volker Witt



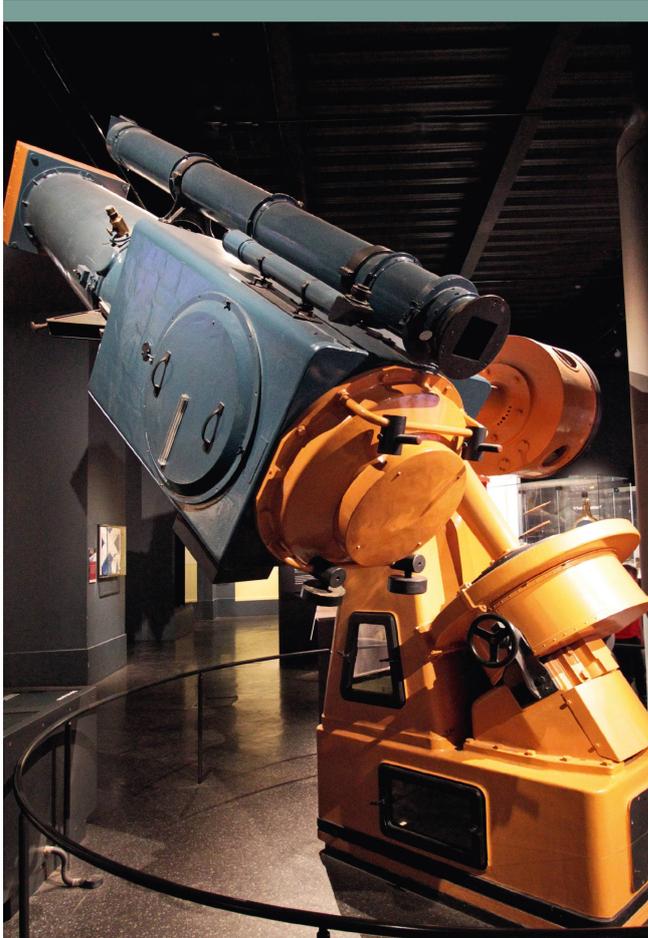


Abbildung 8: Das 0.4/0.6m-Schmidt-Teleskop befand sich ursprünglich im Westturm der Sternwarte von Edinburgh, ist jetzt aber seit 2010 in der Astronomieabteilung des National Museum of Scotland ausgestellt. Der Durchmesser der Korrektionsplatte ist 0.4 Meter, der des Spiegels beträgt 0.6 Meter.

Bild: Volker Witt

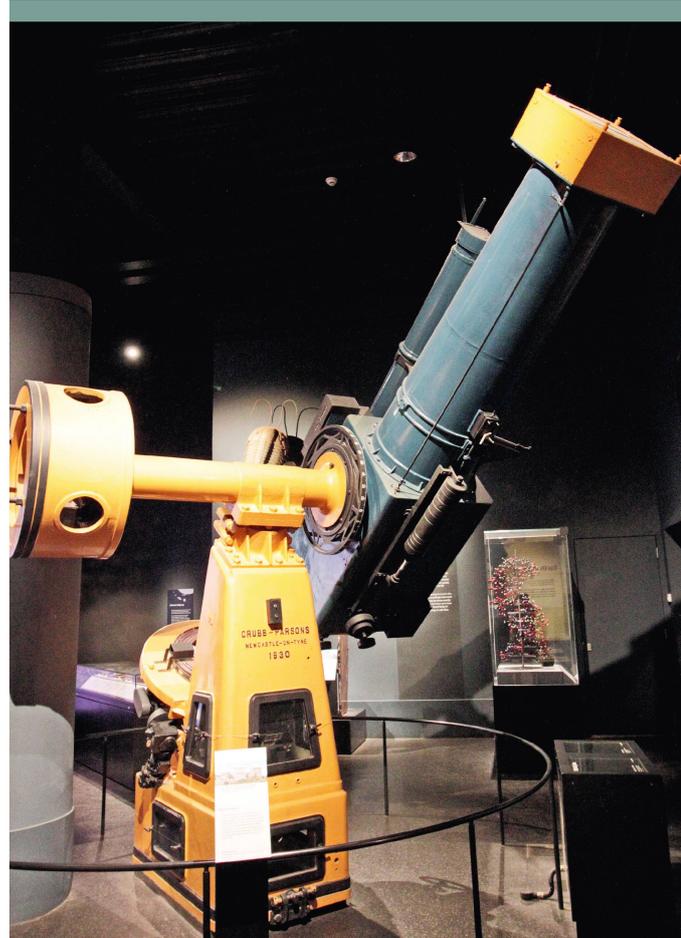


Abbildung 9: Mit dem Schmidt-Teleskop wurden auf dem Blackford Hill unzählige Himmelsaufnahmen gewonnen, die später mit neu entwickelten Messautomaten digitalisiert und analysiert wurden. Die Gesamtmasse des Teleskops beträgt 3.2 Tonnen. Die Montierung von Grubb-Parsons ist aus dem Jahr 1930 und stammt von einem früheren Teleskop.

Bild: Volker Witt

Mit ihrer Fokussierung auf astronomische Technologie und Instrumentierung zählt die Königliche Sternwarte von Edinburgh heute zu den bedeutendsten Sternwarten der Welt. Allerdings hat sie ihre astronomischen Aktivitäten schon vor längerer Zeit in klimatisch begünstigte Weltgegenden verlegt. So leitete das Royal Observatory das Projektmanagement für das UK-Schmidt-Teleskop in Siding Springs (Australien) und war verantwortlich für den Bau und Betrieb des United Kingdom Infrared Telescope (UKIRT) und des *James Clerk Maxwell* Telescope auf Hawaii. Damit erfüllte sich nach mehr als hundert Jahren *Piazzi Smyth's* Empfehlung

für einen möglichst hoch gelegenen Standort der Teleskope.

Mit der Schliessung des Royal Greenwich Observatory konzentrierten sich Grossbritanniens Aktivitäten im astronomischen Instrumentenbau auf das UK Astronomy

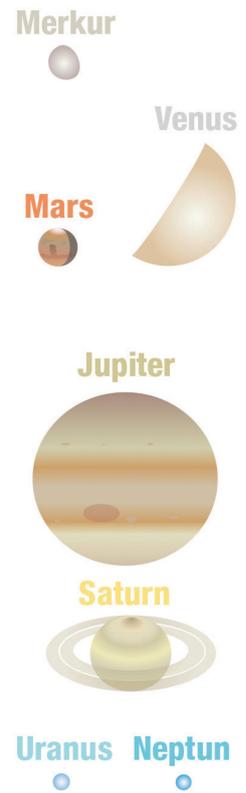
Technology Centre, das zusammen mit dem astronomischen Institut der Universität Edinburgh am ROE beheimatet ist, was den Blackford Hill heute als bedeutendes Zentrum moderner astronomischer Forschung ausweist. <

LITERATUR

- *Brück, H. A.*: The story of astronomy in Edinburgh from its beginnings until 1975, Edinburgh University Press, 1983.
- *Brück, H. A., Brück, M.T.*: The Peripatetic Astronomer: The Life of *Charles Piazzi Smyth, Hilger*, 1988.
- *Sampson, R.A.*: The thirty-six inch reflector for the Royal Observatory, Edinburgh. In: *The Observatory*, Vol. 52, S. 293-297, 1929
- *Smyth, C.P.*: Teneriffe, an Astronomer's Experiment: or Specialties of a Residence above the Clouds, London, 1858
- *Young, C.*: A description of the 36-inch aperture telescope for the Royal Observatory, Edinburgh. In: *Transactions of the Optical Society*, Vol. 31, S. 229-232, 1930

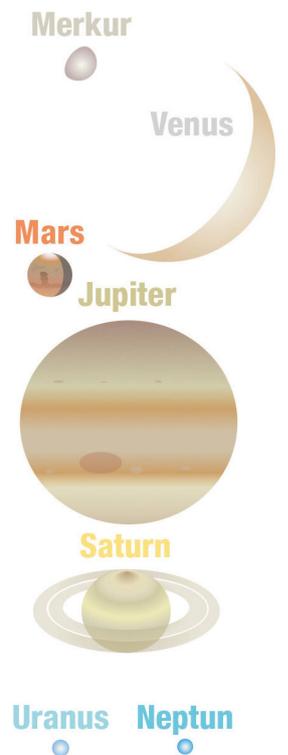
APRIL 2020 Himmel günstig für Deep-Sky-Objekte vom 11. bis 23. April 2020

Datum	Zeit				Ereignis
1. Mi	05:30 MESZ	✓	✓	✓	Jupiter (-2.1 ^{mag}) im Südosten
	05:45 MESZ	✓	✓	✓	Saturn (+0.7 ^{mag}) im Südosten
	06:30 MESZ	✓	✓	✓	Mars (+0.8 ^{mag}) im Südosten
	12:21 MESZ				☾ Erstes Viertel, Zwillinge
	20:15 MESZ	✓	✓	✓	Venus (-4.4 ^{mag}) im Westen
3. Fr	20:45 MESZ	✓	✓	✓	Uranus (+5.9 ^{mag}) im Westen
	21:00 MESZ	✓	✓	✓	Mond: 8½° südwestlich von Pollux und 10° südwestlich von Kastor
	18:18 MESZ		✓	✓	Mond: «Goldener Henkel» am Mond sichtbar
4. Sa	20:00 MESZ	✓	✓	✓	Venus (-4.4 ^{mag}) knapp unter den Plejaden
	19:00 MESZ	✓	✓	✓	Venus (-4.4 ^{mag}) geht 18' nördlich an 27 Tauri (+3.8^{mag}) vorbei
7. Di	21:00 MESZ	✓	✓	✓	Mond: 3½° nördlich von Regulus (α Leonis)
	20:08 MESZ	✓	✓	✓	Mond in Erdnähe (356'907 km). Dies ist die kürzeste Mondstanz 2020.
8. Mi	04:35 MESZ	✓	✓	✓	● Ostervollmond, Jungfrau (Dm. 33' 42")
	05:00 MESZ	✓	✓	✓	Mond: 7½° nördlich von Spica (α Virginis)
11. Sa	05:00 MESZ	✓	✓	✓	Mond: 8½° nordwestlich von Antares (α Scorpii)
12. So	05:00 MESZ	✓	✓	✓	Mond: 9½° östlich von Antares (α Scorpii)
15. Mi	00:56 MESZ				☾ Letztes Viertel, Schütze
	06:00 MESZ	✓	✓	✓	Mond: 4° s. von Jupiter (-2.2 ^{mag}) und 4½° sw. von Saturn (+0.6 ^{mag})
16. Do	06:00 MESZ	✓	✓	✓	Mond: 3° südlich von Mars (+0.6 ^{mag})
23. Do	00:00 MESZ	✓			Lyriden-Meteorstrom Maximum
	04:26 MESZ				☾ Neumond, Walfisch
24. Fr	21:00 MESZ	✓	✓	✓	Mond: Schmale Sichel 40½ h nach ☾, 8° ü. H
25. Sa	21:00 MESZ	✓	✓	✓	Mond: 8½° südöstlich der Plejaden
26. So	21:00 MESZ	✓	✓	✓	Mond: 6½° s. von Venus (-4.8 ^{mag}), 8½° sw. von Al Nath, 9° n. von Aldebaran
28. Di	21:00 MESZ	✓	✓	✓	Venus (-4.8 ^{mag}) strahlt im grössten Glanz als «Abendstern»
	22:00 MESZ	✓	✓	✓	Mond: 8½° nördlich von Alhena (γ Geminorum)
	22:39 MESZ				Mond: Sternbedeckung SAO 78963 (+7.0 ^{mag})
29. Mi	21:00 MESZ	✓	✓	✓	Mond: 6° südöstlich von Pollux und 10½° südöstlich von Kastor
30. Do	00:30 MESZ	✓	✓	✓	Mond: Maximale Libration in Länge: Mare Crisium randnah
	01:17 MESZ			✓	Mond: Sternbedeckung 7 Cancri (+6.9 ^{mag})
	21:30 MESZ	✓	✓	✓	Mond: 2½° nordöstlich von M44 («Krippe»)
	22:38 MESZ	✓	✓	✓	☾ Erstes Viertel, Krebs



MAI 2020 Himmel günstig für Deep-Sky-Objekte vom 10. bis 23. Mai 2020

Datum	Zeit				Ereignis
1. Fr	02:00 MESZ	✓			η-Aquariiden-Meteorstrom bis 28. Mai
	03:30 MEZ	✓	✓	✓	Jupiter (-2.2 ^{mag}) im Südosten
	03:45 MEZ	✓	✓	✓	Saturn (+0.6 ^{mag}) im Südosten
	04:30 MEZ	✓	✓	✓	Mars (+0.4 ^{mag}) im Südosten
	18:00 MEZ	✓	✓	✓	Venus (-4.5 ^{mag}) im Westen
2. Sa	20:00 MEZ	✓	✓	✓	Mond: 6° nordwestlich von Regulus (α Leonis)
	20:00 MEZ	✓	✓	✓	Mond: 9° östlich von Regulus (α Leonis)
3. So	23:43 MEZ			✓	Mond: Sternbedeckung v Virginis (+4.2 ^{mag})
4. Mo	02:00 MEZ				Venus (-4.5 ^{mag}) erreicht ihre höchste Dekl. von 27° 49' 01"
	03:00 MEZ	✓	✓	✓	Mars (+0.4 ^{mag}) geht 1° nördlich an δ Capricorni (+3.0 ^{mag}) vorbei
6. Mi	22:00 MEZ	✓	✓	✓	Mond: 6° nördlich von Spica (α Virginis)
	02:00 MEZ	✓	✓	✓	η-Aquariiden-Meteorstrom Maximum
7. Do	03:00 MEZ	✓	✓	✓	Mond: 6° nordöstlich von Spica (α Virginis)
	12:45 MEZ				● Vollmond, Waage
9. Sa	03:00 MEZ	✓	✓	✓	Mond: 5° nördlich von Antares (α Scorpii)
12. Di	04:00 MEZ	✓	✓	✓	Mond: 5° südwestlich Jupiter (-2.2 ^{mag}), 9° östlich von Saturn (+0.6 ^{mag})
13. Mi	04:00 MEZ	✓	✓	✓	Mond: 5° südöstlich von Saturn (+0.7 ^{mag}), 9° östlich von Jupiter (-2.2 ^{mag})
14. Do	16:03 MEZ				☾ Letztes Viertel, Steinbock
15. Fr	04:00 MEZ	✓	✓	✓	Mond: 3° südlich von Mars (+0.2 ^{mag})
16. Sa	21:30 MEZ	✓	✓	✓	Merkur (-1.1 ^{mag}) im Westnordwesten
19. Di	21:00 MEZ	✓	✓	✓	Merkur (-0.8 ^{mag}) im Westnordwesten
22. Fr	19:39 MEZ				☾ Neumond, Stier
24. So	21:00 MEZ	✓	✓	✓	Merkur (-0.5 ^{mag}) geht 1° nördlich an Venus (-4.2 ^{mag}) vorbei
	21:30 MEZ	✓	✓	✓	Mond: 5° südöstlich von Merkur (-0.8 ^{mag}) und 8° östlich von Venus (-4.2 ^{mag})
25. Mo	06:00 MEZ	✓	✓	✓	Mond: 8° südöstlich von Alhena (γ Geminorum)
	22:00 MEZ	✓	✓	✓	Mond: 7° nördlich von Alhena (γ Geminorum)
26. Di	21:45 MEZ	✓	✓	✓	Merkur (-0.2 ^{mag}) im Westnordwesten
	22:00 MEZ	✓	✓	✓	Mond: 5° südlich von Pollux und 9° südlich von Kastor
28. Do	21:45 MEZ	✓	✓	✓	Merkur (-0.0 ^{mag}) im Westnordwesten
	22:00 MESZ	✓	✓	✓	Mond: 9° nordwestlich von Regulus (α Leonis)
29. Fr	22:00 MESZ	✓	✓	✓	Mond: 6° östlich von Regulus (α Leonis)
30. Sa	05:30 MEZ				☾ Erstes Viertel, Löwe



Venus auf Tuchfühlung mit dem Siebengestirn

Venus ist noch immer der abendliche Glanzpunkt! Gleich zu Monatsbeginn zieht sie knapp an den Plejaden vorüber und erreicht am 28. April ihre grösste Helligkeit als «Abendstern». Jupiter, Saturn und Mars können derweil am Morgenhimmel beobachtet werden.

Brilliant strahlt Venus im Frühling am Abendhimmel. Im Laufe des Monats steigert sie ihre scheinbare Helligkeit noch etwas und strahlt am 28. April mit -4.8^{mag} im «grössten Glanz», wie die Astronomen sagen. Damit ist unser Schwesterplanet neben Sonne und Mond das mit Abstand hellste Gestirn am Himmel. Gleich zu Monatsbeginn lohnt sich ein Blick an den Abendhimmel. Venus steuert direkt auf das Siebengestirn zu. Besonders reizvoll wird der Anblick am 3. sein, wenn der «Abendstern» haarscharf am Sterngrüppchen vorbeizieht – ein Leckerbissen auch für Astrofotografen (siehe runde Abbildung)! Nach dem kosmischen Zusammentreffen, das in ähnlicher Form alle acht Jahre zu beobachten ist (Bericht auf den Seiten 22 bis 24), entfernt sich Venus rasch von den Plejaden und steuert etwas gemächlicher auf den Stern Al Nath zu, dem sie allerdings erst um den 10. Mai begegnet. Dank der hohen Deklination bleibt Venus fast vier Stunden lang nach Sonnenuntergang im Westnordwesten beobachtbar!

EINE SCHÖNE LICHTSICHEL

Am Teleskop erscheint uns Venus zu Monatsbeginn zur Hälfte beschienen und $25.5''$ gross. Bis zum 30. April wächst das Planetenscheibchen auf knapp $36''$ an, während die Lichtgestalt mehr und mehr in eine Sichelform übergeht. Langsam bewegt sich unser Schwesterplanet zwischen Erde und Sonne und strebt seiner unteren Konjunktion entgegen, den er am 1. Juni erreichen wird. Die östliche Elongation von der Sonne nimmt in den beiden Berichtmonaten rasch von 45.9° am 1. April auf 6.1° Ende Mai ab, auch daran zu erkennen, dass Venus Abend für Abend tiefer gegen den Horizont absinkt! Am 26. April stattet die zunehmende Mondsichel dem «Abendstern» einen Besuch ab. <

Der Mondlauf im April 2020



Der Mond startet seine monatliche Reise im Ersten Viertel. Er steht in den Zwillingen rund $8\frac{1}{2}^\circ$ südwestlich von Polux und 10° südwestlich von Kastor. Am 3. April kann man in den Stunden nach 18:00 Uhr MESZ den «Goldenen Henkel» am Mond sehen. Hierfür ist ein kleines Teleskop erforderlich. Der Trabant nimmt weiter zu und erreicht am 7. mit $356'907$ km die kürzeste Mondndistanz des Jahres. Entsprechend gross erscheint uns der Ostervollmond am frühen Morgen des 8. April. Die Mondscheibe durchmisst $33'42''$. Gegen 05:00 Uhr MESZ ist sie $7\frac{1}{2}^\circ$ nördlich von Spica in der Jungfrau zu sehen. Drei Tage später zieht der abnehmende Dreiviertelmond in grossem Respektabstand an Antares vorüber. Das Letzte Viertel verzeichnen wir am 15. im Sternbild des Schützen. An diesem Morgen können wir den Mond gegen 06:00 Uhr MESZ 4° südöstlich von Jupiter und $4\frac{1}{2}^\circ$ südwestlich des etwas lichtschwächeren Saturn entdecken. In den folgenden Tagen nimmt der Erdtrabant weiter ab und erreicht die Neumondphase am 23. April im Walfisch. Nur einen Tag später taucht die schlanke zunehmende Mondsichel bereits wieder am Abendhimmel in Erscheinung. Gegen 21:00 Uhr MESZ steht sie noch 8° über dem Westnordwesthorizont. Am folgenden Abend ist sie gleichauf mit den Plejaden. Ihr Abstand zum Siebengestirn beträgt rund $8\frac{1}{2}^\circ$. Am 26. bilden Mond, Venus und der Stern Al Nath ein rechtwinkliges Dreieck. Vier Tage später erreicht der Mond ein zweites Mal in diesem Monat das Erste Viertel.

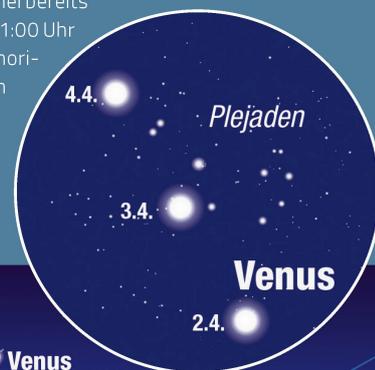


Abbildung 1: Ende April steigt die zunehmende Mondsichel in den Abendhimmel und begegnet am 26. der hellen Venus. Sie hat das Siebengestirn (Plejaden) bereits überholt und hat fast bis zu Al Nath aufgeschlossen. Wir sehen hier die Situation um 21:15 Uhr MESZ.

Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien

«Sternhüpfen»



Für Laien, die sich zum ersten Mal mit den Sternbildern beschäftigen, ist es anfänglich oft nicht leicht, sich am Firmament zu orientieren. Oft können dann Referenzsterne eine Hilfe sein. Am Frühlingshimmel sind es die Alphasterne Arktur im Bärenhüter, Spica in der Jungfrau und Regulus im Löwen. Sie bilden zusammen das Frühlingsdreieck. Mitte April gegen 23:00 Uhr MESZ können wir die drei Sterne hoch im Süd-südosten sehen (vgl. Abbildung 2). Wer die Sternbilder zu identifizieren versucht, tut gut daran, mit Hilfe der Sternkarte das sogenannte «Sternhüpfen» anzuwenden. Man folgt dabei gedanklich den gezeichneten Strichverbindungen. Am einfachsten beginnt man mit einer bekannten Konstellation, etwa der Grossen Bärin, deren sieben hellsten Sterne den Grossen Wagen darstellen. So bekommt man auch etwas das Gefühl für die Ausdehnungen der Sternbilder.

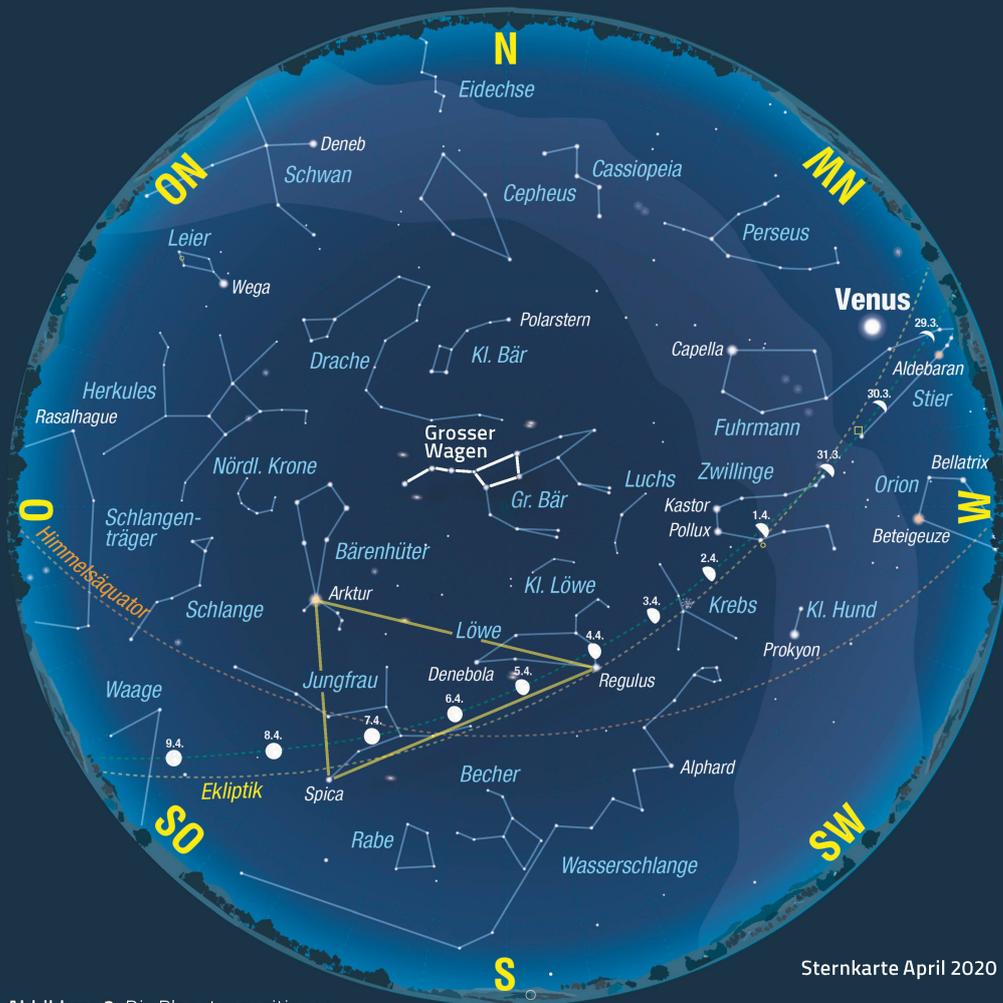


Abbildung 2: Die Planetenpositionen gelten am 15. April 2020.

Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien

Sternkarte April 2020

1. April 2020, 24 h MESZ
 16. April 2020, 23 h MESZ
 1. Mai 2020, 22 h MESZ

Drei Planeten in Reih und Glied



Noch immer tummelt sich das Dreigestirn Mars, Jupiter und Saturn am Morgenhimmel, schön aufgereiht über dem morgendlichen Südosthorizont sichtbar, schön aufgereiht über dem morgendlichen Südosthorizont sichtbar. Mars zieht noch immer rechtläufig durch den Steinbock den beiden anderen Planeten ostwärts davon und wird dabei immer auffälliger. Dieses Jahr, allerdings erst im Oktober, kommt es wieder zu einer Marsopposition. Allerdings wird diese nicht mehr so eng ausfallen, wie jene im Juli 2018. Langsam nimmt der Rote Planet die zweite Nachthälfte für sich in Anspruch. Am 1. April steigt er gegen 04:40 Uhr MESZ über die Horizontlinie, Ende Monat erscheint er bereits eine Stunde früher. Auch Jupiter und Saturn bauen ihre Morgensichtbarkeit weiter aus. Da sie westlich von Mars stehen, tauchen sie Mitte Monat auch deutlich vor ihm im Südosten auf, Jupiter gegen 03:20 Uhr MESZ, Saturn eine gute Viertelstunde später. Die beiden Planeten trennen $5\frac{1}{2}^\circ$ voneinander, was etwa elf Mondbreiten entspricht. Ihr Abstand verringert sich bis zum Monatsletzten geringfügig. Jupiter überstrahlt mit seinen -2.3^{mag} Mars und Saturn (beide $+0.6^{mag}$). Am 6. kann Jupiter als Aufsuchhilfe für den Zwergplaneten Pluto dienen. An diesem Morgen zieht der Riesenplanet $44' 52''$ nördlich am $+14.4^{mag}$ lichtschwachen Vagabunden vorbei, eine teleskopische Herausforderung! Am 15. April sehen wir den abnehmenden Halbmond knapp unterhalb zwischen Jupiter und Saturn. Am darauffolgenden Morgen zieht der Trabant an Mars vorbei (siehe Abbildung 3). In den kommenden Monaten dürfen wir uns abermals auf solche Mond-Planeten-Begegnungen freuen.

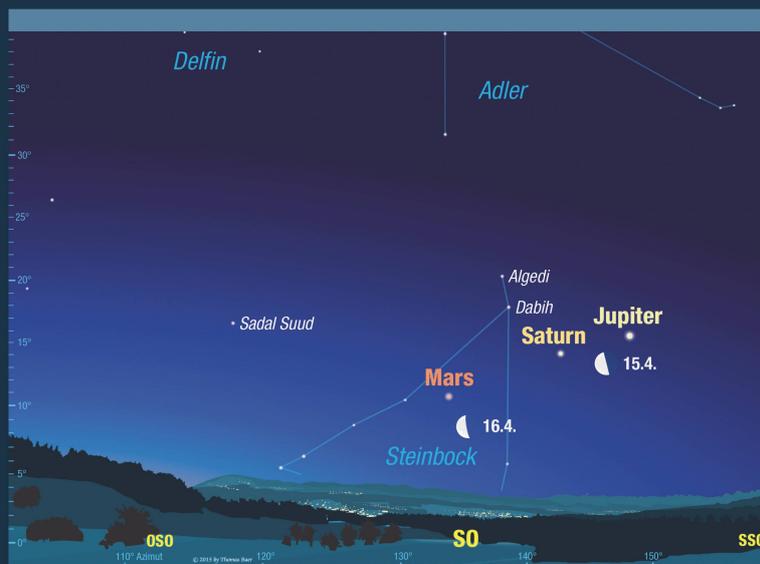


Abbildung 3: Anblick des morgendlichen Horizonts am 15. April 2020 gegen 05:30 Uhr MESZ. Mond, Saturn, Jupiter und Mars sind im Südosten zu sehen.

Bild: Thomas Baer, ORIONmedien

Merkur und Venus geben sich ein Stelldichein

«Götterbote» Merkur nimmt Mitte Mai zu seiner jahresbesten Abendsichtbarkeit Anlauf und begegnet dabei der hellen Venus, die sich allmählich als «Abendstern» verabschiedet. Ihre scheinbare Helligkeit nimmt im Laufe des Wonnemonats markant ab.

Bevor sich Venus vom Abendhimmel zurückzieht, trifft sie auf Merkur, den man ab Mitte Monat immer höher über den Westnordwesthorizont aufsteigen sieht. Am 4. Mai steht der innerste Planet der Sonnenfamilie in oberer Konjunktion mit der Sonne. Dabei kommt es zu einer «Merkurbedeckung», was man natürlich nicht beobachten kann. In den Tagen danach vergrössert der Planet seinen östlichen Abstand zum Tagesgestirn und kann am Abend des 12. erstmals mittels Fernglas in der noch hellen Abenddämmerung erspäht werden (vgl. Abbildung 1). Es ist dies die zweite und zugleich auch letzte «gute» Abendsichtbarkeit Merkurs in diesem Jahr. Wer den kleinsten Planeten noch nie selber gesichtet hat, sollte die Gunst der Stunde nutzen! Abend für Abend befreit sich Merkur immer besser aus der hellen Dämmerungszone. Spätestens am 15. Mai müsste man ihn gegen 21:15 Uhr MESZ auch freijäugig ausmachen dürfen. Durch ein Teleskop betrachtet, erscheint uns Merkur genau hälftig beleuchtet und 7.2" gross. Während die Lichtphase in den folgenden Tagen weiter abnimmt, wächst der scheinbare Merkurdurchmesser stetig an.

KONJUNKTION MIT VENUS

In derselben Zeit sinkt die helle Venus in Bezug auf die Horizontlinie immer weiter ab. Sie steuert auf die Sonne zu. Ihre Leuchtkraft nimmt dabei im Laufe des Monats um fast eine ganze Grössenklasse auf -3.9^{mag} ab. Am 4. erreicht sie mit $27^\circ 49'$ eine extrem nördliche Lage im Sternbild Stier. Die Konjunktion mit Merkur findet am Abend des 22. Mai statt. Die beiden Planeten trennen dann noch knapp zwei Mondbreiten. Am 23. und 24. Mai komplettiert die zunehmende Mondsichel die abendliche Szenerie. <

Der Mondlauf im Mai 2020



Unser Trabant nimmt in der ersten Maiwoche zu. Am 1. steht er 6° nordwestlich von Regulus im Löwen, tags darauf 9° östlich von ihm. Am Sonntag, 3. Mai, kommt es kurz vor Mitternacht zur Bedeckung des Sterns ν Virginis. Die genauen Bedeckungszeiten entnehmen Sie der Monatstabelle auf Seite 17. Weiter zunehmend nähert sich der Mond am 5. dem Jungfraustern Spica. Am 7. um die Mittagszeit wird der Mond voll. Zwei Tage später läuft er in 5° nördlichem Abstand an Antares vorbei und trifft am 12. und 13. auf die beiden Planeten Jupiter und Saturn (siehe dazu Abbildung 3). Das Letzte Viertel wird am 14. im Sternbild des Steinbocks erreicht. Am Tag der «Kalten Sophie» sehen wir den abnehmenden Mond 3° südlich von Mars. Die Neumondphase fällt auf den 22. Mai. Wie schon im April taucht die schmale zunehmende Mondsichel schon an den folgenden Abenden in der hellen Abenddämmerung auf (Abbildung 1). Am 24. gegen 21:30 Uhr MESZ ist der Mond 5° südöstlich von Merkur und 8° östlich der hellen Venus zu sehen. Auf seiner Wanderschaft erklimmt unser Nachbar im All immer höhere Deklinationen und steht am 25. 7° nördlich von Alhena in den Zwillingen. 24 Stunden später bildet er zusammen mit Pollux und Kastor ein stumpfwinkliges Dreieck. Die grösser werdende Mondsichel nähert sich abermals Regulus. Am 28. ist sie 9° nordwestlich, am folgenden Abend 6° östlich des Löwensterns zu sehen. Das Erste Viertel wird in den frühen Morgenstunden des 30. Mai erreicht.



Abbildung 1: Während Merkur zur Hochform aufläuft und uns die beste Abendsichtbarkeit des Jahres bietet, läuft Venus rasch der Sonne entgegen und beendet damit ihre mehrmonatige Präsenz als «Abendstern». Am 22. Mai trennen die beiden Planeten nur 54' voneinander.

Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien

Die Wasserschlange



Im Mai bietet sich gegen 23:00 Uhr MESZ die beste Gelegenheit, das ausgedehnteste Sternbild am nächtlichen Himmel, die Wasserschlange, in voller Länge über dem südwestlichen Horizont zu beobachten. Es handelt sich um eine eher unscheinbare Konstellation, denn nur zwei Sterne leuchten heller als $+3.0^{\text{mag}}$, Alphard, der «Alleinstehende», ist mit $+1.99^{\text{mag}}$ der Alpha-Stern der Wasserschlange. Bei ihm handelt es sich um einen roten Riesenstern der Spektralklasse K3. Seine Leuchtkraft übertrifft jene unserer Sonne um das 400-fache! Optisch wird Alphard von einem blauen Stern im Abstand von $281''$ begleitet. Physisch haben die beiden Fixsterne allerdings keinen Bezug. Ausgehend von Alphard folgen wir westwärts bis zum Schlangenkopf. Nach Süden erstreckt sich das Sternbild dicht südlich am Becher (lateinisch Crater) und am Raben (lateinisch Corvus) vorbei.

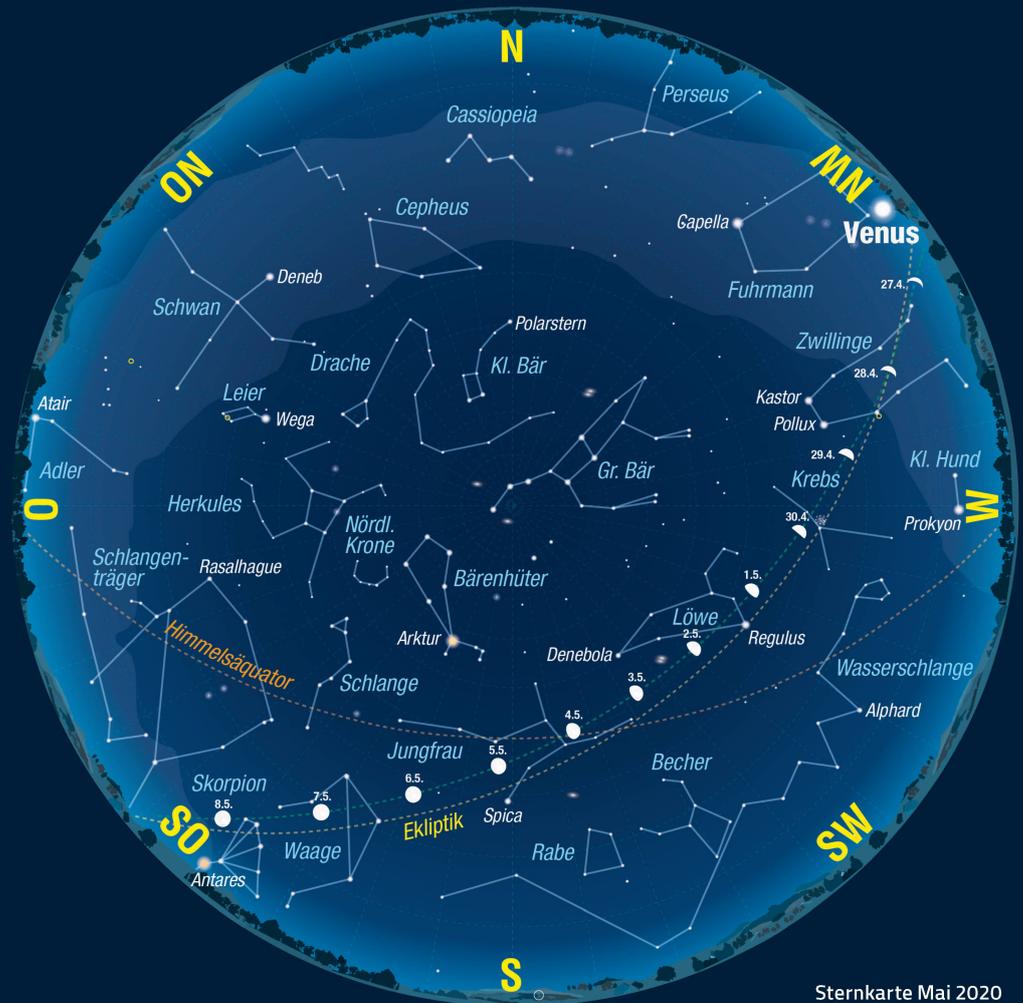


Abbildung 2: Die Planetenpositionen gelten am 15. Mai 2020.

Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien

Sternkarte Mai 2020

1. Mai 2020, 24 h MESZ
16. Mai 2020, 23 h MESZ
1. Juni 2020, 22 h MESZ

Zwischen Jupiter und Saturn kommt es zu einer «Quasi-Konjunktion»



Im Mai lohnt sich ein weiteres Mal der Blick an den Morgenhimmel, denn über dem Südosthorizont versammeln sich gleich die restlichen drei freisichtigen Planeten. Mars hat sich inzwischen weiter ostwärts von Jupiter und Saturn abgesetzt, wird aber im Laufe des Monats immer heller. Zu Monatsbeginn strahlt er mit $+0.4^{\text{mag}}$, am Monatsletztens bereits mit -0.0^{mag} und ist damit nur unwesentlich lichtschwächer als Arktur im Bärenhüter. Am Tag der «Kalten Sophie» zieht die abnehmende Mondsichel am Roten Planeten vorüber.

Am 11. Mai wird Saturn im Steinbock stationär und wandert in seinem Umkehrpunkt vorübergehend recht langsam rückläufig vor den Sternen. Nur drei Tage später kommt auch Jupiter im Sternbild Schütze zum Stillstand und beginnt damit seine Oppositionsphase, indem er fortan rückläufig durch den Tierkreis wandert. Mit Saturn kommt es am 18. Mai zu einer «Quasi-Konjunktion». Jupiter pirscht sich bis auf $4^\circ 42'$ an Saturn heran, um sich bis zum 13. September nochmals auf $8^\circ 10'$ vom Ringplaneten zu entfernen. Danach verringert sich der Abstand zwischen den beiden Gestirnen bis zum 21. Dezember immer mehr. Den spannenden Planetenwettbewerb können wir dann am Sommerhimmel verfolgen.

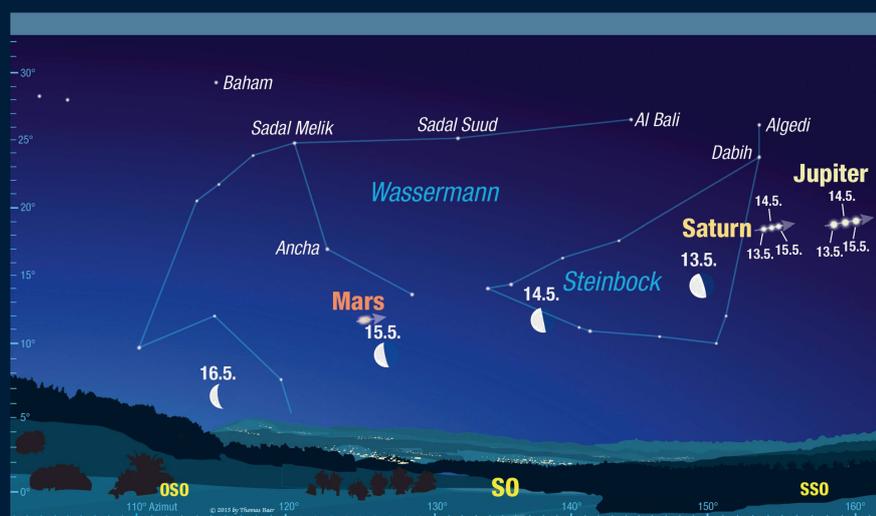


Abbildung 3: Der abnehmende Mond zieht Mitte Mai 2020 zuerst am Planeten Jupiter und Saturn vorbei und macht am 15. rund $3\frac{1}{2}^\circ$ südlich an Mars Halt. Die Situation ist für 04:30 Uhr MESZ gezeichnet. Wir sehen die beiden Sternbilder Steinbock und Wassermann im Südosten.

Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien

Das «Venus-Pentagramm»

Venus und ihr Achtjahreszyklus

Wer die Venus über mehrere Jahrzehnte beobachtet, stellt fest: Alle acht Jahre vollzieht unser Schwesterplanet einen ähnlichen Bahnverlauf am Himmel. Besonders schön lässt sich dies an der engen Begegnung mit den Plejaden vom 2. bis 4. April illustrieren. Bei genauerem Hinsehen bemerken wir allerdings, dass Venus «nur vorübergehend» alle acht Jahre Anfang April am Siebengestirn vorbeizieht.

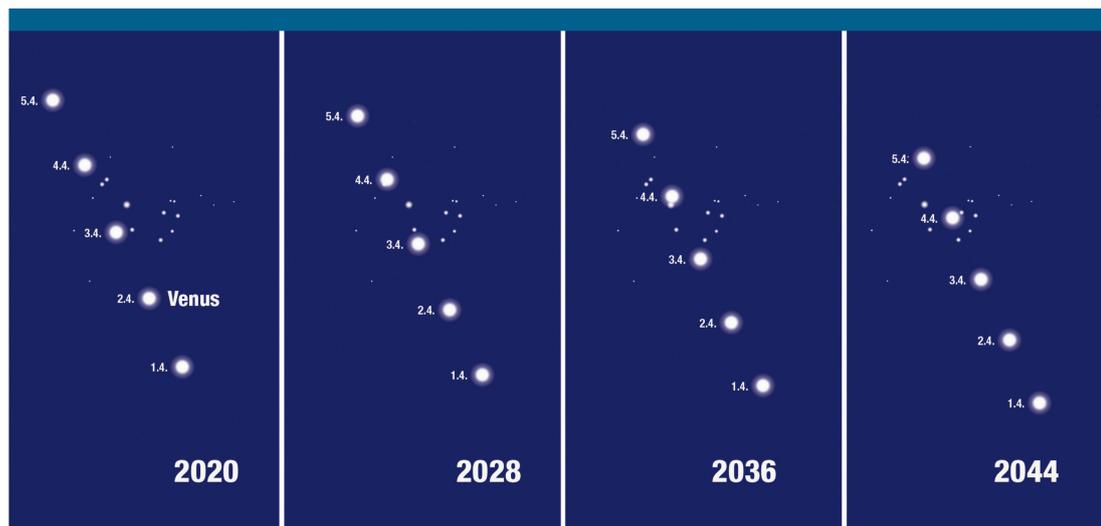
Venus und die acht Jahre: Richtig: die Venustransite von 2004 und 2012 folgten innerhalb dieser Zeitspanne und in derselben Abfolge konnten wir Venus 2001, 2009, 2017, und ein nächstes Mal wieder 2025 um Ende März, Anfang April gleichzeitig als «Morgen-» und «Abendstern» sehen, da ihre Bahn dann immer knapp 8° über der Sonne vorbei läuft. Vielleicht erinnern sich einige noch an die ersten Apriltage 1996, als uns Komet Hyakutake abends einen prächtigen Anblick bot. Damals zog Venus dicht an der Plejadensterngruppe vorbei. 2004, 2012 wiederholten sich diese Begegnungen, und im kommenden April grüsst der «Abendstern» das Siebengestirn erneut.

Natürlich liegt dieser Regelmässigkeit ein Verhältnis der Erd- und Venusumlaufszeit um die Sonne zugrunde. Tatsächlich vollzieht unser Schwesterplanet innerhalb von acht Erdumläufen 13 Sonnenumrundungen, exakt 13.004, was im weiteren Verlauf des Beitrags noch von Bedeutung sein wird. 8 Erdenjahre à 365.256 Tage (2'922.048 Tage) entsprechen 13 mal 224.701 Tagen, also 2921.113 Tagen. Wir haben es hier mit einer «fast perfekten» Kommensurabilität, einem ganzzahligen Vielfachen zweier reeller Zahlen zu tun, aber eben nur fast. Die kleine Differenz von 0.935 Tagen – umge-

rechnet sind es 22.44 Stunden – hat zur Folge, dass sich etwa die Venus-Plejadenbegegnung alle acht Jahre um einen knappen Tag «verspätet», was sich allerdings infolge der eingefügten Schalttage erst gegen Ende des Jahrhunderts zunehmend bemerkbar macht, wenn wir den Tag der engsten Begegnung fixieren. So erfolgt dieser 2020 am 3. April, 2028 gleichentags, 2036 vom 3. auf den 4., 2044 am 4., 2052 vom 4. auf den 5. und 2060 am 5. April (Abbildung 1). Im Jahr 2100 begegnet Venus erst am 19. April dem Siebengestirn. Beobachtet man den Verlauf der Venusbahn bezüglich der Plejaden in einem astronomischen Simulationsprogramm, so fällt auf, dass unser innere Nachbarplanet am 3. April 2020 noch fast in grösster östlicher Elongation steht (diese fand am 24. März statt). Die identische Situation am 3. April 2100 zeigt nun aber eine etwas veränderte Position. Venus durchläuft die östliche Elongation 2100 bereits Anfang März, steuert abermals auf die Plejaden zu, wird sie aber diesmal nicht überholen, sondern auf selber Höhe zum Stillstand kommen, um sich dann wieder in Richtung Sonne von ihnen zu entfernen (Abbildung 2). In noch fernerer Zukunft trifft Venus für längere Zeit nicht mehr auf die Sterngruppe, zumindest nicht am Abendhimmel!

Abbildung 1: Hier sehen wir die sich leicht ändernde Situation alle acht Jahre. Während Venus 2020 noch am 3. April die Plejaden passiert, verspätet sich die Begegnung bis 2044 um einen Tag. Auch die Venusbahn verlagert sich bezüglich der Sterngruppe geringfügig.

Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien



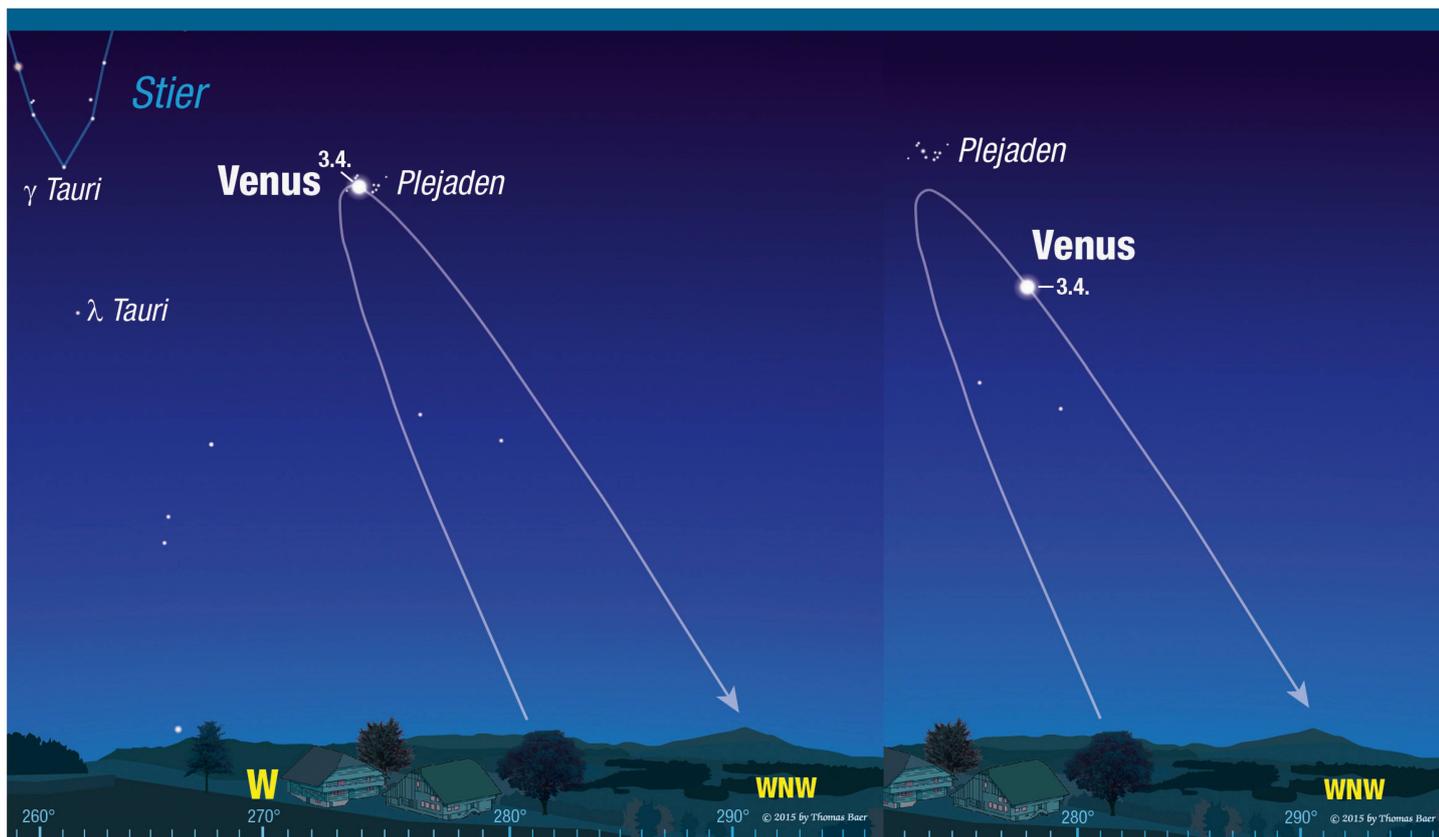


Abbildung 2: Zwei fast identische Situationen: Venus und die Plejaden im Jahr 2020 (links) und 2100 am 3. April gegen 21:30 Uhr MESZ (rechts).

Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien

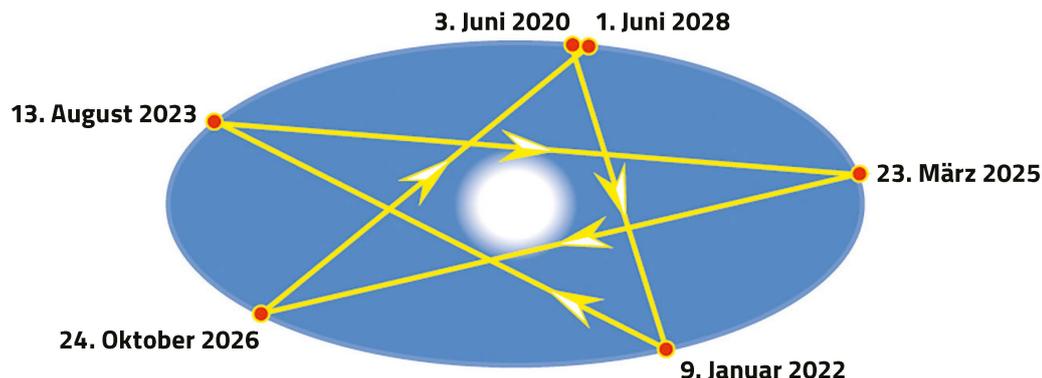
DAS VENUSPENTAGRAMM

Der grösste gemeinsame Teiler der siderischen Sonnenumläufe von Erde und Venus ist 5, wenn wir das Erdenjahr ganzzahlig auf 365 Tage ab- und das Venusjahr auf 225 Tage aufrunden. Dies hat zur Folge, dass sich die unteren Venus-Konjunktionen in ekliptikaler Länge in fünf gleich langen Abschnitten mehr oder weniger gleichmässig verteilen. Am 3. Juni dieses Jahres erfolgt der Vorbeigang am Tagesgestirn bei 73.5° ekliptikaler Länge. Folglich müssten

sich alle unteren Konjunktionen der kommenden acht Jahre in folgenden Ekliptikabschnitten ereignen: Im Bereich von 1.5°, 286.5°, 214.5°, 142.5° zurück zu 70.5°. Siehe da! Am 9. Januar 2022 läuft Venus wieder an der Sonne vorüber bei 288.5°, am 13. August 2023 bei 140.5°, am 23. März 2025 bei gut 2.7°, am 24. Oktober 2026 bei gut 210.8° und am 1. Juni 2028 bei 71.5°. Nach acht Jahren kehrt Venus also praktisch wieder in denselben ekliptikalen Längenabschnitt zurück. Die Differenz beträgt ca. 2° in ekliptikaler Länge.

Abbildung 3: Das Venuspentagramm. Die Verteilung der Positionen der unteren Konjunktionen der Venus am Himmel in den Jahren 2020 bis 2028. Anfang und Endpunkt des sich nicht exakt schliessenden Pentagramms weichen in ekliptikaler Länge etwa ein zwei Grad voneinander ab.

Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien



Um einen Fünftel, also 72° , im Venuspentagramm zurückzulegen, verstreichen im Schnitt 243 Jahre. Dann tritt eine fast identische Situation ein. Tatsächlich steht Venus am 3. April 2263 nahe der Plejaden, noch fast in westlicher Elongation, allerdings 4° südlich des Sternhaufens. Erst am 7. und 8. April durchläuft sie dann die Sterngruppe. Nochmals 243 Jahre später, im Jahr 2506, steht der «Abendstern» am 3. April 7° unter den Plejaden und durchschreitet sie erst am 11. April. Umgekehrt war die Konstellation am 3. April 1777. Damals hatte Venus das Siebengestirn bereits am 31. März überholt. Nach 5 mal 243 Jahren wird schliesslich die Situation von 2020 wiederholt, also im Jahr 3235. Wenn wir am Stichtag 3. April festhalten, so sehen wir, dass sich Venus über die Periode von 243 Jahren immer weiter von den Plejaden entfernt. Im Jahr 3235 sind es ganze 17° , und die Venus-Plejaden-Konjunktion verspätet sich auf den 21. April.

Diese allmähliche Verschiebung liegt darin begründet, dass Venus während der Dauer von acht Jahren die Sonne 13.004-mal umrundet. Wären es exakt 13 Umläufe, stünde Venus alle acht Jahre an der genau gleichen Stelle; die langsame durch die Präzession bedingte Verschiebung über die Jahrhunderte einmal vernachlässigt. Der winzige Überschuss von 0.004 sorgt für die aufsummierte Abweichung.

SCHON DIE BABYLONIER ENTDECKTEN DIE VENUSZYKLEN

In vielen Hochkulturen wurde Venus besondere Beachtung geschenkt. So etwa fand man babylonische Tontafeln aus dem 2. Jahrtausend v. Chr., die Berechnungen der Venusumläufe enthalten und von denen man ausgehen muss, dass wirkliche Beobachtungen hinter den entschlüsselten Daten stecken. So entdeckten Archäologen etwa Aufzeichnungen der heliakischen Auf- und Untergänge von Venus, die sich über 21 aufeinanderfolgende Jahre erstrecken, verbunden mit astrologischen Deutungen. Interessant ist die Erwähnung des «Jahres des goldenen Thrones», das auf die Regentschaft des Königs *Ammisaduqa* zurückgeht. Dieser regierte während 21 Jahren, womit ein enger Zusammenhang der Venusbeobachtungen unter seiner Herrschaft als wahrscheinlich gilt. Die Tontafeln sind das bislang älteste Schriftdokument einer Planetenbeobachtung. Die Keilschrifttexte enthalten Informationen zur synodischen 584-Tage-Venus-Periode (1 Jahr 218.7 Tage). So lange dauert das Intervall zwischen zwei aufeinanderfolgenden unteren Konjunktionen von Venus mit der Sonne. Abermals können wir dies nachprüfen: Vom 3. Juni 2020 (untere Konjunktion) bis zum 9. Januar 2022 (nächste untere Konjunktion) vergehen tatsächlich 584 Tage.

Aus den Aufzeichnungen geht auch hervor, dass im alten Babylonien bereits der Achtjahreszyklus bekannt gewesen sein muss. Dies kann daraus geschlossen werden, dass das 1. Jahr *Ammisaduqas* womöglich auf das Jahr 1701 v. Chr. oder ein Vielfaches von 8 Jahren früher oder später fällt, denn im Dokument wird eine besonders kurze Unsichtbarkeit von Venus beim Übergang von Abend- an den Morgenhimmel im Jahr 1 des *Ammisaduqa* erwähnt, die wir Ende März 1701 v. Chr. tatsächlich finden. <

Abbildung 5: Die Venustafeln des Königs *Ammisaduqa*.

Quelle: Wikipedia

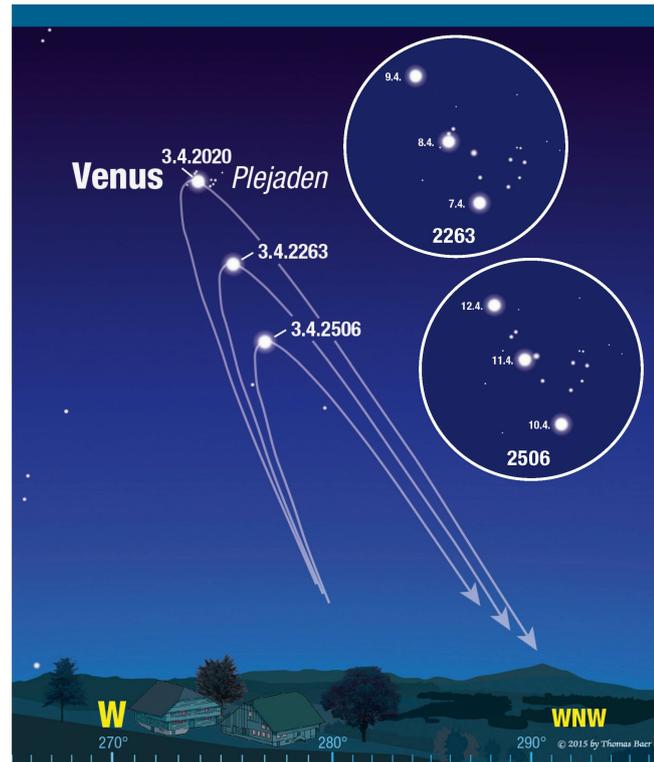


Abbildung 4: Hier sehen wir, wie sich die Situation alle 243 Jahre verändert. Stichtag ist immer der 3. April um 21:30 Uhr MESZ.

Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien



Ein Hauch von Mondfinsternis

Für Halbschattenmondfinsternisse haben die meisten Astronomiebegeisterten ein müdes Achselzucken übrig. Aber in astronomisch flauen Zeiten muss man sich mit dem begnügen, was der Himmel zu bieten hat. In diesem Geist schärfte ich am 10. Januar trotz der eher düsteren Wetteraussichten meine Kamera.

Nur den Halbschatten der Erde schrammte der Mond an diesem Abend. Und nur wenn die Eindringtiefe mehr als etwa 0.9 scheinbare Mond Durchmesser beträgt, lohnt sich ein Blick durch ein Fernglas oder ein kleines Fernrohr. Eine Erwähnung des eher unspektakulären Ereignisses hielt das SRF-Meteo nicht für angezeigt, vielleicht nicht zuletzt auch der dürrtigen Wetteraussichten wegen. Dessen unbeirrt verliess ich meine Ferienwohnung in Amden gleich nach dem SRF-Wetterbericht, denn in den Stunden zuvor taten sich verheissungsvolle Lücken in der Wolkendecke über Amden auf. Und mir war unsägliches Glück beschieden! Just als ich um 20:10 Uhr, gerade zur Zeit des Finsternismaximums mit Magnitude 0.921 (Eindringtiefe des Mondes), schussbereit war, befreite sich der Erdtrabant aus einer riesigen Wolkenwand im Osten. Völlig unverschleiert konnte ich den unten rechts leicht verdüsterten Mond durch mein Linsenteleskop Borg 76ED mit 500 mm Brennweite beobachten und knipsen. Das Vergnügen währte aber nicht lange. Schon kurz vor 20:30 Uhr begannen die Fransen derselben Wolkenwand wieder am Mond herum zu züngeln, und bald verschwand der Trabant für den Rest der Nacht. <



Abbildung 1: Die schwache Verdüsterung ist am unteren Mondrand deutlich erkennbar. Aufnahmedaten: Kamera Canon EOS 6D, ISO 100, F/6.6, f = 500mm, 1/250 s.

Bild: Walter Bersinger

NEU

Bestellen Sie die Sternkarte auf orionmedien.ch für CHF 12.-

KINDER-STERNKARTE

Kinder entdecken die Sternbilder am Himmel.

Entdecken Sie den Himmel mit der Kinder-Sternkarte. Auf der Vorderseite zeigt die Sternkarte den Nordhimmel und auf der Rückseite den Südhimmel.

Die Fachgruppe Sonne überwacht den Verlauf der Sonnenaktivität in Ca II K

Automatische Messung von Plages im Kalziumlicht

Die totale Strahlungsintensität der Sonne folgt den Schwankungen des elfjährigen Aktivitätszyklus. Während die kühlen Sonnenflecken eine Reduktion des Strahlungsflusses bewirken, sorgen die heissen Fackelgebiete der Chromosphäre für einen Überschuss. Die langfristige Überwachung der chromosphärischen Fackelaktivität ist daher eine wichtige Aufgabe und für gut ausgerüstete Amateurastronomen ein zwar anspruchsvolles, aber dennoch lohnendes Projekt.

Seit dem 1. Januar 2011 wird auf dem Sonnenturm Uecht in Niedermuhlern bei Bern die Sonnenaktivität im Licht der violetten Ca II K Linie routinemässig überwacht und wenn möglich täglich dokumentiert (Friedli und Enderli, 2011). Hierzu dient ein mit einem Feather Touch Okularauszug von

Starlight Instruments und einem Fluorit Flatfield Converter von Baader Planetarium nachgerüsteter, auf einer GM3000 HPS von 10Micron stationär montierter und robotisch betriebener NP-101 APO Refraktor von TeleVue mit 101 mm Öffnung und total 1'537 mm Brennweite. Ein Ca II K Diagonalmodul

von Lunt Solar Systems filtert das Sonnenlicht mit einer Halbwertsbreite von 0.24 nm bei 393.4 nm und liefert damit Bilder der unteren Chromosphäre in der Nähe des Temperaturminimums der Sonnenatmosphäre, welche mit einer grossformatigen CCD-Kamera aufgenommen werden können. In den

Abbildung 1: Anblick der Sonne am 24. Oktober 2014 im Maximum des 24. Aktivitätszyklus. Aufnahme mit dem TeleVue NP-101 Refraktor des Sonnenturm Uecht in Niedermuhlern. Zu sehen sind neben den dunklen Sonnenflecken auch chromosphärische Fackelgebiete. Die hellsten und dichtesten werden Plages genannt. Fackelgebiete, welche sich langsam auflösen und in das chromosphärische Netzwerk der ruhigen Sonne übergehen, heissen enhanced Network.

Bild: Patrick Enderli

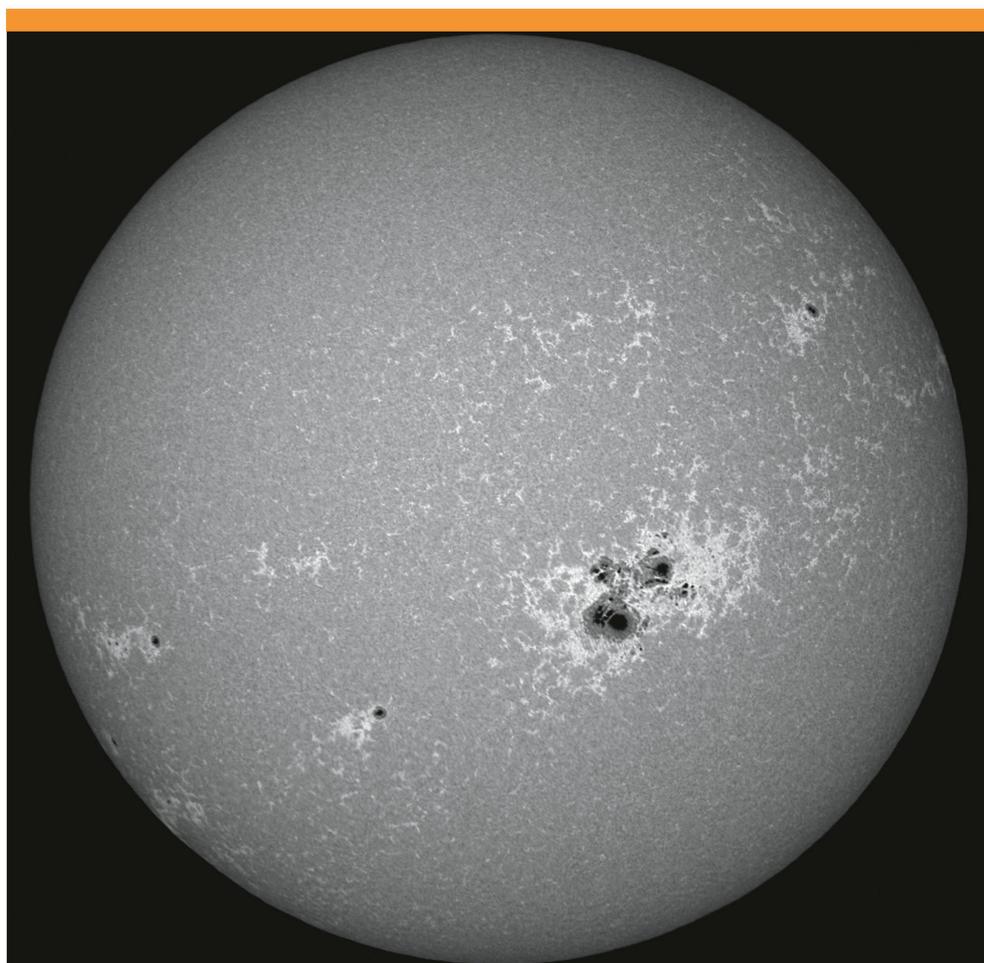




Abbildung 2: TeleVue NP-101 Refraktor des Sonnenturm Uecht in Niedermuhlern. Lunt Ca II K Diagonal Filtermodul mit einer Halbwertsbreite von 0.24 nm. Atik 4000 CCD-Kamera mit einem Sonnendurchmesser von 1'900 Pixeln und einer Auflösung von 1.0 Bogensekunden pro Pixel.

Bild: Patrick Enderli

ersten Jahren verwendeten wir hierzu eine Atik 320e CCD-Kamera mit elektronischem Verschluss, welche ein Sonnenbild mit 1'136 Pixeln Durchmesser bei einem Abbildungsmaßstab von 1.7 Bogensekunden pro Pixel lieferte. Seit 2013 dient hierzu eine Atik 4000 CCD Kamera, welche mittels einem KAI-4022 Interline Chip von OnSemi mit 2047 x 2'047 aktiven Pixeln ein Sonnenbild mit 1900 Pixeln Durchmesser und einem Abbildungsmaßstab von 1.0 Pixeln pro Bogensekunde liefert (Abbildung 2). Musste infolge einer langsamen Internetverbindung in den ersten Jahren für eine Aufnahme immer noch ein Operateur vor Ort anwesend sein, so können die Routinebeobachtungen seit einigen Jahren per Internet von irgendeinem Ort aus ferngesteuert werden. Nach der Akquisition wird das beste Einzelbild der automatisch aufgenommenen Bildserie von Hand nachbearbeitet, orientiert und in eine Datenbank abgelegt. Durchschnittlich kann die Sonnenaktivität so an rund 120 Tagen pro Jahr dokumentiert werden.

EIGENE PROGRAMMIERUNG WAR NÖTIG

Von Anfang an war geplant, die gewonnenen CCD Aufnahmen als Messplattformen für die Überwachung der langfristigen chromosphärischen Fackelaktivität zu nutzen (Friedli und Enderli, 2011). Die akkura-

te Bestimmung der Positionen, Helligkeiten und Flächen der chromosphärischen Fackeln erwies sich aber als extrem schwierig. Mit keiner der gängigen astrofotografischen Bildbearbeitungssoftware können derartige Auswertungen realisiert werden. Professionelle Astronomen schreiben hierzu ihre eigenen Auswertungsprogramme in der Interactive Data Language (IDL), welche für Amateure jedoch unerschwinglich bleibt. Eine Open Source Variante (GNU Data Language, GDL) existiert nur für Linux basierte Rechner und Mac. Somit kann auch die von der NASA zusammengestellte AstroLib mit astronomischem Programmcode (von uns) nicht genutzt werden. Bleibt nur die eigene Implementierung in Java, Python oder R. Nach jahrelangem Zögern haben wir uns im Rahmen der Maturaarbeit von *Jannine Meier* entschlossen, ein Auswertungsprogramm in R zu schreiben und damit den Verlauf der Sonnenaktivität in Ca II K vom letzten Maximum im Jahr 2014 bis zum gegenwärtigen Minimum im Jahr 2019 zu rekonstruieren. Entstanden ist daraus das R-Package «sunxplrr», welches in einer Testversion auf GitHub verfügbar ist (Friedli, 2020). Zu Vergleichszwecken haben wir für dieselben Jahre pro Tag auch eines der vom Solar Dynamics Observatory (SDO) Satelliten der NASA mit der Atmospheric Imaging Assembly (AIA) bei 170 nm Wel-

lenlänge aufgenommenen Bilder heruntergeladen und ausgewertet (Abbildung 3).

Die Programmierung der Bildauswertung bedingt zuerst eine für Astrofotografen etwas andere Arbeitsweise bei der Lösungsfindung. In Bildbearbeitungsprogrammen werden die Bilder üblicherweise als Ganzes geladen, kalibriert, positioniert, gefiltert etc. Programmieren besteht in diesen Anwendungen darin, einzelne dieser Schritte zu kombinieren oder aneinanderzuhängen. Programmieren wir jedoch selber, dann müssen wir quasi eine Ebene tiefer gehen und das Bild als zweidimensionale Datenmatrix auffassen, mit jedem CCD-Pixel als ein Matrixelement. Für unsere Implementierung in R sind wir noch einen Schritt weitergegangen und haben das Bild als eine eindimensionale Datentabelle aufgefasst, mit jedem Pixel als neue Tabellenzeile. Jedes einzelne Pixel kann dann mit beliebigen Eigenschaften versehen werden, die in die Tabellenspalten geschrieben werden können. Zu den Eigenschaften gehören insbesondere die Pixelkoordinaten i und j auf dem CCD-Chip sowie die Pixelhelligkeit in ADU. Zusätzlich können aber auch die Zugehörigkeit zur Sonnenscheibe, zu einem Fackelgebiet, zum angeregten chromosphärischen Netzwerk oder zu einem Sonnenfleck sowie die heliografischen Koordinaten und der Abstand zum Scheibenmittelpunkt abgespeichert

werden. Die Datentabelle umfasst für ein Kalziumbild des Sonnenturm Uecht 4'190'209 Zeilen, entsprechend der Zahl der aktiven Pixel (2'047 x 2'047). Jede Datenmanipulation generiert eine neue Spalte in der Datentabelle und erhöht deren Grösse um rund 4 MB. In unseren Programmen arbeiten wir mit bis zu 40 Tabellenspalten. Die entstehende Datenmenge pro Einzelbild ist mit über 1.5 GB daher ziemlich gross und bei der Batchverarbeitung von hunderten von Einzelbildern muss auf die Rechnerkapazitäten und Speicherplatzbedürfnisse schon geachtet werden. Wir haben alle unsere Auswertungen ferngesteuert auf den Rechnern und dem NAS des Sonnenturm Uecht durchgeführt.

FLÄCHENBESTIMMUNG VON PLAGES

Wie wir die im Flexible Image Transport System (FITS) Format vorliegenden Bilddateien nach R importiert, den binären Bildteil decodiert und in eine eindimensionale Datentabelle umgewandelt sowie den textbasierten Header ausgelesen und als Parameterdatei umformatiert haben, ist eine eigene Geschichte. Erwähnt sei lediglich, dass uns hierbei das Buch von *Berry und Burnell* (2005) eine wertvolle Hilfe war.

Einmal eingelesen, müssen auf dem Bild in einem ersten Schritt die Sonnenscheibe gefunden, die einzelnen Sonnenpixel markiert, das Scheibenzentrum sowie die heliografischen Koordinaten und der Abstand zum Scheibenzentrum jedes einzelnen Pixels berechnet werden. Hierzu haben wir zuerst auf 10 Prozent der maximalen Bildhelligkeit zeilenweise nach dem Sonnenrand gesucht und in einer binären Maske alle Pixel, welche heller als dieser Grenzwert waren, mit einer 1 die übrigen mit einer 0 markiert. Auf den Bildern des SDO hat dies nicht so gut funktioniert, da auf diesen Bildern in den Ecken des Bildes noch Text zu sehen ist, welcher bei diesem Vorgehen als Sonnenpixel identifiziert wird. Wir haben daher bei den SDO Bildern zuerst in einer textfreien Zeile im Bildzentrum nach dem Sonnenrand gesucht, daraus einen provisorischen Sonnenradius gerechnet und eine passend vergrösserte Scheibe aus dem Bildzentrum

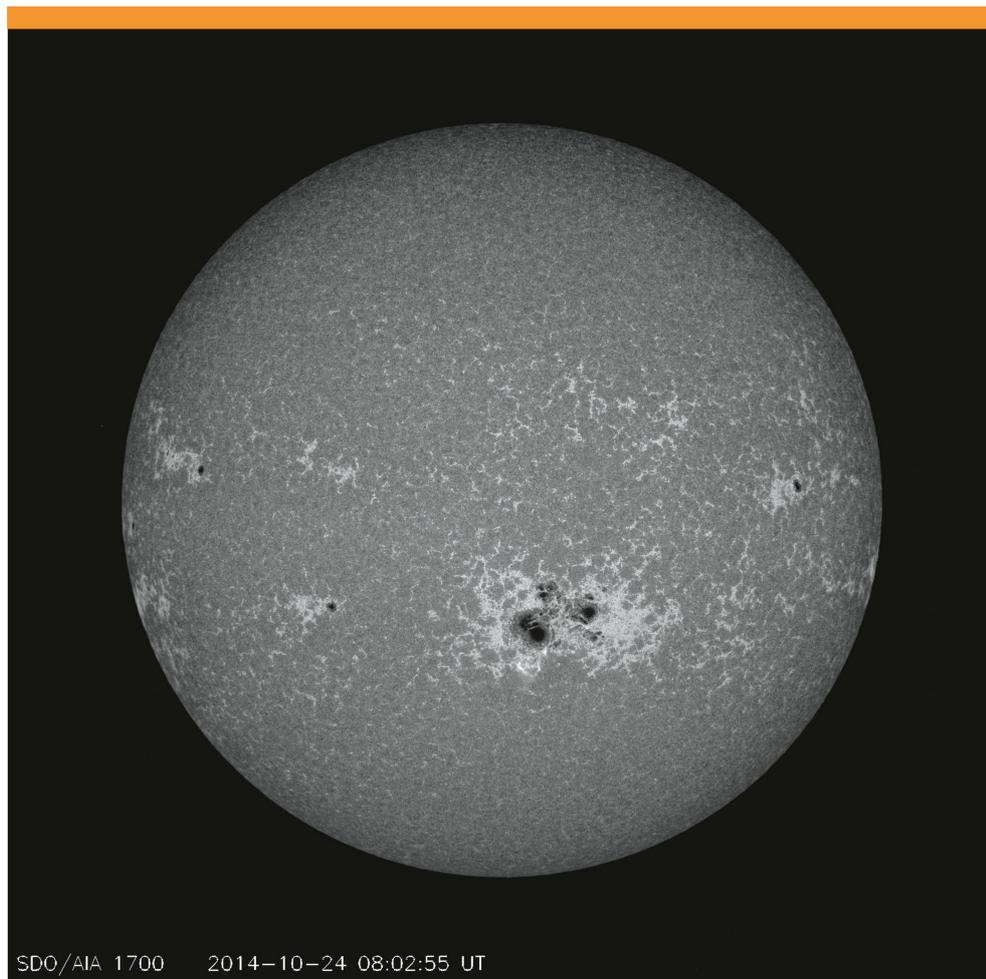


Abbildung 3: Anblick der Sonne am 24. Oktober 2014 bei 170 nm Wellenlänge in der unteren Chromosphäre in der Nähe des Temperaturminimums (vergleiche Abbildung 1). Aufnahme mit der Atmospheric Imaging Assembly (AIA) an Bord des Solar Dynamics Observatory (SDO) Satelliten der NASA.

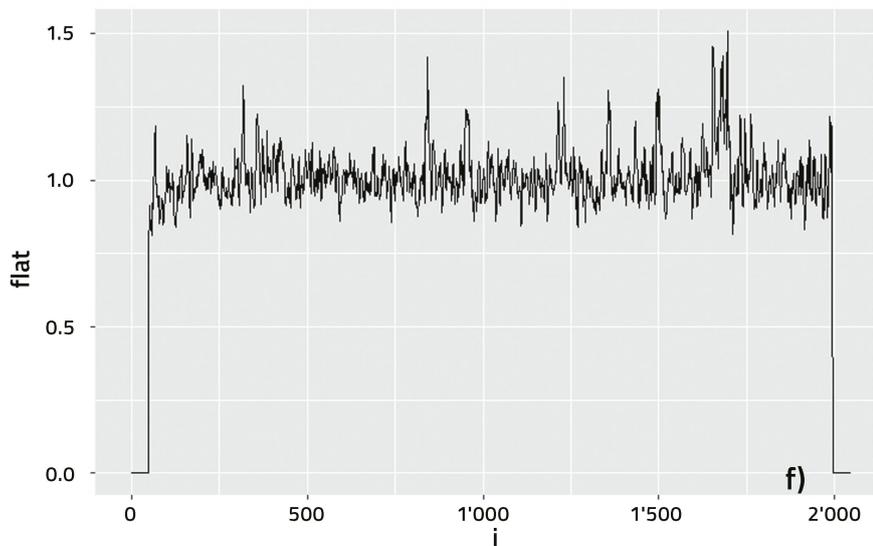
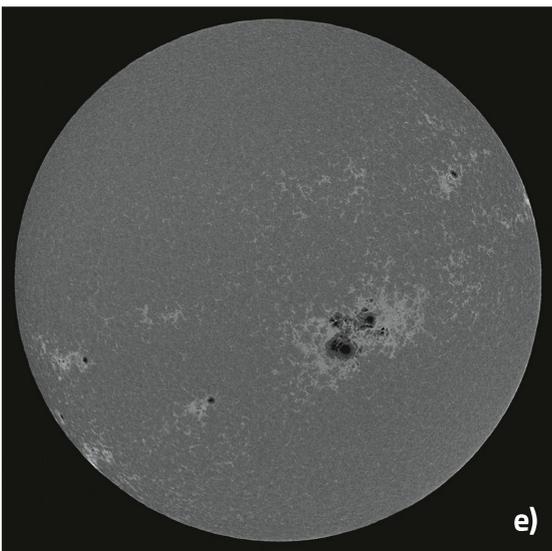
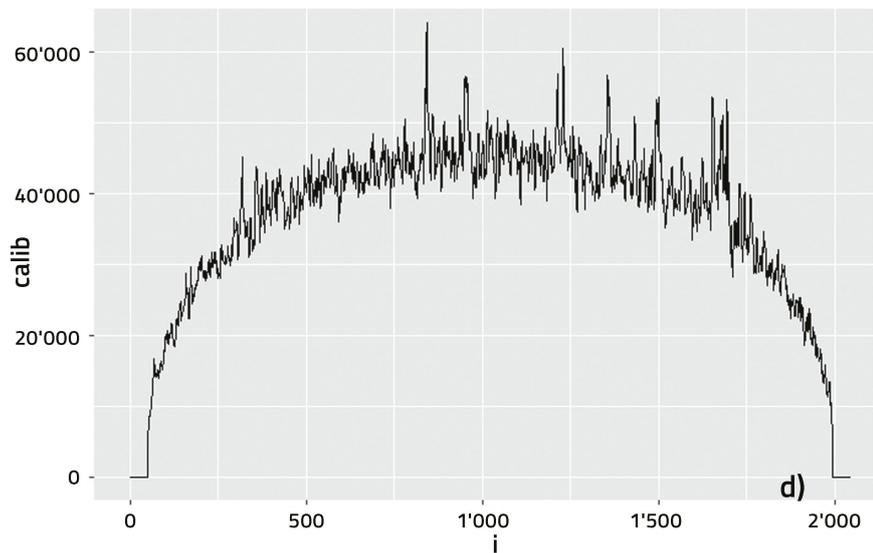
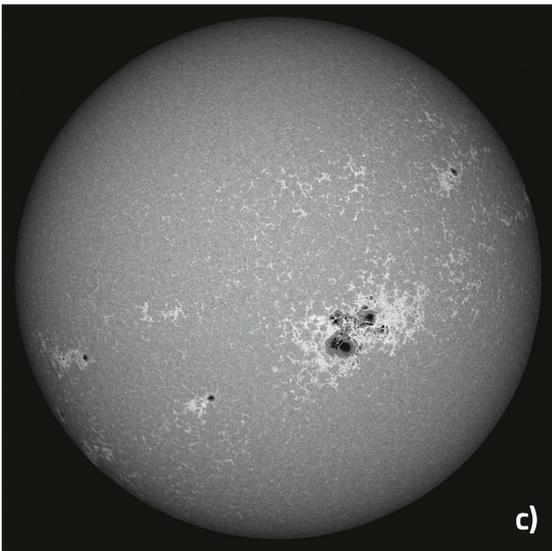
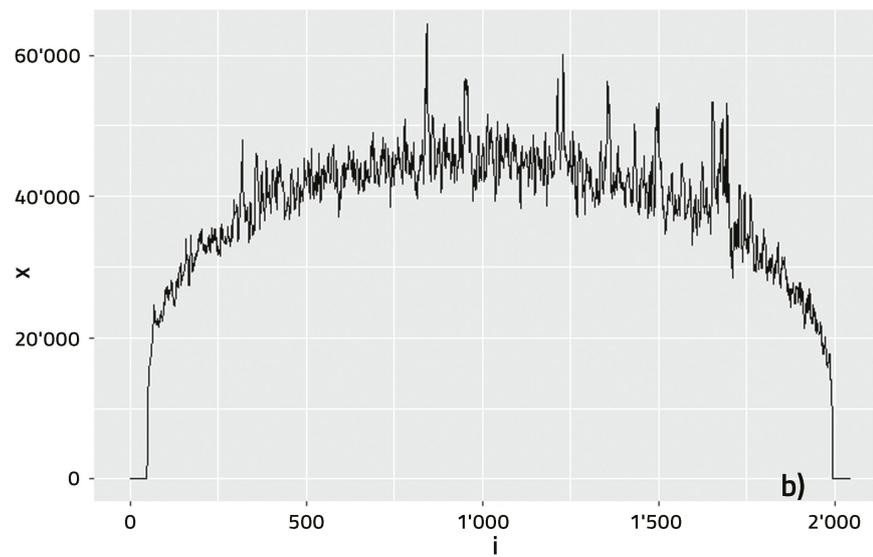
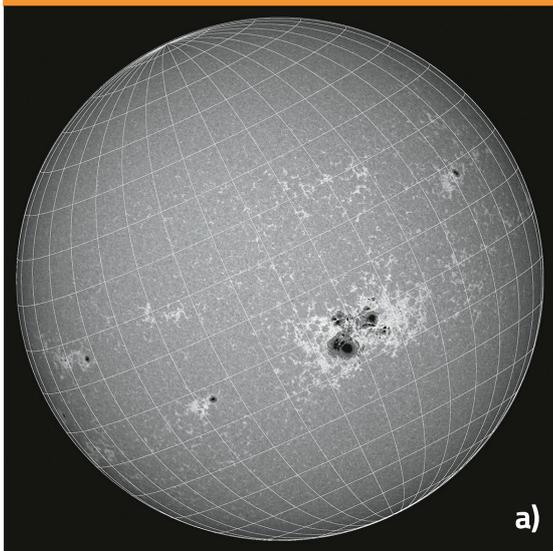
Bild: NASA

herausgeschnitten und darin mit obigem Algorithmus nach dem tatsächlichen Sonnenrand gesucht.

Die binäre Maske enthält gewöhnlich noch Löcher an den Stellen, wo dunkle Teile von Sonnenflecken auftreten. Die Löcher müssen in einem weiteren Rechenschritt aufgefüllt werden. Anschliessend kann der Helligkeitsschwerpunkt der binären Maske berechnet werden, was die Zentrumskoordinaten der Sonnenscheibe liefert. Aus der Fläche der Sonnenmaske kann der Radius eines flächengleichen Kreises bestimmt werden. Nun wird eine binäre Kreismaske generiert und das originale Bild mit dieser Maske gefaltet. Dadurch entsteht ein exakt

kreisförmiges Bild mit dem beobachteten Sonnenbild und einem schwarzen Bildhintergrund. Die berechneten Zentrumskoordinaten werden in den FITS Header geschrieben, damit sie weiterverwendet werden können. Schliesslich können die heliografischen Koordinaten sowie der Zentrumsabstand jedes einzelnen Pixels berechnet und in der Datentabelle abgelegt werden. Hierzu haben wir den bekannten Formelapparat aus *Meeus* (1991) benutzt. Zu Illustrationszwecken kann auch ein Gradnetz mit den heliografischen Koordinaten über das Bild gelegt werden (Abbildung 4a).

Sollen die Fackelgebiete auf der Sonnenscheibe mittels eines passenden Hellig-



Abbildungen 4a (oben links) – 4f (unten rechts): Eingelesenes und mit Gradnetz versehenes, kalibriertes und standardisiertes Sonnenbild sowie dazugehörige horizontale Schnitte durch das Zentrum der sichtbaren Sonnenscheibe.

keitsgrenzwertes identifiziert werden, muss das Sonnenbild möglichst flach sein. Hierzu ist also vorgängig die ausgeprägte Randverdunkelung zu entfernen (Abbildung 4b).

Es ist seit längerem bekannt, dass die Randverdunkelungsfunktion vom Scheibenzentrum als radialsymmetrisches Polynom 5. Grades mit dem Cosinus des Winkelabstands zum Scheibenzentrum als Argument dargestellt werden kann. Passende Werte für die Koeffizienten können aus *Neckel* und *Labs* (1994) interpoliert werden. Leider sieht die so berechnete Randverdunkelungsfunktion ganz anders aus als die beobachtete auf den Bildern des Sonnenturm Uecht und des SDO. Bei den Bildern des Sonnenturm Uecht ist der Helligkeitsabfall in Zentrumsnähe infolge der bei der Nachbearbeitung der Bilder applizierten Waveletschärfung merklich grösser. Zudem ist der Bildhintergrund nicht flach. Insbesondere enthält er einen Kometenschweif, welcher während des Bildauslesevorgangs entsteht. Zudem können hin und wieder dünne Wolken auf dem Bild sein. Auch bei den Bildern des SDO ist der Hintergrund nicht flach und die Form des Polynoms anders als erwartet. Wir haben daher

die Koeffizienten des Randabschattungs-polynoms zusammen mit einer durch das Zentrum der Sonnenscheibe gehenden Ebene mittels der Methode der kleinsten Quadrate selber geschätzt, wobei die Pixel der dunklen Sonnenflecken und der hellen Fackelgebiete nicht mitberücksichtigt wurden. Um eine Art kalibriertes Bild zu erstellen, haben wir die erwartete Randabschattungs-funktion nach *Neckel* und *Labs* (1994) auf die beobachtete Bildhelligkeit im Zentrum der Sonnenscheibe gestreckt und die berechneten Residuen dazu addiert (Abbildungen 4c und 4d). Wird dieses Bild pixelweise durch die gestreckte Randabschattungs-funktion dividiert entsteht ein flaches Bild (Abbildungen 4e und 4f), deren Helligkeitswerte als Kontraste bezeichnet werden.

Auf den flachen Bildern können nun die hellen Fackelgebiete mittels eines geeigneten Grenzwertes (*Threshold*) identifiziert werden, wobei man üblicherweise zwischen den in Aktivitätsgebieten auftretenden Plages und dem sogenannten enhanced Network unterscheidet. Während die Plages heller und dichter sind und meistens in Begleitung von Sonnenflecken in jungen Aktivitätsgebieten

auftreten, ist das enhanced Network als Zerfallserscheinung eines alternden Aktivitätsgebietes zu betrachten, welches den Rändern der Supergranulationszellen folgt (Abbildungen 1 und 3). Nach etlichen Versuchen setzen wir die Thresholds für die Plages bei den Bildern des Sonnenturm Uecht auf einen Intensitätskontrast von 1.35 und bei den Bildern des SDO auf 1.50. Die Thresholds des enhanced Networks wurden für die Bilder des Sonnenturm Uecht auf einen Intensitätskontrast von 1.25, diejenigen des SDO auf 1.35 festgesetzt. Jedes Pixel, dessen Intensitätskontrast über dem entsprechenden Threshold lag, wurde automatisch markiert und seine Fläche um die perspektivische Verkürzung korrigiert (Abbildung 5).

DIE FACKELAKTIVITÄT 2014 – 2019

Durch geeignete Summenbildung der Kontrast- und Flächenwerte der einzelnen Pixel können pro Bild diverse Indices der Fackelaktivität berechnet und die Grundlagendaten für synoptische Karten der Sonnenoberfläche sowie der Breitenverteilung der Indices berechnet und abgespeichert werden. Mit den selber programmierten

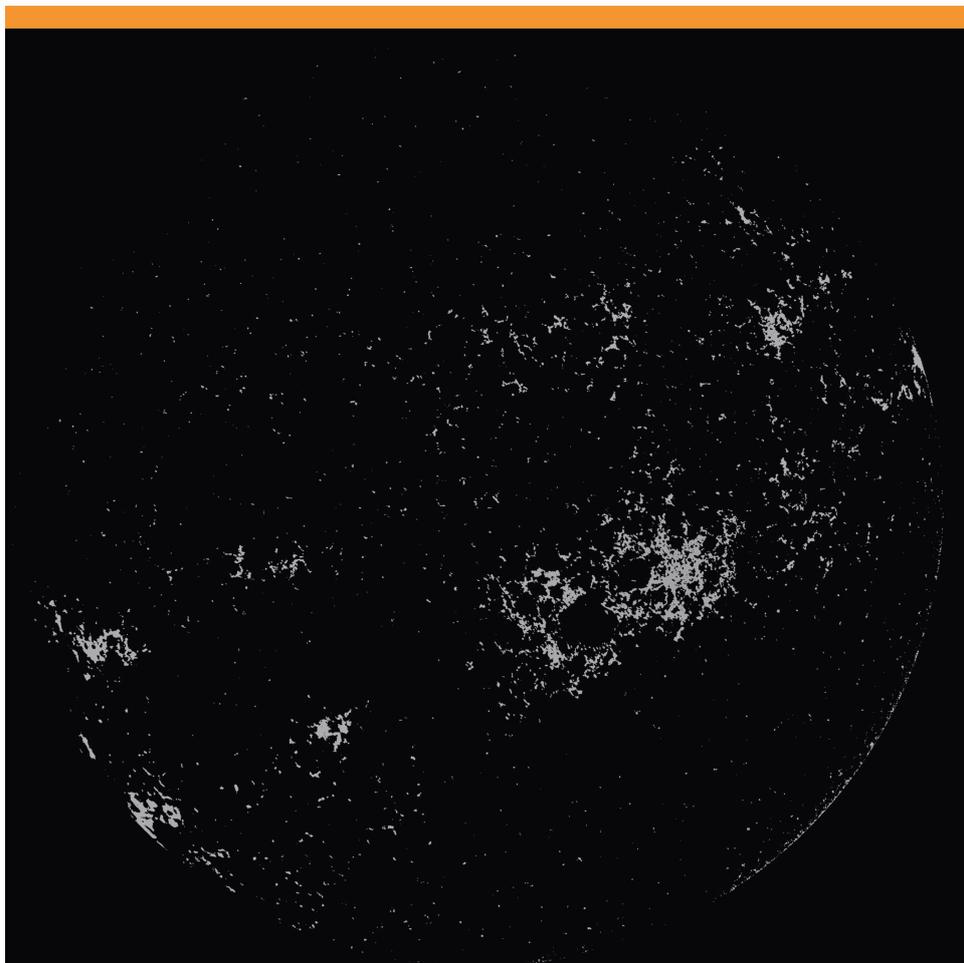


Abbildung 5: Plages und enhanced Network.

Bild: Jannine Meier

SDO: Monatliche Indices pro Halbkugel



Abbildung 6: Totale Fackelfläche in Prozent der sichtbaren Sonnenhemisphäre sowie aufgeteilt nach Plages und enhanced Network.

Bild: Jannine Meier

Funktionen des R-Package «sunxplr» wurden 1'861 Einzelbilder des SDO und 652 Einzelbilder des Sonnenturm Uecht im sogenannten Batchmodus automatisch verarbeitet. Hierzu verteilen wir die Rechenlast auf die drei Hauptrechner des Sonnenturm Uecht welche für die Bearbeitung der Ein-

zelbilder und das zusammentragen der Resultate rund 4 Tage benötigten.

Die berechneten Monatsmittel der Fackelaktivität auf den SDO Bildern sind in Abbildung 6 wiedergegeben. Dargestellt ist die mittlere von den Plages bzw. vom enhanced Network bedeckte Fläche in Prozenten

der Gesamtfläche der sichtbaren Sonnenhemisphäre von Januar 2014 bis Ende Dezember 2019. Während die Fläche der Plages sich seit 2018 in einem Minimum befindet, zeichnet sich beim enhanced Network seit Beginn 2019 ein leichter Anstieg des Aktivitätsindex ab. Ein Vergleich mit den Resultaten von den

CELESTRON
Die besten Produkte von Celestron vom Astro-Spezialisten

AOKswiss.ch
info@aokswiss.ch
076 331 4379
041 534 5116

Aufnahme mit Officina Stellare RC500 auf einer Herkules V48

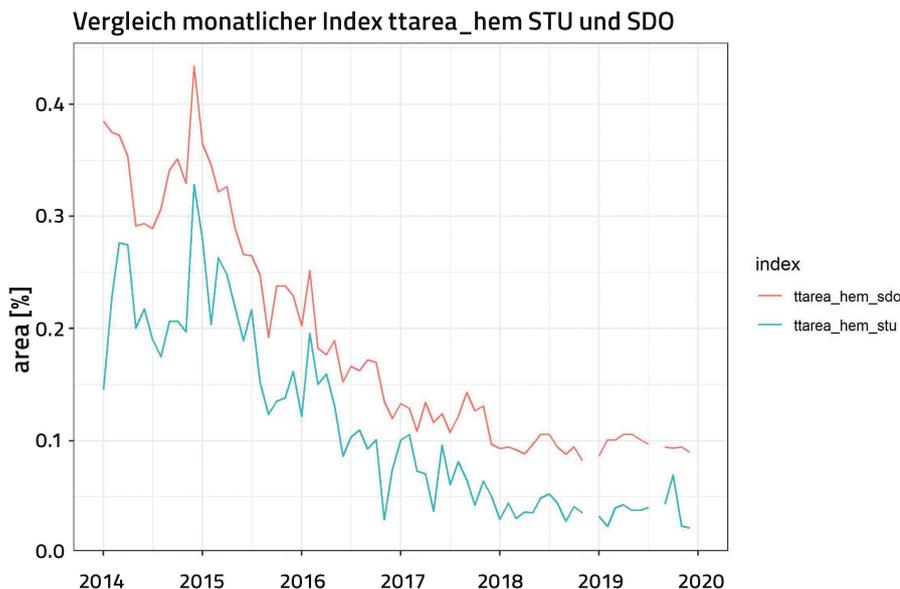


Abbildung 7: Vergleich der totalen Fackelfläche in Prozent der sichtbaren Sonnenhemisphäre zwischen SDO und Sonnenturm Uecht (STU).

Bild: Jannine Meier

Bildern des Sonnenturm Uecht in Ca II K legt allerdings nahe, dass es sich hierbei um ein Artefakt der SDO Messungen handeln könnte (Abbildung 7).

MINIMUM LÄSST AUF SICH WARTEN

Eindeutige Hinweise, dass das Minimum des 24. Aktivitätszyklus erreicht bzw. bereits überschritten sein könnte, liegen bis Ende 2019 noch keine vor. Zwar wurden auch auf dem Sonnenturm im Dezember 2019 mehrere Fackel- und sogar Fleckengebiete beobachtet, welche eindeutig dem neuen Zy-

klus zuzuordnen sind, doch haben diese noch nicht dazu geführt, dass die Aktivitätskurven wieder ansteigen. Allerdings dürfte es nicht mehr allzu lange dauern.

AUSBLICK

Die im Rahmen der Maturaarbeit von *Jannine Meier* mit dem R-Package «sunxplr» ausgewerteten Kalziumbilder des Sonnenturm Uecht zeigen, dass diese als Messprotokolle für die Überwachung der Aktivität der Sonne in Ca II K geeignet sind und den Vergleich mit professionellen Messplattformen nicht zu scheuen brauchen. Der Rou-

tinebetrieb am Sonnenturm Uecht wird daher fortgesetzt und, wenn möglich, noch weiter automatisiert. Maturanden und andere Interessenten, welche sich an den täglichen Beobachtungen des Sonnenturm Uecht beteiligen oder an der Weiterentwicklung der Auswertprogramme mitarbeiten möchten, sind willkommen. <

LITERATUR

- Berry, R. und Burnell, J. (2005). The Handbook of Astronomical Image Processing. Willmann-Bell, 2005.
- Friedli, T. K. (2020). Package «sunxplr». <https://github.com/wolfinstitut/sunxplr/>
- Friedli, T. K. und Enderli, P. (2011). Die violette Sonne. ORION 365: 28 - 31.
- Meeus, J. (1991). Astronomical Algorithms. Willmann-Bell, 1991.
- Neckel, H. und Labs, D. (1994). Solar limb darkening 1986 - 1990. Sol. Phys. 153: 91 - 114
- Website des Sonnenturms Uecht: <http://www.sonnenturm.ch>

Lösung: Wann war der Fotograf beim Aussichtspunkt?

Hugo Blikisdorf aus Untersiggenthal schreibt mir dazu: «Ich habe heute Morgen dein Rätsel angeschaut. Die Richtung zum Sonnenreflex ist ziemlich genau gegen Süden. Der Abstand zum Reflex ist etwa 2,6 km, die Höhendifferenz 1'030 m (1'464 m – 434 m). Das gibt einen Winkel von 22°, mit der die Sonne im See gespiegelt wird. Das gilt auch auf der Sonnenseite des Reflexes, das heisst die Sonne ist 22° über dem Horizont. Das macht -21° gegenüber dem Äquator. Diese Deklination hat die Sonne Ende November oder Mitte Januar. Der fehlende Schnee in den mittleren Lagen spricht eher für Ende November.»

Damit ist das Wichtigste gesagt, die Idee zur Lösung des Rätsels ist aufgezeigt.

Man könnte allerdings fragen: «Wie findet man den Abstand von etwa 2.6 km zum Reflex auf dem See?»

Ich wollte die Situation noch etwas gründlicher untersuchen und dazu Figuren verwenden: Ausschnitt aus der Rätselfoto und aus der Landeskarte mit Ergänzungen, Profil entlang der Visierlinie.

Als erstes habe ich die Panoramafoto mit einer Visierlinie über die Sonnenreflexion ergänzt (gelbe Linie in Abbildung 1). Auf dieser sind die Fixpunkte A, B, C (jeweils am Ufer) markiert. Sodann wurde diese Visierlinie mit den drei Punkten möglichst genau in die Landeskarte übertragen (gelbe Linie in Abbildung 2). Deren Abweichung von der Südrichtung (rote Linie) misst 2.7 Grad.

Und wenn man am «Feinjustieren» der Richtungen ist, müsste man zudem bedenken, dass «Kartennord» hier nicht mit «geografisch Nord» übereinstimmt. Das heisst: Auf den schweizerischen Landeskarten stimmen die beiden Nordrichtungen nur für Orte mit der x-Koordinate 600'000 (et-

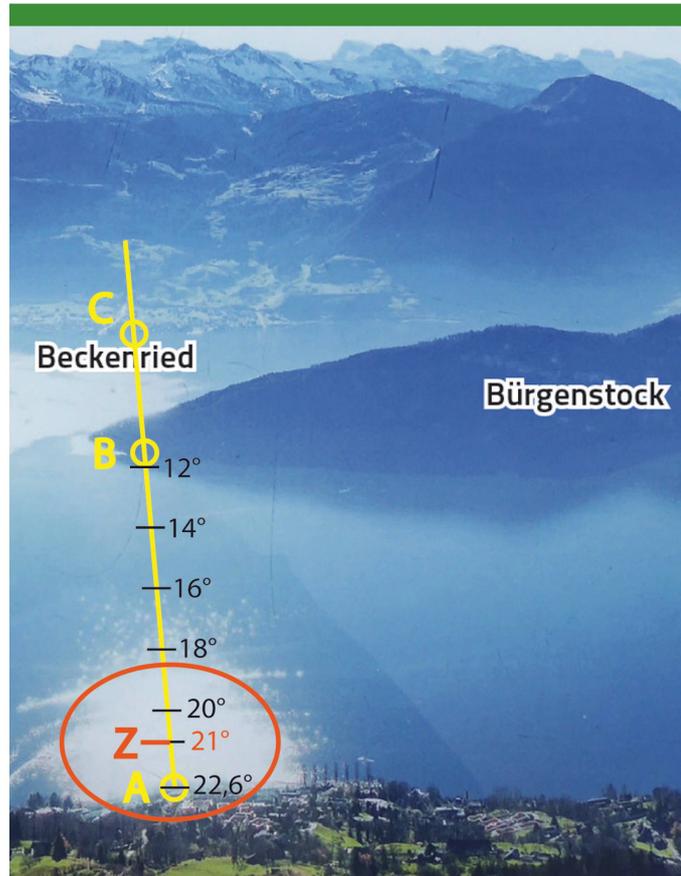


Abbildung 1: Panorama vom Chänzeli / Rigi Kaltbad aus mit Ergänzungen. Gelb: Blickrichtung über die Mitte der Sonnenreflexion mit Punkten am Seeufer (A, B, C). Die schwarze Skala markiert die Blickrichtungen (in Grad von der Horizontalen abwärts gezählt). Darauf kann der Ort der Sonnenreflexion abgelesen werden. Die rote Ellipse zeigt den ungefähren Bereich der Reflexion, dessen Zentrum Z liegt bei etwa 21°.

Bild der Panoramatafel: Erich Laager

wa in Bern) überein. Je weiter man nach Osten reist, desto grösser wird die Differenz der beiden Nordrichtungen, ganz im Osten der Schweiz sind es etwa 2 Grad. Wie gross ist die nötige Korrektur bei Beckenried? Auf der Karte (Abbildung 2) ist die rote Linie «senkrecht» (entsprechend den Landeskordinaten x,y) eingezeichnet. Würde man vom Punkt S aus in Richtung

Abbildung 2: Ausschnitt aus der Landeskarte von swisstopo. Die Linien und Punkte entsprechen den Angaben in Abbildung 1. K markiert den Beobachtungsort «Chänzeli» in 1'464 m Höhe. Gelb: Visierlinie über den Sonnenreflex. Blau: Punkt Z (Mitte des Sonnenreflexes) wie er mit Hilfe von Abbildung 3 ermittelt wurde. Rot: Nord-Süd-Richtung (Kartennord nach Landeskordinaten). Die gelbe Linie weicht 2.7° von der roten Linie ab. Die Richtung von Punkt S zu Punkt N beim «Chänzeli» ist die geografische Nordrichtung. Sie weicht 0.7 Grad von Kartennord ab.

Karte: Schweizer Landestopografie / Laager



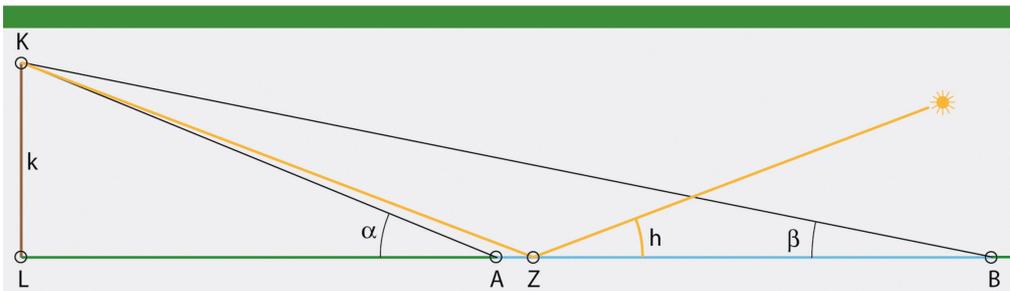


Abbildung 3: Profil entlang der Visierlinie über den Sonnenreflex.
 $\alpha = 22.6^\circ$ (Blickrichtung zum Seeufer A). $\beta = 11.5^\circ$ (zum Seeufer B).
 $h = 21^\circ$ (Blickrichtung zum Sonnenreflex, zugleich Höhe der Sonne).

Grafik: Erich Laager

geografisch Nord blicken, würde man an der Rigi einen Punkt N anvisieren, der 106 m westlich vom «Chänzeli» (K) liegt. Die Differenz der beiden Nordrichtungen beträgt hier 0.7° .

Man müsste also die rote N-S-Linie leicht nach links kippen. Dadurch verkleinert sich der Richtungsunterschied zur gelben Linie. Er ist nur noch 2.0 Grad ($2.7 - 0.7$ Grad). Die geografische Nordrichtung hat das Azimut 0° . Ab hier wird es in Richtung Ost-Süd-West gezählt. Für das Sonnenazimut erhalten wir somit 178 Grad.

Aufwändiger ist die Bestimmung der Sonnenhöhe. In welchem Winkel (gemessen ab einer Horizontalen) blicke ich hinunter zum Reflex auf dem See? – Ich benütze die Punkte A und B an den beiden Seeufern als Referenzmarken. Von diesen kann man berechnen, in welcher Höhe (im Winkelmass) sie uns erscheinen.

Die Abbildung 3 enthält dazu die nötigen Angaben. Der Höhenunterschied k vom Seespiegel zum Chänzeli K ist $1'030$ m. Die Horizontalstanz L-A misst $2'480$ m, die Strecke L-B $5'070$ m. Damit lassen sich in den rechtwinkligen Dreiecken die Winkel berechnen:

Im Dreieck AKL ist $\tan \alpha = 1030 : 2480 = 0.415 \quad \alpha = 22.6^\circ$.

Im Dreieck BKL ist $\tan \beta = 1030 : 5070 = 0.203 \quad \beta = 11.5^\circ$.

Diese Winkel sind die Blickrichtungen zu den Punkten A und B. Zwischen diesen eingepasst zeichne ich eine lineare Winkelskala, auf der ich den Ort der Sonnenreflexion ablesen möchte (Schwarz in Abbildung 1).

Wo liegt dieser Punkt? Wäre der See spiegelglatt, sähen wir eine gespiegelte Sonne an einem recht genau definierten Ort. Eine wahrscheinlich leichte Wellenbewegung «verschmiert» diesen Ort zu einer reflektierenden Fläche. In Abbildung 1 habe ich diese mit einer roten Ellipse zu erfassen versucht. Deren Zentrum wäre dann bei 21° . Dies ist die gesuchte Sonnenhöhe (Abbildung 3). Bei diesem Wert rechne ich mit einer Unsicherheit von maximal 1° . Bei den Daten in Tabelle 1 habe ich diese Grenzen miteinbezogen.

Tabelle 1: Berechnungen für den Standort Chänzeli / Rigi Kaltbad.

Die Uhrzeit (auf Minuten gerundet) gibt an, wann die Sonne beim Azimut 178° steht.

Die Tage erfassen den Bereich von 20° bis 22° Sonnenhöhe für diese Uhrzeit.

Auffällig sind die unterschiedlichen Zeiten im November und im Januar. Grund dafür ist die rasch abnehmende Zeitgleichung (Differenz von wahrer zu mittlerer Sonnenzeit) in diesem Zeitabschnitt.

Tabelle: Erich Laager

Mit dieser Annahme hätte der Sonnenreflexpunkt einen horizontalen Abstand von $2'680$ m vom Chänzeli. Und nun kommt die Astronomie ins Spiel. Wann steht die Sonne bei Azimut 178° in einer Höhe von 21° am Himmel?

Es stehen viele Programme zur Verfügung, mit denen die Tage und Zeiten gefunden werden können. Ich verwende mein beliebtes Programm «Voyager 4.5». In Tabelle 1 findet man die Tage im November/Dezember und im Januar 2020 für Sonnenhöhen von 20° bis 22° . Welcher Zeitraum der richtige ist, lässt sich mit den vorhandenen Unterlagen nicht ermitteln.

Zusätzlich habe ich mich beim Touristinfozentrum Rigi Kaltbad nach dem Fototermin erkundigt. Von dort habe ich zwar eine Antwort erhalten, aber (noch) ohne das gesuchte Datum. Immerhin gab es da einen Hinweis auf die Webseite www.prorigi.ch, wo man «unser» Panorama in bester Qualität und vollständig bewundern kann – bestens zu empfehlen!

HILFEN AUS DEM INTERNET

1. Landeskarte der Schweiz von swisstopo

Ich benütze Karten, die ich unter «map.wanderland.ch» im Internet finde. In Karten mit grossen Massstäben kann ich Punkte anklicken und deren Landekoordinaten (x, y) direkt ablesen. So erhalte ich eine Genauigkeit von etwa 10 Metern.

Für die Horizontalabstände von Punkt zu Punkt rechnet man die Differenzen der beiden Koordinaten x und y und dann die Länge der Hypotenuse im rechtwinkligen Dreieck (nach Pythagoras).

2. Koordinaten umrechnen

Unter «Koordinatenumrechner (Schweiz/International)» findet man ein Umrechnungsprogramm mit bedienerfreundlichen Eingabemöglichkeiten. Umrechnung der Schweizer Koordinaten CH1903 (mit den Meterangaben für x und y) in Internationale Koordinaten WGS84 (gegogr. Länge und Breite) oder umgekehrt. Dieses Programm habe ich benützt zur «Korrektur» der Nordrichtung.

Sonne bei Azimut 178°		
Datum	MEZ	Höhe
26. November	12:05	22.0°
29. November	12:06	21.5°
2. Dezember	12:07	21.0°
6. Dezember	12:09	20.5°
9. Dezember	12:10	20.1°
2. Januar	12:22	20.0°
7. Januar	12:24	20.5°
10. Januar	12:25	21.0°
13. Januar	12:27	21.5°
17. Januar	12:28	22.1°

Marokko

SaharaSky®

Kasbah Hotel & Sternwarte

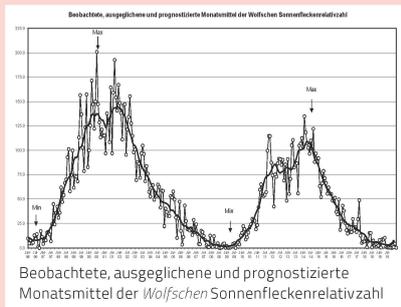
Einmalig dunkler Sternenhimmel



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

Swiss Wolf Numbers 2020

Marcel Bissegger, Gasse 52, CH-2553 Safnern



Januar 2020

Mittel: 4.7

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

Februar 2020

Mittel: 0.5

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



01/2020	Name	Instrument	Beob.
	Barnes H.	Refr 76	15
	Bissegger M.	Refr 100	4
	Ekator dramis S.	Refr 120	8
	Enderli P.	Refr 102	10
	Erzinger T.	Refr 90	12
	Friedli T.	Refr 40	5
	Friedli T.	Refr 80	5
	Früh M.	Refl 300	5
	Käser J.	Refr 100	16
	Meister S.	Refr 125	1
	Menet M.	Refr 102	1
	Mutti M.	Refr 80	20
	Niklaus K.	Refr 126	1
	Schenker J.	Refr 120	8
	SIDC S.	SIDC 1	2
	Weiss P.	Refr 82	21
	Zutter U.	Refr 90	23

02/2020	Name	Instrument	Beob.
	Barnes H.	Refr 76	16
	Bissegger M.	Refr 100	3
	Ekator dramis S.	Refr 120	4
	Enderli P.	Refr 102	6
	Erzinger T.	Refr 90	9
	Friedli T.	Refr 40	3
	Friedli T.	Refr 80	3
	Früh M.	Refl 300	19
	Käser J.	Refr 100	10
	Meister S.	Refr 125	1
	Meister S.	Refr 140	1
	Menet M.	Refr 102	3
	Mutti M.	Refr 80	13
	Niklaus K.	Refr 126	1
	Schenker J.	Refr 120	6
	SIDC S.	SIDC 1	3
	Weiss P.	Refr 82	15
	Zutter U.	Refr 90	20

Swiss Occultation Numbers 2019

Fachgruppe Sternbedeckungen SOTAS (www.occultations.ch)

November 2019				11/19 Positive Ereignisse				12/19 Positive Ereignisse			
Beobachter	Lage	ID	+ -	Asteroiden	Datum	Bed. Stern		+ -	Asteroiden	Datum	Bed. Stern
Sposetti St.	Aquarossa	AQU	0 0					0 0			
Meister / Schweizer	Bülach	BUE	0 0					0 2			
Manna A.	Cugnasco	CUG	1 1	(914) Palisana	30.11.	UCAC4 472-118153		1 0	(798) Ruth	26.12.	UCAC4-508-025991
Kohl M.	Dürnten	DUE	0 0					0 0	(798) Ruth	26.12.	UCAC4-508-025991
Sposetti St.	Gnosca	GNO	0 4					2 15	(3278) Behounek	26.12.	UCAC4 394-057901
Sposetti St.	Locarno	LOC	0 0					0 0	(51) Nemausa	21.12.	UCAC4 392-126953
Ossola A.	Muzzano	MUZ	1 2	(914) Palisana	30.11.	UCAC4 472-118153		2 4	(798) Ruth	26.12.	UCAC4-508-025991
Schenker / Käser	Schafmatt	SCH	0 0					0 0			
Schweizer A.	Wettswil	WET	0 1					0 0			



Abbildung 1: Vorher – nachher! Die Aufnahme zeigt die Zirkumpolarität einer Vielzahl von Sternen über eine Zeitspanne von rund 2,5 Stunden. Das Bild besteht aus rund 900 Einzelaufnahmen, welche in der Nachbearbeitung übereinander gelegt wurden, um die scheinbare Bewegung der Sterne sichtbar zu machen. Ausserdem wurden in der Bildbearbeitung allfällige Störfaktoren, etwa Flugzeugspuren oder die Hochspannungsleitung in Photoshop manuell wegretuschiert (unten).

Bilder: Alessandro Pierro





Neue Astrographen von TS Optics!



TS-Optics 71SDQ - 71 mm f/6,3 Quadruplet Apo mit Feldebnung

Der neueste Refraktor aus der TS Quadruplet Reihe ist ein idealer Reiseapochromat für Astrofotografen und visuelle Beobachter.

- 2,5" CNC Fokussierer
- Kamera kann verschraubt werden
- 115 mm Arbeitsabstand

Einführungspreis TS71SDQ: 726,05 €*



TS-Optics 150 mm f/2,8 hyperbolischer Astrograph mit Korrektor und Carbontubus

Hyperbolischer Flat-Field Astrograph, speziell für Deep Sky Fotografie mit DSLR- und Astro-Kameras

- 2,5" CNC Fokussierer
- Verschraubte Kameraadaption
- 45 mm Bildkreisdurchmesser

Einführungspreis Hypergraph6: 1.931,93 €*

Qualität zu einem interessanten Preis: Optolong Filter



Seit 1999 fertigt Optolong verschiedenste Filter für Mikroskopie, Fotografie und astronomische Zwecke. Es handelt sich um durchweg hochwertige Substrate mit $\lambda/4$ RMS Oberflächengenauigkeit und Planparallelität (Keilfehler) von besser als 30 Bogensekunden. Wir haben das astronomische Optolong Sortiment in unserem Programm, z.B.:

- LRGB-Filtersets in 1,25", 2", 31 und 36 mm
- Schmalbandfilter (O [III], H- α etc.)
- L-Pro und UHC Filter gegen Lichtverschmutzung (auch als Clip-in-Filter für DSLR Kameras)
- IR-Passfilter
- Venus-U Filter



* alle Preise excl. UST



Abbildung 2: Anlässlich der letztjährigen Swiss Star Party auf dem Gurnigelpass habe ich mich mal an einem Stimmungsbild mit Milchstrasse, Gantrischbergkette und Starparty-Aktivitäten versucht. Leider hielten sich nicht alle Astrokollgen während der Belichtungszeit für die Aufnahmen an die Rotlichtregel.

Bild: Manuel Jung





Wann gibt es den «perfekten» Vollmond?

Ist der Vollmond wirklich voll, wenn wir Vollmond haben? Im ersten Moment mag diese Frage etwas seltsam anmuten, und von blosser Auge betrachtet, würden wir sie klar bejahen. Doch genauer betrachtet, ist der Vollmond in seiner Vollphase nur ganz selten wirklich voll, also zu 100% beleuchtet, und dann erst noch in finsternem Zustand!

Da die Mondbahn gegenüber der Erdbahnebene um 5.1° geneigt ist, schwingt sich unser Trabant um diesen Betrag über oder unter die Ekliptik. Die Vollmonde über ein Jahr betrachtet, fallen in ekliptikaler Breite (Abweichung von der Ekliptik) daher unterschiedlich aus. In Tabelle 1 sind die Werte für das Jahr 2020 angegeben. Den kleinsten Abstand erreichte der Vollmond am 10. Januar. Damals gab es eine Halbschatten-Mondfinsternis (siehe dazu Seite 25). Je grösser die Abweichung von 0° 00' 00" in ekliptikaler Breite wird, desto «ungenauer» wird der Vollmond, weil die Ausleuchtung der Mondkugel nicht exakt fron-

tal erfolgt. Steht der Mond deutlich über der Ekliptik, so ist sein südlicher Rand nicht ganz ausgeleuchtet, steht er weit südlich von ihr, zeigt sein Nordrand noch leichte Konturen.

Wir können die Situation auch mit anderen Worten beschreiben: Je kleiner der Abstand von einem der beiden Mondknoten zum Vollmondzeitpunkt ist, desto «perfekter» fällt die Ausleuchtung der Mondscheibe aus! Doch nun kommt die Krux der ganzen Sache. Beim «perfekten» Vollmond müssen Sonne, Erde und Mond auf einer Linie stehen. Dies kommt relativ selten vor; letztmals am 16. Juli 2000, das nächste Mal am 26. Juni 2029. Beide Male ist der Betrag in ekliptikaler Breite praktisch 0°. Der Mond steht aber mitten im Erdschatten! Wir verzeichnen beide Male eine «perfekt zentrale» totale Mondfinsternis! Die Mondscheibe wäre somit zu 100% beschienen, würde ihr die Erde nicht vor der Sonne stehen. So betrachtet, erleben wir bei einem «gewöhnlichen» Vollmond nie einen «perfekten»

Vollmonde 2020	
Vollmondstermine	Ekliptikale Abweichung
10. Januar	+0° 36' 22" (*)
9. Februar	+3° 28' 40"
9. März	+4° 49' 29"
8. April	+4° 47' 31"
7. Mai	+3° 29' 43"
5. Juni	+1° 13' 40" (*)
5. Juli	-1° 19' 43" (*)
3. August	-3° 35' 40"
2. September	-4° 50' 27"
1. Oktober	-4° 50' 11"
31. Oktober	-3° 27' 08"
30. November	-1° 01' 54" (*)
30. Dezember	+1° 41' 41"

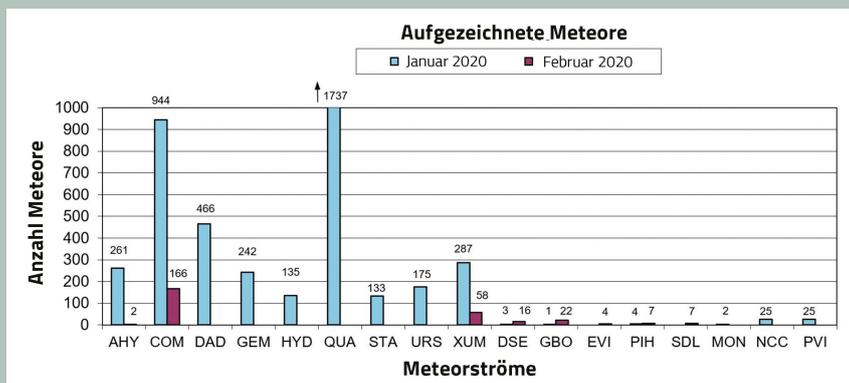
Tabelle 1: Je geringer die ekliptikale Abweichung in Breite, desto perfekter wird der Vollmond. Die Sterne (*) bedeuten einen Vollmond mit Finsternis.

Quelle: Starry Night

Vollmond. Mit einem Teleskop ist das im April und Mai dieses Jahres sowie im August, September und bei den beiden Oktober-Vollmonden sogar zu sehen, wenn man auf den Nord- respektive den Südrand des Erdtrabanten achtet. <

Swiss Meteor Numbers 2020

Fachgruppe Meteorastronomie FMA (www.meteore.ch)



ID	Beobachtungsstation	Methode	Kontaktperson	01/2020	02/2020
ALT	Beobachtungsstation Altstetten	Video	Andreas Buchmann	131	111
BAU	Beobachtungsstation Bauma	Video	Andreas Buchmann	18	0
BOS	Privatsternwarte Bos-cha	Video	Jochen Richert	3633	1309
BUE	Sternwarte Bülach	Foto	Stefan Meister	0	0
EGL	Beobachtungsstation Eglisau	Video	Stefan Meister	21	47
FAL	Sternwarte Mirasteilas Falera	Video	José de Queiroz	452	240
GNO	Osservatorio Astronomica di Gnosca	Video	Stefano Sposetti	4152	1872
HUB	Sternwarte Hubelmatt	Foto	P. Schlatter / T. Riesen	0	2
LOC	Beobachtungsstation Locarno	Video	Stefano Sposetti	3097	1451
MAI	Beobachtungsstation Maienfeld	Video	Martin Dubs	272	144
MAU	Beobachtungsstation Mauren	Video	Hansjörg Nipp	373	151
PRO	Beobachtungsstation Prosoito	Video	Viola Romerio	0	31
SCH	Sternwarte Schafmatt Aarau	Foto	Jonas Schenker	3	1
SON	Sonnenturm Uecht	Foto	T. Friedli / P. Enderli	0	0
TEN	Beobachtungsstation Tentlingen	Foto	Peter Kocher	0	0
VTE	Observatoire géophysique Val Terbi	Video	Roger Spinner	974	442
WET	Beobachtungsstation Wettswil a. A.	Video	Andreas Schweizer	0	0
WOH	Beobachtungsstation Wohlen BE	Foto	Peter Schlatter	0	0

Januar 2020 Total: 13123

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
706	647	545	1485	750	776	562	513	373	222	
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
371	448	448	275	345	501	468	118	328	372	
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
463	377	454	333	201	122	255	1	68	262	337

Anzahl Sporadische: 8543 Anzahl Sprites: 5
 Anzahl Feuerkugeln: 12
 Anzahl Meldeformulare: 2

Februar 2020 Total: 5801

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
420	300	161	28	109	294	498	409	192	4
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
71	246	190	199	289	181	22	252	195	269
21	22	23	24	25	26	27	28	29	
280	249	205	201	194	56	131	149	10	

Anzahl Sporadische: 3623 Anzahl Sprites: 93
 Anzahl Feuerkugeln: 32
 Anzahl Meldeformulare: 0

Video-Statistik 01/2020	Meteore	Beob.
Einzelbeobachtungen:	1582 =	80% 7736
Simultanbeobachtungen:	402 =	20% 5387
Total:	1984 =	100% 13123

Video-Statistik 02/2020	Meteore	Beob.
Einzelbeobachtungen:	2361 =	80% 3353
Simultanbeobachtungen:	548 =	20% 2448
Total:	2909 =	100% 5801

Sternenblick im Zellertal (Bayerischer Wald)



**URLAUB
UNTER
STERNEN**

Zeit für besondere Momente im „Chalet an der Sternwarte“ – 5-Sterne-Urlaub (DTV-Klassifizierung) für Genießer mit Whirlpool, Sauna (zur Alleinnutzung) und luxuriösem Wohnambiente. Dazu eine Sternwarte in einer Gegend ohne Lichtverschmutzung und mit sternklaren Nächten.

- **12-Zoll-Dobson** mit Sonnenfilter und Binokular zur Sonnenbeobachtung
- **20-Zoll-Goto-Dobson Skywatcher** für Beobachtung von Planeten, Mond und DeepSky Objekten.
- Dazu **astronomische Feldstecher** bis 100 mm Öffnung, Bücher und Astrokamera Zwo ASI 1600 MC Pro.

Perfektes Urlaubsgebiet mit sehr guter Infrastruktur für Wanderer, Mountainbiker und Genussurlauber. Gastgeber der „Aktivcard-Bayerischer-Wald“.



Pension Thomas Breu Fichtenweg 2 D-94256 Drachselsried 0049/9945/905283 www.pension-breu.de info@pension-breu.de



Abbildung 1: Der Vollmond am 19. März 2011 stand 5° südlich der Ekliptik, also fast in maximal möglicher Abweichung. Betrachtet man den Nordrand des Trabanten genau (siehe gelbe Pfeile), erkennt man tatsächlich noch minimale Schattenwürfe entlang des Terminators.

Bild: Thomas Baer

Montag, 6. April 2020, 19:30 Uhr MESZ

Aufbruch ins All – von Jules Verne bis Elon Musk

Referentin: Frau Prof. Dr. *Kathrin Altwegg*

Ort: Restaurant Schützenhaus, Allmend, Luzern

Veranstalter: Astronomische Gesellschaft Luzern

Internet: <https://luzern.astronomie.ch>

Samstag, 25. April 2020, 20:30 Uhr MESZ

Astronomie und Erdklima

Referent: Dr. *Claudio Palmy*, Diplomphysiker, EAF, Igis

Ort: Sternwarte «ACADEMIA Samedan», Chesa Cotschna, Academia Engiadina, 7503 Samedan

Veranstalter: Engadiner Astronomiefreunde

Internet: www.engadiner-astrofreunde.ch

Samstag, 25. April 2020, ab 22:00 Uhr MESZ

Führung auf der Sternwarte

Demonstratoren: *Jürg Kurt*, EAF, *Heinz Müller*, EAF

Freitag, 29. Mai 2020, 20:00 Uhr MESZ

Astro-Diskussionen

Ort: Restaurant Tomate-Birkenhof, Wettingen

Veranstalter: Astronomische Gesellschaft Baden

Internet: <https://baden.astronomie.ch>

Freitag, 1. Mai 2020, 15:00 – 18:00 Uhr MESZ

Samstag, 2. Mai 2020, 10:00 – 17:00 Uhr MESZ

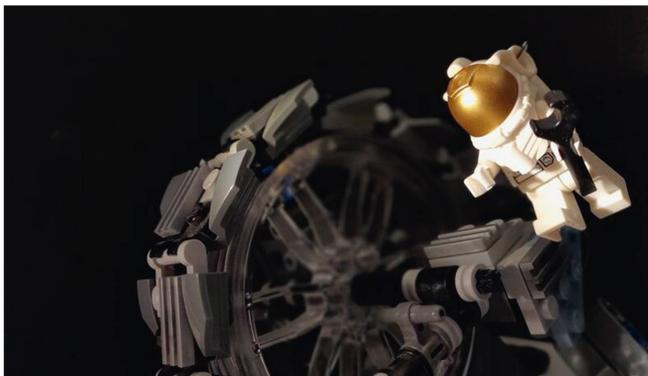
Sonntag, 3. Mai 2020, 10:00 – 16:00 Uhr MESZ

LEGO® AUSSTELLUNG «BRICK IN SPACE»

Ort: Sternwarte & Planetarium Kreuzlingen

Veranstalter: Schloss Krähenstein

Internet: <https://bodensee-planetarium.ch>



Die Delegiertenversammlung und die Astronomietagung der SAG-SAS finden in diesem Jahr nicht wie geplant statt

Die diesjährige SAG-SAS Delegiertenversammlung (DV) wurde für den 4. April 2020 geplant. Vorgesehen war eine Astronomietagung für alle SAG-SAS Mitglieder in Kombination mit der DV. Als Folge der fortschreitenden Ausbreitung des Coronavirus hat der Vorstand beschlossen, die Astronomietagung um ein Jahr auf voraussichtlich den 27. März 2021 zu verschieben und die Geschäfte der DV 2020 ohne physische Anwesenheit der Delegierten abzuwickeln. Alle Delegierten erhalten die vollständigen Unterlagen für die DV per Mail und können ihre Stimmen und «Wortmeldungen» über ein elektronisches Formular abgeben.

Corona-Krise

Achtung! Aufgrund der aktuellen Situation ist es gut möglich, dass diverse hier publizierte Anlässe abgesagt oder auf einen späteren Zeitpunkt verschoben werden!

Dies gilt auch für die Öffnungszeiten von Sternwarten und Planetarien. Bitte beachten Sie daher die aktuellen Informationen auf den Webseiten der Veranstalter.

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 Juni-Ausgabe (Veranstaltungen Juni und Juli 2020) ist am 15. April 2020.

LARROSA

Precision Optics

Prüfung, Reinigung und Justierung von Astro-Optik
Al-Verspiegelungs-Service bis Ø 460 mm
Sonderanfertigungen nach Maksutov, Dilworth, u.a.
Eigene Optikfabrikation, 100% Made in Switzerland

www.larrosa.ch

Jeden Freitag- und Samstagabend, 21:30 Uhr MESZ

Sternwarte «Mirasteilas», Falera

Eintritt Erwachsene Fr. 15.–, Jugendliche bis 16 Jahre Fr. 10.–
Anmeldung erforderlich bei Films Laax Falera Tourismus
unter 081 921 65 65

Internet: <http://www.sternwarte-mirasteilas.ch>

Jeden Freitagabend ab 20:00 Uhr MESZ (bei jedem Wetter)

Schul- und Volkssternwarte Bülach

Besuchen Sie die Sternwarte Bülach an einem schönen Freitagabend.

Internet: <http://sternwarteuelach.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)

Internet: <http://sternwarte-ruemlang.ch/>

Jeden Dienstag, 20:00 bis 22:00 Uhr (bei Schlechtwetter bis 21:00 Uhr)

Sternwarte Hubelmatt, Luzern

Sonnenführungen im Sommer zu Beginn der öffentlichen Beobachtungsende. Jeden Donnerstag: Gruppenführungen (ausser Mai – August)

Internet: <http://luzern.astronomie.ch/>

Jeden Donnerstag, September/Oktober (siehe 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

Achtung: Führungen nur bei schönem Wetter!

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

Jeden Freitag, ab 21:00 Uhr (1. April – 30. September) /

20:00 Uhr (1. Oktober – 31. März)

Sternwarte Schafmatt (AVA), Oltingen, BL

Eintritt: Erwachsene (pro Person) CHF 10.–, Studenten & Lehrlinge CHF 5.–
Kinder in Begleitung Erwachsener gratis, Mitglieder gratis
Bei zweifelhafter Witterung: Telefon-Nr. 062 298 05 47 (Tonbandansage)

Internet: <http://www.sternwarte-schafmatt.ch/>

Jeden Mittwoch, ab 21:00 Uhr MESZ (nur bei gutem Wetter)

Sternwarte Uitikon

Sonnenbeobachtung jeden 1. Sonntag im Monat 10:30 – 12:00 Uhr

Für Gruppen und Schulen Auskunft 079 387 69 09

Internet: <http://www.uitikon.ch/freizeit-kultur/sternwarte.html>

Jeden Freitagabend, im April und Mai (ab 21:30 Uhr MESZ)

Sternwarte – Planetarium SIRIUS, BE

Eintrittspreise: Erwachsene: CHF 14.–, Kinder: CHF 7.–

Internet: <https://www.sternwarte-planetarium.ch/>

Jeden Freitag bei klarem Himmel: Winterzeit 20:00 – 22:00 Uhr MEZ

Beobachtungsstation des Astronomischen Vereins Basel

Auskunft: Telefon 061 422 16 10 (Band)

Internet: astronomie-basel.ch

Jeden Mittwoch, ab 19:00 Uhr MESZ

Sternwarte & Planetarium Kreuzlingen

Ort: Breitenrainstrasse 21, CH-8280 Kreuzlingen

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

Planetarium Kreuzlingen

Mittwoch: 14:45 Uhr, 16:15 Uhr MESZ 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



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

Öffentliche Führungen

Stiftung Jurasternwarte, Grenchen, SO

Auskunft: e-mail: info@jurasternwarte.ch, Therese Jost (032 653 10 08)

Öffentliche Führungen (einmal monatlich, siehe Link unten)

Sternwarte «ACADEMIA Samedan»

Internet: <http://www.engadiner-astrofreunde.ch/>

Jeden Samstagabend (April 20:30 Uhr MESZ / Mai 21:00 Uhr MESZ)

Sternwarte Schaffhausen

Internet: <https://www.sternwarte-schaffhausen.ch/>

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

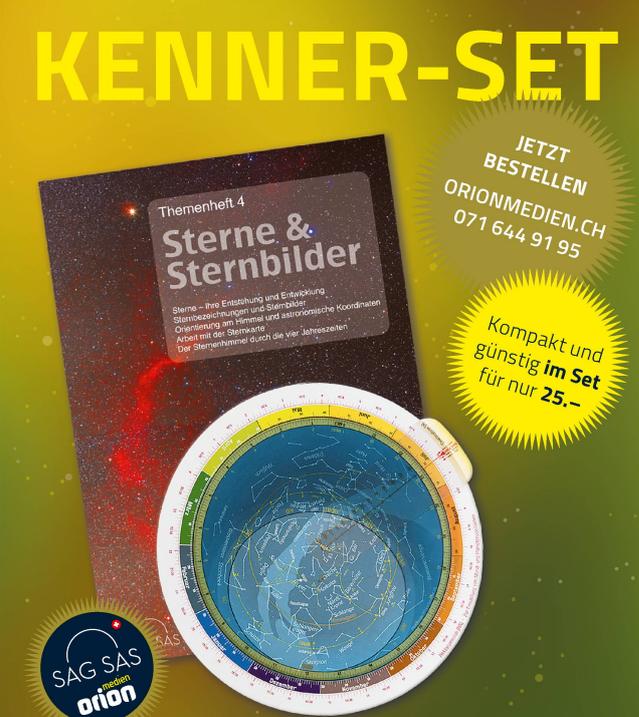
Chaque premier samedi du mois: Observation du Soleil de 10 h à midi.

Tel. 021 921 55 23

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.–.



KENNER-SET

Themenheft 4
Sterne & Sternbilder
Sterne – Ihre Entdeckung und Erkennung
Sternbeobachtungen und Sternbilder
Orientierung am Himmel und astronomische Koordinaten
Arbeit mit der Sternkarte
Der Sternennamen durch die vier Jahreszeiten

JETZT BESTELLEN
ORIONMEDIEN.CH
071 644 91 95

Kompakt und günstig im Set für nur 25.–

SAG SAS
am Orion

Entdecken Sie den Sternenhimmel der Sommernächte mit der ORION-STERNKARTE – und erfahren Sie alles über die funkenden Gestirne im THEMENHEFT «Sterne & Sternbilder».

IMPRESSUM

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 hansrudolf.roth@gmx.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 hansrudolf.roth@gmx.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/#insetate

Abonnement / Abonnement

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

Einzelverkauf / La vente au détail

Einzelheftpreis / Exemplaire prix
CHF 10.50 / € 9.90*

Verkauf direkt über Appstore / La vente directement via Appstore

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

Verwaltung und Abo-service /

Administration et service d'abonnement

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

Herausgeber / éditeur



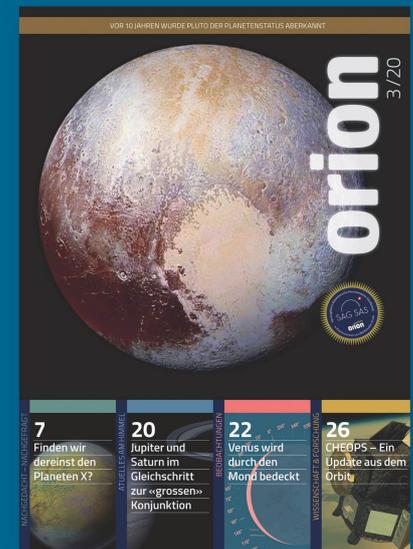
Auflage / Tirage

1'900 Exemplare / 1'900 exemplaires

ISSN 0030-557 X

© ORIONmedien GmbH
Alle Rechte vorbehalten / Tous droits réservés

Vorschau ORION 3/20



In den beiden Sommermonaten Juni und Juli 2020 gilt unser Augenmerk den beiden grössten Planeten unseres Sonnensystems. Jupiter und Saturn erreichen im Juli kurz nacheinander ihre Oppositionsstellung. Auch Mars wird im Laufe des Sommers immer heller. Weiter beschäftigen wir uns mit den kleinen Himmelskörpern, den Zwergplaneten, und fragen uns, ob es den ominösen Planeten X, nach dem schon länger gesucht wird, wirklich gibt und wo er vermutet wird. Dann blicken wir zu CHEOPS. Wie sind die verschiedenen Tests verlaufen und liegen schon erste Resultate vor? Wir sprechen mit einem Experten der Universität Bern. Schliesslich blicken wir auf Venus am Taghimmel. Am 19. Juni kommt es zu einer Bedeckung durch den Mond!

Redaktionsschluss für die Juni/Juli-Ausgabe:
15. April 2020

INSERENTEN

Zumstein Foto Video, CH-Bern	2	LARROSA, CH-Rothrist	42
ORIONmedien GmbH, CH-Sulgen	25	Urania Sternwarte, CH-Zürich	43
Astro Optik Kohler, CH-Luzern	31	ORIONmedien GmbH, CH-Sulgen	43
Sahara Sky, MA-Zagora	35	Wyss-ProAstro, CH-Zürich	45
Teleskop Service, D-Putzbrunn-Solalinden	37	Engelberger AG, CH-Stansstad	46
Pension Thomas Breu, D-Drachselried	41		

Vixen® News

VIXEN Teleskope Sphinx SX-GoTo mit Starbook TEN funktionieren **ohne** GPS und **ohne** WiFi (WLAN).

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

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

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



Teleskop SXP-AX 103S



Parallaktische Montierung SXP mit Starbook TEN



NEU: Vixen Okulare SSW 83°
Ø 1 1/4", 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 blossen 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.

proastro Kochphoto proastro

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

Vixen®

CELESTRON®

**bader®
planetarium**



TELESKOPE FÜR DIE ASTROFOTOGRAFIE



ADVANCED VX

die leichte, tragbare Montierung, ideal für 8" SCT oder RASA Optiken.



CGX

Sehr stabil und trotzdem mobil. Ideal bis 11" SCT oder RASA Optiken



CGX-L

Die Montierung für die grossen Optiken bis 14"

MUST-HAVE ZUBEHÖR



FREE
CPWI
TELESCOPE CONTROL
SOFTWARE



Mit dem optional erhältlichen **WiWi Modul "SkyPortal"** steuern Sie Ihr Teleskop bequem über ihr Smartphone oder Tablet.

Das Teleskop mit all seinen Funktionen können Sie auch über Ihren PC steuern. Die neu entwickelte und kostenlose **Software CPWI** funktioniert mit allen neueren Goto Montierungen.

Der **Celestron Fokus Motor** ermöglicht die erschütterungsfreie elektronische Fokussierung über die Handsteuerung oder den Computer. Der Motor beinhaltet mehrere Geschwindigkeiten, eine automatische GoTo-Anfahrt, gespeicherte Positionen und einen Ausgleich des Spiels des Fokussierers.

Powertanks in diversen Grössen für den netzunabhängigen Betrieb.

Taukappe schützt Ihre Optik vor Feuchtigkeit.

FACHBEARATUNG IN IHRER REGION:

Bern: Photo Vision Zumstein, www.foto-zumstein.ch, Tel. 031 310 90 80
Genève: Optique Perret, www.optique-perret.ch, Tel. 022 311 47 75
Herzogenbuchsee: Kropf Multimedia, www.fernglas-store.ch, Tel. 062 961 68 68
Lausanne: Astromanie P. Santoro, www.astromanie.ch, Tel. 021 311 21 63
Zürich: Proastro Kochphoto, www.kochphoto.ch, Tel. 044 211 06 50