

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 79 (2021)
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: 22.07.2025

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

Künstliche Intelligenz – auch in der Astronomie!

orion

2/21



THEMEN AUS DEN FACHGRUPPEN

12

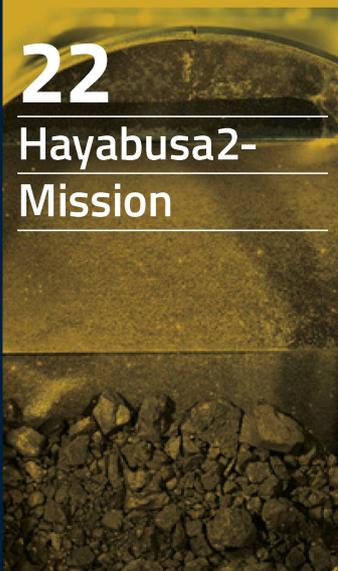
Astronomie
vom Balkon aus



WISSENSCHAFT & FORSCHUNG

22

Hayabusa2-
Mission



AKTUELLES AM HIMMEL

41

Mini-Sonnen-
finsternis:
Mond knabbert
an der Sonne



SONNENSYSTEM

50

Anzeichen von
Leben auf
Solaris-c



ASTRONOMISCHE THEMENHEFTE

lernen – lösen – wissen

**JETZT
BESTELLEN**
ORIONMEDIEN.CH
071 644 91 95





Bild: NASA

TITELBILD

Im Destiny-Labor der Internationalen Raumstation wird Robonaut 2 während einer Testrunde für den ersten humanoiden Roboter im Welt- raum abgebildet. Doch die «Künstliche Intelligenz» (KI) geht in der Astronomie heute weit über die Robotik hinaus. Immer grössere Datenmengen gilt es zu verarbeiten und aus- zuwerten. Aber auch der aktu- elle Marsrover würde ohne KI kaum funktionieren.

EDITORIAL

Künstliche Intelligenz eröffnet in der Astronomie neue Möglichkeiten und Methoden

2

IM FOKUS

Künstliche Intelligenz in der Astronomie

4

THEMEN AUS DEN FACHGRUPPEN

Astronomie vom Balkon aus

12

THEMEN AUS DEN JUGENDGRUPPEN

Implementierung der Weitwinkel-Gradienten- Extraktion für Deep Sky Astrofotografie

18

WISSENSCHAFT & FORSCHUNG

Hayabusa2-Mission

22

RAUMFAHRT – PORTRÄT VON SCHWEIZER FIRMEN

Mal gemächlich, mal hyperschnell

25

BEOBACHTUNGEN

Merkur – ein schwieriges Objekt auch für erfahrene Beobachter

28

AKTUELLES AM HIMMEL

Mini-Sonnenfinsternis: Mond knabbert an der Sonne

41

SONNENSYSTEM

Anzeichen für Leben auf Solaris-c

50



25
Mal gemäch-
lich, mal
hyperschnell



28
Merkur – ein
schwieriges
Objekt auch für
erfahrene
Beobachter



47
Wie können wir
eigentlich das
Alter der Sonne
bestimmen?



56
AGL Kuppel-
sternwarte zum
Kleinplaneta-
rium umfunktio-
niert

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ ERÖFFNET IN DER ASTRONOMIE NEUE MÖGLICHKEITEN UND METHODEN

LIEBER LESER, LIEBE LESERIN

Denkt man an «Künstliche Intelligenz» (KI), dann kommen den meisten Hologramme oder aber Roboter – wie jener auf unserem Titelbild – in den Sinn. In der Astronomie spielen hingegen die Nutzung und das Managen von der Flut an Daten eine viel wichtigere Rolle. Mit immer grösseren Datenmengen gewinnt die KI in der Astronomie zunehmend an Bedeutung und eröffnet neue Möglichkeiten und Methoden. Unser Fokus-Thema zeigt eindrücklich auf, wie und in welchen Bereichen die KI bereits erfolgreich zur Anwendung kommt. Wissenschaftler haben etwa mit dem «Machine Learning» einen Computer so weit programmiert, dass dieser bei der automatischen Suche von Exoplaneten erfolgreich ist. Lesen Sie selber die spannende Reportage von *Claudia Walder!*

Doch auch Irdisches erfreut uns diesen Sommer. Wenngleich der Mond um die Mittagszeit des 10. Juni nur ein kleines Stück unserer Sonne bedeckt, markiert die kleine partielle Sonnenfinsternis in einem doch mehr oder weniger ereignislosen Astronomiejahr immerhin einen bescheidenen Höhepunkt. Durch eine zertifizierte Sonnenfinsternisbrille wird man nach zwölf Uhr die leichte Delle am oberen Sonnenrand gut erkennen können. Vielleicht dürfen bis dann auch wieder die Sternwarten Publikum empfangen, wo der Blick durch ein filtergeschütztes Teleskop noch einiges imposanter sein wird. Auf der Website orionmagazin.ch gibt es Mitte Mai noch weitere wissenswerte Informationen und zusätzliches Grafik- und Tabellenmaterial zu dieser ersten Sonnenfinsternis in Europa nach sechs Jahren.

Nicht verpassen sollte man auch die hervorragende Abendbarkeit von Merkur im Mai. Nur selten tritt er so weit aus der abendlichen Dämmerung heraus und kann so mühelos auch von weniger geübten Beobachtern aufgestöbert werden. Vielleicht inspiriert der Beitrag «Merkur – auch für erfahrene Beobachter kein einfaches Objekt» von *Erich Laager* zu einer Serie von Bildern oder wenigstens zu einem abendlichen Ausschau halten.

Die ORION-Website (orionmagazin.ch) wird in den kommenden Wochen und Monaten weiter ausgebaut. Geplant ist eine Fotogalerie, in der auch die beiden Astrobilder, die etwas weniger Stimmen bei der Online-Abstimmung erhalten haben, würdig präsentiert werden. An dieser Stelle möchten wir uns von Seiten der Redaktion herzlich für das Abstimmen bei der Themenwahl «Nachgedacht – nachgefragt» bedanken. Sollten auch Sie eine spannende Astronomiefrage auf Lager haben, so würden wir diese gerne entgegennehmen und in einer der nächsten ORION-Ausgaben in einem redaktionellen Beitrag präsentieren.

Im Namen des gesamten Redaktionsteams wünsche ich jetzt eine gute Lektüre und einen entspannten Sommer!

Thomas Baer
ORION-Chefredaktor



Editorial

DAS SIEGER-ASTROFOTO

Sie stimmen ab, welches Foto gewinnt!

Es stehen immer drei tolle Astrobilder zur Auswahl! Jenes mit den meisten Stimmen schafft es in den nächsten ORION.



Foto des Monats: Der Trifidnebel (Messier 20) und der Lagennebel (Messier 8) im Sternbild Schütze.

Bild: Lars Vollenweider

Wenn der Begriff «künstliche Intelligenz» fällt, assoziiert man es automatisch mit Robotern. Der Begriff muss aber viel weiter gefasst werden, wie unser Fokus-Thema auf den folgenden Seiten behandelt.

Bild: Am 30. April 2020 packte die NASA-Astronautin Anne McClain den ersten Astrobee-Roboter namens Bumble im Kibo-Modul der Internationalen Raumstation aus und arbeitete mit Astrobees Team im Ames Research Center der NASA im kalifornischen Silicon Valley zusammen, um eine erste Reihe von Tests durchzuführen.

Bild: NASA

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ IN DER ASTRONOMIE



MIT IMMER GRÖßEREN DATENMENGEN IN DER ASTRONOMIE ZUNEHMEND NEUE MÖGLICHKEITEN UND METHODEN.

Fällt das Stichwort «Künstliche Intelligenz», tauchen in den Köpfen vieler Menschen, die nicht im Bereich der Computerwissenschaften arbeiten, Bilder von unnatürlich regelmässigen – meist weissen – Gesichtern auf, die als Hologramme oder auf grossen Bildschirmen die Geschicke der Menschheit bestimmen, was je nach Drehbuch zu deren Rettung oder Zerstörung führt. Während diese Art der Künstlichen Intelligenz (KI) im Moment vor allem Stoff von Science-Fiction ist, hat eine andere Art der Künstlichen Intelligenz längst unseren Alltag erobert und in Wissenschaften wie der Astronomie Einzug gehalten. Die sogenannte «schwache KI» bezeichnet Anwendungen, die sich auf einzelne Bereiche beschränken und in diesen «intelligent» handeln. Mit der allgemeinen menschlichen Intelligenz können sie aber nicht mithalten. Beispiele für solche Anwendungen sind der Spam-Filter im E-Mail-Account, die Spracherkennungssoftware Siri von Apple oder die Google-Suchmaschine.

Auch in der Astronomie wird KI mehr und mehr zu einem wichtigen Werkzeug, das aber die Forschenden nicht ersetzt, sondern unterstützt. So wäre wohl der neue NASA-Marsrover Perseverance, der im Februar 2021 erfolgreich auf unserem roten Nachbarplaneten gelandet ist, seinen Aufgaben ohne KI kaum gewachsen. Und das erste Bild eines Schwarzen Lochs konnte das Event-Horizon-Projekt nur dank der Hilfe von hochentwickelten Computer-Algorithmen erstellen. Diese mussten die Informationen verschiedener Teleskope zusammenführen und fehlende Bildpunkte plausibel ergänzen.

ENTDECKUNG NEUER EXOPLANETEN DANK KI

Ein weiterer Bereich, in dem KI grosses Potenzial hat, ist die Suche nach Exoplaneten – und damit nach ausserirdischem Leben. Das sind auch die Spezialgebiete von Dr. *Daniel Angerhausen* von der ETH Zürich. Der Astrophysiker ist Projekt-Wissenschaftler der LIFE-Mission und hat im Sommer 2018 am «NASA Frontier Development Lab», einem NASA-Workshop im Silicon Valley, teilgenommen. Dort ging es genau darum, dank KI neue Methoden für die Astronomie und insbesondere für die Suche nach Exoplaneten zu entwickeln. Dass der Einsatz von KI tatsächlich zur Entdeckung neuer Exoplaneten führen kann, das bewies 2017 die Zusammenarbeit des Google-Software-Ingenieurs *Christopher Shallue* und des Astronomen *Andrew Vanderburg*. Die beiden

Wissenschaftler hatten mit sogenanntem «Machine Learning» einen Computer dazu trainiert, dass er in den Daten des Welt- raumteleskops Kepler, welches mittlerweile nicht mehr in Betrieb ist, nach den Signaturen von Exoplaneten sucht. Die beiden Planeten Kepler-90i und Kepler-80g sind Entdeckungen dieses Programms (siehe Abbildung auf Seite 11).

In genau solchen Arbeiten, bei denen viele Daten die immer gleichen Aktionen durchlaufen, sieht Dr. *Angerhausen* zurzeit den grössten Nutzen von KI in der Astronomie. Auf das Beispiel der Exoplanetensuche angewandt heisst das: Die riesigen Datenmen- gen, die Teleskope wie das Kepler- und später das TESS-Welt- raumteleskop produziert haben, müssen von Astronomen nach Transit-Lichtkurven durchsucht werden. Also nach Sternen, bei denen das Licht periodisch schwächer wird, weil ein Planet auf

seinem Orbit einen Teil des Sterns ver- deckt. Such-Algorithmen, die solche «Dipps» in den Lichtkurven finden, gibt es bereits länger, erklärt Dr. *Angerhausen*, allerdings mussten diese Dipps bisher je- weils manuell überprüft werden. Auch das ist noch eine riesige Arbeit, die eintönig ist und viel Zeit in Anspruch nimmt – und die man aber gut mit Machine Learning, einer Form der KI, ersetzen kann. Das hat aus- serdem den Vorteil, dass die Einteilung der Lichtkurven nicht mehr von der Tagesform der Forschenden abhängig ist. Ähnliches gilt zum Beispiel für die Detektion und

Zählung von Kratern auf der Marsoberfläche: «*Noch vor fünf Jah- ren sassen da zehn Doktoranden und zeichneten auf Marsbildern Kreise um Krater*», erzählt Dr. *Angerhausen*. Heute übernimmt KI diese Aufgabe.

«95 Prozent der
Daten wird wohl
nie ein Mensch
persönlich
anschauen.»

Dr. Daniel Angerhausen

MACHINE LEARNING: COMPUTER SELBER LERNEN LASSEN

Die Klassifikation solcher Daten einer KI zu überlassen, klingt im ersten Moment einfach, wenn man das Programmieren selbst ausser Acht lässt: Man füttert das Programm mit Daten und bekommt seine Resultate ausgespuckt. So einfach ist es aber nat- ürlich nicht. Auch beim Machine Learning nicht, dem Teilbereich der KI, bei welchem sich Programme Aktionen wie die Katego- risierung von Daten selber beibringen sollen. Denn schon bei der Wahl des richtigen Instruments warten Stolperfallen: Beim Ma- chine Learning zum Beispiel gilt es, zwischen dem «Supervised

GEWINNT KÜNSTLICHE INTELLIGENZ AN BEDEUTUNG UND ERÖFFNET

Learning» und dem «Unsupervised Learning» zu wählen. Bei Ersterem gibt man dem Programm die Kategorien vor und «trainiert» es mit bereits klassifizierten Daten, bis es neue Daten selber entsprechend kategorisieren kann. In der Exoplanetensuche heisst das: Das Programm lernt anhand von bereits markierten Datensets Exoplaneten zu erkennen. In der Theorie jedenfalls: «*Algorithmen sind faul*», erklärt Dr. Angerhausen, «*sie nehmen gerne den kürzesten Weg.*» Wenn also zum Beispiel alle «Lerndaten» mit Exo-

planeten von Teleskopen auf der Südhalbkugel stammen und alle ohne Exoplaneten von der Nordhalbkugel, lernt das Programm am Ende nur, zwischen Daten der Süd- und der Nordhalbkugel zu unterscheiden – präsentiert das Resultat jedoch als «Exoplanet»/«Kein Exoplanet». Die «Explainability», also die Erklärbarkeit, weshalb ein Algorithmus einen bestimmten Entscheid gefällt hat (und wie sicher er sich dabei ist), ist deshalb ein wichtiges Element in der Verwendung von Machine Learning.

KI-Simulationen helfen bei der Datenanalyse

Comprehensive spectrum of WASP-39b

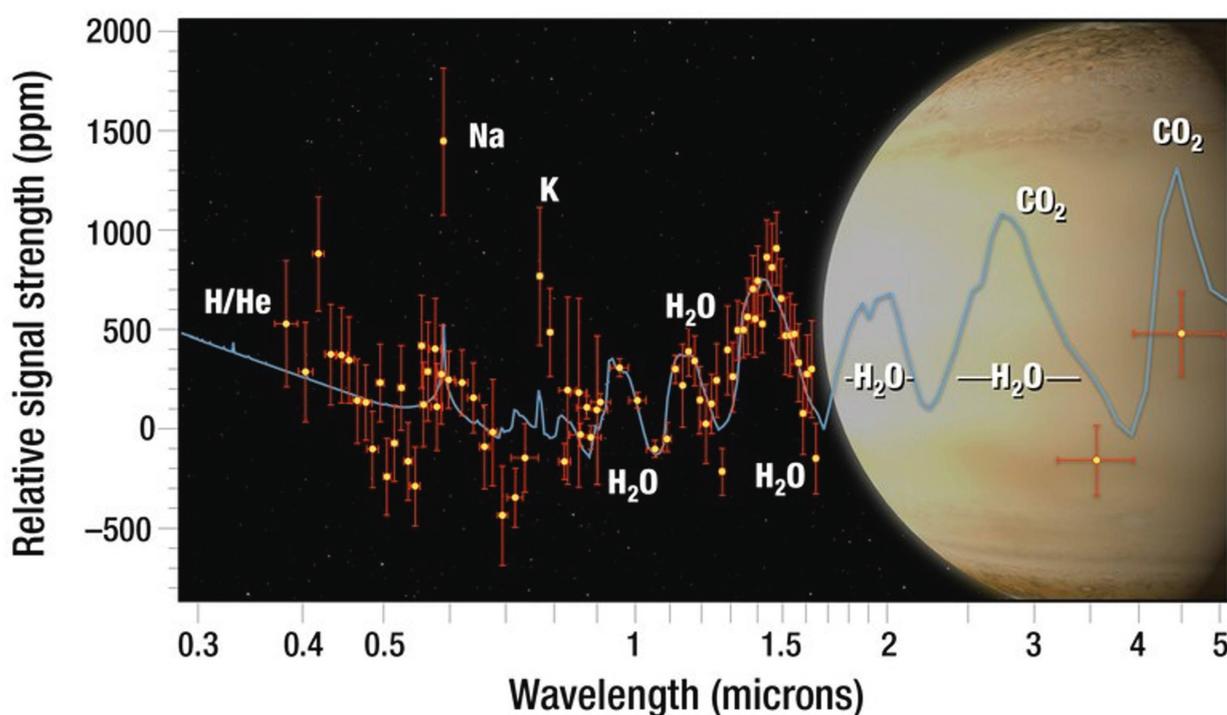


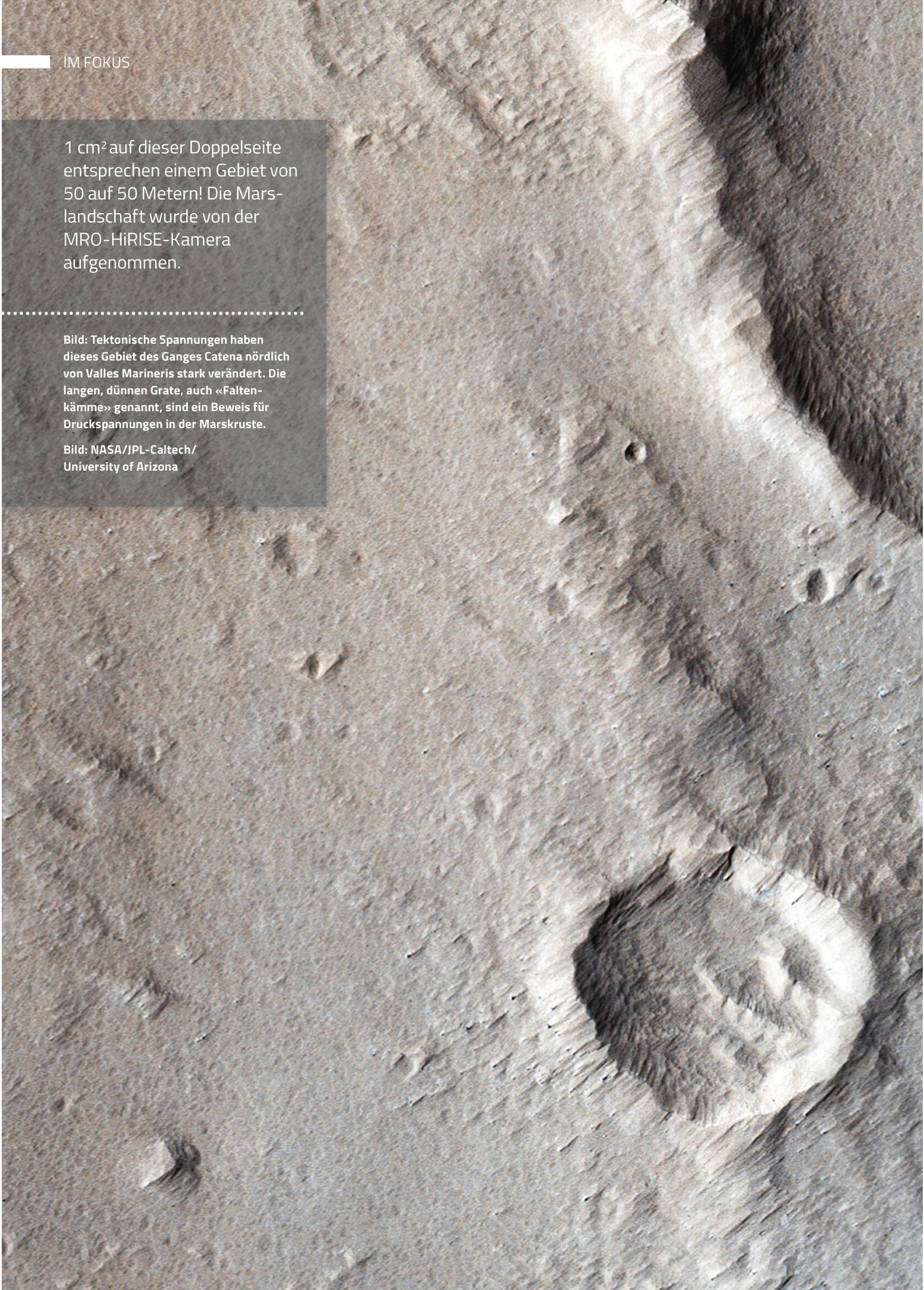
Bild: Wenn das Licht eines Sterns durch die Atmosphäre eines Exoplaneten fällt, wird es je nach der Zusammensetzung der Atmosphäre in andere Farben aufgespalten. Die Analyse eines solchen Lichtspektrums kann also viel über die Atmosphäre eines Exoplaneten – hier des Planeten WASP-39b – erzählen. Und genau dabei können KI-Simulationen helfen (siehe Seite 11).

Bild: NASA, ESA, G. Bacon and A. Feild (STScI), and H. Wakeford (STScI/Univ. of Exeter)

1 cm² auf dieser Doppelseite entsprechen einem Gebiet von 50 auf 50 Metern! Die Marslandschaft wurde von der MRO-HiRISE-Kamera aufgenommen.

Bild: Tektonische Spannungen haben dieses Gebiet des Ganges Catena nördlich von Valles Marineris stark verändert. Die langen, dünnen Grate, auch «Faltenkämme» genannt, sind ein Beweis für Druckspannungen in der Marskruste.

Bild: NASA/JPL-Caltech/
University of Arizona



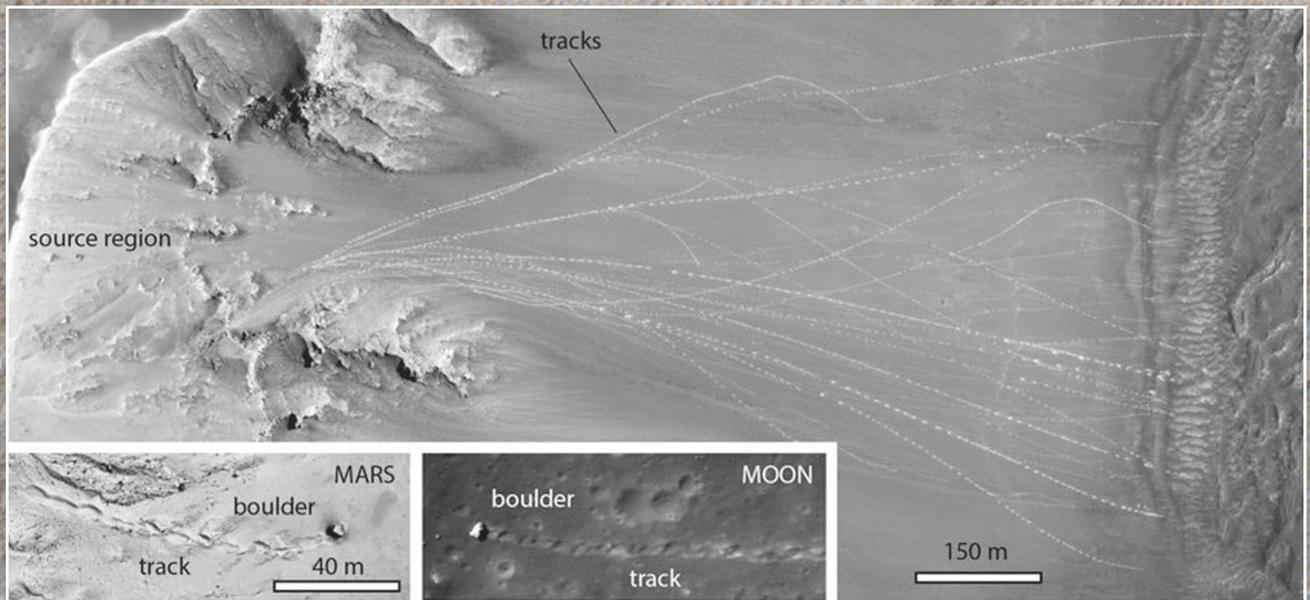


Bild: Ein weiteres Indiz für seismische Aktivitäten können Felsstürze und ihre Spuren sein. Das Übersichtsbild zeigt zahlreiche Steinschläge, die sich von einem Felsvorsprung in der Nähe eines Einschlagkraterrandes auf dem Mars gelöst haben. Während ihrer Verschiebung springen und rollen die Felsbrocken und hinterlassen Spuren auf dem Untergrund des Abhangs. Die Richtung des Gefälles ist nach rechts. Norden ist unten. Die unteren Ausschnittvergrößerungen zeigen eine Nahaufnahme eines Marsblocks mit seiner Spur im HiRISE-Bild (links) und eines Mondblocks mit Spur im NAC-Bild (rechts). KI ist ein wichtiges Instrument in der Suche und Kartierung solcher Felssturzspuren – auf dem Mars wie auch schon zuvor auf dem Mond (siehe Box Seite 10).

Bild: NASA / JPL / UofA / LROC / ASU

Ein weiteres Problem bei solchen Anwendungen ist, dass manchmal nicht alle Daten in die vorgegebenen Kategorien passen: Trainiert man eine KI darauf, Hunde- und Katzenbilder zu unterscheiden, wird sie mit einem Eselsbild Mühe haben. Trainiert man sie auf Spiral- und elliptische Galaxien, wird sie mit irregulären nichts anfangen können. Und diese falsch kategorisieren, wenn man ihr nicht beigebracht hat, wie sie mit solchen Fällen umgehen soll. Eine Möglichkeit, wenn man die Kategorien nicht so genau im Voraus kennt, ist das Unsupervised Learning. Bei diesem lässt man einen Algorithmus in einem Datensatz selbst nach Mustern und Eigenschaften suchen, nach denen er die Daten zu Gruppen, sogenannten «Clustern», ordnen könnte. *«Das ist auch eine gute Methode, wenn man Anomalien finden will»*, sagt Dr. Daniel Angerhausen. Wie den einzelnen Esel in den Hunde- und Katzenbildern. Oder ungewöhnliche Strukturen auf der Marsoberfläche, die eben nicht den typischen kreisrunden Kratern entsprechen.

EINE FLUT VON DATEN

Was das Machine Learning und KI in diesen Fällen zu einem so wichtigen Instrument macht, ist die Datenmenge, die mittlerweile von astronomischen Instrumenten generiert wird. Um diese Daten überhaupt bearbeiten zu können, braucht es KI nicht nur bei den Forschenden. Es braucht auch «intelligente» Lösungen bei der darunterliegenden Software, dem Data Management – einem Anwendungsbereich, wo Computerwissenschaften und KI kaum mehr aus der Astronomie wegzudenken sind. *«Nur wenn ich die benötigten Daten innert nützlicher Frist finden und verarbeiten kann, nützen sie mir»*, sagt Professorin Anastasia Ailamaki von der EPFL. *«Nur dann werden aus Daten Informationen.»* Die Computerwissenschaftlerin und Mitbegründerin des Software-Start-ups RAW Labs beschäftigt sich damit, wie man Data Management in verschiedenen Bereichen einfach und effizient nutzen kann. *«Data Management ist näher an der Hardware als die da-*

MOND UND MARS IM FOKUS: MIT KI AUF DER SUCHE NACH FELSTSTÜRZEN

An der ETH Zürich hat ein Team um Valentin Bickel mittels KI und Machine Learning die erste globale Felssturzkarte unseres Mondes erstellt. Das gleiche Verfahren wird mittlerweile auch für den Mars angewendet.

WORUM'S GEHT *Ein Felssturz hinterlässt in den staubigen Mond- und Marslandschaften oft einen ganz eigenen Abdruck: eine lange Spurrille, an deren einem Ende der Felsbrocken liegt, der sie beim Rollen oder Rutschen verursacht hat. Solche Felssturzspuren auf dem Mond oder dem Mars können interessant sein, weil ihr Vorkommen und ihre Häufigkeit auf seismische Aktivitäten hinweisen kann – und auf die Eigenschaften und Erosionsvorgänge der Mond- bzw. Planetenoberfläche.*

WESHALB KI DABEI HILFT *Um genug Felssturzspuren zu entdecken und kartieren, damit aussagekräftige Schlüsse gezogen werden können, müssen Hunderttausende von hochaufgelösten Bildern angeschaut werden. Ein Mensch braucht jedoch eine gewisse Zeit, um nur schon ein einzelnes Bild auf solche Spuren hin zu untersuchen – eine systematische Suche über grössere Flächen innerhalb nützlicher Frist durchzuführen ist auf diese Weise also schwierig bis unmöglich. Nicht so mit KI: Durch die Anwendung von Machine Learning kann die Entdeckung und Kartierung automatisiert und beschleunigt werden. Das nützt in der Zukunft vielleicht auch Raumfahrtsonden, die autonom entscheiden müssen, welches Terrain sie untersuchen sollen – oder welche Bilder sie über eine begrenzte Bandweite zur Erde zurückschicken.*

WIE'S FUNKTIONIERT *Valentin Bickel und sein Team verwendeten ein sogenanntes «Convolutional Neural Network» (CNN). Dieses inspiriert sich am menschlichen Gehirn und besteht aus künstlichen Neuronen, die in Schichten, den «Layern», angeordnet und untereinander vernetzt sind. Bevor sich das Netzwerk an die Arbeit machen konnte, musste es mit bereits analysierten Bildern darauf trainiert werden, wie es die gesuchten Felsstürze erkennt. Bei diesem «Supervised Learning» lernt das CNN, indem es die Vernetzungen seiner Neuronen ändert, das heisst, neue Verbindungen bildet, alte löscht oder gewisse Neuronen anders gewichtet. Für die Felssturzkarte des Mondes analysierte das Programm Bilder aus dem NASA-Archiv des NASA-Mondsatelliten Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO). Da dieses über 2 Millionen hochaufgelöste Bilder enthält, musste das Programm ausserdem die geeigneten Bilder auswählen können, welche zum einen eine gute Auflösung und einen günstigen Einfallswinkel des Sonnenlichts aufweisen, und zum anderen zusammen zwar ein vollständiges Bild des Mondes ergeben, aber möglichst ohne Überschneidungen. Dieselbe Methode testeten Valentin Bickel und sein Team auch für den Mars – und verglichen dafür sechs verschiedene CNNs. Die Marsbilder stammten dabei von der HiRISE-Kamera des Martian Reconnaissance Orbiter (MRO). Diese decken aber bisher weniger als etwa 5% der Marsoberfläche ab. Ein spannendes Ergebnis des Tests: Anscheinend kann es helfen, zum Trainieren der Netzwerke auch Felssturzbilder vom Mond ins Lern-Set zu nehmen. Ein diverses Trainings-Set kann also dabei helfen, die Leistungsfähigkeit von CNNs zu verbessern – eine Erkenntnis, die sich auf viele andere Bereiche übertragen lässt.*

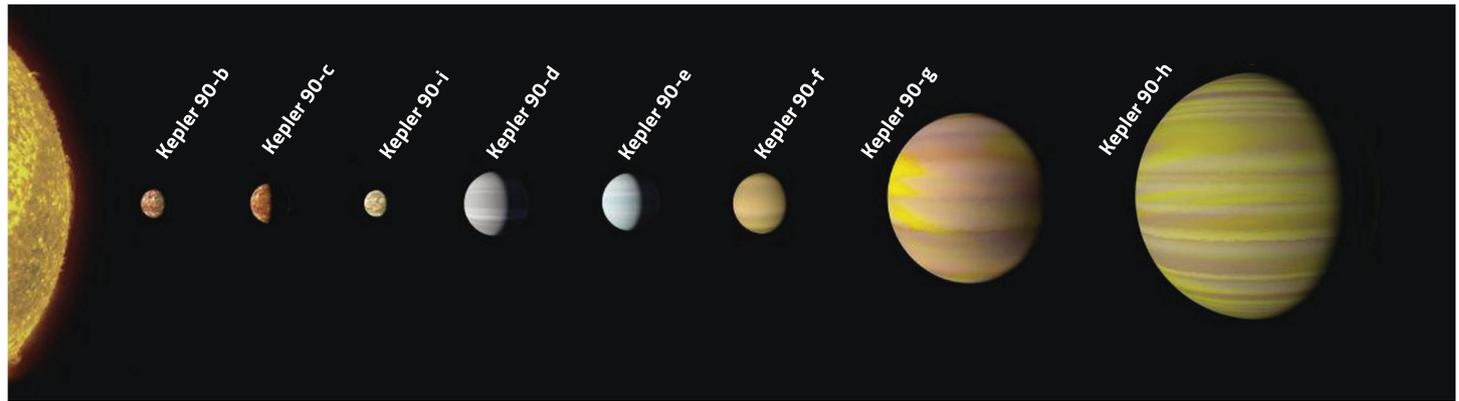


Bild: Um Exoplaneten – Planeten ausserhalb unseres Sonnensystems – zu entdecken, muss man viele Daten analysieren. Dabei kann KI helfen: Einen der acht Planeten im System um den Stern Kepler-90 entdeckte ein KI-Programm in den Daten des Weltraumteleskops Kepler.

Bild: NASA/Ames Research Center/Wendy Stenzel

rüberliegenden KI- und Machine-Learning-Programme», sagt Prof. Anastasia Ailamaki. «Es bildet eine Art Infrastruktur.» Eine Infrastruktur, die nicht ohne KI auskommt. Besonders in einem Feld wie der Astronomie, wo jede Nacht, jede Woche, jeden Monat, jedes Jahr eine riesige und immer grösser werdende Datenflut gesammelt wird. «Im Data Management geht es darum, diese Daten zu speichern, zu ordnen und wieder darauf zugreifen zu können», erklärt Prof. Ailamaki.

Ein Problem dabei: Oft brauchen die Forschenden nur einzelne Informationen aus dem Datenmeer, die Luminosität eines bestimmten Sterns zum Beispiel. Damit diese Information schnell abgerufen werden kann und die Gesamtdatenmenge nicht den begrenzten Arbeitsspeicher verlangsamt, muss die Datenflut in kleinere Datengruppen «zerbrochen» werden. Doch auch diese müssen sinnvoll geordnet sein. Um dies zu erreichen, analysiert KI die Anfragen, die ans System gestellt werden, und versucht aus vergangenen «Queries» zu lernen, was bei den zukünftigen gebraucht werden mag. Weil sich die Forschungsschwerpunkte und damit die Anfragen dauernd ändern, ist auch diese Re-Organisation nie abgeschlossen, sondern geht im Hintergrund konstant weiter – «im Idealfall, ohne dass die Forschenden etwas davon merken», sagt Prof. Ailamaki.

EINE GEMEINSAME SPRACHE FÜR DIE ZUSAMMENARBEIT

Arbeitsspeicher und Zeit, beziehungsweise Flaschenhalse in der Rechnerkapazität, diese Begrenzung spielt in einem weiteren Anwendungsbereich von KI in der Astronomie eine Rolle: Modellberechnungen und Simulationen. Solche Simulationen, zum Beispiel von möglichen Atmosphärenzusammensetzungen, die brauchen Exoplanetenforscher wie Dr. Daniel Angerhausen für die Charakterisierung von Exoplaneten. Die Simulationen ersetzen dabei natürlich nicht die Messungen. Aber sie können helfen, Instrumente und Algorithmen zu erstellen, um die tatsächlichen Messdaten zu bearbeiten. Ausserdem dienen sie der Analyse:

Gemessene Spektren können so mit simulierten verglichen werden, um sich der Zusammensetzung einer Planetenatmosphäre und ihrem «Fingerabdruck» anzunähern – je genauer, je besser. Da es dafür allerdings extrem viele simulierte Modelle braucht, ist dies nicht möglich, wenn die Berechnung eines einzelnen Modells eine Woche benötigt. Eine KI kann solche Modelle automatisch erstellen, so dass sie innerhalb weniger Augenblicke abgerufen werden können.

Ob für Simulationen, Data Management oder Klassifizierungsarbeiten, am Ende sind die Möglichkeiten, die verschiedene KI in der Astronomie bieten, vielfältig. Und bei den exponentiell wachsenden Datenmengen, welche in der Astronomie gesammelt werden, wird für den Umgang damit KI je länger je wichtiger. «95 Prozent der Daten wird wohl nie ein Mensch persönlich anschauen», sagt Dr. Daniel Angerhausen. Entscheidend für eine erfolgreiche Anwendung ist dabei eine gute Zusammenarbeit zwischen der Astronomie und den Computerwissenschaften. Darüber sind sich der Astrophysiker und die Computerwissenschaftlerin einig: «Man muss eine gemeinsame Sprache finden, denn man kann viel falsch machen, wenn man als Anwender nicht mit einem Experten arbeitet», sagt Dr. Daniel Angerhausen. Prof. Anastasia Ailamaki begeistert genau diese Schnittstelle: «Das fand ich bereits zu Beginn meiner Karriere faszinierend, die Realisation, was die Technologie für Wissenschaften wie die Astronomie tun kann – wenn wir es nur schaffen, die Distanz zwischen den Domain-Wissenschaften und den Computerwissenschaften zu überbrücken.» ◀

AUTORIN Claudia Walder

Sie hat Internationale Beziehungen in Genf und Übersetzungswissenschaften in Edinburgh studiert, hat in China Englisch unterrichtet und arbeitet nun als Autorin, Korrektorin und Redakteurin, zum Beispiel fürs Transhelvetica, das Magazin des Schweizerischen Nationalmuseums – oder auch fürs Orion (das zufällig nach einem ihrer Lieblingssternbilder benannt ist). 2019, pünktlich zum 50. Jubiläum der Mondlandung, ist ihr Sach-Kinderbuch «Wie gehts denn nun zum Mond» im Baeschlin Verlag erschienen.

«IST ES FÜR EINEN ANFÄNGER MÖGLICH, EINE STERNBEDECKUNG DURCH EINEN ASTEROIDEN VON DER TERRASSE SEINES HAUSES AUS ZU BEOBACHTEN?»

ERSTER SCHRITT – DAS (WIEDER-) ERLERNEN DES UMGANGS MIT DEM TELESKOP

Unter den an Astronomie begeisterten Menschen befinden sich viele, die ein Teleskop besitzen, vielleicht ein bescheidenes, häufig aber sogar ein leistungsstarkes. Das Gerät ruht für gewöhnlich im Keller, auf dem Dachboden oder in einem versteckten Schrank, inzwischen völlig bedeckt vom Staub. Warum geben Sie ihm nicht seinen Wert zurück, indem Sie es im Wohnzimmer oder auf der Terrasse des Hauses aufstellen? Wie wäre es, wenn Sie es wieder seinem ursprünglichen Zweck zuführen würden? Vielleicht ist es schon ein bisschen alt, aber die Optik ist sicher noch gut. Auch wenn das Instrument auf einem knorrigen Holzstativ montiert ist, einige Schrauben bereits locker sind, die Motorisierung nicht mehr funktioniert oder gar nicht mehr vorhanden ist, spielt das für unser Vorhaben keine Rolle.

Hier geht es darum, das Instrument (wieder) in die Hand zu nehmen, es zu bewegen, im Auszug ein Weitfeldokular einzustecken und eine improvisierte Beobachtung vom heimischen Fenster aus zu versuchen. Es gilt, den vielleicht auf seiner Montierung wackelnden Tubus auf einen Stern zu richten und ihn scharf zu stellen. Wenn dies gelingt, dann sind Sie schon fast bereit für Ihre erste astronomische Beobachtung, vom Balkon aus, in aller Ruhe, nach dem Abendessen.

Zunächst versuchen Sie, einen kleinen, unbedeutenden Stern anzuvisieren und dann zu einem mehr

Abbildung 1: Ein kleines, auf einem Holzstativ montiertes Teleskop, das mit Drehknöpfen für feine Bewegungen ausgestattet ist, reicht bereits als erste Annäherung an den Himmel aus.

Bild: Stefano Sposetti



– ICH DENKE SCHON, ... ABER ES BRAUCHT GEDULD.>>

ASTRONOMIE VOM BALKON AUS

Eine einfache Anleitung von Stefano Sposetti.

Statt ein Fernrohr ungenutzt irgendwo verstauben zu lassen, zeigt der Autor auf, wie man es wieder sinnvoll einsetzen und damit sogar Sternbedeckungen durch Asteroiden aufzeichnen kann.

oder weniger hellen Objekt weiterzugehen. Am Nachthimmel gibt es massenweise Sterne, zumindest einer wird früher oder später in Ihr Blickfeld kommen. Sie werden rasch feststellen, dass das Sehen nicht einfach ist. Infolge des Windes oder anderer Erschütterungen mag der Anblick ein wenig zittern, weshalb das Auge nicht in Ruhe verbleibt. Vielleicht ist das Bild ein wenig unscharf oder verzerrt. Wenn Sie den Tubus langsam und mit beiden Händen z. B. nach links schwenken, wandern die Sterne beim Blick durch das Okular vermutlich nach rechts. Langsam stellt sich das richtige

Gefühl zum Hantieren des Fernrohrs wieder ein. Und wenn Sie in aller Ruhe einen Stern für etwas längere Zeit stabil im Blickfeld halten, werden Sie feststellen, dass sich die Sterne darin, verflücht nochmal, trotzdem bewegen! Ach ja: die Erde dreht sich um ihre Achse!

ZWEITER SCHRITT – DAS AUSRICHTEN DES TELESKOPS AUF EIN BESTIMMTES HIMMELSOBJEKT

Nach dieser ersten Erfahrung sind Sie bereit für den nächsten Schritt, nämlich das Ausrichten des Te-

leskops auf ein bestimmtes Objekt. Achten Sie darauf, dass Sie dafür ein Okular mit einem grossen Blickfeld verwenden. Um einen bestimmten Stern zu finden, ist eine Karte des Sternenhimmels unerlässlich. Hier leistet uns ein Computer – ich empfehle ein handliches Notebook – gute Dienste. Die kostenlose Software C2A bietet eine praktische Sternkarte, welche die Position der Sterne am Himmel anzeigt. Sie kann unter <http://www.astrosurf.com/c2a> heruntergeladen werden. Nach der Installation geben Sie die Koordinaten des Sterns ein, d. h. seine Rektaszension und Deklination, und sofort erscheint der gewünschte Bereich des Himmels auf dem Bildschirm. Um diesen Teil des Himmels mit dem Teleskop zu zentrieren, gehen Sie Schritt für Schritt vor. Zuerst visieren Sie das Fernrohr auf einen hellen Stern, der sich in der näheren Umgebung des gesuchten Sterns befindet, sagen wir Wega. Dann bewegen Sie den Tubus langsam nach links und rechts, nach oben und unten, um zu sehen, wie sich dies auf Ihr Blickfeld im Okular auswirkt. Ist das Feld richtig ausgerichtet? Erscheinen die Bilder relativ zu denjenigen auf der Karte gespiegelt? Schliesslich bewegen Sie sich in kleinen Schritten, wie auf einem ausgeschilderten Wanderweg, von einem Stern zum nächsten, bis Sie den gewünschten Stern oder die Galaxie, die Sie beobachten möchten, im Blickfeld sehen.

Wenn die Montierung Drehknöpfe aufweist, um das Rohr in beiden Achsen zu bewegen, ist das eine grosse Hilfe; wenn sie sogar mit zwei Elektromotoren ausgestattet ist, umso besser. Falls keine dieser Hilfsmittel vorhanden sind, ist es hingegen etwas schwieriger, die Sterne gleichmässig im Feld zu verschieben.

Das Verschieben und Erkennen des Sternfeldes ist nicht einfach und erfordert Sorgfalt, Übung und viel Geduld. Manchmal verliert man die Orientierung und ist gezwungen, zurückzugehen und die Prozedur von Anfang an zu wiederholen, vielleicht zwei oder drei Mal. Lassen Sie sich dadurch nicht entmutigen. Sie werden rasch erkennen, dass es zweckmässig ist, die Sternkarte entsprechend dem Anblick im Okular zu orientieren. Beim hier beschriebenen «Starhopping» ist es ratsam, vor allem helle Sterne zu beobachten und die schwachen wegzulassen. In aller Ruhe machen Sie sich mit dem Gerät vertraut und entwickeln für dessen Bedienung das richtige Feingefühl.

DRITTER SCHRITT – DAS HALTEN DES ZIELSTERNS IM BLICKFELD

Wenn das oben beschriebene Verfahren gut eingeübt ist, können Sie zuversichtlich die Nacht der Bedeckung angehen und den Zielstern möglichst etwa eine Stunde vor dem spannenden Moment der Bedeckung

Abbildung 2: Auch vom Balkon aus lässt sich Astronomie erleben. Das Verfahren, um eine Sternbedeckung zu beobachten, ist nicht ganz einfach, aber mit etwas Übung gelingt es.

Bilder: Stefano Sposetti



ckung ins Blickfeld nehmen. Vielleicht erscheint Ihnen eine Stunde vorher zu lang, ich versichere Ihnen jedoch, dass beim Einrichten immer Unerwartetes lauert. Wir bleiben also die ganze Zeit bis zum Moment der Bedeckung mit dem Auge am Okular und führen das Teleskop kontinuierlich nach.

Vollständigkeitshalber möchte ich noch eine weitere Methode erwähnen, die zur Anwendung gelangen kann: Das sogenannte «Pre-Aiming», also das Zielen auf einen bestimmten Punkt am Himmel lange vor dem erwarteten Event. Die Methode ist sehr praktisch und eignet sich für jede Art von Montierung. Dank der Erdrotation haben Sie Gewissheit, dass sich der gesuchte Stern zum gewünschten Zeitpunkt exakt im Gesichtsfeld des Okulars befindet. Diese Technik ist anspruchsvoller in der Anwendung und erfordert normalerweise die Installation weiterer Software.

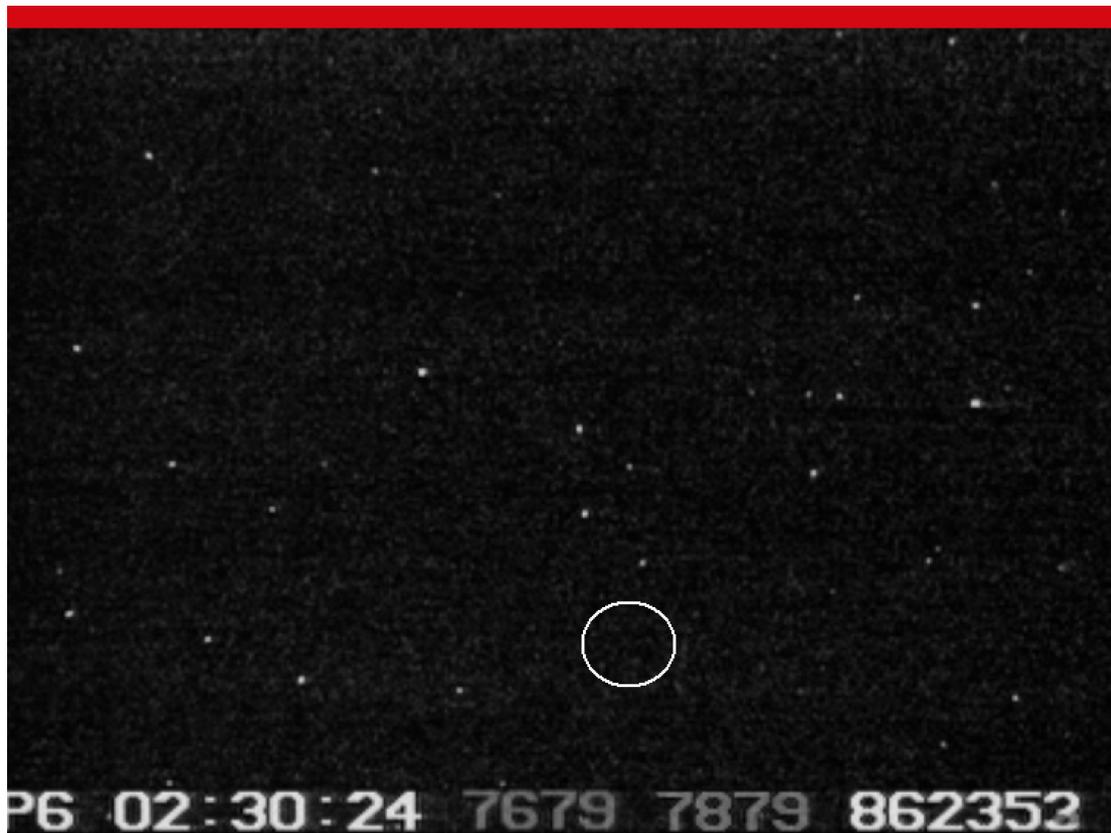
VIERTER SCHRITT – DAS AUFZEICHNEN DER BEDECKUNG

Endlich sind wir bei der Beschreibung dessen angelangt, was das Okular während der Bedeckung zeigt! Um das Ereignis wissenschaftlich auswerten zu können, ist die Kenntnis zweier Dinge wichtig: Der exakte Standort, von wo die Beobachtung erfolgte, und die genauen Zeitpunkte, bei denen das Licht des Sterns

aufgrund des Vorübergangs des Asteroiden verschwunden und wieder erschienen ist. Falls die beiden Zeitpunkte nicht absolut festgestellt werden können, ist zumindest die Kenntnis der Dauer zwischen ihnen schon sehr nützlich. Vor allem bei der erstmaligen Beobachtung einer Sternbedeckung empfehle ich jedoch, das Ereignis mit eigenem bloßem Auge live im Okular zu beobachten. Denn die Emotion, die das unmittelbare Sehen einer positiven Bedeckung hervorruft, ist wahrlich intensiv.

Die Bestätigung des beobachteten Ereignisses erfolgt in diesem Fall in akustischer Form (z. B. durch Ausrufen eines «Piep»-Tons) und kann mit dem Voice-Recorder Ihres Smartphones erfolgen. Am besten verharren Sie bereits mindestens eine Minute vor dem prognostizierten Zeitpunkt wachsam mit dem Auge am Okular. Sobald das Licht des Sterns verschwindet oder wiedererscheint, geben Sie jeweils ein akustisches Zeichen. Beobachten Sie noch mindestens eine Minute länger am Okular: Oftmals besitzen Asteroiden noch kleine Monde, die sie in gewissem Abstand begleiten ... Beim anschließenden Abhören der Aufzeichnung ermitteln Sie die Dauer des Ereignisses.

Wenn Sie die Bedeckung statt von Auge lieber mit einem elektronischen Gerät aufzeichnen möchten,



Die Stellar Occultation Timing Association Switzerland (SOTAS)

Die Fachgruppe Sternbedeckungen (Stellar Occultation Timing Association Switzerland, SOTAS) ist eine Arbeitsgruppe der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft. Die Mitglieder dieser Gruppierung beschäftigen sich mit der Beobachtung und Aufzeichnung von Sternen, die von astronomischen Körpern wie Asteroiden, Monden und Planeten kurzzeitig bedeckt werden. Das Ziel unserer Arbeit besteht in der präzisen Bestimmung des Zeitpunktes des Verschwindens und Wiedererscheinens des Lichts eines verdeckten Sterns. Die präzise Kenntnis von Zeitpunkt und Beobachtungsort eines Bedeckungsereignisses erlaubt

- die Anpassung der Orbitalelemente des verdeckenden Körpers
- die Erkennung von Doppel-Körpern und begleitenden Satelliten
- die Bestimmung von Grösse und Form des verdeckenden Körpers

Jede Beobachtung wird der Europäischen Sektion der International Occultation Timing Association (IOTA) gemeldet. Damit liefert die Fachgruppe wertvolle Daten für die astronomische Wissenschaft. Darüber hinaus bieten unsere Mitglieder Informationen, Empfehlungen und Unterstützung zur Beobachtung von Geräten und Techniken.

ist eine spezielle Videokamera notwendig. Die Verwendung eines Mobiltelefons dagegen ist aus verschiedenen Gründen nicht empfehlenswert. Hierfür wäre die Aufnahmetechnik umständlich und bedürfte eines spezifischen Lernens, das ich hier nicht erläutern möchte.

ABSCHLIESSENDE ÜBERLEGUNGEN

Das Verfahren zur Beobachtung einer Sternbedeckung ist nicht einfach. Darüber hinaus sind diese Ereignisse selten. Vielleicht ist das aber auch ein Grund, warum sie so faszinierend sind. Mit einem Instrument mittlerer Öffnung können Sie auf diese Weise ein paar Bedeckungen pro Jahr beobachten. Alles, was Sie tun müssen, ist Ihr Teleskop zu einem bestimmten Zeitpunkt auf eine bestimmte Stelle am Nachthimmel zu richten. Dabei zählt sich eine gute Vorbereitung aus. Und falls die Bedeckung negativ ausfallen sollte, also wenn der Asteroid, aus welchen Gründen auch immer, neben dem Stern vorbeizieht und dessen Licht nicht abschattet, seien Sie unbesorgt: Auch diese Beobachtung ist gleichsam wertvoll, als hätte er den Stern bedeckt. Denn daraus ist erkennbar, dass die orbitalen Elemente dieses Objektes eben nicht mehr stimmen und entsprechend angepasst werden müssen. Wie auch immer: Wer sich an der Beobachtung von Sternbedeckungen beteiligt, unternimmt einen Schritt nach vorne, sei es in der Anwendung von astronomischen Instrumenten, im Verständnis um die Vorgänge am Himmel oder einfach in der Gewissheit, einen nützlichen wissenschaftlichen Beitrag geleistet zu haben.

In der Schweiz haben sich die Beobachter von Sternbedeckungen in der SAG-Fachgruppe Sternbedeckungen vereint und tauschen die Ergebnisse mit anderen internationalen Organisationen aus. Weitere Informationen und Ergebnisse befinden sich unter www.occultations.ch. Falls Sie an einer Mitarbeit interessiert sind, nehmen Sie bitte Kontakt auf. Neue BeobachterInnen sind jederzeit herzlich willkommen und erhalten grösste Unterstützung! <

AUTOR Stefano Sposetti

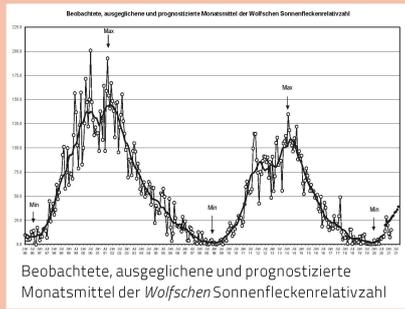
ist ein Schweizer Amateurastronom und Asteroidenentdecker. Der Vizepräsident der SAG SAS hat zahlreiche – über 150 – Asteroiden entdeckt. Der Asteroid (22354) Sposetti wurde nach ihm benannt. Die motivierende Anleitung von Stefano Sposetti ist erstmals im März 2020 auf Italienisch in der Tessiner Astro-Zeitschrift MERIDIANA erschienen.

LINKS

- <http://occultations.ch/index.html>
- <https://forum.sag-sas.ch/viewforum.php?f=10>

Swiss Wolf Numbers 2021

Marcel Bissegger, Gasse 52, CH-2553 Safnern



Januar 2021 **Mittel: 10.9**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
27	37	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
0	0	0	0	25	14	0	16	24	19	
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
23	29	32	23	21	13	50	0	0	0	0

Februar 2021 **Mittel: 11.0**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	0	0	0	0	0	4	7	8	11
21	22	23	24	25	26	27	28		
10	15	39	41	30	20	14	9		

März 2021 **Mittel: 14.2**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
10	19	36	26	0	1	16	15	7	14	
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
19	14	10	17	-	24	12	15	13	10	
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
7	17	25	28	25	25	11	11	13	8	0

1/2021	Name	Instrument	Beob.
	Barnes H.	Refr 76	13
	Bissegger M.	Refr 100	4
	Ekatodramis S.	Refr 120	7
	Erzinger T.	Refr 90	6
	Friedli T.	Refr 40	8
	Friedli T.	Refr 80	11
	Friedli T.	SDO 140	1
	Früh M.	Refl 300	8
	Käser J.	Refr 100	4
	Menet M.	Refr 102	1
	Mutti M.	Refr 80	4
	Niklaus K.	Refr 126	1
	Schenker J.	Refr 120	4
	SIDC S.	SIDC 1	7
	Weiss P.	Refr 82	12
	Zutter U.	Refr 90	10

2/2021	Name	Instrument	Beob.
	Barnes H.	Refr 76	13
	Bissegger M.	Refr 100	4
	Ekatodramis S.	Refr 120	6
	Enderli P.	Refr 102	4
	Erzinger T.	Refr 90	13
	Friedli T.	Refr 40	4
	Friedli T.	Refr 80	4
	Früh M.	Refl 300	19
	Käser J.	Refr 100	16
	Meister S.	Refr 125	7
	Meister S.	Refr 140	1
	Menet M.	Refr 102	1
	Mutti M.	Refr 80	8
	Schenker J.	Refr 120	6
	SIDC S.	SIDC 1	3
	Weiss P.	Refr 82	18
	Zutter U.	Refr 90	15

3/2021	Name	Instrument	Beob.
	Barnes H.	Refr 76	15
	Bissegger M.	Refr 100	4
	Ekatodramis S.	Refr 120	1
	Enderli P.	Refr 102	3
	Erzinger T.	Refr 90	15
	Friedli T.	Refr 40	9
	Friedli T.	Refr 80	9
	Früh M.	Refl 300	24
	Käser J.	Refr 100	16
	Meister S.	Refr 125	20
	Meister S.	Refr 140	1
	Menet M.	Refr 102	2
	Mutti M.	Refr 80	12
	Schenker J.	Refr 120	6
	SIDC S.	SIDC 1	1
	Trefzger C.	Refl 125	3
	Weiss P.	Refr 82	19
	Zutter U.	Refr 90	24

Swiss Occultation Numbers 2021

Fachgruppe Sternbedeckungen SOTAS (www.occultations.ch)

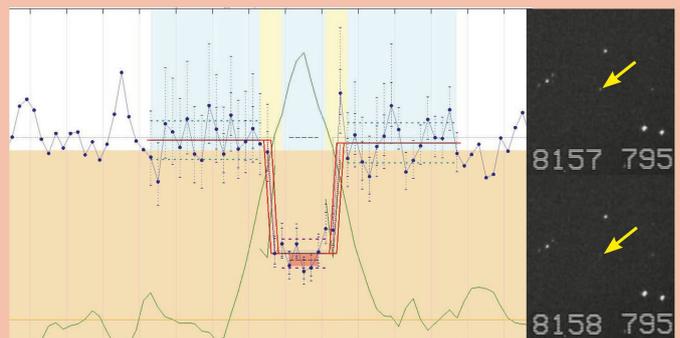
Januar, Februar & März 2021			01/21	02/21	03/21	Positive Ereignisse				
Beobachter	Lage	ID	+	-	+	-	Asteroiden	Datum	Bed. Stern	Obs.
Meister / Schweizer	Bülach	BUE	3			1 3	(130) Elektra	21.02.	UCAC4 487-022645	0+
Gualdoni C.	Como	COM								
Manna A.	Cugnasco	CUG	2			1				
Sposetti St.	Gnosca	GNO	1 14	1 11	1 13		(7903) Albinoni	15.01.	TYC 769-01024-1	0+
							(4059) Balder	11.02.	UCAC4 502-041311	0+
							(1070) Tunica	24.03.	UCAC4 499-038086	0+
Schenker J.	Himmelried	HIM								
Sposetti St.	Locarno	LOC								
Ossola A.	Muzzano	MUZ	2			1				
Schenker / Käser	Schafmatt	SCH				1	(130) Elektra	21.02.	UCAC4 487-022645	0+
Schweizer A.	Wettswil	WET	1			2	(313) Chaldaea	20.02.	TYC 0730-02054-1	0+
							(130) Elektra	21.02.	UCAC4 487-022645	0+
Alle Stationen			1 22	1 11	5 18					

Bedeckung des Sterns UCAC4 583-044709 durch den Asteroiden (3007) Reaves

Am 2. April 2021 konnte *Alberto Ossola* die Bedeckung des Sterns UCAC4 583-044709 durch den Asteroiden (3007) Reaves von Muzzano aus aufzeichnen. Das Ereignis dauerte von 21:36:10.02 +/-0.16 MESZ bis 21:36:12.90 +/-0.16 MESZ gerademal 2.88 s. Rechts sehen wir den Lichtabfall. In der Videoaufzeichnung (kleine Vergleichsbilder) ist der Stern für knapp 3 s verschwunden.

Abbildung 1: Aufzeichnung der Sternbedeckung durch (3007) Reaves.

Bilder: Alberto Ossola



Über meine Matura-Arbeit und das daran anschliessende nationale Wettbewerbsprojekt

Implementierung der Weitwinkel-Gradienten-Extraktion für Deep Sky Astrofotografie

Mit meiner Arbeit «Deep Sky Astrophotography» qualifizierte ich mich für den Nationalen Wettbewerb 2020 von Schweizer Jugend Forscht (SJF). Dafür entwickelte ich eine Methode, um Lichtverschmutzung auf Astrofotografien mithilfe einer zusätzlichen Weitwinkelkamera zu reduzieren. Im Finale wurde die Arbeit mit «hervorragend» bewertet und erzielte einen Sonderpreis.

Text: Christopher Golling

Die Wahl eines Themas für meine Abschlussarbeit fiel mir nicht leicht, bis der für die Sternwarte auf dem Schulhausdach zuständige Lehrer *Anton Schriber* erzählte, dass für sie eine moderne Schweizer Teleskopnachführung (Montierung) bestellt sei. Diese könnte ich im Rahmen meiner Arbeit in Betrieb nehmen, einrichten und dann damit sogar erste Deep Sky Astrofotos machen.

Mit der Astrofotografie hatte ich mich bis dahin noch nicht beschäftigt, doch als Verbindung meiner Hobbys Fotografie, Physik und Informatik schien es das ideale Thema zu sein. Darum sagte ich zu und arbeitete mich durch viele Bücher, um dieses «Handwerk» zu verstehen.

MONTIERUNG ALS ZENTRALES WERKZEUG

Dabei lernte ich, dass die Montierung ein ganz zentrales Werkzeug der Astrofotografie ist. Denn jede noch so gute Kombination von Teleskop und Kamera kann nur mit einer gut ausgerichteten und kalibrierten Montierung Sterne punktförmig abbilden.

Die von mir in Betrieb genommene Montierung ist ein äquatoriales Modell, welche mit einem Motor hauptsächlich die Rotation der Erde kompensiert, und mithilfe eines zweiten jede Position am Himmel erreichen kann.



AUTOR Christopher Golling
Christopher Golling (Jahrgang 2002) ist Leiter der Astronomischen Jugendgruppe Glarus. Er studiert Physik an der ETH-Zürich im 4. Semester. Nebst seinem Studium arbeitet Christopher Golling als Fotograf für die Schweizer Tageszeitung «Südostschweiz».
E-Mail: chris@golling.ch
Website <https://www.n.ethz.ch/~cgolling>

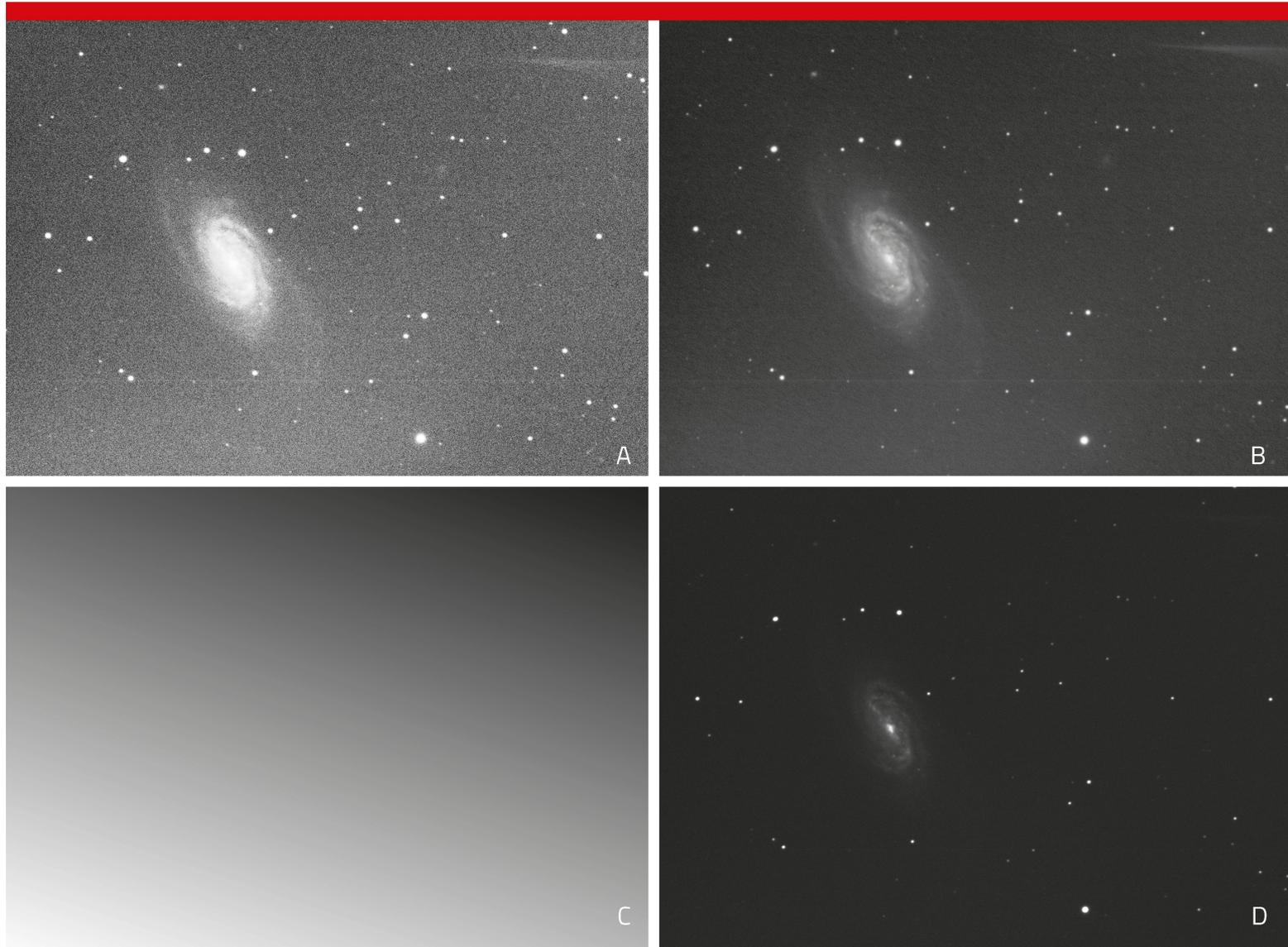


Abbildung 1: Ein linear gestrecktes 6 min belichtetes Einzelbild der Galaxie NGC 2903 (Aufnahme A) zeigt einen linearen Helligkeitsgradienten auf. Dieser stammt hauptsächlich vom vorherrschenden zunehmenden Mond. In Aufnahme B sehen wir eine Kombination von zwölf Einzelbildern, welche auch einen deutlichen Gradienten aufweist. Aufnahme C zeigt den aus obigem Einzelbild (A) vom Algorithmus extrahierten und generierten Gradienten. Mithilfe des generierten Gradienten kann der störende Verlauf aus dem Objektbild mehrheitlich entfernt werden (Aufnahme D). Zur Information: Objektdetails bleiben bei diesem Prozess erhalten.

Bilder: Christopher Golling

Das Spezielle an dieser spezifischen Montierung ist, dass die Übertragung der Kraft vom Motor auf die Drehachse ohne jegliche Zahnräder auskommt. Dadurch sind ungewollte Hysteresis-Effekte beim häufigen Richtungswechsel minimal. Diese Wechsel sind nötig, da nur mit ständigem Korrigieren der Teleskopbewegung das exakte Verfolgen eines Sternes über den Nachthimmel möglich ist.

Die Produktion der Schweizer Montierung «Herkules V24» dauerte deutlich länger als erwartet – doch mein Abgabetermin war fix: 3. Dezember 2018. Also

entschied ich mich, die Zeit zu nutzen und mein erarbeitetes Wissen schon mal zusammenzufassen. So schrieb ich eine kompakte Einführung in die Astrofotografie, die Objekte am Himmel und die Arbeit mit dem Equipment. Das Zielpublikum dieses theoretischen Teils sind interessierte Schüler und Personen, welche dadurch genügend Wissen erlangen sollen, um in der Sternwarte arbeiten zu können. Nachdem inzwischen auf dieser Grundlage bereits zwei weitere Matura-Arbeiten zum Thema Astrofotografie entstanden sind, wurde dieses Ziel offenbar erreicht.

ANLAUFSCHWIERIGKEITEN

Bei einem Workshop für Astrofotografie im September 2018 in der Sternwarte Mirasteilas in Falera konnte ich erstes praktisches Wissen sammeln. Die Entwickler der zukünftigen Montierung zeigten mir dort, wie man diese bedient. Schliesslich wurde sie in Glarus aufgebaut und meine praktische Arbeit konnte beginnen.

Mithilfe der «Scheiner»-Methode (*Julius Scheiner*, 19. Jahrhundert) konnte ich die Montierung mit dem Ritchey Chrétien Style Teleskop Meade LX200-R auf etwa eine Bogenminute genau einnorden. So wird das Ausrichten der Montierung an der effektiven Rotationsachse der Erde genannt.

Diese Montierung hatte Kinderkrankheiten, welche ich in direkter Zusammenarbeit mit den Entwicklern beheben konnte. Doch löste auch ein – wie sich nach 3 Wochen herausstellte – defekter Positions-Encoder der Rektaszensions-Achse eine Kettenreaktion aus, welche Aufnahmen jeglicher Art verunmöglichte und eine Demontage bedingte. Repariert funktionierte die Montierung dann fehlerfrei und ich konnte erste Objekte fotografieren.

WETTBEWERBSPROJEKT

Mit dieser Arbeit nahm ich am Nationalen Wettbewerb für Abschlussarbeiten von SJF teil. Dort konnte ich mich erfolgreich qualifizieren. Doch um ins Finale zu kommen, sollte ich zusätzlich ein innovatives Projekt durchführen.

Mein Betreuer Dr. *Fabian Neyer* brachte mich auf die Idee, eine Implementierung der Weitwinkel-Gradienten-Extraktion für Deep Sky Astrofotografie umzusetzen. Die Deep Sky Astrofotografie beschäftigt sich mit der Fotografie von Objekten ausserhalb unseres Sonnensystems. Sie ist ein technisch aufwändiges Teilgebiet der Astrofotografie, da lange Belichtungszeiten mit komplexer Technik notwendig sind, um detaillierte und kontrastreiche Einblicke in die Tiefen des Weltalls zu ermöglichen.

Viele Faktoren beeinflussen die Qualität der Bilder. Einer der ortsabhängigen ist die Lichtverschmutzung durch das künstliche Licht. Dieses Himmelsglühen, das in der Nähe bewohnter Regionen vorhanden ist, leuchtet den Nachthimmel ungleichmässig aus und erzeugt so einen unerwünschten Helligkeitsverlauf im Bild. Auch der Mond erzeugt einen solchen ungewollten Gradienten. Um diesen zu entfernen, wird üblicherweise ein Computerprogramm verwendet, welches versucht, ihn direkt aus dem Bild zu berechnen. Diese Methode ist weit entwickelt und funktioniert meist gut, stösst jedoch an ihre Grenzen, wenn das Objekt (Nebel, Galaxie, ...)

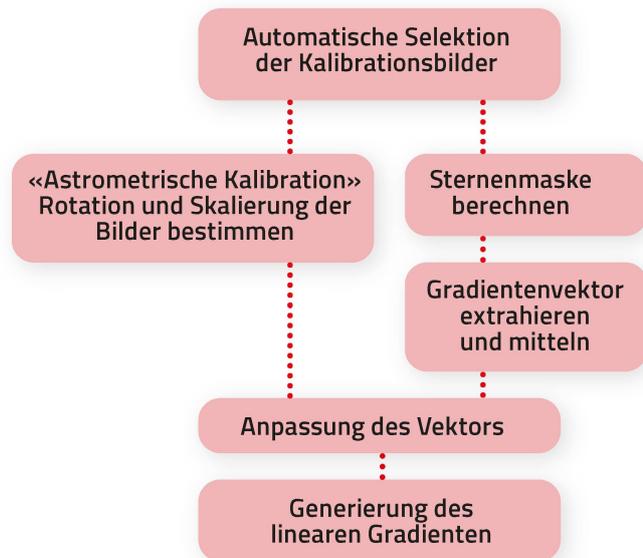


Abbildung 2: Die Aufnahmen werden dem Programm übergeben, welches sie mit diesem Ablauf auswertet.

Schema: Christopher Golling

den ganzen Bildausschnitt füllt. Denn ohne den dunklen Nachthimmel als Referenz haben die Algorithmen Mühe, die korrekte Helligkeitskurve zu bestimmen.

Mit der Weitwinkel-Gradienten-Extraktion habe ich einen Kalibrationsprozess entwickelt, um, auch zeitlich variable, Lichtgradienten effektiv reduzieren zu können.

Diese Methode verbessert die Objektbilder durch individuelle Kalibration mit linearen Helligkeitsgradienten. Letztere werden mittels des entwickelten Algorithmus automatisch aus Bildern einer zweiten Kamera mit kürzerer Brennweite gewonnen.

FUNKTIONSWEISE

Eine Kamera mit 200 mm Teleobjektiv wurde parallel auf dem Teleskop befestigt. Relativ zur Brennweite von 3'556 mm des Teleskops hat die Kamera ein Weitwinkel-Objektiv. Während die Hauptkamera durch das Teleskop das Objekt ablichtet, kann die zweite Kamera aufgrund kürzerer Belichtungszeiten zeitgleich mehrere Aufnahmen machen. Zusätzlich zu diesen Objektbildern (OB) werden die üblichen «klassischen» Kalibrationsbilder (Dark, Flat und Bias) für beide Kamerasysteme aufgenommen. Diese werden benutzt, um störende optische und Elektronik-basierte Effekte zu reduzieren.

Der Algorithmus ordnet automatisch jedem OB die passenden Gradientenbilder (GB) zu. Dann werden

diese GB eines OB «gestackt» und somit kombiniert. Von diesem Bild wird nun eine Sternenmaske generiert. Durch Vergleichen der lokalen und globalen Helligkeiten werden auch Flugzeug- oder Satellitenlinien maskiert. Von dem unmaskierten Teil werden die Eckregionen zum Extrahieren des Gradientenvektors verwendet, durch Kombinieren des horizontalen und vertikalen Helligkeitsunterschiedes. Dass in diesen ausgewählten Regionen nur noch der Nachthimmel ist, kann der Benutzer visuell bestätigen.

Damit der Gradient von der Ausrichtung und Skalierung her zum OB passt, werden Position und Orientierung des gestackten GB und OB vom Algorithmus automatisch durch «Platesolving» mit der Software *astrometry.net* bestimmt und verarbeitet.

Für das Testen der Gradientenextraktion habe ich mehrere Aufnahmen der Galaxie NGC 2903 in der Umgebung des Mondes gemacht.

AUSBLICK

Ein wesentlicher Vorteil meiner Methode ist, dass auch zeitlich variable Gradienten berücksichtigt werden, da jedes OB einzeln kalibriert wird. Diese Methodik mit linearen Gradienten ist eine erste Näherung an den effektiven Gradienten im Bild. Durch Weiterentwicklung des Algorithmus könnten auch radiale oder polynomiale Gradienten extrahiert werden.

Ich habe vor, meinen Algorithmus in Zukunft als Open-Source-Projekt Interessierten zur Verfügung zu stellen. Informationen dazu werden auf <https://www.n.ethz.ch/~cgolling> publiziert. Bei Fragen oder Anmerkungen können Sie mich gerne via E-Mail kontaktieren. <



Softcover, 252 Seiten, ISBN: 978-3-907663-56-1
Zu beziehen bei www.rubmedia.ch
CHF 49.00 (inkl. MwSt.)

Die Kurzbeschreibung des hier vorgestellten Buches beginnt ganz unspektakulär: « **Construire un Observatoire à la Vallée de Joux** » est un récit de *Pierre Le Coultré* qui décrit à l'aide de photographies et de documents administratifs la construction d'un observatoire ouvert au public et aux écoles. Les motivations qui ont conduit à la réalisation de ce projet sont énumérées en détail.

Der reich bebilderte Band beschreibt aber nicht bloss alle einzelnen Schritte von der Idee bis zur Vollendung des Baus dieser schönen Sternwarte, sondern zeugt auch von der ungebrochenen Begeisterung und dem Durchhaltewillen des Initiators, *Pierre Le Coultré*, und seinen ebenso einsatzfreudigen Kolleginnen und Kollegen. Es ist nicht nur ein Buch zum Lesen, sondern auch zum Miterleben, wie die vielen Hindernisse elegant überwunden und auftretende Probleme offensichtlich in freundschaftlicher Kollegialität gelöst wurden. Die Lektüre ist sehr zu empfehlen.

Die Sternwarte wurde 2012 eröffnet und im ORION No. 383 im August 2014 hat *Pierre Le Coultré* den Bau schon vorgestellt. Mit dem 2019 erschienen Buch wird nun die ganze Geschichte dieses Projektes erzählt.

An der ETH Zürich laufen erste Tests

Hayabusa2- Mission

Erfolgreich konnten Proben vom Asteroiden Ryugu rückgeführt werden. Bevor im Herbst die eigentlichen Untersuchungen beginnen, testet nun die ETH Zürich, ob die Kapsel luftdicht verschlossen geblieben ist – oder aber die Proben kontaminiert sein könnten.

Das Interview führte: **Helen Oertli**

Vor sieben Jahren hat sich die Raumsonde der Japanischen Weltraumagentur (JAXA) auf den Weg gemacht, Proben vom Asteroiden Ryugu zu entnehmen. Am 6. Dezember 2020 wurden die Kapsel und ihre wertvolle Fracht von den örtlichen Behörden und der Japanischen Weltraumagentur geborgen. Über fünf Gramm schwarzen Sand und kleine Steine des Asteroiden konnten rückgeführt werden. Im Moment untersucht die ETH Zürich, wie gut die Probehaltbox die 5.24 Milliarden Kilometer lange Reise überstanden hat. Sind fremde Gase eingedrungen? Enthält die Probe noch reines Ryugu-Gas? *Henner Busemann*, Wissenschaftler am Departement Erdwissenschaften der ETH Zürich, verantwortet diese Probemessungen und gibt ORION Auskunft.

orion *Herr Busemann, Sie prüfen zurzeit die Proben vom Asteroiden Ryugu. Was können Sie, wenige Wochen nachdem Sie die Proben erhalten haben, bereits sagen?*



Abbildung 1: Künstlerische Darstellung der Raumsonde Hayabusa 2 bei der Probenentnahme.

Bilder: JAXA

Dr. Henner Busemann Im Moment machen wir erst Testmessungen. Das heisst, wir untersuchen noch nicht das Material, das zurückgeführt werden konnte. Sondern wir prüfen, ob die Kapsel, in der sich die Box mit der eigentlichen Probe befand, luftdicht verschlossen geblieben ist.

Die Kapsel selbst sollte eigentlich leer sein. Denn im Welt- raum herrscht praktisch ein Vakuum und auf dem Asteroiden sollte es auch keine Atmosphäre geben. Im schlimmsten Fall wäre nach der Landung Erdluft eingedrungen. Oder aber die Probe



in der Box hat ausgegast. Und dann würden wir nun Gase vom Asteroiden in der Kapsel vorfinden.

Die japanischen Kollegen haben kurz nach der Landung Flaschen mit dem Inhalt der Kapsel abgefüllt. Wir und einige weitere Labore haben eine solche Probe erhalten.

orion *Wie gehen Sie bei diesen Tests vor?*

Busemann In den Steinen, die wir vom Asteroiden haben, wird es Edelgase geben, die wir nachweisen können. Helium-3 wäre ein solcher Indikator dafür, dass sich Proben des Asteroiden in der Kapsel befinden. Wenn wir nun Helium-3 nachweisen können, ist das zwar ein gutes Zeichen dafür, dass wir extraterrestrisches Material untersuchen, aber auch ein schlechtes, weil es zeigt, dass die Proben zumindest bereits etwas ausgegast haben. Es gibt auch noch andere Elemente oder Moleküle, die eine Ausgasung anzeigen, wir messen aber nur die Edelgase. Diese Messungen können wir mit unserem Massenspektrometer «Tom Dooley» vornehmen, welches in winzigen Materialproben vorhandene Helium- und Neon-Isotope identifizieren kann.

orion *Wie kommt es, dass die ETH Zürich in diese Mission involviert ist?*

Busemann Wir konnten bereits bei der ersten Hayabusa Mission Messungen von Olivinen – einer Mineralgruppe – vornehmen. Da haben wir Teilchen gemessen, die im Durchmesser zwischen fünfzig und hundert Mikrometer gross waren. Zum Vergleich; ein Haar ist ungefähr fünfzig bis hundert Mikrometer dick. Diese Körnchen waren so klein, dass wir sie nicht einmal wiegen konnten. Aber es war genug Helium-3 und Neon-21 darin enthalten, dass wir sie mit unserem Massenspektrometer messen konnten. Wir konnten bestimmen, dass diese Teilchen bis zu ca. 20 Millionen Jahre an der Oberfläche bestrahlt worden waren.

Das ist immer eine erste wichtige Information. Ist das untersuchte Teilchen aus den Tiefen des Asteroiden oder war es auf der Oberfläche? So genau kann das nur unser «Tom Dooley» messen. Es gibt zwar andere, hochempfindliche Messgeräte. Aber wenn es um die Messung von Helium-3 und Neon-21 geht, dann sind wir an der ETH Zürich weltführend. Deshalb erhalten wir oft Proben von internationalen Missionen zur Prüfung.

orion *Werden Sie auch die eigentlichen Proben zur Prüfung erhalten?*

Busemann Wir sind guter Dinge, dass wir diese im November erhalten werden. Ausser natürlich, wir stellen uns allzu ungeschickt mit diesem Test an. (lacht)

orion *Welche Erkenntnisse hoffen Sie aus den Proben vom Asteroiden Ryugu gewinnen zu können?*

Busemann Wir suchen nach Bausteinen des Lebens, langkettige Moleküle oder Aminosäuren. Nicht weil wir erwarten, dass es auf diesem Asteroiden Leben gäbe. Hingegen möchten wir überprüfen, ob der Asteroid jene ursprünglichen Bauteile enthält, aus dem das Leben auf der Erde entstanden sein könnte. Es gibt die Theorie, dass das Wasser auf der Erde von Kometen oder Asteroiden stammen könnte, die aus den äusseren Bereichen des Sonnensystems zum Zentrum gelenkt wurden und dann auf die Erde stürzten. Diese kohlenstoffhaltigen Asteroiden könnten die Bausteine des Lebens enthalten haben.

Viele Erkenntnisse über den Ursprung der Erde konnten aus Proben von Meteoriten gewonnen werden, die auf der Erde eingeschlagen sind. Doch diese hatten Kontakt mit der Atmosphäre, sind längere Zeit am Boden gelegen, bis man sie gefunden hat. Bei diesen Proben weiss man nicht, ob das, was man findet, nicht bereits irdisch kontaminiert ist.

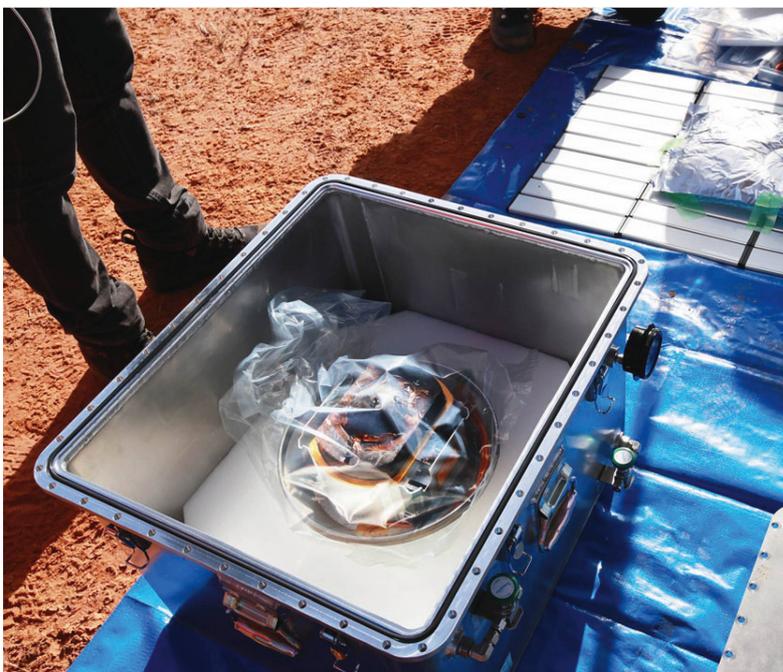


Abbildung 2: Die Wiedereintrittskapsel der Raumsonde Hayabusa2 ist auf dem Testgelände im australischen Outback gelandet (links). Die Kapsel wird von den japanischen Wissenschaftlern geborgen. Noch vor Ort wurde die Kapsel punktiert, um den gasförmigen Inhalt der Kapsel zu entnehmen (rechts).

Bilder: JAXA

orion Was machen die Proben von Ryugu besonders?

Busemann Ryugu ist ein sogenannter C-Typ-Asteroid, der seit seiner Entstehung vor Milliarden von Jahren nahezu unverändert ist. Bei seiner Entstehung dürfte der Asteroid auch sogenanntes präsolares Material eingelagert haben – Gas und Staub, aus dem auch die Sonne und unser Planet entstanden sind. Doch anders als auf der Erde, wo geologische Prozesse das Material ständig verändert haben, ist es auf Ryugu weitgehend konserviert worden. Das macht ihn zu einer grossartigen Quelle für Informationen über die Bedingungen des frühen Sonnensystems. <

ZUR PERSON Dr. Henner Busemann

Dr. Henner Busemann ist Senior Scientist am Departement für Erdwissenschaften der ETH Zürich und wissenschaftlicher Leiter des Edelgaslabors. Der Wissenschaftler hat Physik in Hannover studiert und an der ETH Zürich das Doktoratsstudium absolviert. Forschungsaufenthalte haben Henner Busemann unter anderem an die Carnegie Institution, Washington DC, USA, und an die University of Manchester, GB, geführt.

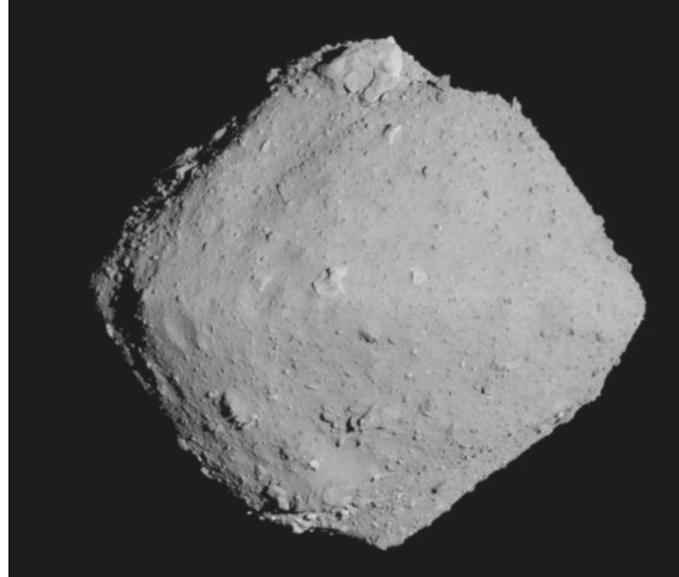


Abbildung 3: Der Asteroid Ryugu hat einen mittleren Durchmesser von 0.9 km und umläuft die Sonne in 473.9 Tagen einmal. Er zählt zu den sogenannten Apollo-Typen. Hier sehen wir eine Aufnahme der Sonde Hayabusa2.

Bild: JAXA



Hier erfahren Sie mehr über die Mission.

Abbildung 4: Über 5 Gramm schwarzer Sand konnte vom Asteroiden Ryugu gesammelt werden. Deutlich mehr, als sich die Wissenschaftler erhofft hatten.

Bild: JAXA

Datenverarbeitung in der Space Industry

Mal gemächlich, mal hyperschnell

Wenn es um Rechenleistung geht, liegen die Anwendungen im Weltall und jene auf der Erde aktuell fast schon astronomische Dimensionen auseinander. Doch die beiden Bereiche rücken langsam näher. Auch Schweizer Industrieunternehmen tragen zur Annäherung bei.

Text: Raoul Keller

Mitte Februar landete der NASA-Rover Perseverance auf dem Mars (ORION berichtete online). Die Welt applaudierte, denn es war eine Meisterleistung, die nur mit allerneuester Technik überhaupt erst möglich gemacht werden konnte. Allerneuste? Nicht ganz. Auch die Fachwelt staunte zum Teil nicht schlecht, als bekannt wurde, dass im Rover ein Prozessor aus dem Jahr 1998 zum Einsatz kam. Konkret: Die Wissenschaftler setzten einen adaptieren Prozessor der klobigen, bunten iMac-Computer ein, die um die Jahrtausendwende beliebt waren. Der Prozessor arbeitet mit einer Geschwindigkeit von 233 Megahertz. Zum Vergleich: moderne Chips erreichen Geschwindigkeiten von mehreren Gigahertz.

Auch das Raumschiff Orion, das in den kommenden Jahren erste Testflüge absolvieren wird und einst mit Passagieren zum Mond aufbrechen wird, soll mit dem PowerPC 750 ausgestattet werden. Der Grund für die Ingenieure der NASA und ESA ist klar: Im Weltall geht es oft nicht primär um Geschwindigkeit, sondern um Robustheit. Auch bei Temperaturen von –55 Grad bis 125 Grad Celsius soll noch alles funktionieren.

AUS DER SCHNECKE WIRD EIN WANDERFALKE

Werden für das Erfassen und Senden von Daten im Weltall meist tiefe Prozessorleistungen verwendet – man rechnet verlässlich aber langsam – so ändert sich dies, wenn die Daten mal unterwegs sind. Aus der Schnecke wird quasi ein Wanderfalke, der mit Rekordgeschwindigkeit – im Sturzflug erreicht das schnellste Tier unseres Planeten über 320 km/h – unterwegs ist.

Für Anwendungen im Bereich der künstlichen Intelligenz verarbeiten hierzulande diverse Firmen riesige Datenmengen aus dem Weltall. So zum Beispiel



Abbildung 1: Orion-Raumschiff der NASA – hier eine Testversion – beim Verladen im Dezember 2013. Die Kapsel wurde auf eine Überführung vom Langley Research Center der NASA in Hampton, Virginia, zur Marinebasis San Diego in Kalifornien vorbereitet.

Bild: NASA/David C. Bowman

AUTOR Raoul Keller

Der Autor ist Generalsekretär vom Industriesektor Swiss Space Industries Group (SSIG) bei Swissmem. Swissmem ist der führende Verband für KMU und Grossfirmen der schweizerischen Maschinen-, Elektro- und Metall-Industrie (MEM-Industrie) sowie verwandter technologieorientierter Branchen.

das Westschweizer Unternehmen WeGaw. Es hat sich darauf spezialisiert, aus Satellitenbildern und Wetterdaten Prognosemodelle zum Wasserhaushalt in bestimmten Region zu erstellen. Diese können helfen, die Stromproduktion aus Wasserkraft zu optimieren und Schwankungen auszugleichen. Für die Erstellung der Prognosen verarbeitet das Unternehmen täglich über 1'600 GB an Daten.

**MEHR LEISTUNG FÜR ANWENDUNGEN
IM WELTALL**

Möchten Missionen oder private Unternehmen Machine Learning direkt im Weltall ausführen, so braucht es weit höhere Rechenleistungen, als gängige On-Board-Computer bieten. Das Schweizer Unterneh-

men Ruag Space hat darauf reagiert und Ende 2020 den neuen Computer Lynx präsentiert. Dieser ist 250 Mal leistungsfähiger als jene Computer, welche das Unternehmen normalerweise an Programme der European Space Agency liefert.

«Wir haben erkannt, dass Artificial Intelligence und Machine Learning allmählich in Space-Programmen ankommen», erklärt Anders Linder, Manager bei Ruag Space. Der neue Computer Lynx entspreche daher genau den aktuellen Kundenbedürfnissen.

Künftig dürfte es also nicht mehr so klar sein, welche Rechenleistung im All und welche auf der Erde ausgeführt wird. Verschiedene Welten, soweit sie auch immer auseinanderliegen, rücken dank moderner IT näher zusammen. <

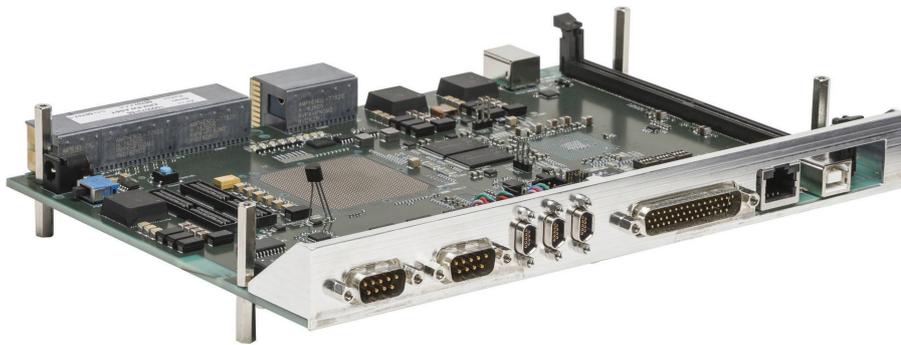


Abbildung 2: Der neue Lynx-Computer ist 250-mal leistungsstärker als normale Bordcomputer. Die Entwicklung wurde mit Hilfe eines Vertrags aus dem Programm der Europäischen Weltraumorganisation für fortgeschrittene Forschung in Telekommunikationssystemen (ARTES) erreicht und bei RUAG Space in Göteborg, Schweden, durchgeführt.

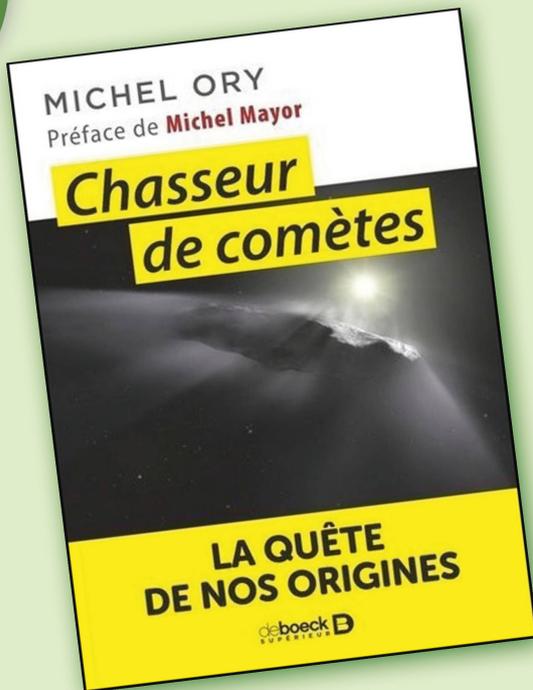
Bild: RUAG Space

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



« Chasseur de comètes, la quête de nos origines », Editions De Boeck Supérieur, Vorwort von Michel Mayor (Nobelpreis für Physik 2019), technische und humorvolle Zeichnungen von Pitch Comment, zahlreiche Fotografien von Kometen, 192 Seiten, 19 Euro.

Soeben ist das Buch: « Chasseur de comètes, la quête de nos origines » (Kometenjäger, die Suche nach unseren Ursprüngen) von Michel Ory erschienen. Wenn der 54-jährige Physiklehrer nicht vor seinen Schülern steht, spürt der ehemalige Schweizer Wissenschaftsjournalist Asteroiden und Kometen auf. Seine Erfolgsbilanz lässt sich sehen: Er hat mehr als 200 Asteroiden, zwei Kometen und zwei Supernovae entdeckt.

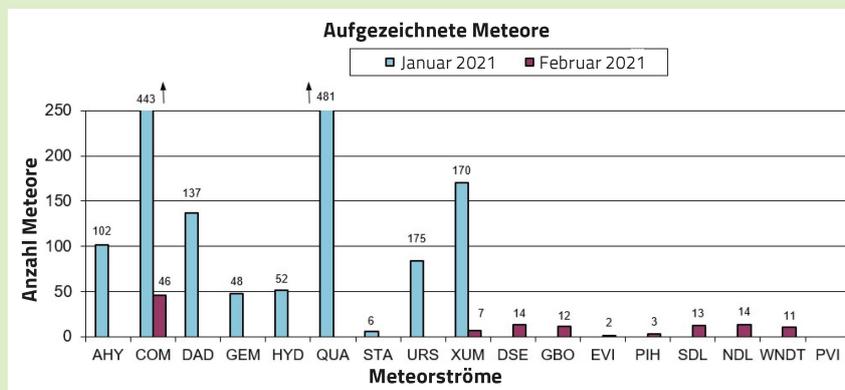
In einem kürzlich geführten Interview vergleicht er Kometen mit den Dinosauriern: Beide üben nicht nur auf Kinder eine gewisse Faszination aus; jeder kann einen Kometen zeichnen, und im vergangenen Sommer konnten wir wieder erleben, wie NEOWISE unsere Blicke fast magisch anzog.

In jüngster Zeit haben wir auch dank der Rosetta-Mission sehr viel Neues über Kometen erfahren. Heute ist viel mehr über den Ursprung und die Zusammensetzung dieser kleinen eisigen Himmelskörper bekannt, auch, wie sie unseren Heimatplaneten prägten.

Ory lässt Kometenentdecker zu Wort kommen; er erzählt ihre Geschichten, die oft ungewöhnlich, aber immer lehrreich sind. Er stellt die Amateurbeobachtung in den Mittelpunkt seiner neuesten Erscheinung.

Swiss Meteor Numbers 2021

Fachgruppe Meteorastronomie FMA (www.meteore.ch)



ID	Beobachtungsstation	Methode	Kontaktperson	1/2021	2/2021
ALT	Beobachtungsstation Altstetten	Video	Andreas Buchmann	56	193
BAU	Beobachtungsstation Bauma	Video	Andreas Buchmann	0	0
BOS	Privatsternwarte Bos-cha	Video	Jochen Richert	1572	1087
BUE	Sternwarte Bülach	Foto	Stefan Meister	0	1
EGL	Beobachtungsstation Eglisau	Video	Stefan Meister	0	0
FAL	Sternwarte Mirasteilas Falera	Video	José de Queiroz	287	121
GNO	Osservatorio Astronomica di Gnosca	Video	Stefano Sposetti	1977	947
HUB	Sternwarte Hubelmatt	Foto	Heiri Hefti	1	2
LOC	Beobachtungsstation Locarno	Video	Stefano Sposetti	1734	849
MAI	Beobachtungsstation Maienfeld	Video	Martin Dubs	100	123
MAU	Beobachtungsstation Mauren	Video	Hansjörg Nipp	93	126
PRO	Beobachtungsstation Prosito	Video	Viola Romero	0	0
SCH	Sternwarte Schafmatt Aarau	Foto	Jonas Schenker	0	1
SON	Sonnenturm Uecht	Foto	T. Friedli / P. Enderli	0	0
TEN	Beobachtungsstation Tentlingen	Foto	Peter Kocher	0	2
VTE	Observatoire géophysique Val Terbi	Video	Roger Spinner	31	309
WET	Beobachtungsstation Wettswil a. A.	Video	Andreas Schweizer	0	0
WOH	Beobachtungsstation Wohlen BE	Foto	Peter Schlatter	0	0

Januar 2021 Total: 5835

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
40	20	100	281	117	119	392	440	408	566	
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
533	150	186	86	82	361	168	261	370	159	
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
10	10	32	113	58	256	197	27	32	231	30

Anzahl Sporadische: 4303 Anzahl Sprites: 15
Anzahl Feuerkugeln: 10
Anzahl Meldeformulare: 0

Februar 2021 Total: 3699

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22	160	42	200	59	26	1	82	70	46
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
217	140	92	343	260	130	143	167	49	195
21	22	23	24	25	26	27	28		
297	165	145	133	189	169	72	94		

Anzahl Sporadische: 2552 Anzahl Sprites: 0
Anzahl Feuerkugeln: 3
Anzahl Meldeformulare: 5

Video-Statistik 1/2021	Meteore	Beob.
Einzelbeobachtungen:	3924 = 84%	3924
Simultanbeobachtungen:	745 = 16%	1911
Total:	4669 = 100%	5834

Video-Statistik 2/2021	Meteore	Beob.
Einzelbeobachtungen:	2225 = 81%	2225
Simultanbeobachtungen:	537 = 19%	1474
Total:	2762 = 100%	3699

November 2020: Merkur günstig, Beobachtungsort ideal, das Wetter half mit

Merkur – auch für erfahrene Beobachter kein einfaches Objekt

Der Autor hat sich im ORION 6/20 mit den Worten verabschiedet: «Das könnte mein letzter Beitrag für den ORION sein. Jedenfalls sehe ich gar nichts am fernen Horizont aufsteigen.» Nun ist fast unverhofft der Merkur mit ausserordentlich günstigen Beobachtungsbedingungen an meinem 60 km entfernten Horizont aufgetaucht. Die speziellen Verhältnisse haben mich zu einer Reihe von Fotos angeregt und diese wiederum zu weiteren Ideen und Auswertungen.

Text: Erich Laager

INFORMATIONEN AUS DER SCHULSTERNWARTE SCHWARZENBURG

Wegen Corona hatten wir alle Anlässe in der Sternwarte im Oktober abgesagt. Es war mir ein Anliegen, «meinen Sternfreunden» trotzdem Anregungen zu bieten für eigene Beobachtungen auch ohne Teleskop. Und da kam Merkur gerade recht.

Thomas Baer schrieb in seiner Vorschau im ORION 5/20: «Ab der zweiten Novemberwoche kann man sich wunderbar an

der hellen Venus und der darunter liegenden Spica orientieren.» Im «Sternenhimmel 2020» lesen wir: «Merkur erreicht am 10. November seine grösste westliche Elongation und ist jetzt in der Morgendämmerung sehr gut zu beobachten.» Im Astrokalender wird vom 8. bis am 24. November auf Merkur hingewiesen.

Am 5. November hatte ich den Planeten in einem Mailversand an meine «Sternwarten-Kunden» angekündigt und schrieb unter anderem: *«Beste Sichtbarkeit von Merkur in diesem Jahr. In der*

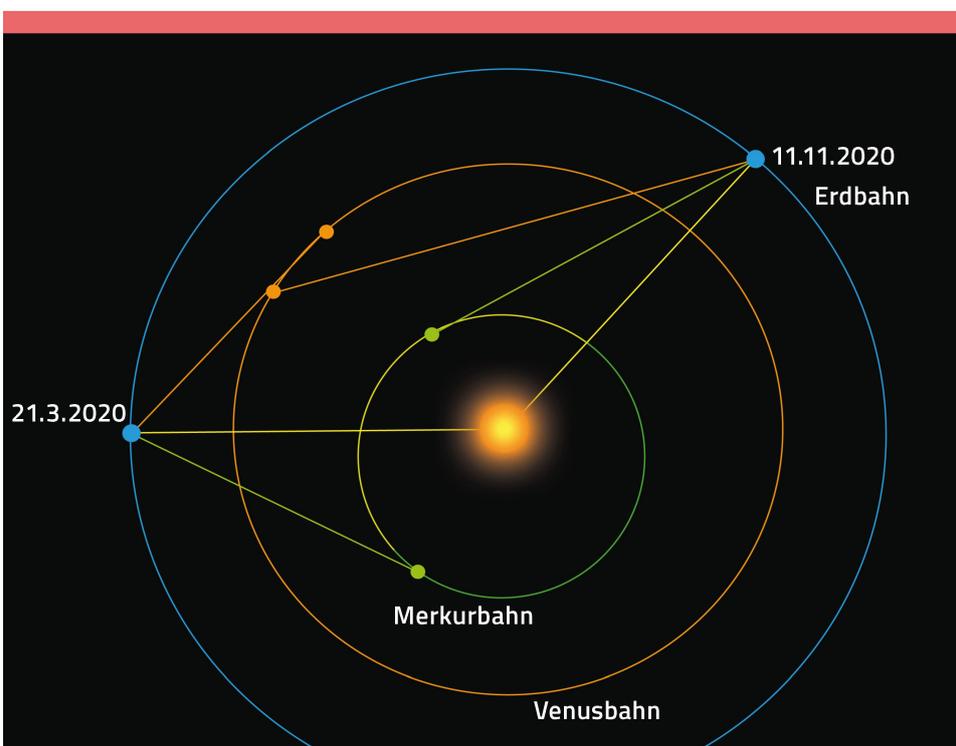


Abbildung 1: Das Planetarium zeigt die Bahnen von Erde (blau), Venus (orange) und Merkur (grün). Für zwei Daten sind jeweils die Blickrichtungen von der Erde zu Sonne, Venus und Merkur gezeichnet. In beiden Fällen steht Merkur günstig «weit von der Sonne weg» rechts von dieser, sollte also am Morgen zu sehen sein. Im November 2020 war Venus Morgenstern (ebenfalls westlich der Sonne), im März 2020 war sie Abendstern.

Grafik: Erich Laager

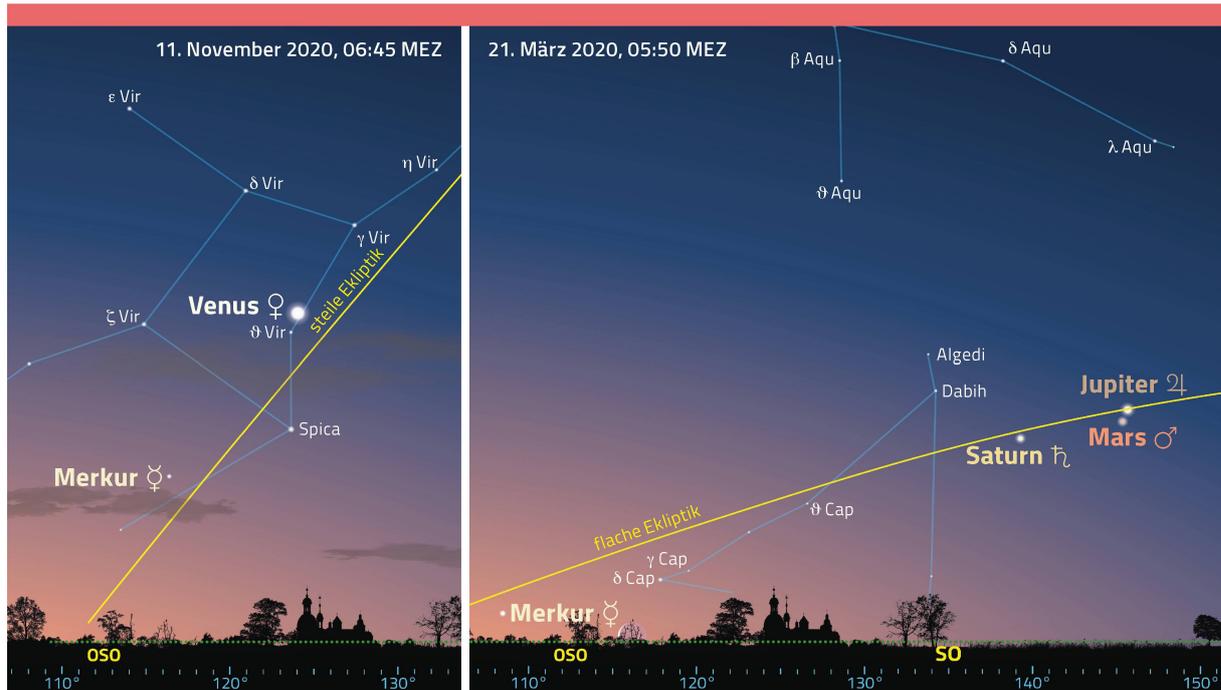


Abbildung 2: Die Planeten halten sich immer in der Nähe der Ekliptik (gelbe Linie) auf. Grün ist der mathematische Horizont dargestellt. In beiden Fällen steht die Sonne 7° unter diesem. Entscheidend für mögliche Merkurbeobachtungen ist die Schräglage der Ekliptik zur Beobachtungszeit: Günstig im November, schlecht im März. Die Merkurbahn ist zur Ekliptik 7° geneigt, so steht Merkur manchmal über, manchmal unter dieser.

Grafik: Thomas Baer

Hoffnung, bei Hochdruckwetter sei demnächst die Nebel-Obergrenze nicht zu hoch...» Da war das Wetter noch unsicher und wechselhaft.

Ich wollte bei dieser Gelegenheit auch einige Kenntnisse vermitteln und habe dazu diese Frage aufgeworfen: Im März 2020 hatte der Merkur ebenfalls seine grösste scheinbare Entfernung rechts von der Sonne am Himmel (westliche Elongation), aber da hatte niemand zum Beobachten ermuntert; weshalb?

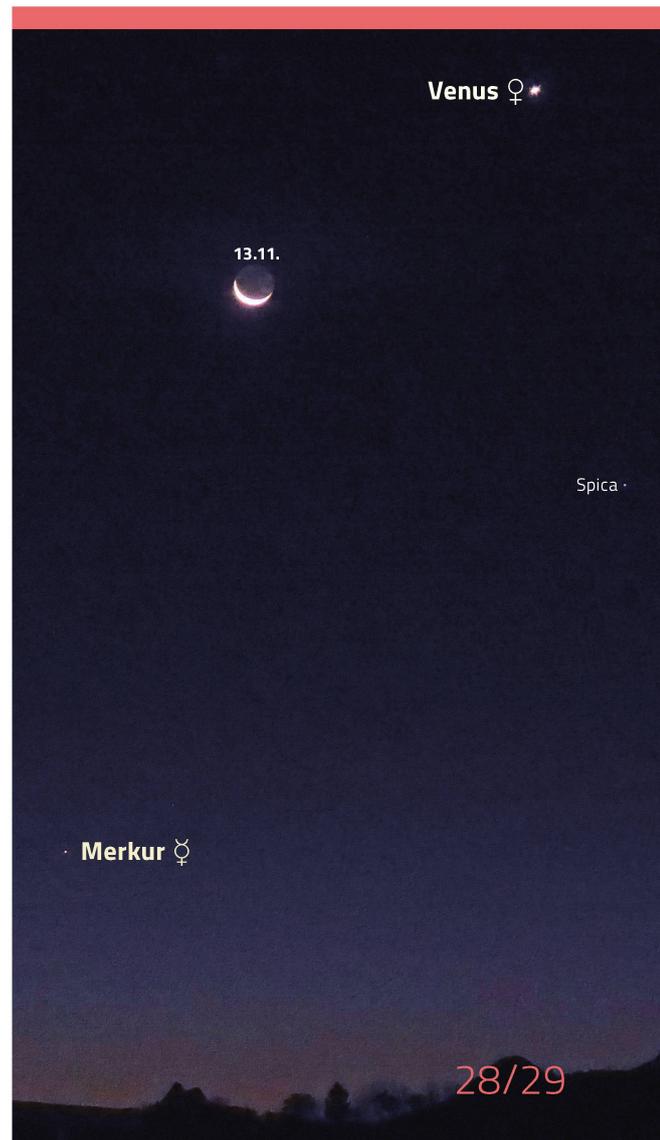
Wir beantworten vorab diese Frage. Abbildung 1 zeigt die Verhältnisse für die beiden genannten Daten im Planetarium. Abbildung 2 verdeutlicht die Verhältnisse am Osthorizont: Im Herbst steigt die Ekliptik am Morgen steil auf, im Frühling verläuft sie am Morgen flach. Am Abend dagegen ist die Ekliptik-Lage am Westhorizont im Frühling steil (siehe dazu auch die astronomische Vorschau auf Seite 37) und im Herbst flach. Dies kann ein erster Hinweis sein auf «günstige Beobachtungsfenster».

DIE BEOBACHTUNGEN UND FOTOS

Wechselhaftes Wetter hatte zuerst nicht zur Merkursuche angeregt, bis mich am 9. November ein sehr klarer Morgen überraschte und zu ersten Fotos animierte. Am selben Tag konnte ich die ersten Bilder mit Venus, Merkur und Spica verschicken.

Abbildung 3: Mond, Venus, Merkur und Spica (rechts) am 13. November 2020 um 06:24 Uhr MEZ. Die Aufnahme entstand von Schwarzenburg aus. Rechts unten am Horizont Eiger und Mönch.

Bild: Erich Laager



Dann gab es eine Reihe von Tagen mit Hochdruckwetter und Nebel im Mittelland. Mit 800 Metern Höhe waren wir privilegiert; es entstanden Fotos am 11., 13., 14., 15., 17. und 18. November. Diese will ich später in einer Powerpoint-Präsentation aufarbeiten. Diese wird in der Sternwarte dienlich sein zum Thema «Kann man Planeten (Wandelsterne) beim Wandern beobachten?» Nebst Merkur hatte ich ja auch Venus auf den Bildern und den Fixstern Spica als festen Bezugspunkt. Da sich die dunklen Fotos zur Reproduktion im ORION schlecht eignen, habe ich mich auf ein einziges Foto beschränkt. Es ist die Aufnahme mit der Mondsichel am 13. November (Abbildung 3).

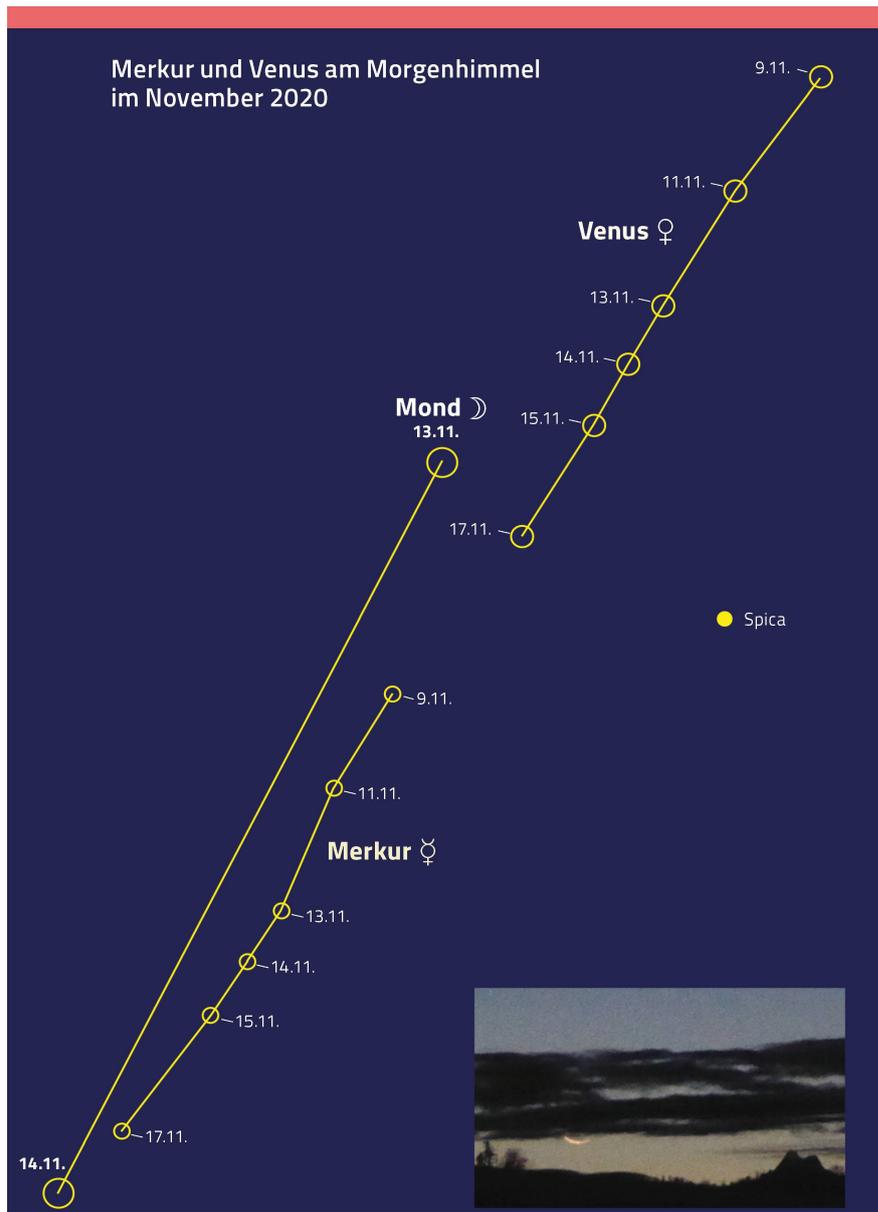
Die Aufnahmen vom 9. bis 18. November habe ich in der Grösse – soweit nötig – angepasst und digital «aufeinandergelegt» mit Spica als Fixpunkt. In einer Bildpräsentation werde ich ein Bild nach dem andern zeigen und die Planetenpositionen nach und nach eintragen, bis die ganze Bahn erscheint. Diese Auswertung (Abbildung 4) zeigt sehr schön die Wanderung der beiden Planeten. Natürlich könnte ich diese Grafik auch mit meinem Astronomieprogramm erzeugen. Auch im ORION bedient uns *Thomas Baer*

laufend mit derartigen Vorschauen. Es ist jedoch ein anderes Erlebnis, wenn man während einiger Tage aus der Morgenkälte «den Himmel hereinholt» und dann die Ernte sorgsam auswerten kann.

Nach zwei Tagen Regen gab es vom 21. an nochmals mehrere Tage mit Fotowetter. Am 24. notierte ich: «Das war wohl die letzte Merkurfoto», denn nun war auch für Schwarzenburg Nebel angesagt. Überraschend habe ich Merkur wenig später noch mit dem Feldstecher «erwischt». Ich wusste, wann und wo er aufgehen würde und habe jeweils kurz vor 7 Uhr mit dem Absuchen des Horizonts begonnen.

Diese Beobachtungszeit war mit fast drei Wochen ausserordentlich lang. Deshalb fragte ich mich nun: War das eine grosse Ausnahme? Welche Umstände führten dazu? Welche Bedingungen müssen zutreffen? Zunächst war mir klar:

- Der innerste Planet muss möglichst weit weg von der Sonne am Himmel stehen.
- Die Lage der Ekliptik gegenüber dem Horizont muss zur Beobachtungszeit möglichst steil sein.



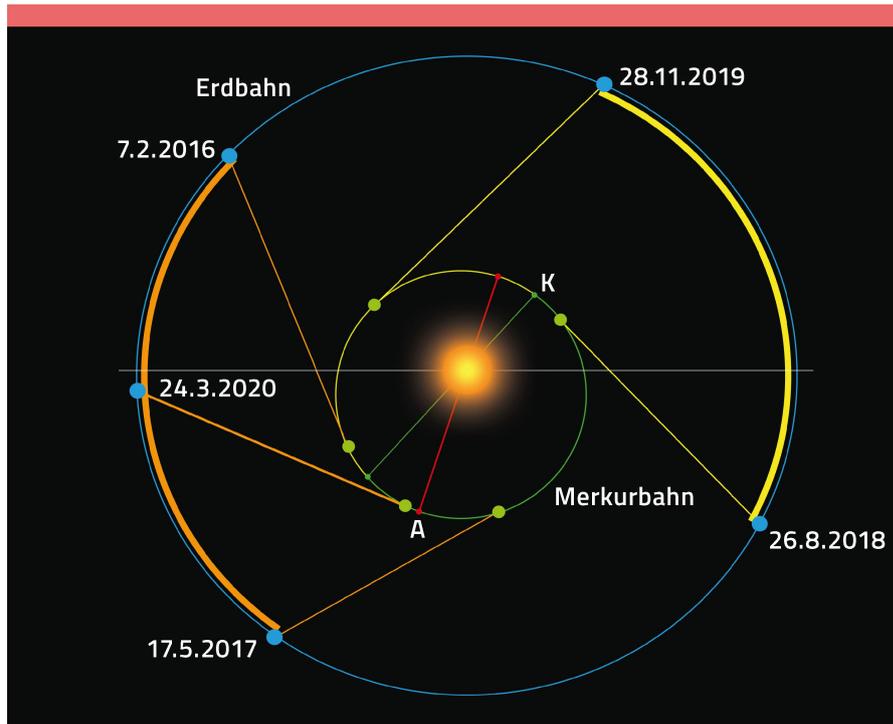


Abbildung 5: Die Situationen am Morgenhimmel: Die günstigste Zeit für Beobachtungen mit steiler Ekliptik liegt im Herbst (gelb). Die grössten Elongationen würde man im Frühling sehen, die maximale am 24. März, wo Merkur sehr nahe beim Aphel steht (orange).

Grafik: Erich Laager

In der Folge sind weitere Überlegungen und Auswertungen dazu gekommen. Nirgends berücksichtigt habe ich die unterschiedliche scheinbare Helligkeit von Merkur.

MERKUR – NICHT GANZ EINFACH!

Bei Venus sind die Verhältnisse einfach: Ist «Abendstern» oder «Morgenstern» angesagt, dann gilt das für mehrere Wochen. Merkur (das «Quecksilber») ist wesentlich schwieriger zu erfassen. Die Gründe dafür zeigt der folgende Vergleich:

Die gemächliche Venus gelangt jeweils nach 1 Jahr und 7 Monaten in die untere Konjunktion, Merkur dagegen eilt pro Jahr vier Mal vor der Sonne durch (meist ohne sie genau zu treffen). Die Merkurbahn ist stark exzentrisch. Die Apheldistanz des Planeten ist 51.6 % grösser als die Periheldistanz. Bei Venus sind es

nur 1.4 %. Die westlichen und östlichen Elongationen bewegen sich im Bereich von 17.9° bis 27° bei Merkur, bei Venus sind die Schwankungen zwischen 45.4° und 47.1° unbedeutend. Kommt dazu, dass die Merkurbahn mit 7° Neigung rund doppelt so schräg steht wie die Venusbahn. Es gilt nun, mit diesen rasch wechselnden Verhältnissen einigermassen zurecht zu kommen!

WIE SOLL MAN DIESEN UNSTETEN WANDERER AM HIMMEL IN DEN GRIFF BEKOMMEN?

a) Die Lage der Ekliptik zur Beobachtungszeit

Ich greife als erstes auf Prognosen aus 8 Jahren zurück. In den Jahrbüchern «Der Sternenhimmel» von *Hans Roth* der Jahre 2014 bis 2021 konsultiere ich die Grafiken zur Merkursichtbarkeit in der Jahresübersicht. Dort sind jeweils zwei bis drei Morgen- und



Astro-Optik
GmbH
von Bergen
www.fernrohr.ch
Im Universum findet sich viel Besonderes - bei uns ebenfalls!
Universelle Instrumente - wir beraten Sie gerne!



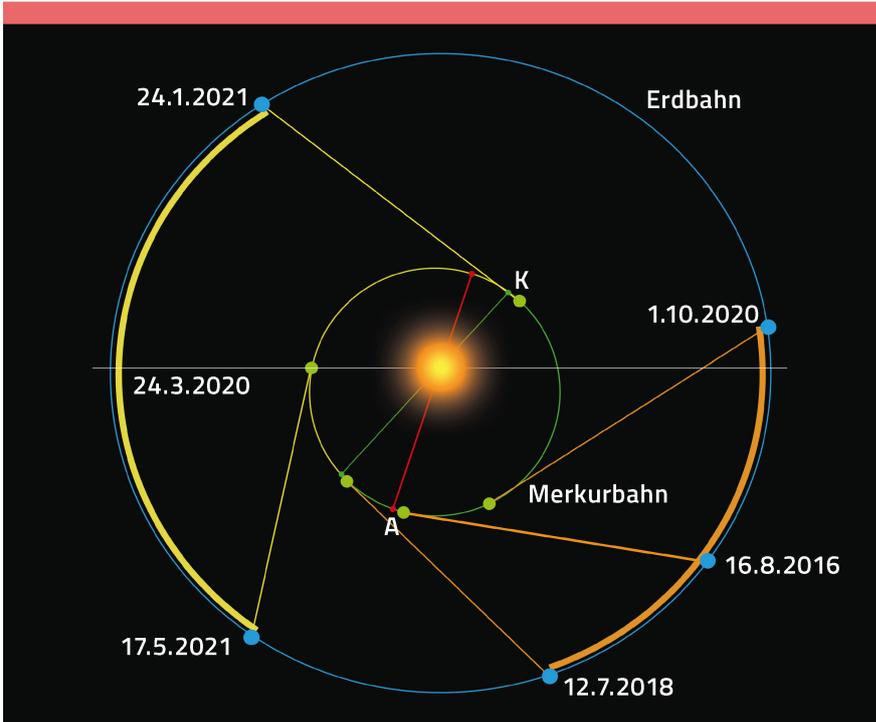


Abbildung 6: Die Situationen am Abendhimmel: Die günstigste Zeit für Beobachtungen mit steiler Ekliptik liegt im Frühling (gelb). Die grössten Elongationen würde man im Herbst sehen, die maximale am 16. August, wo Merkur sehr nahe beim Aphel steht (orange).

Grafik: Erich Laager

Abendsichtbarkeiten gezeichnet. Daraus wähle ich jeweils die günstigste Situation aus, d. h. die steilste Bahn, diejenige am nächsten bei der Mittelachse. Ich messe den Winkel (ich nenne ihn hier α) zwischen dem Horizont und der Verbindungslinie von der Sonne zum Planeten in der äussersten Stellung. Je grösser der Winkel, desto steiler die Bahn. (Dies entspricht nur ungefähr der Ekliptiklage, weil Merkur unter oder über – in der Grafik rechts oder links – dieser stehen kann.) Den Winkel α , das Datum und die Grösse der zugehörigen Elongation übertrage ich in eine Excel-Tabelle. Mit passenden Datensortierungen finde ich diese Übersicht:

Bei allen Datensätzen liegt der Winkel α zwischen 51° und 71° . Die Beobachtungsperioden am Morgen liegen im Zeitabschnitt vom 26. August bis 28. November, am Abend vom 24. Januar bis 7. Mai.

Keine Empfehlungen gab es also in den letzten 8 Jahren für die Zeit vom 29. November bis 23. Januar und vom 8. Mai bis 25. August (immer in Bezug auf das Datum der grössten Elongation). In diesen Zeitabschnitten können wir offensichtlich keine «brauchbaren Bedingungen» erwarten.

b) Die grösse der Elongationen

Die Elongation sagt uns, wie weit weg von der Sonne uns der Merkur am Himmel maximal erscheint während seiner Schraubenbewegung. Bei all den soeben genannten Beobachtungsfenstern waren das Abstände zwischen 17.9° und 22.0° . (Dazu gehört auch die aktuelle Periode im November 2020 mit 19.1° .) – Wann erreicht man denn die grössten Werte um 27° ? In einer Liste mit allen Daten von 2014 bis 2029 (zufällig im Internet gefunden) suche ich

alle Merkur-Elongationen mit einer Grösse von mindestens 25° . Es gibt solche, sogar mehr als erwartet, nämlich in jedem Jahr mindestens eine, in elf der sechzehn Jahren sogar zwei pro Jahr. Das scheint auf den ersten Blick verheissungsvoll. Aber: Die gefundenen Daten für Morgenbeobachtungen (d. h. Merkur in westlicher Elongation) liegen zwischen 30. Januar und 17. Mai, für den Abend (östliche Elongationen) zwischen 30. Juli und 12. Oktober. Sie liegen rund ein halbes Jahr neben den im oberen Abschnitt gefundenen günstigen Zeitfenstern. Es besteht somit keine Hoffnung auf eine «ideale Kombination» dieser beiden Bedingungen! Auch weiterhin werden es Kompromisse sein. Man muss in den richtigen Zeitabschnitten suchen und sich bei den Elongationen auf Werte unter 22° beschränken. Jedenfalls für 2021 vormerken: Mai am Abend, Oktober am Morgen.

DIE PLANETARIEN

Die Abbildungen 5 und 6 illustrieren die soeben beschriebenen Verhältnisse und Zusammenhänge. Die Zeichnungsebene ist die Erdbahnebene oder die Ekliptikebene. Die weisse waagrechte Linie markiert 0° (rechts) und 180° (links) in Ekliptikkordinaten. Dargestellt sind die Erdbahn (blau) und die Merkurbahn, auf dieser rot die grosse Achse der Ellipse mit dem Perihel und dem Aphel (A). Grün gezeichnet ist die Knotenlinie mit dem aufsteigenden Knoten K. Der hellere Teil der Bahn liegt über der Ekliptik, der dunklere darunter. Die Planeten laufen im Gegenuhrzeigersinn um die Sonne.

Für markante Daten sind die Positionen von Erde und Merkur mit ihrer Verbindungsstrecke eingetragen. Die gelben Bogen markieren den Zeitabschnitt für eine günstige Lage der Ekliptik am

Horizont, die orangen Bogen die Zeit, in welcher Merkur in grosser Elongation zu sehen ist. Die ausgewählten Daten sind die frühesten und spätesten im Jahr für die Bedingungen, wie sie oben beschrieben sind.

DIE TORKELNDE EKLIPTIK IN DER ARMILLARSPHÄRE

An dieser Stelle möchte ich allen, die gerne (astronomische) Modelle bauen, den Verlag AstroMedia (info@astro-didaktik.ch / *Oliver Tommen*, Unterdorfstrasse 23a, 4143 Dornach, Tel. 061 702 28 37) bestens empfehlen. Dort sind preisgünstige und gut funktionierende Bausätze zu vielen verschiedenen Themen erhältlich.

Seit langer Zeit benützen wir in der Sternwarte das «Kleine Tisch-Planetarium». Nun bietet der Verlag ein grösseres, inhaltsreicheres Modell an, das ich während der Zeit des Homeoffice gebaut habe. In Abbildung 7 sind die beiden Modelle vorgestellt. Beim grossen Modell werden die Ringe und Stützen aus 4 Lagen Halbkarton zusammengeleimt, wodurch das Modell sehr stabil wird.

Was man hier leider nicht in Bewegung zeigen kann: Wenn man die Himmelkugel dreht, sieht man, wie die 23.5° schräg darin liegende Ekliptik torkelt und die Lage zur Horizontebene dauernd verändert (Abbildung 8). Hier kann z. B. auch der Unterschied von täglicher und jährlicher Sonnenbahn verständlich gezeigt werden. Mehr Informationen zu diesen Geräten findet man bei Wikipedia unter dem Suchbegriff «Armillarsphäre».



Abbildung 7: Das kleine und das grosse Tisch-Planetarium von AstroMedia. Das grosse Modell enthält – von aussen nach innen – fest stehend den Horizont (waagrecht), senkrecht dazu den Meridianring (für alle geogr. Breiten einstellbar); um die Himmelsachse drehbar zwei Ringe der Himmelkugel, darin die 23.5° schief liegende Ekliptik mit der Mondbahn, deren Knoten verschiebbar sind. Sonne, Mond und Planeten aus geschlitzten Moosgummikugeln können an passender Stelle auf die Ringe gesteckt werden.

Bild: Erich Laager



Abbildung 8: Auf der Ekliptik sind die Sonne (gelb) und der Merkur (weiss) aufgesteckt. Stellung der Himmelkugel etwa 2 Stunden vor Sonnenaufgang. Figur links: März 2020, die Ekliptik liegt flach, Merkur ist tief über dem Horizont. Figur rechts: November 2020, die Ekliptik steht steil, Merkur ist hoch über dem Horizont.

Bild: Erich Laager

WOHER STAMMEN DIE GRUNDLAGEN?

Wer astronomische Vorschauen verfasst oder gar ein Jahrbuch schreibt, muss Quellen dazu haben. Heute liefern Computerprogramme recht viele Daten und mit Handy-Apps hat man rasch eine Übersicht zum aktuellen «Geschehen am Himmel».

Ich wollte es genauer wissen: Wie machen das nun unsere Fachleute? *Hans Roth*, Herausgeber des astronomischen Jahrbuchs «Der Sternenhimmel» war bereit, mir in einem «Mail-Interview» Auskunft zu einigen Fragen zu geben:

Erich Laager *Die Sichtbarkeit von Merkur ist speziell in Horizontnähe stark von der Luftqualität abhängig. Trotzdem: Nach welchen «Standartkriterien» entscheidest du, für welche Tage eine Beobachtung empfohlen wird?*

Hans Roth Merkur muss bei Beginn bzw. Ende der «bürgerlichen Dämmerung», also wenn die Sonne 6° unter dem Horizont steht, über dem Horizont sein. Das ist die Situation der Merkurgrafik im Sternenhimmel (2021 S. 263).

Im Astrokalender gibt es alle 2–4 Tage einen Eintrag, wenn Merkur in dieser Situation mindestens 5° über dem Horizont steht, also gegenüber der Sonne 11° höher ist. Bei einer Horizonthöhe von über 9° wird der Eintrag fett gedruckt. Dabei wird die Helligkeit nicht berücksichtigt.

Laager *Woher stammen die Positionen von Merkur für die Tabellen in der Jahresübersicht und zum Zeichnen der Übersichtskärtchen (Sternenhimmel 2021, Seiten 261 bis 263)?*

Roth Die Positionen und Helligkeiten der Planeten berechne ich nach den Angaben im Buch «Astronomische Algorithmen» von *Jean Meeus* (ISBN 3-335-00318-7) bzw. der englischen Zweitausgabe (ISBN 0-943396-61-1). Die Grafik S. 263 stammt von *Robert Nufer*, seine Berechnungsgrundlagen kenne ich nicht.

Laager *Wer zeichnet die monatlichen Grafiken zu den Merkur-Elongationen?*

Roth Die «Ansichtsgrafiken» in günstigen Monaten zeichnet *Thomas Baer*, vermutlich hat er die Daten auch aus einer anderen Quelle. (Anmerkung der Redaktion: *Baer* entwirft seine Grafiken nach den Grundlagen der astronomischen Simulationsprogramme Starry Night und Stellarium.)

Laager *War die Beschaffung spezieller Daten für Planeten vor Jahrzehnten schwieriger als heute?*

Roth Vor 1992 gab es bereits ein Taschenbuch von *Jean Meeus* (Astronomy for the pocket calculator). Die Koordinatentabellen im Sternenhimmel berechnete damals (1984–1995) *Ernst Hügli*. Bis 1983 beruhten die Angaben aber auf dem «Astronomical Almanac», der gemeinsamen Publikation des Nautical Almanac

Office (USA) und der entsprechenden Institution des UK. Das Problem dabei war, dass dieser Almanac manchmal etwas spät herauskam – was im Extremfall auch einmal dazu führte, dass der Sternenhimmel erst Mitte Januar erscheinen konnte...

Laager *Bei Merkur ist vieles unregelmässig und rasch veränderlich. Auch dessen maximale Helligkeit (in m_{mag}) ist grossen Schwankungen unterworfen. Wie wird diese Helligkeit berechnet? Gibt es Formeln dazu?*

Roth Auch dazu enthalten die «Astronomischen Algorithmen» Formeln. Beim Vergleich verschiedener Publikationen stellt man dann aber manchmal Unterschiede fest. Deshalb scheint es mir wichtig, dass man immer nach denselben Formeln rechnet, damit die Helligkeiten über die Jahre hinaus verglichen werden können. <



Hier gehts direkt zur Rätsellösung

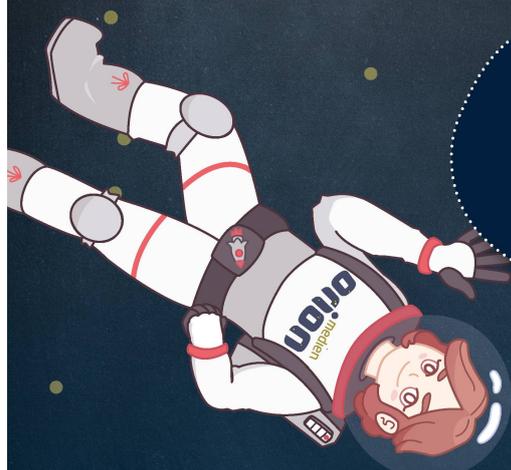
Auflösung des Merkur-Fotorätsels in ORION 1/21 ist online abrufbar

Aus Platzgründen stellen wir die Auflösung des Fotorätsels in ORION 1/21 auf Seite 27 als PDF-Datei auf unserer Website orionmagazin.ch zum Herunterladen zur Verfügung. Via den obigen QR-Code gelangen Sie direkt auf das PDF. Es sind diverse Lösungen eingegangen, auf die *Erich Laager* einzeln eingeht. Den «Rätslern» danken wir herzlich für ihre Einsendungen!

Aktuelle Beiträge auf orionmagazin.ch

Wir möchten an dieser Stelle von Seiten der Redaktion darauf hinweisen, dass auf der neuen ORION-Website noch sehr viel mehr Informationen und Berichte für alle ORION-Abonnenten einsehbar sind, die nicht im Print erscheinen werden. Aktuelle Ereignisse wie etwa die Landung des neuen Marsrovers im vergangenen März können Sie bei uns «live» verfolgen. Online sind wir natürlich wesentlich flexibler. In den kommenden Wochen und Monaten wird die Website weiter ausgebaut. Bald steht auch ein wöchentliches astronomisches Bulletin zur Verfügung, das den Astronomiekalender im Heft mit weiteren Informationen, Grafiken und Tabellen ergänzt.

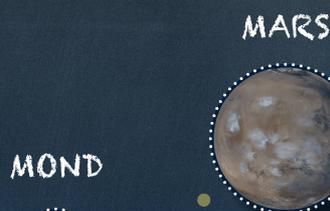
ASTRONOMIE für KIDS



UM DIE GESCHWINDIGKEIT ZU DROSSELN, WIRD DAS KLEINE RAUMSCHIFF EINMAL DICHT AN DER ERDE, ZWEIMAL AN DER VENUS UND AB DIESEM JAHR SECHSMAL AM MERKUR VORBEIFLIEGEN. ERST DANN KANN DIE MERKUR-ERKUNDUNG BEGINNEN.

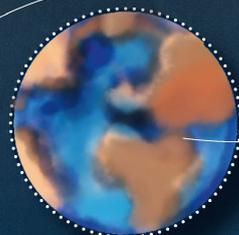


BEPICOLOMBO



MARS

MOND



ERDE



VENUS

2x

SONNE



MERKUR

6x

MERKUR STECKBRIEF

Durchmesser: 4'878 km
Umfang: 15'330 km
Umlauf um die Sonne: 88 Tage
Drehung um sich selbst: 59 Tage
Entfernung von der Sonne: 58 Millionen Kilometer
Temperatur: -180 Grad Celsius bis +430 Grad Celsius
Atmosphäre: keine

MERKUR

DER NOCH UNERFORSCHTE PLANET

Merkur ist der am wenigsten erforschte innere Planet unseres Sonnensystems. Weil er so nahe zur Sonne steht, ist er schwer aus der Ferne zu beobachten. Bislang erreichten Merkur erst zwei Missionen: In den 70er- und in den 2010er-Jahren. Doch nun ist die erste «richtige» Merkur-Mission auf dem Weg. Ankommen wird BepiColombo aber erst 2025. Die Reise zum Merkur gilt als die komplizierteste Raumfahrtmission Europas. Denn die enorme Schwerkraft der Sonne zieht alles auf sich, was sich dem Merkur nähert. Um in die Umlaufbahn des Merkurs zu gelangen, muss

die Sonde also ziemlich fest auf die Bremse drücken. Sonst flitzt sie am kleinsten Planeten vorbei direkt in die Sonne. Um die Geschwindigkeit zu drosseln, wird das kleine Raumschiff einmal dicht an der Erde, zweimal an der Venus und ab diesem Jahr sechsmal Merkur umrunden. Erst dann kann die Merkur-Erkundung beginnen.

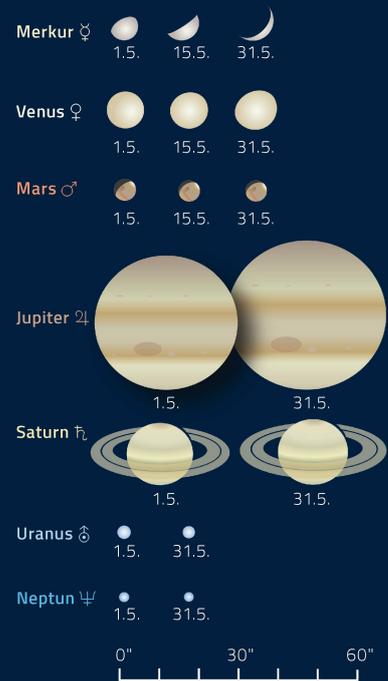
Mit seinem Durchmesser von 4'878 km ist Merkur der kleinste aller Planeten und mit seinen 88 Tagen Sonnenumlauf auch der schnellste. Auf den ersten Blick ähnelt Merkur stark unserem Mond. Seine Oberfläche ist von

Kratern übersät. Trotz seiner geringen Grösse hat der Merkur fast dieselbe Dichte wie die viel grössere Erde! Merkur muss also einen riesigen festen Eisenkern haben. Auf dem Merkur wird es am Tag mit 427 °C unglaublich heiss und in der Nacht mit bis zu -173 °C bitterkalt. Die Merkur-Sonde muss einiges aushalten können. Das Ziel der Mission ist, den heute fast unerforschten Planeten kennenzulernen und auch besser zu verstehen lernen, wie unsere Erde vielleicht vor langer, langer Zeit einmal ausgesehen hat.

Der Mondlauf im Mai 2021

Datum	Zeit	☉	🔭	📡	Ereignis
3. Mo	04:00 MESZ	✓	✓	✓	10° südwestlich von Saturn (+0.7 ^{mag})
	21:50 MESZ				Letztes Viertel, Steinbock (Dm. 31' 11")
4. Di	05:00 MESZ	✓	✓	✓	7° südöstlich von Saturn (+0.7 ^{mag})
5. Mi	05:00 MESZ	✓	✓	✓	5° südöstlich von Jupiter (-2.2 ^{mag})
11. Di	21:00 MESZ				Neumond, Widder (Dm. 29' 23")
12. Mi	21:00 MESZ	✓	✓	✓	Extrem schmale Mondsichel, 21½ h nach Neumond (5½° ü. H.)
	21:00 MESZ		✓	✓	2½° südwestlich von Venus (-3.9 ^{mag})
13. Do	21:15 MESZ	✓	✓	✓	Schmale Mondsichel, 48 h nach Neumond (12° ü. H.)
	20:00 MESZ	✓	✓	✓	3° südöstlich von Merkur (+0.0 ^{mag})
16. So	22:00 MESZ	✓	✓	✓	4½° sw. von Pollux, β Gem (+1.2 ^{mag}) und 7½° s. von Kastor, α Gem (+1.6 ^{mag})
	20:00 MESZ	✓	✓	✓	7½° östlich von Mars (+1.6 ^{mag})
19. Mi	21:13 MESZ	✓	✓	✓	Erstes Viertel, Löwe (Dm. 31' 08")
	22:00 MESZ	✓	✓	✓	4° nördlich von Regulus, α Leonis (+1.3 ^{mag})
22. Sa	01:06 MESZ	✓	✓	✓	«Goldener Henkel» am Mond sichtbar
23. So	22:00 MESZ	✓	✓	✓	5½° nordöstlich von Spica, α Virginis (+0.8 ^{mag})
26. Mi	13:14 MESZ				Vollmond, Löwe (Dm. 33' 25"), gleichzeitig totale Mondfinsternis
31. Mo	09:17 MESZ	✓	✓	✓	5° südlich von Saturn (+0.6 ^{mag})

Die Planeten, ihre Phasen und scheinbaren Grössen



Sternbedeckungen durch den Mond im Mai 2021 (Die Monde sind lagerichtig dargestellt)



16. Mai 2021
 ε Geminorum (+3.1^{mag})
 Eintritt: 00:39.1 MESZ
 Pw. = 33.4° (dunkler Rand)
 Der Mond steht in Zürich kurz vor seinem Untergang. In der Westschweiz ist die Bedeckung noch knapp zu sehen.

26. Mai 2021
 κ Librae, SAO 159442, (+4.8^{mag})
 Eintritt: 01:17.1 MESZ
 Pw. = 182.7° (dunkler Rand)
 Austritt: 01:43.1 MESZ
 Pw. = 225.0° (dunkler Rand)
 Der Südrand des Vollmondes ist noch nicht ganz ausgeleuchtet.

28./29. Mai 2021
 α Sagittarii, Nunki, SAO 187448, (+2.0^{mag})
 Eintritt: 23:50.3 MESZ
 Pw. = 50.2° (heller Rand)
 Beim Eintritt steht der Mond in Zürich noch unter dem Horizont.
 Austritt: 00:35.0 MESZ
 Pw. = 321.7° (dunkler Rand)

Sichtbarkeiten der Planeten

Merkur ☿ abends (bis ca. 25. Mai 2021)
 Venus ♀ zunehmend abends
 Mars ♂ erste Nachthälfte
 Jupiter ♃ morgens
 Saturn ♄ morgens
 Uranus ♅ unsichtbar, dann morgens
 Neptun ♆ morgens

Extrem kurze totale Mondfinsternis

Von der totalen Mondfinsternis am 26. Mai 2021 ist von Mitteleuropa aus leider nichts zu sehen. Sie spielt sich gänzlich in einer auf den Pazifik und die angrenzenden Kontinente zentrierten Erdhalbkugelhälfte ab. Hierzulande geht der Vollmond am 26. bereits um 05:29 Uhr MESZ unter (Zürich), die Finsternis startet dann um 10:46.2 Uhr MESZ mit dem Eintritt des Mondes in den Halbschatten. Eine knappe Stunde später beginnt die lange partielle Phase. Dies kommt daher, dass der Mond randnah durch den nördlichen Kernschatten zieht und es nur noch knapp zu einer totalen Verfinsternung kommt, die mit ihrer Dauer von lediglich 18½ Minuten am frühen Nachmittag zu einer der kürzesten ihrer Art zählt! Der Vollmond wird daher während der Totalität nicht sonderlich dunkel erscheinen; die nördliche Kalotte dürfte durchgehend in einem hellen Orange leuchten.

Um 13:27.9 Uhr MESZ endet die totale Phase. Es schliesst die zweite Teilfinsternis an, die den Erdtrabanten wieder mehr und mehr ins Sonnenlicht rücken lässt. Um 14:52.8 Uhr MESZ ist die Kernschattenfinsternis zu Ende. Für eine Weile kann man noch den grünlichen Halbschatten im westlichen Sektor der Mondscheibe ausmachen. Wenn bei uns der Vollmond gegen 21:33 Uhr MESZ aufgeht, ist das Schattenspiel längst vorüber.

Die Mondfinsternis gehört dem Saros 121 an, der am 6. Oktober 1047 begann und am 18. März 2508 enden wird. Die diesjährige Finsternis ist die letzte totale in dieser Reihe; am 6. Juni 2039 folgt eine tiefe partielle Finsternis.

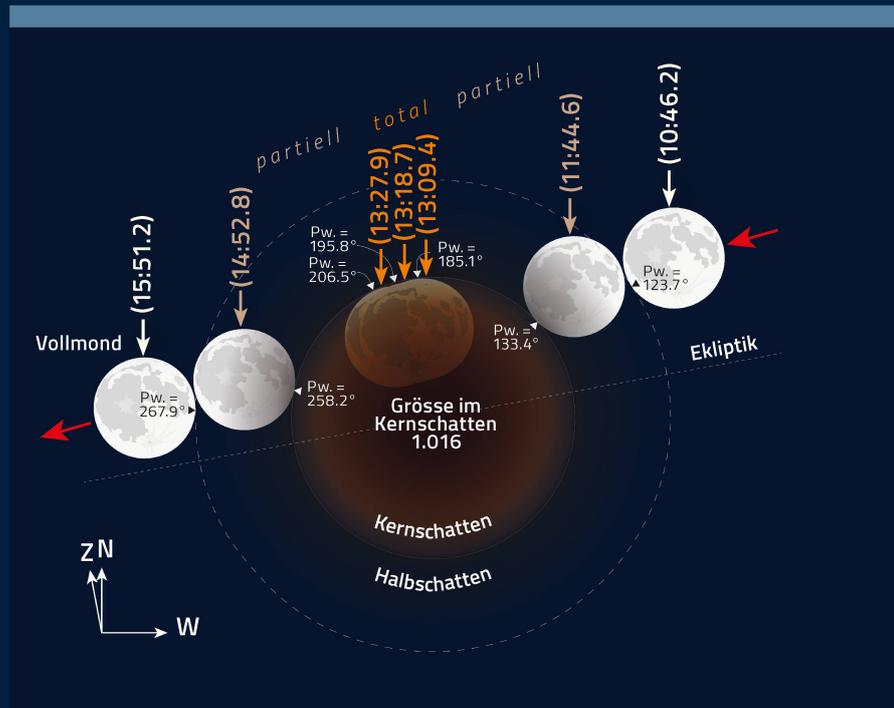


Abbildung 1: Schematischer Verlauf der totalen Mondfinsternis am 26. Mai 2021.

Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien

M92 im Schatten von M13



Wenn Herkules im Frühling höher in den Himmel steigt, ist die Zeit gekommen, wieder einen Blick auf den schönsten und hellsten Kugelsternhaufen am Nordhimmel zu werfen; Messier 13 oder kurz M13. Doch im Herkules gibt es mit M92 noch einen zweiten, nicht minder eindrücklichen Kugelhaufen. Er ist +6,3^{mag} hell und hat eine Flächenausdehnung von 14", also gross genug, damit man ihn bereits mit einem Feldstecher findet. In kleinen Fernrohren (Vier- bis Achtzöller) werden die Sterne im Randbereich bereits aufgelöst. M92 ist 26'000 Lichtjahre von uns entfernt und wird auf gut 330'000 Sonnenmassen geschätzt. Mit 11 Milliarden Jahren gehört er zu den ältesten bekannten Kugelhaufen, die wir beobachten können.

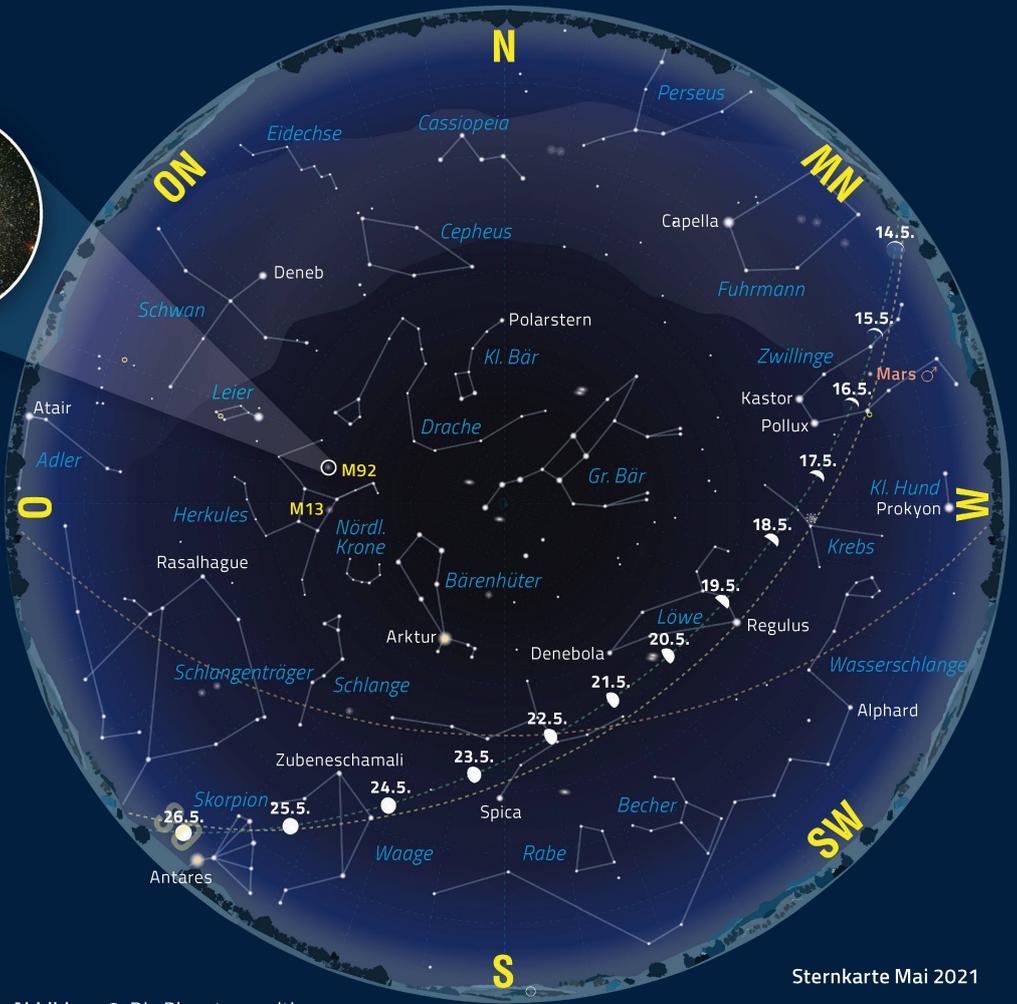


Abbildung 2: Die Planetenpositionen gelten am 15. Mai 2021.

Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien

Sternkarte Mai 2021

1. Mai 2021, 00 h MESZ
 16. Mai 2021, 23 h MESZ
 1. Juni 2021, 22 h MESZ

Merkur trumpft gross auf

Nicht häufig kann man Merkur, den sonnennächsten Planeten, während eines ganzen Monats in der Abenddämmerung sehen. Doch dieses Jahr sind die Voraussetzungen im Mai besonders günstig. Die abendliche Ekliptik, entlang derer sich die Planeten bewegen, ragt steil über den westnordwestlichen Horizont empor und ermöglicht uns so himmelmechanisch fast Verhältnisse, wie wir sie gewöhnlich nur in äquatornahen Gegenden erleben können. Die Sonne geht kurz um 20:50 Uhr MESZ unter. Gegen 21:15 Uhr MESZ ist sie knapp 4° unter den Horizont gesunken; es beginnt allmählich zu dämmern. Schon Ende April kann man Merkur genau über dem Westnordwesthorizont -1,3^{mag} hell erspähen. Venus steht dann noch so knapp über der Horizontlinie, dass man sie trotz ihrer -3,9^{mag} unmöglich sehen kann. Tag für Tag sticht Merkur höher in den Himmel, wird aber allmählich etwaslichtschwächer.

Etwa ab dem 10. Mai dürfte jetzt auch Venus mühelos sichtbar sein. Am 12. erscheint die 2 1/2 Stunden junge Mondsichel 2 1/2° direkt unter dem «Abendstern». Merkur steht zur selben Zeit schon knapp 14° hoch über dem Horizont, genau zwischen Venus und dem Stern Al Nath. Am 13. begegnet ihm dann die Mondsichel und zieht 2 1/2° südöstlich am Planeten vorbei.

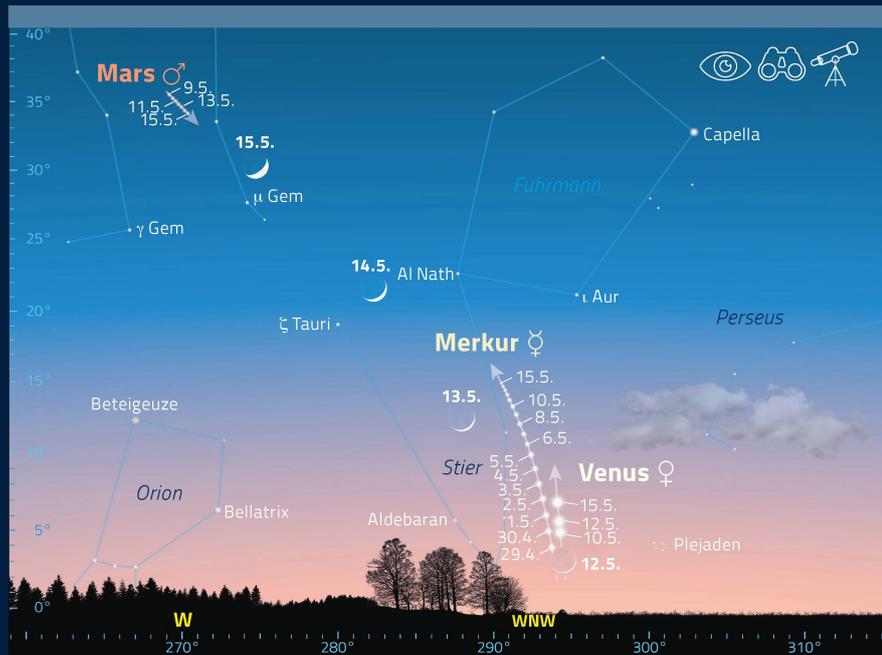


Abbildung 3: Merkur steigt an Venus vorbei zu guter Abendsichtbarkeit auf.

Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien

Ein wandernder Fixstern

Nur knapp 6 Lichtjahre ist Barnards Pfeilstern von uns entfernt. Der Rote Zwerg zählt zu den Schnellläufern unter den Sternen. In knapp 200 Jahren wandert er eine Mondbreite.

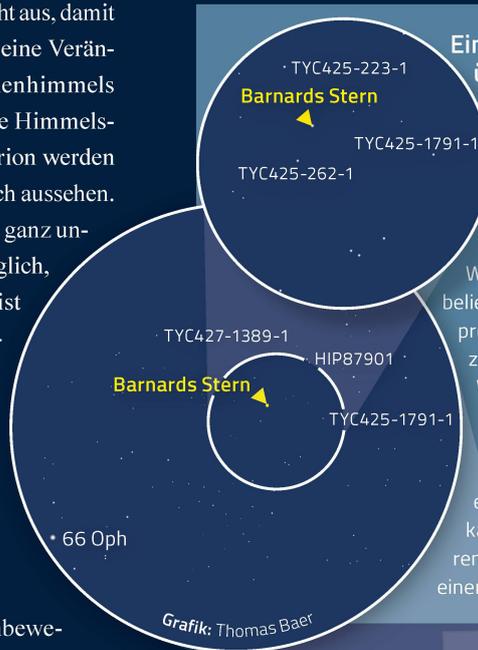
Text: Thomas Baer

Ein Menschenleben reicht nicht aus, damit wir im Laufe eines Erdendaseins eine Veränderung des uns vertrauten Sternenhimmels wahrnehmen würden. Der Grosse Himmelswagen oder auch der bekannte Orion werden auch in 80 Jahren noch genau gleich aussehen. So ist der Begriff «Fixstern» nicht ganz unpassend, wenngleich auch verfänglich, denn kein Stern am Firmament ist wirklich fix. Wenn wir den Sternenhimmel in Zehntausenden von Jahren betrachten könnten, würden wir wohl Mühe bekunden, das eine oder andere Sternbild als solches wiederzuerkennen.

WANDERNDER FIXSTERN

Dass Sterne durchaus Eigenbewegungen haben, können wir eindrücklich am Barnards Pfeilstern im Sternbild des Schlangenträgers beobachten. Dieser sogenannte Schnellläufer wandert vor den viel weiter entfernten Hintergrundsternen $10.3''$ pro Jahr, $1' 43''$ pro Jahrzehnt oder eine Mondbreite ($\frac{1}{2}^\circ$) in knapp 200 Jahren. Der Rote Zwerg mit einer scheinbaren Helligkeit von $+9.5^{\text{mag}}$ ist nur teleskopisch zu sehen und befindet sich nahe des Sterns 66 Ophiuchi. Entdeckt wurde er durch den US-Astronomen *Edward Emerson Barnard* im Jahr 1916.

Schnellläufer haben im Unterschied zu den meisten Sternen stark elliptische und geneigte Bahnen um das galaktische Zentrum. Dies führt optisch dazu, dass sie relativ zu den anderen Sternen schnell wandern. In Bezug auf unsere Sonne ist Barnards Pfeilstern mit 143 km/s unterwegs. Ein weiterer Grund für die rasche Bewegung ist die Entfernung: Mit 5.96 Lichtjahren ist er der zweitnächste Stern nach Proxima Centauri. In rund $12'000$ Jahren würden wir Barnards Stern im Sternbild Herkules wiederfinden. <



Ein interessantes Fotoprojekt über Jahrzehnte

Barnards Pfeilstern ist bereits in einem kleinen Teleskop mit 60 mm Öffnung zu erkennen, wenn auch ziemlich schwach. Durch das Okular eines 10-Zöllers ist der Stern mit seiner kräftig roten Farbe sehr leicht zu erkennen. Seine Wanderschaft fotografisch zu dokumentieren, ist ein beliebtes Motiv für Astrofotografen, zumal ein Fototermin pro Jahr genügt. Spätestens nach einem halben Jahrzehnt wird die Verschiebung bereits deutlich sichtbar. Wählt man stets denselben Bildausschnitt, kann man die zwei mehrere Jahre auseinanderliegenden Bildpaare auch stereoskopisch betrachten und wird so einen räumlichen Eindruck gewinnen, oder man erstellt ein animiertes GIF (Graphics Interchange Format) und kann so die Bewegung des Schnellläufers dokumentieren. Übrigens hat man um den Roten Zwergstern 2018 einen 3.2 Erdmassen grossen Planeten entdeckt.

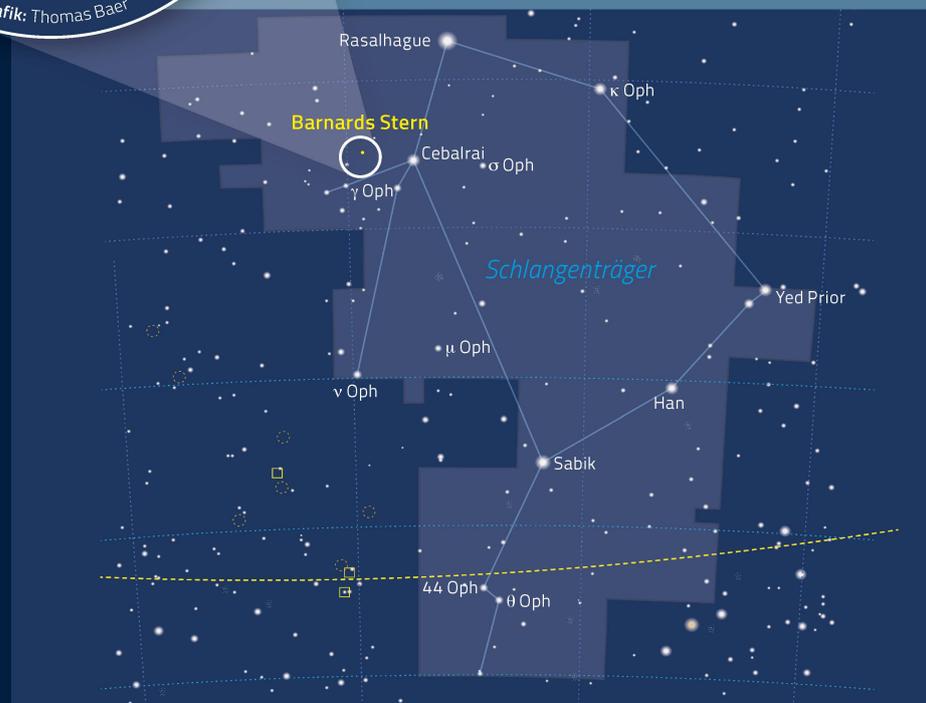


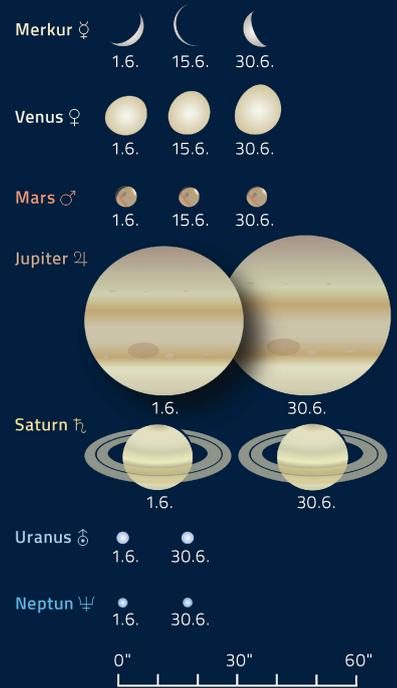
Abbildung 4: Barnards Pfeilstern befindet sich nahe des Sterns Cebalrai im Schlangenträger und aktuell $43' 30''$ von 66 Ophiuchi entfernt. Im vergrösserten Ausschnitt sehen wir den $+4.8^{\text{mag}}$ hellen Stern noch am Rande. Der gelbe Pfeil markiert die Position von Barnards Stern im Jahr 2021.

Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien

Der Mondlauf im Juni 2021

Datum	Zeit	☾	🔭	👁️	Ereignis
1. Di	04:00 MESZ	☾	☑️	☑️	4½° südwestlich von Jupiter (-2.4 ^{mag})
2. Mi	04:00 MESZ	☾	☑️	☑️	9½° östlich von Jupiter (-2.4 ^{mag})
	09:24 MESZ	☾	☑️	☑️	Letztes Viertel, Wassermann (Dm. 30' 35")
8. Di	04:45 MESZ	☾	☑️	☑️	10° südwestlich der Plejaden, Mond nur 2½° ü. H.
10. Do	10:12 MESZ	☾	☑️	☑️	Ringförmige Sonnenfinsternis, ab 11:24 MESZ in der Schweiz partiell
	12:53 MESZ	☾	☑️	☑️	Neumond, Stier (Dm. 29' 33")
11. Fr	22:00 MESZ	☾	☑️	☑️	Sehr schmale Mondsichel, 33 h nach Neumond (3¼° ü. H.)
	22:00 MESZ	☾	☑️	☑️	5½° westlich von Venus (-3.9 ^{mag})
12. Sa	22:00 MESZ	☾	☑️	☑️	6½° sw. von Pollux, β Gem (+1.2 ^{mag}) und 8° sw. von Kastor, α Gem (+1.6 ^{mag})
13. So	22:00 MESZ	☾	☑️	☑️	2° nördlich von Mars (+1.8 ^{mag})
	22:30 MESZ	☾	☑️	☑️	8° sö. von Pollux, β Gem (+1.2 ^{mag}) und 12½° sö. von Kastor, α Gem (+1.6 ^{mag})
15. Di	23:00 MESZ	☾	☑️	☑️	5° nördlich von Regulus, α Leonis (+1.3 ^{mag})
18. Fr	05:54 MESZ	☾	☑️	☑️	Erstes Viertel, Jungfrau (Dm. 31' 40")
19. Sa	23:00 MESZ	☾	☑️	☑️	6° nördlich von Spica, α Virginis (+0.8 ^{mag})
22. Di	23:00 MESZ	☾	☑️	☑️	6° nordwestlich von Antares, α Scorpii (+0.9 ^{mag})
23. Mi	23:00 MESZ	☾	☑️	☑️	11° östlich von Antares, α Scorpii (+0.9 ^{mag})
24. Do	20:40 MESZ	☾	☑️	☑️	Vollmond, Schütze (Dm. 33' 02"), tiefste Vollmondkulmination (25.6.)
27. So	04:00 MESZ	☾	☑️	☑️	7½° südwestlich von Saturn (+0.4 ^{mag})
28. Mo	04:00 MESZ	☾	☑️	☑️	9½° östlich von Saturn (+0.4 ^{mag})
29. Di	04:00 MESZ	☾	☑️	☑️	5½° südöstlich von Jupiter (-2.6 ^{mag})

Die Planeten, ihre Phasen und scheinbaren Grössen



Nahe Sternbegegnungen und Sternbedeckungen durch den Mond im Juni 2021
(Die Monde sind lagerichtig dargestellt)



Sichtbarkeiten der Planeten

- Merkur ☿ unsichtbar, dann morgens
- Venus ♀ abends nach Sonnenuntergang
- Mars ♂ erste Abendstunden
- Jupiter ♃ zweite Nachthälfte im Südosten
- Saturn ♄ zweite Nachthälfte im Südosten
- Uranus ♅ morgens
- Neptun ♆ nach Mitternacht

Saturn und Jupiter dominieren die frühen Morgenstunden

Noch zeigen sich Saturn und Jupiter erst in der zweiten Nachthälfte bis ins Morgengrauen. Wer das Planetenpaar schon im Juni sehen will, muss lange aufbleiben oder einmal gegen 02:00 Uhr MESZ den Wecker stellen. Saturn steht im Steinbock, Jupiter rund 19½° östlich von ihm im Wassermann. Während der Ringplanet bereits rückläufig seiner Opposition am 2. August entgegenstrebt, wird Jupiter erst am 20. Juni stationär und beginnt seine Oppositionsschleife zu ziehen. Saturn ist mit seinen +0.6^{mag} deutlich lichtschwächer als Jupiter (-2.4^{mag}), was auch damit zusammenhängt, dass der Öffnungswinkel des Ringsystems bis 2025 immer kleiner wird und damit eine deutlich kleinere Fläche das Sonnenlicht reflektiert. Noch vor vier Jahren war Saturn um eine halbe Grössenklasse heller!

Der abnehmende Dreiviertelmond durchschreitet auf seiner weit südlich der Ekliptik verlaufenden Bahn Ende Juni die Sternbilder Steinbock und Schütze und macht am 28. genau zwischen Saturn und Jupiter Halt. Im Folgemonat verfrühen sich die Aufgänge der beiden Planeten dann deutlich vor Mitternacht. Am 15. Juli erscheint Saturn bereits gegen 22:15 Uhr MESZ im Ostsüdosten, Jupiter folgt ihm eine Dreiviertelstunde später. Ende Juli erscheinen die beiden Gestirne nochmals eine gute Stunde früher.

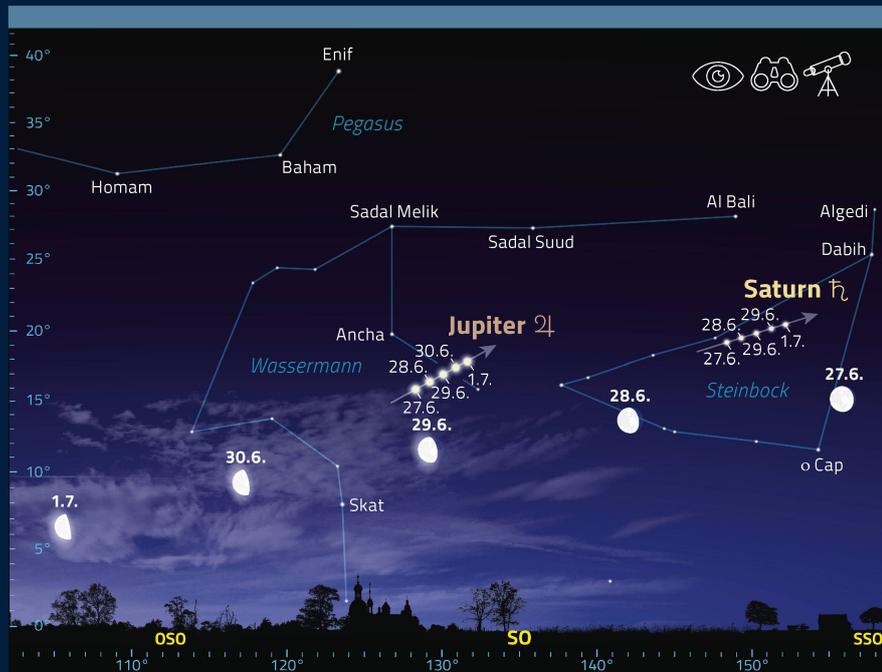


Abbildung 5: Jupiter und Saturn sind im Juni 2021 in der zweiten Nachthälfte zu beobachten. In den letzten Tagen des Monats zieht der abnehmende Dreiviertelmond am Planetenpaar vorüber. Wir sehen hier die Situation um 02:00 Uhr MESZ.

Bild: Thomas Baer, ORIONmedien

Chance auf leuchtende Nachtwolken 

In den kurzen Sommernächten kann oftmals ein seltenes Phänomen beobachtet werden, leuchtende Nachtwolken oder auch NLC von engl. noctilucent clouds. Dabei handelt es sich um Ansammlungen von Eiskristallen oberhalb der Mesosphäre in rund 81 bis 85 km Höhe. In dieser Höhe werden die tiefsten Temperaturen in der Erdatmosphäre gemessen. Besonders um die Sommersonnenwende herum, wenn es selbst um Mitternacht am Nordhorizont kaum mehr richtig dunkel wird, können die Eiskristalle zwischen 23:00 Uhr MESZ und Mitternacht und von 03:00 Uhr bis 04:00 Uhr MESZ gesehen werden. Die Sonne steht dann zwischen 12° und 16° unter dem Horizont (nautische Dämmerung). Über die Entstehung dieser leuchtenden Nachtwolken wird noch immer gerätselt. Als mögliche Kristallisationskerne könnte jedoch der Vulkanismus eine Rolle spielen.

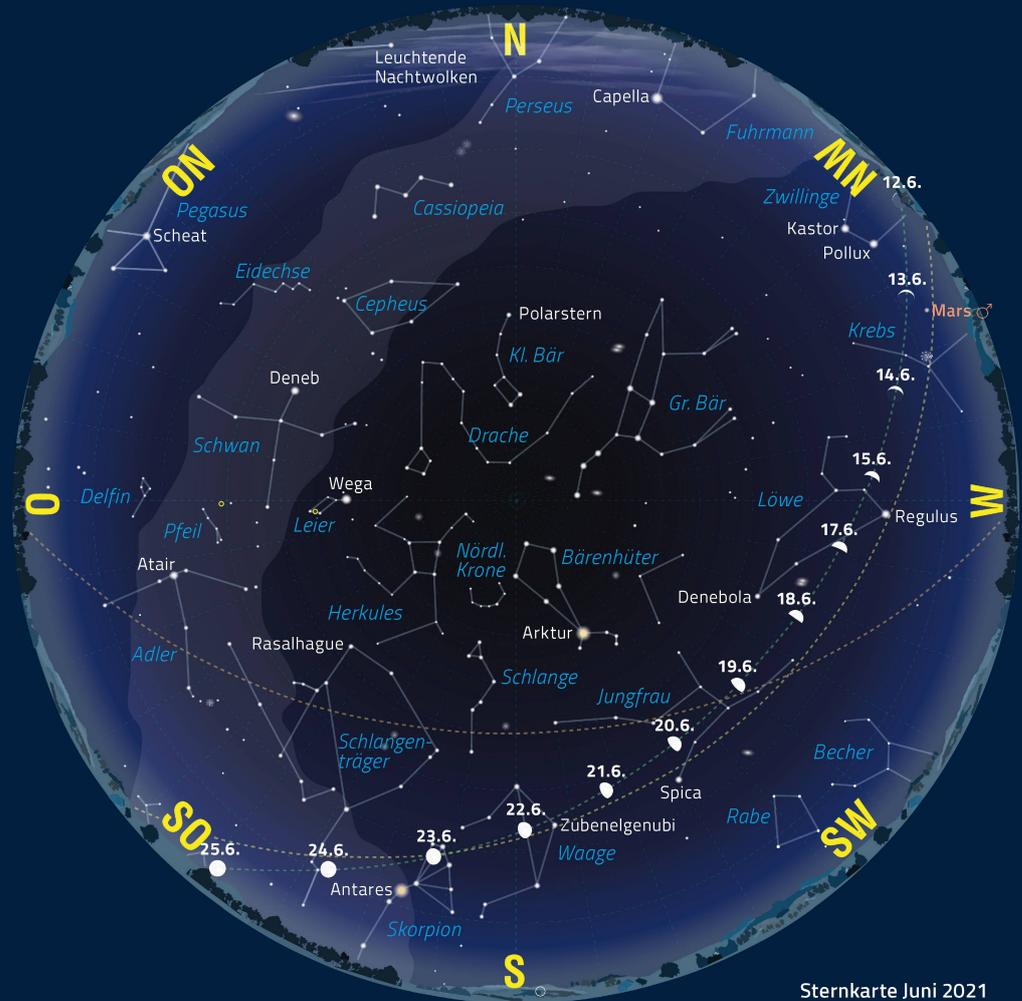


Abbildung 6: Die Planetenpositionen gelten am 15. Juni 2021.

Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien

Sternkarte Juni 2021

1. Juni 2021, 00 h MESZ
 16. Juni 2021, 23 h MESZ
 1. Juli 2021, 22 h MESZ

Zögerliche Venus und bescheidener Mars

Die langen Abende haben uns wieder! Die Sonne geht erst um 21:27 Uhr MESZ unter; erst gegen Ende der bürgerlichen Dämmerung kurz nach 22:00 Uhr MESZ werden langsam die Sterne sichtbar. Venus baut ihre Abendsichtbarkeit nur zögerlich aus. Zwar steigt sie jeden Abend etwas höher, doch erreicht sie kaum mehr als 5° über dem Westnordwesthorizont. Noch bevor es richtig dunkel wird, ist sie bereits verschwunden. Am 2. Juni passiert sie den Sommersonnenwendepunkt und wandert anschliessend auf den Zwillingstern Pollux zu, an dem sie am 22. in 5° südlichem Abstand vorüberzieht. Schon am 12. Juni stattet die zunehmende Mondsichel dem «Abendstern» einen Besuch ab. Mit Mars können wir am hochsommerlichen Abendhimmel noch einen zweiten Planeten sehen. Mit seinen knapp +1.8^m Helligkeit ist er nicht mehr auffällig und schwächer als die Zwillingsterne Pollux und Kastor. Seine Sichtbarkeit verkürzt sich drastisch, wenn wir bedenken, dass Mars erst gegen 22:15 Uhr MESZ langsam besser sichtbar wird, sich aber wie Venus rasch der Horizontlinie nähert, wo er eine gute Stunde später in den Dunstschichten verblasst. Am 13. Juni steht die Mondsichel 2° nördlich von ihm.



Abbildung 7: Mars und Venus nähern sich am Abendhimmel immer mehr. Vom 11. bis 15. Juni 2021 taucht die zunehmende Mondsichel auf (Situation um 22:15 Uhr MESZ).

Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien

Mond knabbert an der Sonne

Am 10. Juni um die Mittagszeit kommt es über weiten Teilen Europas zu einer kleinen partiellen Sonnenfinsternis. Mit geeignetem Sonnenschutz lässt sich das nicht alltägliche Himmelsschauspiel gefahrlos beobachten.

Text: Thomas Baer

Die letzte Sonnenfinsternis im deutschen Sprachraum liegt bereits sechs Jahre zurück. Sie fand am 20. März 2015 statt und konnte hierzulande in grosser partieller Phase während der Vormittagsstunden bei zumeist wolkenlosen Verhältnissen beobachtet werden. Die bevorstehende Sonnenfinsternis verläuft ungleich schwächer, sprich, Mitteleuropa liegt relativ nahe an der südlichen Grenze des partiellen Finsternisgeschehens. Entsprechend un bemerkt wird sich die mittägliche Sonnenbedeckung abspielen. Wer nichts davon weiss, wird das Ereignis schlicht verpassen. In der

Natur wird man von der Finsternis nichts wahrnehmen.

NUR WENIGE MENSCHEN ERLEBEN DEN SONNENRING

Durch seinen nördlichen Verlauf über die Nordpolarregion ist der Schattenpfad, in dem die ringförmige Phase der Finsternis gesehen werden kann, aufgrund des flachen Einfallswinkels stark in die Breite gezogen. Über der kanadischen Provinz Ontario, südlich der Hudson Bay, wo die Ringphase bei Sonnenaufgang beginnt, ist die Zone 692 km breit, schrumpft auf 525

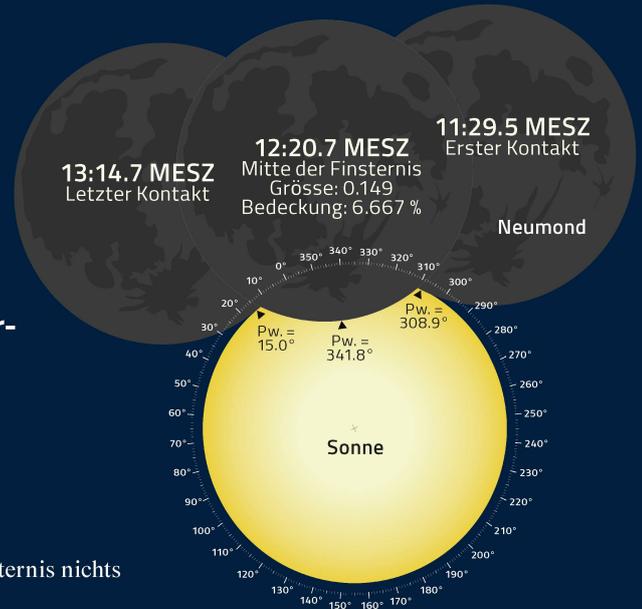


Abbildung 8: So spielt sich die Sonnenfinsternis am 10. Juni 2021 über Zürich ab.

Bild: Thomas Baer, ORIONmedien

km Breite im Mittelabschnitt, um sich bis zum Sonnenuntergang über Ostsibirien wieder auf 693 km auszuweiten.

Viele Menschen werden diesmal nicht in den Genuss des Sonnenrings kommen, da die Zentrallinie über äusserst dünn besiedeltes Gebiet verläuft und wohl die We-



Abbildung 9: Die Ringförmigkeitszone läuft am 10. Juni 2021 über die Arktis und trifft im Morgen- und Abendabschnitt auf dünn besiedelte Gebiete. Weite Teile Europas und Asiens erleben an diesem Tag eine partielle Sonnenfinsternis, deren Grösse nach Norden hin zunimmt. Mitteleuropa befindet sich nahe der südlichen Begrenzungslinie. Entsprechend klein fällt hier die maximale Sonnenbedeckung aus.

Bild: Thomas Baer, ORIONmedien

nigsten eine Reise in diese abgelegenen Regionen erwägen, schon gar nicht in Pandemiezeiten. Der Ort Armstrong im kanadischen Britisch-Kolumbien etwa zählt nur etwas über 1'000 Einwohner, auf sibirischer Seite sind es kaum ein Dutzend Provinzdörfer, die im Finsternisstreifen liegen.

Die Dauer der Ringphase von anfänglich 3 min 36.8 s über Kanada verlängert sich bis zu 3 min 51.2 s zwischen Ellesmere Island und Grönland (zentrale Finsternis im Mittag), und verkürzt sich über der Tundra des autonomen Kreises der Tschuktschen wieder auf 3 min 35.9 s.

PARTIELL IN EUROPA

Weite Teile der Nordhemisphäre der Erde werden vom Halbschatten des Mondes getroffen (siehe Abbildung 9). Der südliche Rand gleitet dabei von Marokko her kommend knapp südlich an den Balearen und Sardinien vorbei, schneidet Italien nördlich von Rom und überquert die osteuropäischen Länder Kroatien, Bosnien-Herzegowina, Serbien und Rumänien. Im südöstlichen Mittelmeerraum wird man die Sonnenfinsternis somit nicht sehen. Nördlich der partiellen Finsternisgrenze hingegen wird die Sonne an ihrem oberen Rand «angeknabbert», umso mehr, je weiter man

sich in Richtung Skandinavien bewegt.

In der Schweiz nimmt der Verfinsterungsgrad von Südosten nach Nordwesten zu, bewegt sich jedoch im bescheidenen Ausmass von 4 % im Südwesten und 7.5 % im «Pruntrut Zipfel». Die maximale Phase wandert zwischen 12:13 Uhr MESZ (Genf) und 12:24 Uhr MESZ (Unterengadin) über unser Land. Aus Abbildung 10 lassen sich Beginn und Ende der Finsternis ablesen.

SONNENFINSTERNISSE FAST IM JAHRESTAKT

Die kommende partielle Sonnenfinsternis bildet den Auftakt eines ganzen Finsternisreigens in Mitteleuropa. Bereits nächstes Jahr ereignet sich am 25. Oktober wieder eine Sonnenfinsternis. Danach schiebt sich der Neumond ab 2025 bis 2030 noch fünf weitere Male vor die Sonne. Besonders spektakulär wird die Finsternis in den Abendstunden des 12. August 2026 sein. Über Spanien und den Balearen total, erleben wir in unseren Breitengraden eine über 90 %-ige Sonnenbedeckung. Auf die nächste totale und ringförmige Sonnenfinsternis in der Schweiz müssen wir uns noch ein Weilchen gedulden: Sie finden am 3. September 2081 und 27. Februar 2082 statt! <

Die Sonne ist nicht gefährlicher als sonst!

2015 sorgte die partielle Sonnenfinsternis über Mitteleuropa vornehmlich an Schulen für Aufregung. Kinder durften an diesem Tag nicht auf den Pausenplatz und Schulzimmer wurden extra verdunkelt, damit sich ja kein Schüler einen Augenschaden holen würde. In den Medien geisterten zudem wirre Berichte herum, die vor einer «besonders gefährlichen» Sonne warnen. Am Anfang dieser zum Teil ungerechtfertigten Hysterie stand ein Schreiben des Optikerverbands, der sachlich auf die Gefahren der Sonnenbeobachtung hinwies. Mit zertifizierten Sonnenfinsternisbrillen stellt die Beobachtung der Sonne kein Risiko dar, und professionell mit Filtern ausgerüstete Teleskope lassen eine Finsternis zu einem besonderen Erlebnis werden. Unter keinen Umständen sollte man indessen ungeschütztes Auge direkt in die Sonne schauen. Gewöhnliche Sonnenbrillen bieten keinen ausreichenden Schutz. Auch von anderen Utensilien wie dem Blick durch ein Stück Rettungsdecke, einen unbelichteten Filmstreifen oder eine CD wird dringend abgeraten.

Weitere Infos sowie Kartenmaterial und Tabellen zu dieser Finsternis finden Sie auf der Webseite: www.orionmagazin.ch

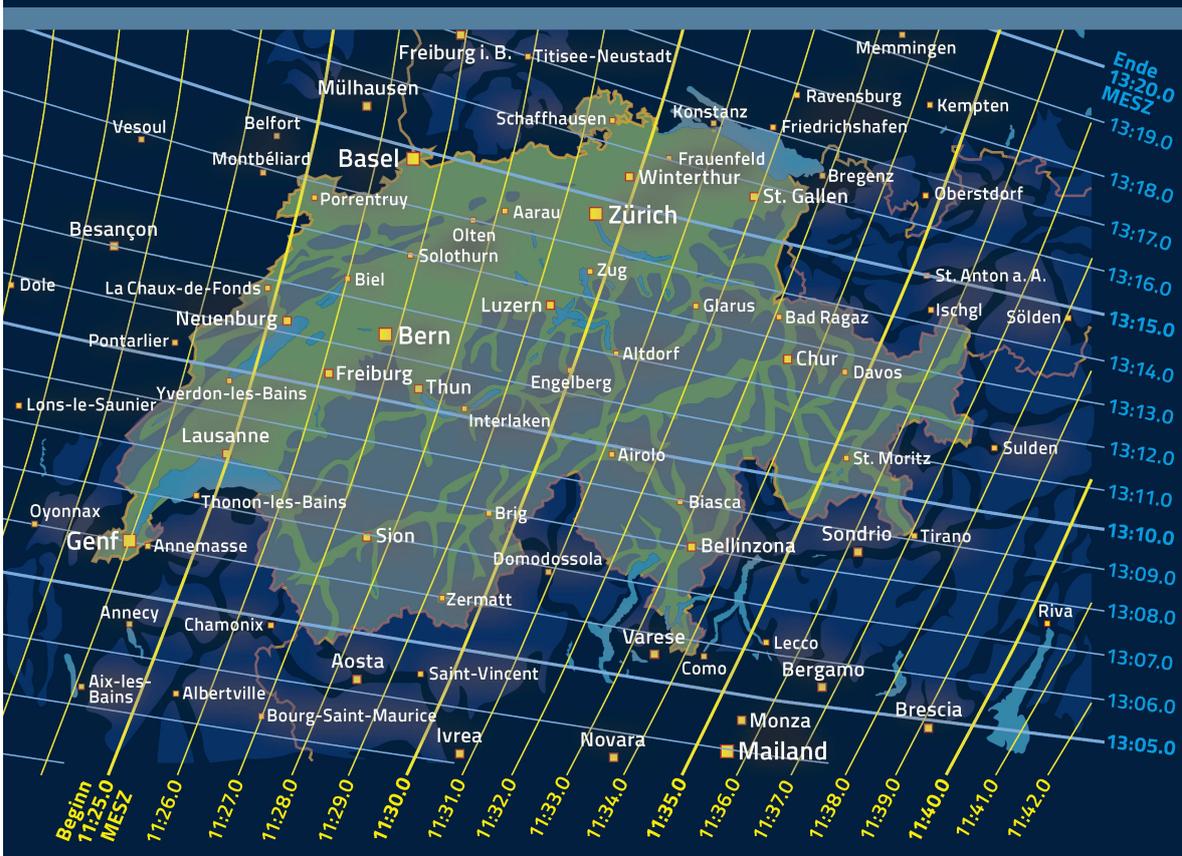


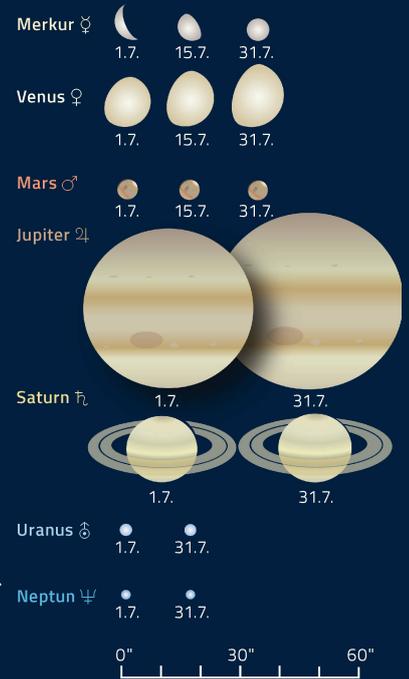
Abbildung 10: Diese Karte zeigt, wie sich der Mondhalbschatten über die Schweiz ausbreitet und wieder zurückzieht. Gelb sind der Beginn, blau das Ende der partiellen Phase in 1-Minuten-Intervallen angegeben. Für jeden beliebigen Ort lässt sich der erste und letzte Kontakt fast sekundengenau interpolieren.

Bild: Thomas Baer, ORIONmedien

Der Mondlauf im Juli 2021

Datum	Zeit	☾	🔭	Ereignis
1. Do	23:11 MESZ	☾	☾	Letztes Viertel, Walfisch (Dm. 30' 02")
6. Di	04:30 MESZ	☾	☾	6° südlich der Plejaden
7. Mi	23:00 MESZ	☾	☾	6° nordöstlich von Aldebaran, α Tauri (+0.8 ^{mag})
8. Do	05:00 MESZ	☾	☾	Schmale Mondsichel, 46½ h vor Neumond (8° ü. H.)
	05:00 MESZ	☾	☾	2½° nördlich von Merkur (+0.1 ^{mag}) und 2½° nördlich von ζ Tauri (+2.9 ^{mag})
10. Sa	03:17 MESZ	☾	☾	Neumond, Zwillinge (Dm. 30' 03")
11. So	22:00 MESZ	☾	☾	Schmale Mondsichel, 40½ h nach Neumond (5° ü. H.)
	22:00 MESZ	☾	☾	8° nordwestl. von Venus (-3.9 ^{mag}) und 9° nordwestl. von Mars (+1.8 ^{mag})
12. Mo	22:00 MESZ	☾	☾	8° nordwestlich von Regulus, α Leonis (+1.3 ^{mag})
13. Di	22:00 MESZ	☾	☾	7½° östlich von Regulus, α Leonis (+1.3 ^{mag})
16. Fr	22:00 MESZ	☾	☾	9° nordwestlich von Spica, α Virginis (+0.8 ^{mag})
17. Sa	12:11 MESZ	☾	☾	Erstes Viertel, Zwillinge (Dm. 32' 05")
	22:00 MESZ	☾	☾	8° östlich von Spica, α Virginis (+0.8 ^{mag})
19. Mo	20:22 MESZ	☾	☾	«Goldener Henkel» am Mond sichtbar
20. Di	23:00 MESZ	☾	☾	5½° nordöstlich von Antares, α Scorpii (+0.9 ^{mag})
24. Sa	04:37 MESZ	☾	☾	Vollmond, Steinbock (Dm. 32' 21")
	23:00 MESZ	☾	☾	5° südöstlich von Saturn (+0.2 ^{mag})
25. So	23:00 MESZ	☾	☾	6° südwestlich von Jupiter (-2.8 ^{mag})
31. Sa	15:16 MESZ	☾	☾	Letztes Viertel, Widder (Dm. 29' 41")

Die Planeten, ihre Phasen und scheinbaren Grössen



Nahe Sternbegegnungen und Sternbedeckungen durch den Mond im Juli 2021 (Die Monde sind lagerichtig dargestellt)



1. Juli 2021
 33 Piscis, SAO 128572 (+4.6^{mag})
 Austritt: 01:49.5 MESZ
 Pw. = 262.6° (dunkler Rand)
 Der Eintritt erfolgt noch vor Mondaufgang und ist daher nicht zu beobachten.

8. Juli 2021
 121 Tauri, SAO 77285 (+5.4^{mag})
 Eintritt 04:06.5 MESZ
 Pw. = 357.1° (dunkler Rand)
 Austritt: 04:28.0 MESZ
 Pw. = 322.1° (dunkler Rand)

20. Juli 2021
 λ Librae, SAO 183895 (+5.0^{mag})
 Eintritt 00:39.8 MESZ
 Pw. = 50.0° (dunkler Rand)
 Austritt: 02:32.1 MESZ
 Pw. = 245.1° (heller Rand)

22. Juli 2021
 α Sagittarii, Nunki (+2.0^{mag})
 Austritt: 21:02.2 MESZ
 Pw. = 215.7 (heller Rand)
 Diese Bedeckung findet zur Zeit des Sonnenuntergangs statt.

Sichtbarkeiten der Planeten

- Merkur ☿ morgens, dann unsichtbar
- Venus ♀ abends
- Mars ♂ abends
- Jupiter ♃ zweite Nachthälfte
- Saturn ♄ zweite Nachthälfte
- Uranus ♅ zweite Nachthälfte
- Neptun ♆ zweite Nachthälfte

Saturn und Jupiter streben ihren Oppositionen entgegen

Sowohl Saturn wie auch Jupiter sind nun rückläufig unterwegs, der Ringplanet im Sternbild Steinbock, sein hellerer Kontrahent im Wassermann. Beide legen diesen Monat noch einmal an Helligkeit zu. Jupiter ist mit seinen -2.8^{mag} nicht mehr zu übersehen, aber auch Saturn erreicht +0.2^{mag} und ist damit heller als alle ihn umgebenden Sterne. Beide werden im kommenden Monat ihre Oppositionsstellung zur Sonne erreichen, Saturn schon am 2. August, übrigens auch daran erkennbar, dass der Vollmond nahe des Ringplaneten eintritt. Am 24. Juli steht unser Erdnachbar gegen 23:00 Uhr MESZ 5° südöstlich von ihm. Am folgenden Abend 6° südwestlich von Jupiter. Die Aufgänge von Saturn und Jupiter verfrühen sich bis zum Monatsletzten um fast zwei Stunden. Geht Saturn zu Monatsbeginn erst nach 23:00 Uhr MESZ auf, erfolgt sein Aufgang am 31. bereits um 21:04 Uhr MESZ, also kurz nachdem die Sonne untergegangen ist. Jupiter folgt ihm um 21:52 Uhr MESZ. Damit hat das lange Warten auf die hellen Planeten ein Ende. Das illustre Planetenduo begleitet uns bis in die Stunden vor Sonnenaufgang durch die ganze Nacht und passiert den Südmeridian gegenüber den Vorjahren schon etwas höher, Saturn mit gut 24°, Jupiter mit 30°. Auf die vier grossen Jupitermonde kommen wir auf Seite 45 zu sprechen.

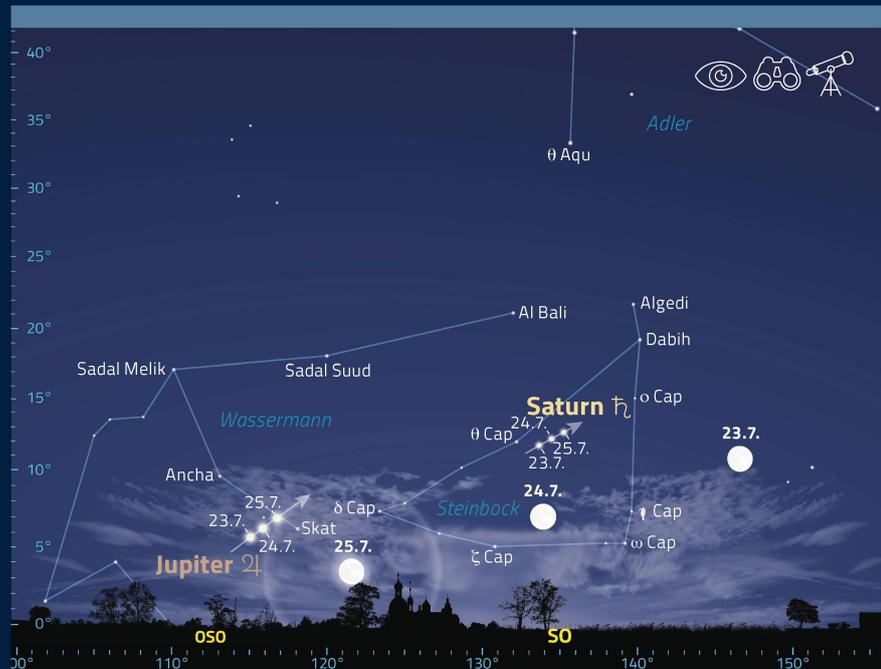


Abbildung 11: Saturn und Jupiter befreien sich aus den Resten eines abendlichen Gewitters und sind vom 23. bis 25. Juli zusammen mit dem fast noch vollen Mond gegen 23:00 Uhr MESZ im Südosten zu sehen.

Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien

Ein Kleiderbügel am Sommerhimmel



Asterismen, aus dem griechischen vom Begriff *astron* (Sternbild, Gestirn, Stern) abgeleitet, sind gedachte Verbindungslinien oder Sternzüge zwischen Sternen. So etwa haben schon unsere Vorfahren ihre Figuren am Himmel gesehen; je nach Kulturkreis konnte man unterschiedliche Sternbilder. Ein typischer Asterismus ist etwa der «Grosse Wagen». Er ist kein offizielles Sternbild, sondern Teil des Grossen Bären. In Amerika wird eine Grosse Schöpfkelle gesehen. Einen hübschen Asterismus gibt es unweit des Pfeils zu entdecken, Collinder 399 oder auch Brocchis Haufen genannt. Sechs der zehn Sterne zwischen $+5.0^{mag}$ und $+0.7^{mag}$ stehen in Reih und Glied und lassen zusammen mit den vier anderen Sternen einen Kleiderbügel erscheinen; ein reizvolles Objekt für den Feldstecher.

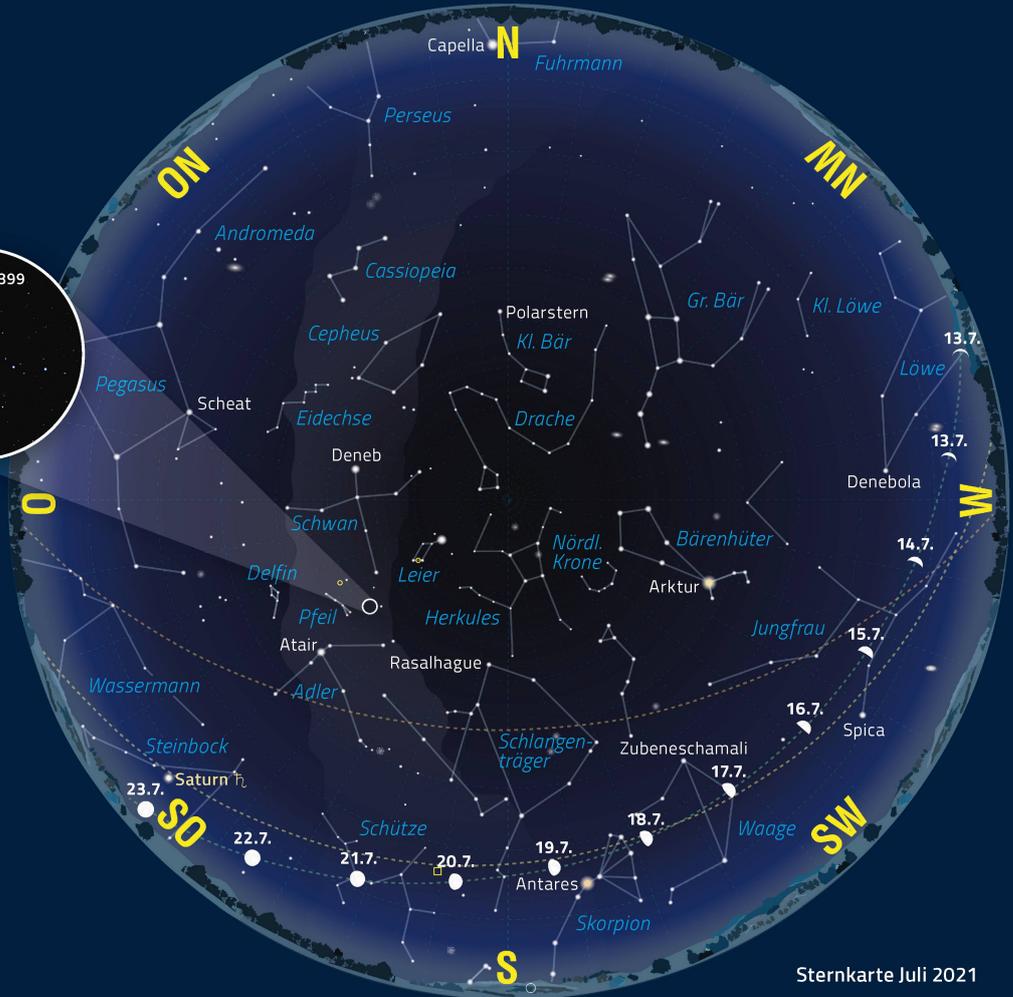


Abbildung 12: Die Planetenpositionen gelten am 15. Juli 2021.

Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien

Sternkarte Juli 2021

1. Juli 2021, 00 h MESZ
 16. Juli 2021, 23 h MESZ
 1. August 2021, 22 h MESZ

Die Bahnen von Mars und Venus kreuzen sich

Mars zieht sich endgültig vom Abendhimmel zurück, trifft aber vor seiner Unsichtbarkeitsphase noch auf Venus. Am Abend des 12. Juli trennen die beiden Gestirne $37' 47''$ voneinander, am folgenden Abend steht der Rote Planet $29' 43''$ genau unterhalb des «Abendsterns». Wirklich spektakulär ist dieses Zusammentreffen wahrlich nicht, denn Mars ist mit seinen bescheidenen $+1.8^{mag}$ visueller Helligkeit kein ebenbürtiger Gegenspieler für die -3.9^{mag} hell strahlende Venus. Auch die Begegnung mit dem Löwenstern Regulus am 29. dürfte bestenfalls bei exzellenten Sichtverhältnissen in Horizontnähe mittels Feldstecher gesehen werden. Am 13. Juli passiert Mars das Aphel, den sonnenfernten Punkt seiner stark elliptischen Bahn und ist an diesem Tag 249 Millionen km vom Tagesgestirn entfernt. Die Distanz zur Erde beträgt knapp 2.5 Astronomische Einheiten oder 371 Millionen km. Venus ist dieses Jahr als «Abendstern» nicht so auffällig wie in anderen Jahren, da sie förmlich dem west-nordwestlichen Horizont entlangschleicht und gegen 22:00 Uhr MESZ, wenn es stärker zu dämmern beginnt, nur noch knapp 10° über der Horizontlinie steht.

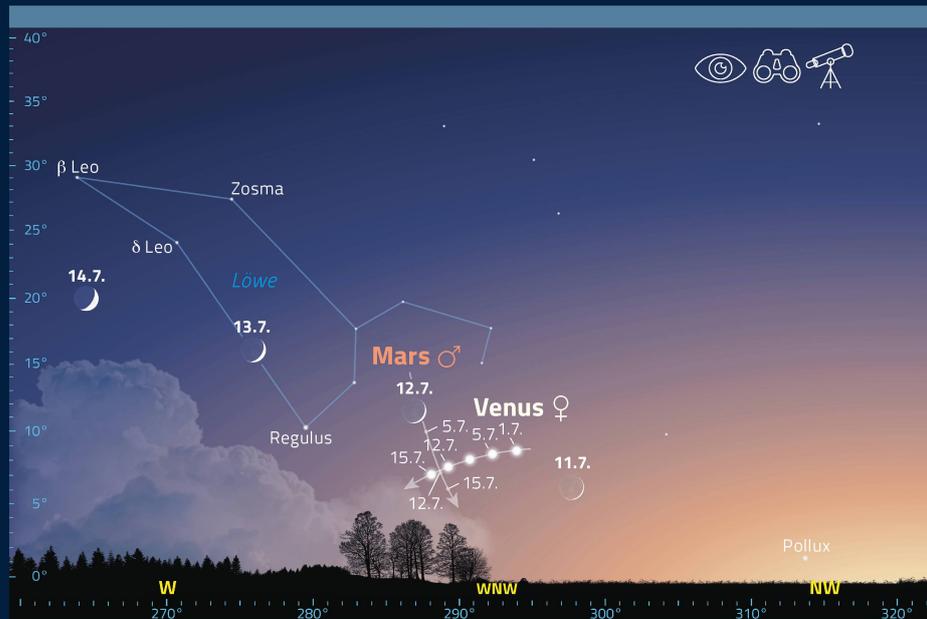


Abbildung 13: Merkur steigt an Venus vorbei zu guter Abendsichtbarkeit auf. Beide Gestirne stehen in der Abenddämmerung weniger als 10° über dem Horizont.

Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien

Eine doppelte Jupitermondfinsternis

Dieses Jahr kreuzen Sonne und Erde die Äquatorebene Jupiters. Damit sind die Voraussetzungen für gegenseitige Verfinsterungen und Bedeckungen der Jupitermonde gegeben. Doch leider ist nur eine kleine Anzahl dieser Ereignisse hierzulande beobachtbar.

Text: Thomas Baer

Wenn wir die vier grossen Jupitermonde durch ein Teleskop betrachten, so scheinen sie meist auf einer Linie zu stehen. Ihre Bahnebenen sind mit vernachlässigbaren Abweichungen rund 1.2° gegen die Ebene des Jupiter-Äquators geneigt. Immer wenn die Sonne oder die Erde durch die Äquatorebene des Riesenplaneten geht, kommen wir in den Genuss besonderer Jupitermondereignisse. Die Erde ging schon am 24. März durch diese Ebene, die Sonne tut es ihr am 2. Mai gleich. Somit können sich die Jupitertrabanten gegenseitig verfinstern oder bedecken. Doch dieses Jahr haben wir etwas Pech. Von den insgesamt 80 Ereignissen sind nur deren acht von Europa aus zu sehen.

Grund dafür ist, dass ausgerechnet in der Spanne der Jupitermondereignisse der Planet in Konjunktion mit der Sonne stand (29. Januar) und er erst Ende März langsam in der Morgendämmerung sichtbar wurde. Die eine partielle Bedeckung fand am 28. März statt (Europa wurde durch Io bedeckt) und am 12. April (Kalisto durch Io) sowie am 6. Mai (Europa durch Io) kam es zu den ersten beiden Verfinsterungen. Die zweite Bedeckung findet am 1./2. August statt. Europa und Ganymed laufen beide ihrer westlichen Elongation entgegen, Europa entsprechend etwas schneller. Im Laufe des Abends verlangsamt der kleinere Mond seine Bewegung, holt aber gerade noch zu Ganymed auf und versteckt sich partiell zwischen 00:00.8 Uhr MESZ und 02:05.6 Uhr MESZ (2. August). Danach löst sich die Situation wieder auf. Ganymed lässt Europa zurück.

Bis zum Jahresende vergrössert sich der Sichtwinkel auf die Jupitertrabanten wieder so weit, dass für uns die Serie mit zwei Finsternissen (Europa durch Ganymed) im August endet. <

Zwei Schatten verschmelzen zu einem



Am 29. Mai 2021 können Frühaufsteher eine partielle Verfinsterung des Jupitermondes Io durch Ganymed beobachten. Die Finsternis dauert von 04:33.6 Uhr MESZ bis 05:09.9 Uhr MESZ. Der Helligkeitsabfall beträgt 4.49^{m^{ab}}. (Abbildung 14, oberste Darstellung).

Durchaus spannender ist die zweite Verfinsterung mit denselben Protagonisten am 5. Juni. Gegen 02:20 Uhr MESZ entdeckt man auf der Jupiterscheibe die beiden Schatten der Planeten. Diese beginnen in den kommenden Minuten mehr und mehr zu verschmelzen; ein «Jupitaner» würde eine zeitgleiche Sonnenfinsternis durch zwei Monde erleben! Um 02:23.3 Uhr MESZ verdunkelt der Schatten Ganymeds den schon dicht an der Jupiterscheibe stehenden Io. Dieser ist noch leicht partiell verfinstert, wenn er um 02:41 Uhr MESZ vor die Jupiterscheibe tritt. Die Finsternis endet nur zwei Minuten später. Gegen 02:50 Uhr MESZ hat sich der Io-Schatten wieder aus dem Schatten Ganymeds befreit.

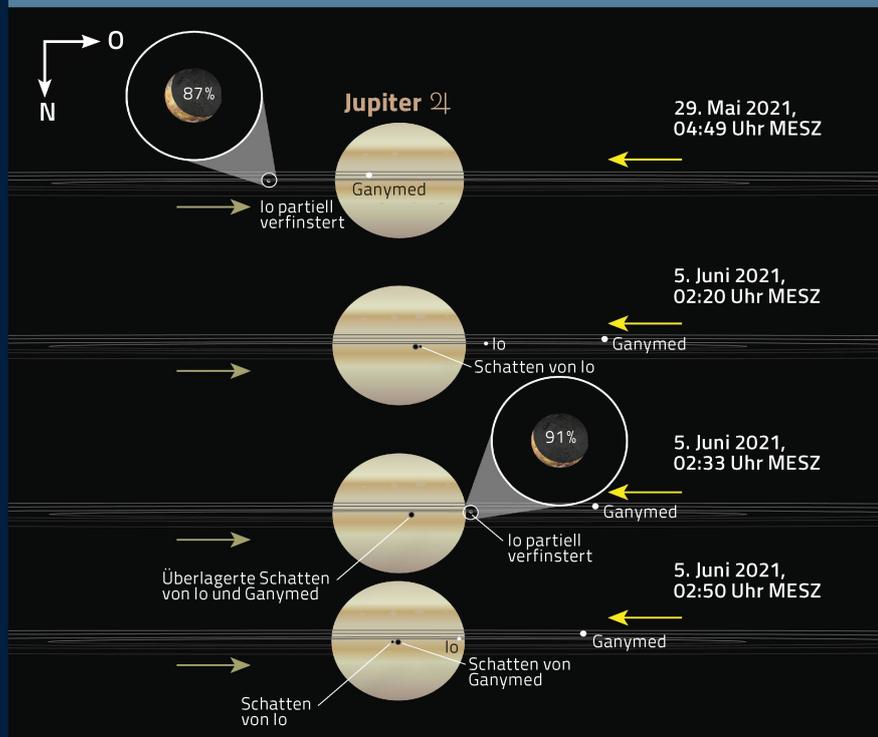


Abbildung 14: Hier sehen wir die oben im Text beschriebenen Jupitermondereignisse in verschiedenen Phasen im umkehrenden Fernrohr. Norden ist unten, Osten rechts. In den beiden Ausschnittsvergrößerungen ist die maximale Verfinsterungsphase von Io dargestellt. Am Teleskop wird man lediglich den Helligkeitsrückgang sowie das Zurückkehren des Sonnenlichts beobachten können.

Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien

Teleskop-Service - Ihr starker Partner für die Astrofotografie.



CF APOCHROMAT

High-End APO Refraktor Teleskope von Teleskop-Service



> Farbreines FPL-55 Triplet Objektiv mit 2 Sondergläsern

> 70mm f/6 - 80mm f/6 - 90mm f/6 - 102mm f/7 - 130mm f/7 - 155mm f/8

> Jedes Gerät mit Zertifikat und Seriennummer

> Mit hochwertigem Aluminium-Transportkoffer



teleskop-express.de

Teleskop-Service Ransburg GmbH
Von-Myra-Straße 8
DE-85599 Parsdorf bei München

info@teleskop-service.de
www.teleskop-express.de
+49 89 - 99 22 875 0



Teleskop-Service Ransburg
Faszination Weltall & Natur

Eine elementare Frage erfordert eine komplexe Antwort

Wie können wir eigentlich das Alter der Sonne bestimmen?

Manchmal sind es ganz banale Fragen, bei denen, sobald man sie zu beantworten versucht, leicht ins Grübeln kommt. Nicht anders ist es bei der Frage nach der Altersbestimmung unserer Sonne. Dazu müssen wir uns ein bisschen mit der Entstehung von Sternen beschäftigen und werden aber nicht darum herumkommen, auf der Suche nach einer Antwort auch andere Methoden anzuwenden.

Text: Thomas Baer

Unsere Sonne ist ein vergleichbar kleiner Stern unter Milliarden von Sternen, die unsere Galaxie, die Milchstrasse, formen. Doch unser Lebensspender war nicht seit jeher da, sondern durchläuft, wie jeder Stern, eine Evolution, die für ihn spezifisch ist. Um herauszufinden, wie alt die Sonne ist, in welchem «Lebensabschnitt» sie sich derzeit befindet und wie sie sich weiter ent-

wickeln wird, machen wir einen kurzen Exkurs in die Entstehung und Entwicklung von Sternen und kommen der eigentlichen Frage nach und nach auf die Spur.

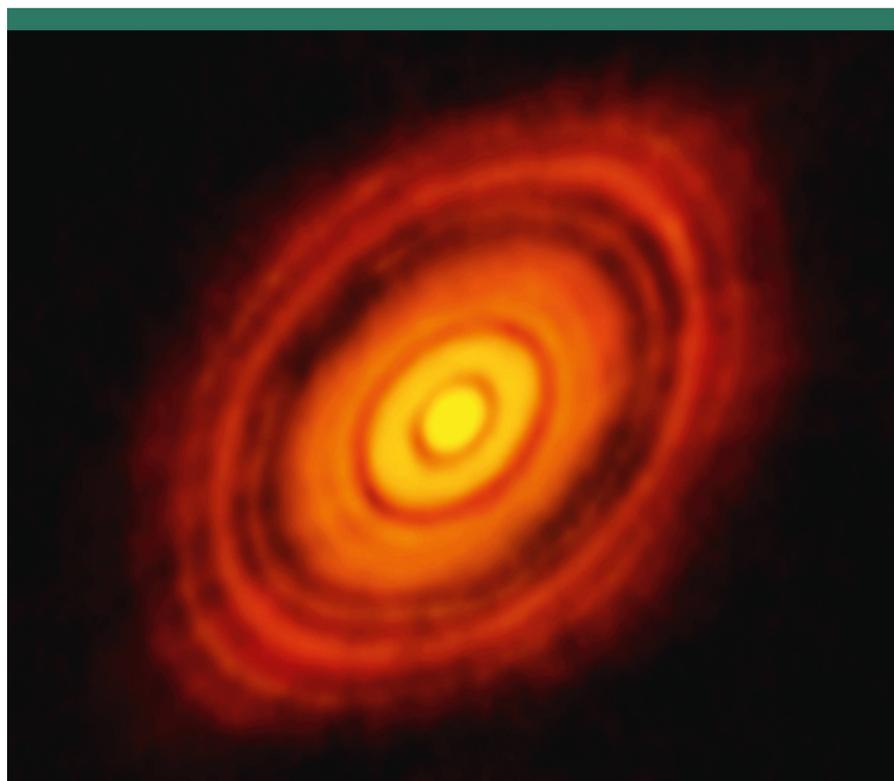
Der Raum zwischen den Sternen, wie im letzten ORION-Beitrag «*Nicht alle Galaxien entfernen sich*» beschrieben, mag uns unheimlich leer vorkommen, doch das Universum hat durchaus eine Struktur; nur

ist die Materie keineswegs homogen verteilt. Damit Sterne entstehen können, müssen dichte und kühle Molekülwolken vorhanden sein. Den ersten Nachweis solcher Wolken erbrachten *Caroline Herschel* und ihr berühmter Bruder *Wilhelm*, als sie auf eine scheinbar sternlose Gegend im Sternbild Skorpion stiessen und richtig vermuteten, dass hier eine interstellare Wolke das Licht der dahinterliegenden Sterne verbirgt. Erst der holländisch-amerikanische Astronom *Bartholomeus Jan Bok* äusserte um die Mitte des 20. Jahrhunderts die Vermutung, dass es sich bei den dunklen Wolken vor der Kulisse der leuchtenden Gase eines Emissionsnebels um Orte der Sternentstehung handeln könnte. Es sind noch keine eigentlichen Sterne, sondern Gebiete, in denen die Moleküle verdichtet auftreten.

Heute ist die Natur solcher Molekülwolken bekannt. Wie der Name verrät, bestehen sie zu rund 70 % aus molekularem Wasserstoff (H_2), umgeben von neutralen

Abbildung 1: Dies ist das schärfste Bild, das jemals von ALMA aufgenommen wurde. Es zeigt die protoplanetare Scheibe um den Stern HL Tauri.

Bild: ALMA



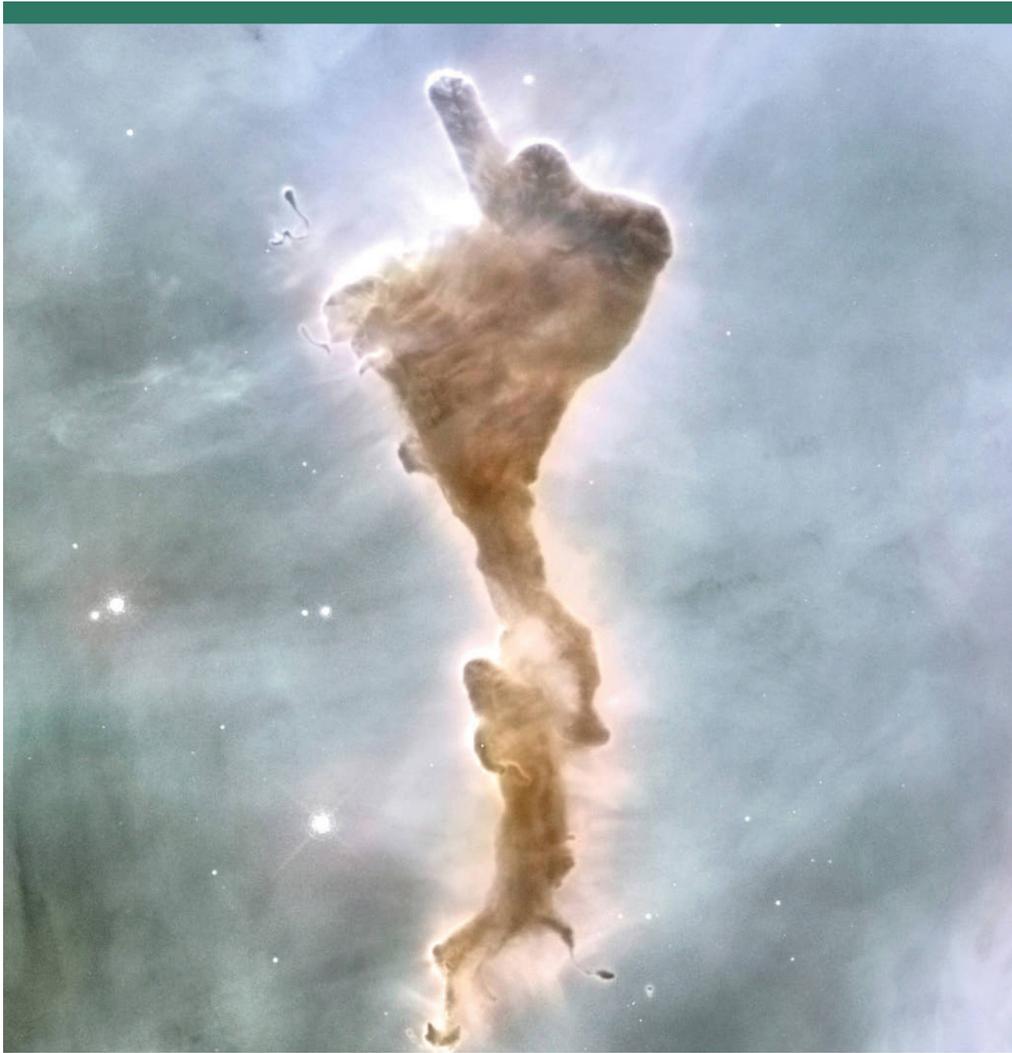


Abbildung 2: Dieser 2 Lichtjahre lange dunkle Nebel, der aufgrund seiner suggestiven Form informell als «Finger Gottes» oder «Gottes Vogel» bezeichnet wird, befindet sich im Carina-Nebel. In solchen Gebilden können neue Sterne entstehen.

Bild: NASA, ESA

Wasserstoffatomen (H-I). Auch andere Moleküle sind zu finden. Der Staubanteil beträgt nur etwa 1%. Molekülwolken finden wir ausschliesslich in den Spiralarmlen von Galaxien. Ihre Dichte beträgt etwa 100 H₂-Moleküle pro cm³. Riesenmolekülwolken haben Ausdehnungen von bis zu 150 Lichtjahren und bringen es auf bis zu 106 Sonnenmassen! Allerdings gibt es isoliert auch wesentlich «leichtere» Wolken, die nicht einmal hundert Mal so «schwer» wie die Sonne sind. Innerhalb einer Molekülwolke sind die Dichteverhältnisse sehr verschieden. Erst wenn im Kern einer solchen Wolke eine kritische Masse überschritten ist, kommt es unweigerlich zu einem Kollaps. Was folgt, ist eine Kontraktion. Die Moleküle stürzen in Richtung Kern, wodurch die Verdichtung stetig zunimmt. Ist der Kern etwa auf die Grösse des dreifachen

Jupiterbahnradius angewachsen, fallen die Moleküle nur noch in den Aussenbezirken in Richtung Kern, während der Kollaps im Innersten vorübergehend stoppt, wenn sich das hydrostatische Gleichgewicht einstellt, also jener Moment, in dem sich der nach aussen gerichtete Strahlungsdruck und die nach innen gerichtete Schwerkraft die Waage halten. Schockwellen heizen aber das Zentrum weiter auf. Diese Phase kann gegen 10'000 Jahre dauern, bis die Temperatur ausreicht, um Wasserstoffmoleküle in ihre Einzelatome zu spalten. Bei diesem Vorgang wird allerdings so viel Energie benötigt, dass der Kern, der hauptsächlich nur aus Wasserstoffatomen besteht, erneut instabil wird und ein zweites Mal kollabiert. Der Kern wächst auf etwa die anderthalbfache Sonnengrösse an; aus dem prästellaren Kern ist nun ein Protostern,

ein Vorstadium eines Sterns, entstanden, um den herum noch immer eine protoplanetare Scheibe rotiert.

PROTOSTERNE

Obwohl ein Protostern schon einige 1'000 °C heiss ist, können wir ihn noch nicht sehen. Zu dicht ist die ihn umgebende Staubwolke. Allerdings heizt er die Molekülwolke von innen her auf, was die Staubteilchen allmählich verdampfen und damit gasförmig werden lässt. Selbst in diesem Stadium «regnet» noch Materie aus der Hülle in Richtung Protostern. Die weitere Verdichtung, in der Fachsprache spricht man von der Hauptakkretionsphase, führt zu einem Drehimpuls der Materie. Protostern, Staub und Gase beginnen immer schneller zu rotieren, vergleichbar mit einer Eiskunstläuferin, die eine Pirouette voll-

führt. Oft können sich so auch Doppel- oder Mehrfachsternsysteme bilden, oder, wie im Falle unseres Sonnensystems, eine zirkumstellare oder protoplanetare Scheibe, in der Gas- und Staubwolken um den heranwachsenden Zentralstern herumwirbeln.

AUF SPURENSUCHE

Im ersten Moment scheint es doch nicht so schwierig zu sein, eine Antwort auf das Alter der Sonne zu geben, denn auch unser Zentralgestirn bildete sich aus einer kollabierenden Wolke interstellarer Materie. Aus demselben Material formten sich auch sämtliche Körper, die noch heute um die Sonne schwirren, also nicht bloss nur die grossen Planeten, sondern auch sämtliche Klein- und Kleinstkörper. So betrachtet, müssen wir bei der Altersfrage gar nicht zwingend bei der Sonne anfangen, denn näherungsweise können wir sagen; sämtliche Materie, aus der sich das Sonnensystem formte, hat dasselbe Alter!

Doch welche Körper eignen sich für eine verlässliche Altersbestimmung? Die Spurensuche führt uns gewissermassen in die «Schutthalde» unseres Sonnensystems, zu den Asteroiden und den Kometen, denn sie sind die Relikte aus den Anfängen, gewissermassen im Urzustand verblieben. So

mag es wenig erstaunen, dass in der Planetenforschung vermehrt solche kleinen Himmelskörper in den Fokus rücken, denn Oberflächenproben kann man im Labor oder direkt vor Ort (Hayabusa-Mission / Rosetta-Mission) analysieren und daraus das Alter bestimmen. Die chemischen Elemente treten in ganz bestimmten Verhältnissen auf, aber auch radioaktive Bestandteile kommen vor. Diese haben einen Einfluss auf die Zusammensetzung, sprich, durch den radioaktiven Zerfall entstehen im Laufe der Jahrtausende und Jahrtausenden neue Elemente. Bei der Analyse dieser Zerfallsprodukte schlüpfen die Planetenforscher fast in die Rolle von Detektiven, indem sie aus den Halbwertszeiten das Alter eines Meteoriten oder einer Bodenprobe ablesen können. Diese Methode der Altersbestimmung ist uns ja auch aus der Archäologie bekannt (C_{14} -Methode). Der einzige Unterschied bei der Altersbestimmung von Bodenproben ist, dass wir es hier mit Elementen zu tun haben, die extrem langsam zerfallen und auch nach Milliarden von Jahren noch immer nachgewiesen werden können. Aber genau dies ist unser Glück! Die Sonne können wir ja nie vor Ort untersuchen. Wir sind also auf diese indirekte Methode angewiesen.

Das älteste Material, das in unserem Sonnensystem nachgewiesen werden konnte, ist rund 4,6 Milliarden Jahre alt. Unsere Sonne ist etwas davor entstanden; aber die paar Millionen Jahre fallen da in der Endabrechnung wohl kaum ins Gewicht. Die Altersbestimmung bei anderen Sternen ist ungleich komplizierter, aber das wäre einen eigenen Beitrag wert. <

Sie wählen aus – wir berichten



In der Rubrik «Nachgedacht – nachgefragt» greifen wir astronomische Fragen von Leserinnen und Lesern auf. In jeder ORION-Ausgabe schlagen wir neu drei Themen vor, über die auf der ORION-Website via QR-Code (oben) abgestimmt werden kann. Die Frage mit den meisten Stimmen wird im nächsten Heft behandelt. Zur Auswahl für ORION 3/21 stehen folgende Themen:

- Haben Gasplaneten wie Jupiter und Saturn eine feste Oberfläche (bzw. einen festen Kern)?
- Ist es möglich, dem Mars eine neue Atmosphäre zu geben?
- Wie misst man ohne Meeresspiegel die Höhen von Bergen auf terrestrischen Planeten?



Abbildung 3: Hier sammelt die Raumsonde OSIRIS-Rex Gesteinsproben des Asteroiden 101955 Bennu ein.

Bild: NASA

Ist Leben auf unserem Planeten aus der Ferne erkennbar?

Anzeichen von Leben auf Solaris-c

Wir suchen mit grossem Aufwand nach fremdem Leben im Weltall. Wie aber können wir da draussen fremdes Leben erkennen? Oder umgekehrt: Sind wir für fremde Zivilisationen auffindbar und was könnte uns verraten?

Text: Dr. Hansjürg Geiger

Scheinbar seltsame Fragen können manchmal ganz schön aufrütteln. *Enrico Fermi*, eine der prägendsten Persönlichkeiten der Naturwissenschaften im 20. Jahrhundert, war dafür bekannt, seine Kollegen, Frauen gab es damals in den Naturwissenschaften noch kaum, immer wieder durch paradoxe Fragen in Verlegenheit zu bringen. So muss es auch eines Tages im Sommer 1950 auf dem Weg zum Mittagessen

im Los Alamos National Laboratory gewesen sein. Damals waren in den USA gerade wieder mal UFO-Sichtungen in Mode und es gab sogar Fotos, welche die angeblichen Karossen der Fremden zeigen sollten. Offenbar wenig angetan von den dürftigen Beweisen deren Existenz fragte *Fermi* seine Kollegen: «*Wo sind sie alle?*» Wenn einer wie *Fermi* scheinbar zusammenhangloses Zeugnis aussert, so kann es

sich lohnen, genauer hinzuhören. Der Hintergrund der wunderlichen Frage ging tatsächlich weit über einen Kommentar zur seinerzeitigen UFO-Hysterie hin aus. *Fermi* ging es nicht darum, den in der Fantasie einiger leichtgläubiger Zeitgenossen um unsere Köpfe düsenden, aber seltsamerweise unauffindbaren Aliens vorgestellt zu werden. Er befasste sich mit der Entwicklung einer fremden, zur interstellaren Raumfahrt fähigen Zivilisation. Angenommen, so *Fermis* Argumentation, diese Aliens hätten fortschrittliche Technologien nicht erst seit wenigen Jahren entwickelt, so wie wir dies gerade ansatzweise tun, sondern schon vor sehr langen Zeiten, so müssten sie irgendwann ins All ausgewandert und auf einem geeigneten Planeten eine Kolonie errichtet haben. Wäre diese Kolonie erfolgreich und hätte genügend Ressourcen gewinnen können, so wäre auch diese Neuansiedelung eines Tages fähig oder wegen Überbevölkerung gezwungen worden, einen weiteren Planeten zu besiedeln, von dort wiederum zu neuen Welten aufzubrechen, diese zu bewirtschaften und als Basis für nochmals neue Exkursionen zu nutzen. Und so weiter. Der



Abbildung 1: Enrico Fermis Dienstaussweis für das Los Alamos Forschungslabor. *Fermi* arbeitete dort während des 2. Weltkrieges an der 1. Atombombe.

Bild: Los Alamos National Laboratory

«Das Universum ist ein ziemlich grosser Ort. Sollten wir allein sein, so wäre dies eine furchtbare Platzverschwendung.»

Carl Sagan, Contact, 1985

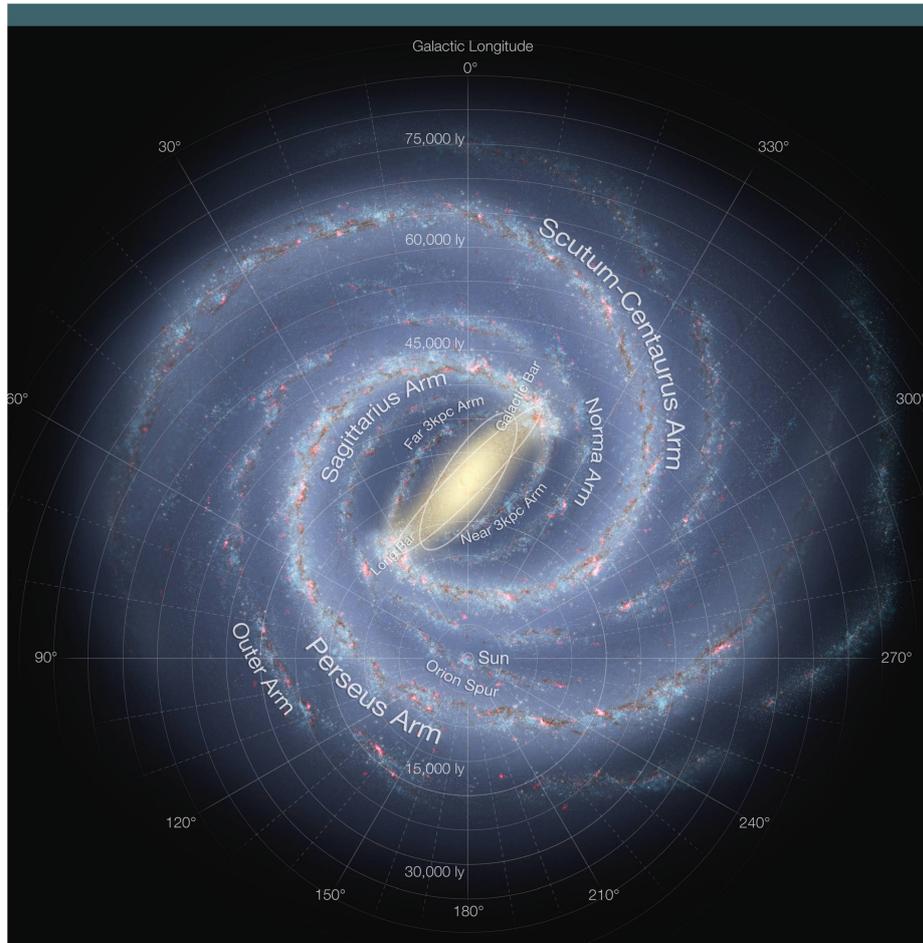


Abbildung 2: Künstlerische Darstellung der Milchstrasse. Obwohl unsere Milchstrasse bis zu 400 Milliarden Sterne beherbergt und fast 200'000 Lichtjahre im Durchmesser umfasst, könnte eine zu interstellarer Raumfahrt fähige Zivilisation sie in wenigen Millionen Jahren vollständig besiedeln.

Bild: NASA/JPL-Caltech/ESO/R. Hurt

Rest ist einfache Mathematik und zu Coronazeiten als R-Wert bestens bekannt. *Fermi* nahm an, einige tausend Jahre sollten einer Kolonie genügen, um die nötigen Überschüsse für weitere Raumfahrtunternehmen zu erwirtschaften. In diesem Falle müssten die Aliens in kosmologisch kurzer Zeit, 5 bis 10 Millionen Jahre könnten genügen, die ganze Galaxis besiedelt und auch unsere Erde gefunden haben. *Frank Tipler's* und *Michael Hart's* logischer Schluss: Da wir nichts von ihnen wissen, keine eindeutigen Artefakte gefunden haben, die Erde also nie von ET besucht oder besiedelt worden ist, existieren sie nicht, die kühnen Raumfahrer, die in Star Trek-Manier durch unsere Galaxis flitzen. Da kann sich *Erich von Däniken* noch so winden.

KOLONISTEN AUF DER SUCHE NACH LEBENSRAUM

Zeit, unseren belebten Planeten zu finden, hätten die Anderen wahrlich genü-

gend gehabt. Ob es dabei aber nur zu einer gemütlichen Handshake-Party der Weltraum-Touristen mit unseren zweibeinigen Vorfahren auf Solaris-c gekommen wäre, ist fraglich. Das kennen wir aus unserer eigenen Geschichte zur Genüge. Fanden unsere Kolonisten an einem neu entdeckten Plätzchen Bodenschätze, günstigen Lebensraum oder sonstige strategische Vorteile, so wurden allenfalls ansässige indigene Völker entweder, da lästig, entfernt oder, da nützlich, als Arbeitssklaven missbraucht. Einige Wissenschaftler und Philosophen haben deshalb aus Furcht vor aggressiven Raumfahrern vorgeschlagen, die Menschheit sollte alles unterlassen, was sie nach aussen verraten könnte.

Doch dazu ist es seit Milliarden von Jahren zu spät. Die gute Nachricht lautet deshalb: *Tipler* und *Hart* haben wohl recht und es gibt keine alten, uns weit überlegenen, zur interstellaren Raumfahrt fähigen Zivilisationen, welche uns Mutter Erde klauen könnten. Was allerdings nicht be-

deutet, dass wir alleine im Weltall sind und es keine anderen, technisch interessierten Intelligenzen gibt, die wir finden oder die uns aufspüren könnten.

VERRÄTERISCHE SIGNALE

Was also könnte einen lebensfreundlichen Planeten, was könnte unseren Garten Eden verraten? Die Antwort auf diese Frage hängt natürlich stark davon ab, welche Vorstellungen von einem lebensfreundlichen Himmelskörper die fremden Beobachter haben. Dies wiederum ist eine Folge dessen, was sie unter dem Begriff «Leben» verstehen, was sehr stark von dem abweichen könnte, was vor unserem geistigen Auge erscheint, wenn wir über das Thema diskutieren. Was sich da auf unserem Planeten tummelt, ist zwar enorm vielfältig. Da wir aber nur genau ein Beispiel für Leben kennen, dürfte unsere Sichtweise ziemlich einseitig sein und unsere Biosphäre kaum alle Schattierungen des Phänomens im Kosmos abdecken.

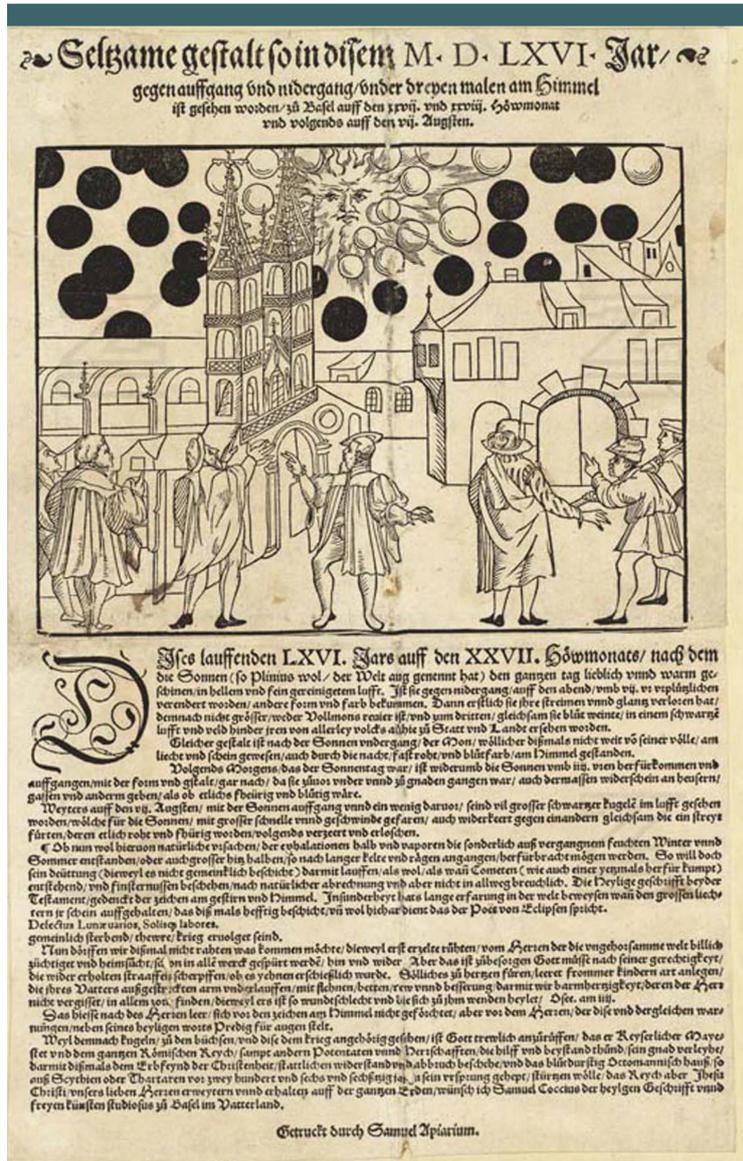


Abbildung 3: Im Basler Flugblatt von *Samuela Apiarius* sind seltsame Kugeln beschrieben, die 1566 bei Sonnenaufgang miteinander gekämpft haben sollen. Es ist unklar, was damals über dem Münsterplatz zu sehen war. Aliens dürften es allerdings kaum gewesen sein.

Quelle: Zentralbibliothek Zürich

Trotzdem, es gibt Ansatzpunkte. Leben wird wohl in allen Formaten immer Stoffe und Energie umsetzen. Und kann damit die physikalisch-chemischen Eigenschaften eines Himmelskörpers dramatisch verändern. In ganz grossem Stil ist dies hier auf der Erde vor ca 2.5 Milliarden Jahren erstmals geschehen. Damals haben einige Verwandte der heutigen Cyanobakterien so etwas wie eine Speicherbatterie erfunden. Sie entdeckten einen Trick, die Photosynthese, um die Energie des Sonnenlichtes

zu nutzen und aus CO₂ und Wasser einen energiereichen Stoff, Zucker, aufzubauen, der in Form von Stärke gespeichert werden kann. Sobald das Lebewesen Energie benötigt, kann es die Stärke schön dosiert wieder abbauen und die darin gespeicherte Energie nutzen. Das ist zwar ein wunderbarer Kreislaufprozess, aber wie das halt so ist, nichts bleibt ohne Folgen. Bei der Photosynthese entsteht mit dem Sauerstoffgas, O₂, ein Abfallprodukt. Und weil die Lebewesen auf der Erde sehr viel mehr

Zucker auf-, als wieder abgebaut haben, hat sich der Sauerstoffmüll in der Atmosphäre unseres Planeten im Laufe der Milliarden Jahre auf beinahe 21% angesammelt. Zwar ist die Fotosynthese nicht der einzige chemische Vorgang, bei dem Sauerstoffgas entsteht. UV-Licht kann das Gas beispielsweise auch aus Wassermolekülen freisetzen. Ohne Lebewesen aber wäre die Menge O₂ in unserer Luft kaum erklärbar, weil O₂ chemisch sehr aggressiv ist und sich praktisch sofort mit ganz schön vielen anderen Stoffen bindet und diese abbaut. Rost ist dafür ein Beispiel.

Lässt sich also in der Lufthülle eines Planeten eine hohe O₂-Konzentration nachweisen, so wäre dies zwar noch nicht der Beweis für Leben, aber doch ein starkes Indiz. Allerdings gibt es da ein technisches Problem, weil Sauerstoffmoleküle nur schwache Absorptionslinien zeigen. O₂ ist deshalb aus Distanz nur schwer nachweisbar. Glücklicherweise für die Alien-Fander wird O₂ in der höheren Atmosphäre aber unter der Wirkung von UV-Licht gespalten und bildet Ozon, O₃. Seine Banden im Spektrum sind sehr viel leichter zu finden.

Ein zweites Gas, welches unsere Organismen recht häufig ausstossen und welches ohne Lebewesen nur in geringen Mengen entsteht, ist Methan (CH₄). Es entsteht oft bei Fäulnisprozessen, beispielsweise in unserem Darm, wenn Bakterien die Nahrung abbauen. Methan ist in unserer Atmosphäre sehr kurzlebig und sammelt sich kaum an. Auch hier gilt aber, dass abiotische Vorgänge ebenfalls Methan produzieren können, z. B. in vulkanischen Gegenden. Die Kombination von viel Sauerstoff, Methan und einigen anderen Gasen in der Atmosphäre eines Planeten wäre aber schon fast der sprichwörtliche rauchende Colt auf der Suche nach fremdem Leben.

Noch viel direkter aber wäre der Nachweis von komplexen organischen Molekülen. Das Leben auf der Erde verrät sich beispielsweise seit hunderten von Millionen Jahren durch die grüne Färbung der Oberflächen seiner Kontinente und Meere, hervorgerufen durch das lichtabsorbierende Molekül der Photosynthese, das Chlorophyll. Seine Herstellung ausserhalb von

Lebewesen ist schlichtweg unmöglich. Wollten Aliens allerdings Chlorophyll in unserer Atmosphäre nachweisen, bräuchten sie schon ziemlich grosse Teleskope, am besten noch deutlich grössere Instrumente, als das sich im Bau befindliche ELT (vgl. Orion 1/21, S. 4f). Die Anforderungen sind nämlich gigantisch. Ist schon das Aufspüren von Sauerstoff technisch eine echte Herausforderung, so müsste der Spektrograph für die Beobachtung von Chlorophyll nochmals um mindestens einen Faktor sechs empfindlicher sein. Für uns im Moment noch Science-Fiction, aber mit den geplanten Grossteleskopen vielleicht in nicht allzu ferner Zukunft nicht mehr ganz unmöglich.

DER JACKPOT

Für die Wissenschaftler mag die Entdeckung eines Planeten, auf dem es in irgendeiner Form Leben gibt, von allergrösstem Interesse sein. Aber was soll es einen durchschnittlichen Erdenbürger elektrisieren, wenn sich auf einem obskuren Himmelskörper weit, weit weg einige Schleimbrocken vermehren und durch ihre Rülpsen verraten? Das wirklich grosse Ereignis, die Mutter aller wissenschaftlichen Entdeckungen, der Fund, der uns faszinieren und den Schauer des metaphysischen Gruselns über den Rücken jagen würde, wäre aber

etwas ganz anderes. Es wäre die Gewissheit, es gibt da draussen noch Andere, die wie wir in der unfassbaren Einöde des Weltalls nach Gesellschaft Ausschau halten. Diese Fremden zu finden, wird aber

noch viel schwieriger sein als alles, was wir je versucht haben.

Natürlich hofft die ganze SETI-Gemeinde, eines der Kandidatensignale könnte sie eines Tages aus dem Dämmer Schlaf



Abbildung 4: Die Raumsonde Cassini beobachtete 2013 die Ringe des Saturns im Gegenlicht bei der Passage «hinter» dem Gasriesen. Das untere Bild zeigt einen vergrösserten Ausschnitt einer der Aufnahmen. Im rechten Bildteil ist ein heller Fleck zu sehen. Es ist die Erde mit dem Mond. Diese Aufnahme zeigt, wie winzig und schwierig die Erde nur schon aus unserem Sonnensystem zu beobachten ist.

Bilder: NASA/JPL/SSI



Astro Pool
www.astro-pool.com

Astronomie verständlich erklärt · Unterrichtsmaterialien · Medienberichte · hochwertige Grafiken · Präsentationen für Schulen und Sternwarten · Tabellen und Beobachtungshinweise für Amateurastronomen

Die neue Astronomie-Website für Astronomie-Interessierte

 Astro Pool · YouTube-Kanal
https://www.youtube.com/channel/UCzPyS7OA57wz_QaOgZGSCwg

Astronomisches Wochenbulletin

 [astropoolcom](https://www.facebook.com/astropoolcom)
 [astro_pool](https://www.instagram.com/astro_pool)

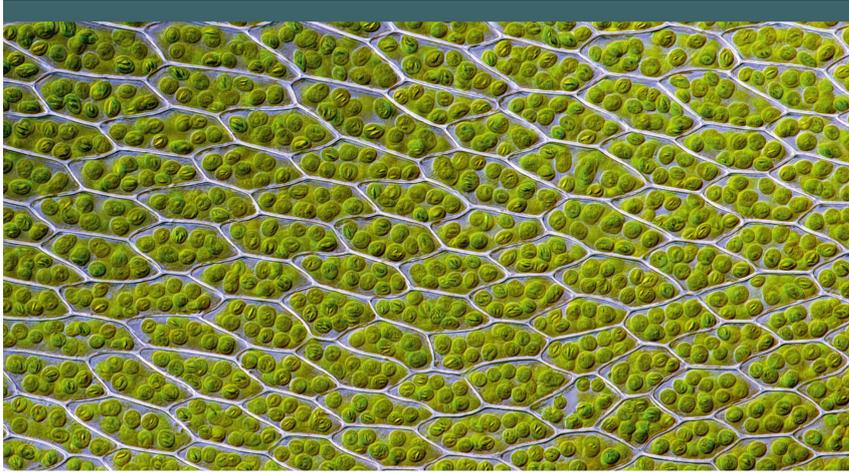


Abbildung 5: Ausschnitt aus einem Blatt einer Moospflanze. Schön sind in den Zellen die grünen Chloroplasten zu erkennen. In ihnen fängt Chlorophyll die Energie des Sonnenlichts ein.

Bild: Wikipedia/Des Callaghan

des jahrzehntelangen Horchens aufschrecken. Um uns aber ein solches kosmisches Hallo zu senden, müssten die Fremden ziemlich genau wissen, wohin sie ihre elektronische Postkarte zu senden haben. Und das ist keineswegs einfach. Sicher, wir Menschen verbreiten seit bald einhundert Jahren Funksignale ins All, die theoretisch in einer Kugel von 100 Lichtjahren Durchmesser aufgefangen werden könnten. Aber da diese Funksignale mit dem Quadrat der Entfernung schwächer werden, sind sie nur schwer aus dem kosmischen Pfeifen und Knattern zu filtern. Abhilfe könnten da hochenergetische, sehr scharf gebündelte Signale schaffen. Wir kennen dies aus der Richtstrahltechnik. Die setzt aber voraus, dass beide, der Sender und der Empfänger, ganz genau wissen, wann und wohin sie ihre Antennen zu richten und auf welche Frequenz sie ihre Geräte einzustellen haben. Kaum erstaunlich, dass die Suche auf diesem Wege bisher noch keinen Erfolg gebracht hat.

Eine technische Zivilisation könnte sich aber trotzdem durch ihre Tätigkeit verraten, auch über viel grössere Distanzen als nur gerade 100 Lichtjahre. Der Hunger nach Energie könnte eine fortgeschrittene Intelligenz nämlich dazu zwingen, die Strahlung ihres Sterns möglichst maximal zu nutzen. Der Physiker *Freeman Dyson* stellte sich schon 1960 vor, eine solche Zivilisation

könnte einen Kugelraum um ihren Stern praktisch vollständig mit Solarzellen oder ähnlichen Einrichtungen abdecken. Damit wäre der Stern selbst von weitem kaum noch erkennbar, wohl aber die durch die Energiegewinnung freigesetzte Wärmestrahlung. Mit modernen Infrarotteleskopen liesse sich diese durchaus nachweisen. Das Problem ist bloss, ein Stern, der von einer dichten Staubscheibe umhüllt ist, gäbe eine ganz ähnliche Wärmesignatur ab.

Leben aus der Distanz auf der Erde aufzuspüren ist also keineswegs trivial. Das gilt umgekehrt natürlich auch für uns, wenn wir nach Zivilisationen unseres Typs Ausschau halten. Mit den modernen Grossteleskopen, wie dem ELT oder dem hoffentlich noch 2021 ins Weltall verfrachtet werdenden James Webb Space Telescope, haben wir eine echte Chance, zumindest die Signaturen von fremdem Leben nachweisen zu können. Fremden Zivilisationen mag es gleich gehen. Sie könnten pflanzliches Leben auf der Erde mit ihren leistungsfähigen, den unseren überlegenen Teleskopen schon seit langem beobachten. Zu erwarten aber, dass sie dies gerade in dem kosmologisch aberwitzig winzigen Zeitfenster von etwa einhundert Jahren und in dem Umkreis tun, in welchem wir Menschen uns bisher durch unsere Technologie verraten haben, ist ziemlich vermessen. Von den bis zu 400 Milliarden Sternensystemen in unserer Milchstrasse befinden sich schätzungsweise gerade mal 14'000 im fraglichen Gebiet.

Wer also hofft, synchron mit uns ausgerechnet auf einem Himmelskörper in dieser kleinen Auswahl Gesprächspartner zu finden, hat ziemlich schlechte Erfolgsaussichten. <

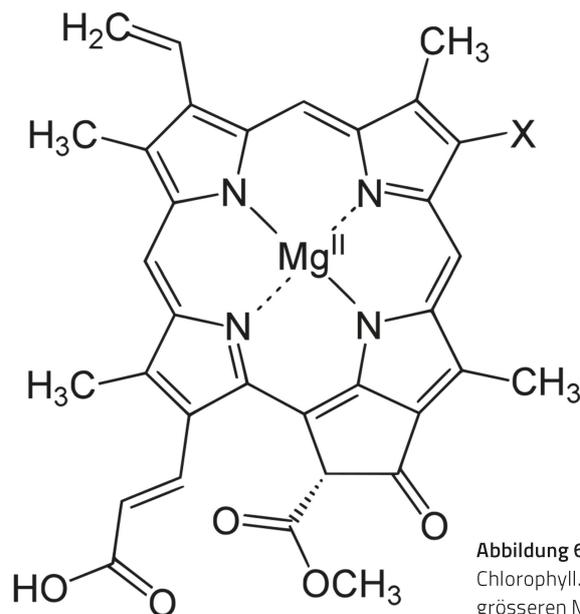


Abbildung 6: Strukturformel von Chlorophyll. Der Nachweis einer grösseren Menge dieses komplexen Moleküls auf einem Exoplaneten wäre kaum ohne Lebewesen erklärbar.

- c1** X: CH₂-CH₃
c2 X: CH=CH₂

Quelle: Wikipedia

Rekordhohe Beteiligung an der SAG-SAS Delegiertenversammlung 2021

Trotz der bloss virtuellen Präsenz der Delegierten konnte die DV 2021 der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft (SAG-SAS) mit grosser aktiver Beteiligung der Teilnehmenden stattfinden. Unter den diskutierten Themen befanden sich auch mehrere Aspekte, die den ORION betreffen.

Text: Christian Wernli

Am 27. März fand termingemäss, aber leider nur als Zoom-Veranstaltung, die Delegiertenversammlung 2021 der SAG-SAS statt. Aus 30 der 33 SAG-SAS Sektionen waren 50 Delegierte angemeldet, ein Rekordwert mindestens in der jüngeren Vergangenheit. Die Abstimmungen erfolgten über ein elektronisches Formular und die Delegierten hatten Gelegenheit, sich aktiv an den Diskussionen zu beteiligen, wie bei einer «Live»-DV. Das wurde auch rege benützt, was sich in einer ungeplant langen Sitzungsdauer äusserte.

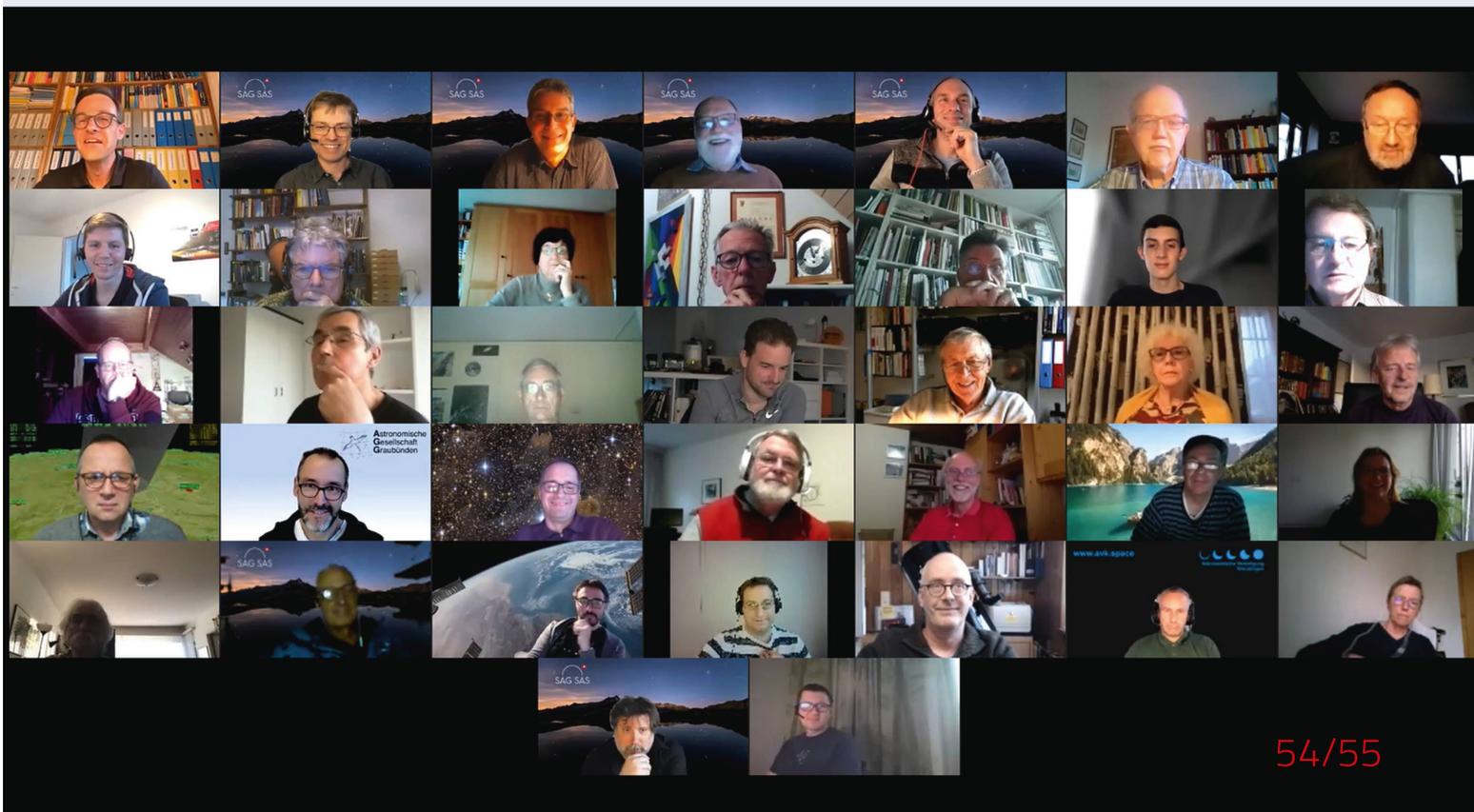
Wiederum sehr erfreulich war die Berichterstattung über den erfolgreichen Betrieb und die weitere Entwicklung der Fachgruppen. Die neue Fachgruppe Computerastronomie wird sich damit befassen, die grossen Lücken, die durch die Abschaltung der Portale astro!Info und CalSky entstanden sind, zu schliessen. Informationen zu allen Fachgruppen gibt es unter <https://sag-sas.ch/sag-fachgruppen/>.

Für Junge und jung gebliebene wurden neue Angebote vorgestellt, die unter <https://sag-sas.ch/sag-jugend/> zu finden sind. Ganz allgemein lohnt sich ab und zu der Blick auf die SAG-SAS Website <https://sag-sas.ch/>. Dort ist wie immer auch das Protokoll der DV abgelegt.

Beim Ausblick auf das neue Vereinsjahr blieben Fragen offen zur Zukunft unserer Vereinszeitschrift ORION. Im ohnehin schwierigen «Coronajahr» hat sich beim ORION durch einen Einbruch bei den Werbeeinnahmen sowie auch durch die weitere Abnahme der Anzahl Abonnenten ein grösserer Verlust ergeben. Mit den auf 2021 eingeführten Neuerungen werden die Kosten des ORION reduziert und wir hoffen mit den neuen Inhalten auch wieder auf einen Zuwachs bei den Abonnenten. Die im Februar gestartete Werbeaktion hat in den ersten zwei Monaten zu mehr als 20 Neubesonderungen geführt und es wäre schön, wenn das noch so weiter gehen würde.

Nach längeren Diskussionen an der DV erwarten die Delegierten eine Überprüfung und danach eine klarere Umschreibung der angestrebten Zielgruppen des ORION, neu nicht nur für die Printversion, sondern auch für die online-Auftritte. Mehrfach gefordert wurde eine grössere Nähe der Inhalte zur SAG-SAS. Der Vorstand wird sich in Zusammenarbeit mit dem ORION-Beirat und der Redaktion diesem Thema annehmen.

Nach einem Jahr mit vielen Einschränkungen hoffen wir nun alle sehnlichst, bald wieder uneingeschränkt den geliebten Tätigkeiten in der Amateurastronomie nachgehen zu können. <



AGL Kuppelsternwarte zum Kleinplanetarium umfunktioniert

Die Astronomische Gesellschaft Luzern (AGL) nutzt die Zeit, während die Sternwarten geschlossen bleiben müssen, die Infrastruktur zu verbessern, um bei der Wiedereröffnung noch attraktiver für die Besucher zu sein.

Text: Jörg Lang, AGL



Die alte Kuppelsternwarte Hubelmatt ist jetzt ein Kleinplanetarium und kann den Besuchern auch bei Schlechtwetter etwas bieten.

Bild: Jörg Lang

Vor gut 60 Jahren wurde beim Schulhaus Hubelmatt in Luzern die alte AGL Kuppelsternwarte mit einem historischen Heyde-Refraktor in Betrieb genommen. Mit dem Neubau des Schulhauses Hubelmatt West in den späten 1970er Jahren erhielt die AGL die Möglichkeit, ihre heutige Sternwarte auf dem Dach des Gebäudes in Betrieb zu nehmen.

Die alte Kuppelsternwarte wurde frei und konnte zu einem Kleinplanetarium umfunktioniert werden. Im Innern wurde eine 3.5 Meter Kunststoffprojektionskuppel montiert und eine Baader Planetariums-Kugel in der Mitte aufgestellt. Mit dem Tellurium für die Jahreszeiten und der Plexiglas-Projektion für die Sternbilder wurde über viele Jahre unseren Besuchern anschaulich der Kosmos nähergebracht.

Alte Sternwarte mit neuem Innenleben

Nach einer baulichen Sanierung bildete sich 2015 das «Projektteam Kleinplanetarium». Mit der örtlichen und personellen Nähe zum Planetarium des Verkehrshauses Luzern erhielt die Sternwarte beste fachliche Unterstützung. Es galt, sich zwischen einer eher teuren, professionellen Lösung oder einer Eigenbau-Variante zu entscheiden. Aus verschiedenen Gründen wurde dem Selbstbau der Vorzug gegeben.

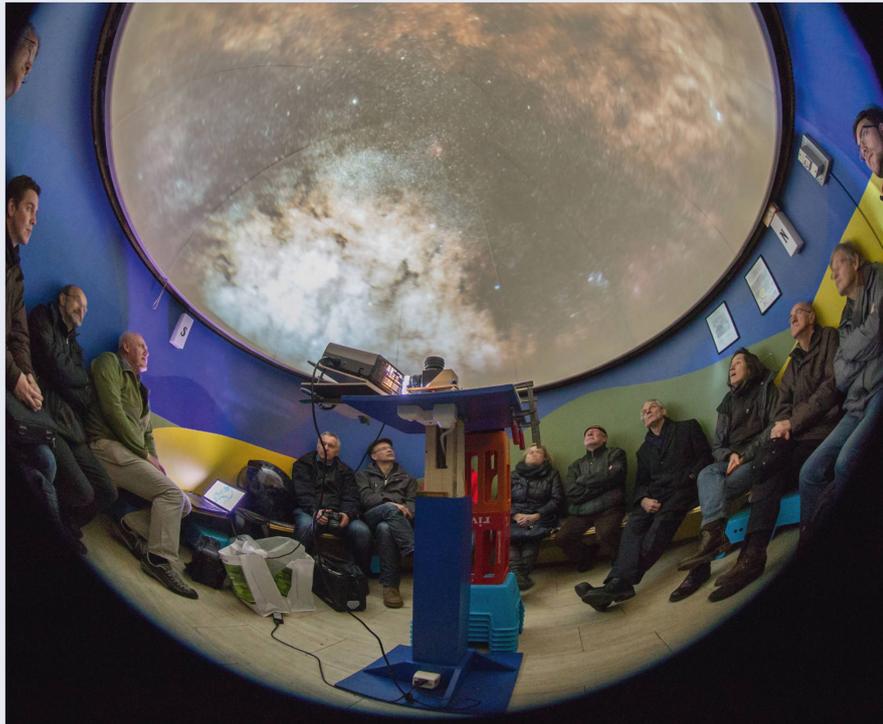
Zielsetzung des Projekts war es, den Besuchern weiterhin das Tellurium der Baader Planetariums-Kugel vorführen zu können und für die Himmelsprojektion der Sternbilder einen Beamer zu benutzen.

Im Grundsatz besteht die neue Anlage aus einem Beamer und einem Fischaugenfotoobjektiv, welches auf einem 90°-Zenit-Spiegel montiert ist. Zwischen dem Beamer und dem Zenit-Spiegel ist eine Vergrösserungslinse montiert, welche aus einem lichtstarken Fotoobjektiv hergestellt wurde. Das Ganze ist so aufgebaut, dass es beweglich ist, um das Bild an der Kuppel zu zentrieren. Als Projektor wird der alte Beamer (VGA-Technologie) verwendet. Für die digitale Simulation des Sternenhimmels wählte das AGL-Team einen neuen, schnellen Laptop und das Computer Programm «Stellarium Console».

Im Jahr 2018 konnte die Kuppelprojektion mit den bewegten Bildern des Sternenhimmels vorgeführt werden. Ein grossartiges Erlebnis! Und ein grosser Fortschritt zur Plexiglas-Kugelprojektion.

LINKS

- <https://sternwarteluzern.ch/>
- <http://www.lss-planetariums.info/index.php>
- https://www.youtube.com/watch?v=FL_TMcv1k30
- <https://www.baader-planetarium.com/de/das-original-baader-planetarium.html>
- <https://www.verkehrshaus.ch/besuchen/planetarium.html>



Das Kleinplanetarium von innen bei der ersten Testvorstellung.

Bild: Roland Stalder

Künftig auch Schlechtwetterbetrieb

Nach zwei Jahren problemlosem Betrieb hat sich das Projektteam entschlossen, die Projektion weiter zu verbessern. Dazu wurde ein lichtstarker HDMI-Beamer gekauft und der Projektionstisch angepasst. Nun haben die Besucher einen noch besseren Blick auf und in die alte Baader Planetariums-Halbkugel. Das Resultat lässt sich sehen. Die Mitglieder der AGL sind begeistert.

Wenn die Sternwarte wieder offen für Gäste sein wird, wird ein Besuch der Sternwarte Hubelmatt auch bei schlechtem Wetter zu einem eindrücklichen Erlebnis. Im «alten» und «neuen» Kleinplanetarium mit rund 20 Sitzplätzen (oder 30 für Kinder) kann dank der Eigenbau-Projektion der Nachthimmel simuliert, ins Weltall geflogen, 360°-Full-Dome Filme abgespielt und erste Zeitrafferaufnahmen von unseren Club Mitgliedern von verschiedensten Sternentreffen gezeigt werden. <

Kletter-Aktion in der Urania Sternwarte

Während des Lockdowns konnten die Urania Sternwarte und das Planetarium Zürich lang anstehende Revisionsarbeiten vornehmen. Die Videoqualität der Astronomischen Monatsvorschau reicht mittlerweile an jene von einem «grossen» Planetarium. Und kleinere Besuchergruppen haben auch ihr Gutes – aber nicht nur.

Text: **Urs Scheifele** und **Matthias Hofer**

Im Februar letzten Jahres kam erstmals das behördliche Verdikt: Öffentliche Veranstaltungen verboten! Und damit waren per sofort keine Führungen auf Sternwarten und in Planetarien mehr möglich.

Nun die Frage: Wie weiter? Eine besondere Lage macht erfinderisch, und dank der Tatsache, dass die Sternwarte nicht täglich in Betrieb war, konnten schon seit langem anstehende Revisionsarbeiten in Angriff genommen werden. Anders als ein Planetarium ist eine Sternwarte oft rauen Witterungsverhältnissen ausgesetzt. Dringen-

den Renovationsbedarf forderten die beiden grossen Gleitlager im Kuppelzenit, woran die schweren Segmente befestigt sind, mit denen sich der Kuppelspalt öffnen lässt. In einer aufwändigen Kletter-Aktion mit einem externen Industriekletterer konnten die Lager neu gefettet und wieder richtig justiert werden.

Der Grosse Refraktor befindet sich in einem hervorragenden Zustand, aber der alte Computer musste durch einen aktuellen Rechner ersetzt werden, wobei es eine besondere Herausforderung war, das «URGRAS» (ein

unter MSDOS erstelltes Programm) wieder lauffähig zu machen. Um das Teleskop einzustellen, ist es nach wie vor unentbehrlich.

Kleinere Arbeiten bestanden in der Reparatur der Audio-Anlage und der rollbaren Treppe zur Beobachtung. Ein Schutzkonzept musste von unserer damaligen Geschäftsführerin *Sylvia Winkelmann-Ackermann* erarbeitet werden, die auch sonst bis aufs Äusserste gefordert war, die nötigen Unterstützungen des Kantons und der Stadt zu beantragen, damit die Urania überleben konnte. Neben mehreren Desinfektionsstationen führte das Konzept auch dazu, dass wir das Vorführpult mit Plexiglasplatten abschirmten. Natürlich sollte das nicht einfach Corona-Schutz-mässig aussehen. So konnten wir das Logo der Sternwarte einlasern lassen und die Platten von unten mit LEDs beleuchten. Das Logo schwebt im Raum; die Platten sind auch im Dunkeln sichtbar.

Im Sommer durften wir wieder öffnen, allerdings nur mit 20 statt 50 Personen. Der Vorteil: Die Führungen gestalten sich angenehmer, für die Besuchenden ein echter Gewinn, für die Sternwarte trotz des leicht erhöhten Eintrittspreises ein finanzieller Verlust.

Obwohl die «Urania» für Live-Beobachtungen konzipiert ist und nichts den Blick durch ein Teleskop ersetzen kann, stellt sich die Frage, ob man mit Video-Clips ein grösseres Publikum erreichen könnte? Soweit sind wir zwar noch nicht, aber wir haben eine hochwertige Okularkamera angeschafft und sind dabei, diese für das Teleskop zu konfigurieren.

Und unser Planetarium? Da schon im Frühling absehbar war, dass grössere Veranstaltungen für längere Zeit nicht möglich sein werden, blieb unser Projektor im Keller. Wir konnten im Herbst drei Mal unsere Astronomische Monatsvorschau mit dem «Planetarium Light» präsentieren, das durch die enorme Entwicklung der Videotechnologie schon nahe an die Qualität des Grossen Planetariums heranreicht, wenn auch auf kleinerer Leinwand. Ausserdem haben wir den Lockdown dazu benutzt, die Planetariums-Software auszubauen, um völlig neue Darstellungen zu ermöglichen. Wir hoffen, dass unsere Gäste möglichst bald von all diesen Innovationen profitieren können. <

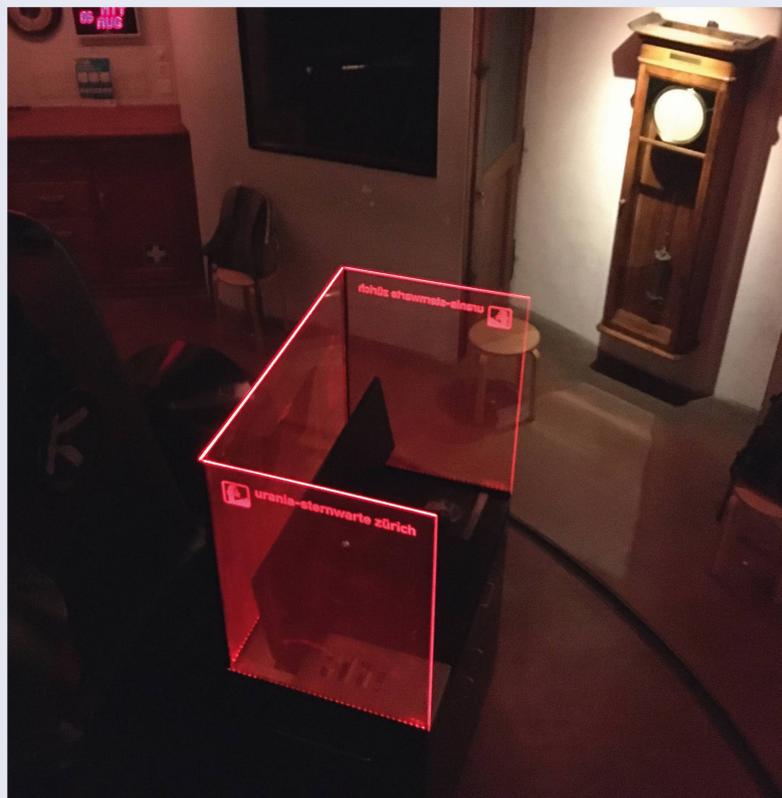
LINKS

- Urania-Sternwarte Zürich: www.urania-sternwarte.ch
- Mobiles Planetarium Zürich: www.plan1.ch



In einer aufwändigen Kletter-Aktion konnten die Lager neu gefettet und wieder richtig justiert werden.

Bild: Matthias Hofer



Das Vorführpult wird als Teil des Corona-Schutzkonzepts mit Plexiglasplatten abgeschirmt.

Bild: Matthias Hofer

Corona-Krise

Achtung! Noch immer sind zahlreiche Sternwarten geschlossen und Veranstaltungen auf unbestimmte Zeit verschoben oder abgesagt. Daher führen wir hier bloss die uns gemeldeten Anlässe, welche unter besonderen Schutzmassnahmen erfolgen, auf. Beachten Sie auch die aktuellen Informationen auf den Webseiten der Veranstalter.



Öffentliche Führungen in der Urania-Sternwarte Zürich:
Donnerstag, Freitag und Samstag bei jedem Wetter. Sommerzeit: 21 h, Winterzeit: 20 h.

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

www.urania-sternwarte.ch

Freitag, 21. Mai 2021, 19:30 Uhr MESZ

Aliens, Exoplaneten, Astrobiologie

Referent: Dr. Daniel Angerhausen

Ort: Universität ZH, Hauptgebäude, Rämistrasse 71

(Je nach Situation online via Zoom, Zugangsdaten werden vorab via Email an die Mitglieder versendet)

Veranstalter: Astronomische Gesellschaft Urania Zürich (AGUZ)

Internet: <https://www.aguz.ch/>

Wichtiger Hinweis

Veranstaltungen wie Teleskoptreffen, Vorträge und Aktivitäten auf Sternwarten oder in Planetarien können nur erscheinen, wenn sie der Redaktion rechtzeitig gemeldet werden. Der Agenda-Redaktionschluss für die August-Ausgabe (Veranstaltungen August bis Oktober 2021) ist am 15. Juni 2021.

Astronomie in Corona-Zeiten

Wann konnte letztmals ein Anlass in Ihrer Sternwarte stattfinden? Wann haben Sie das letzte Mal mit Sternfreunden an den Himmel geschaut? Wann dürfen wir endlich wieder für die interessierte Öffentlichkeit einen Anlass durchführen? Diese und vie-

le andere Fragen treiben uns seit über einem Jahr um. Einige grössere Sternwarten konnten mindestens im vergangenen Sommer mit entsprechenden Schutzkonzepten noch Gäste empfangen. Doch seit Monaten ist Schluss mit solchen Veranstaltungen. Wie wir aber im letzten ORION lesen konnten, haben einige Sternwarten kurzerhand auf Online-Veranstaltungen umgestellt, um nicht ganz in Vergessenheit zu geraten. Mit den heutigen Möglichkeiten von Live-Streams sind auch Vorträge oder sogar Beobachtungen am Fernrohr möglich! Es versteht sich, dass solche Angebote stets mit einem Mehraufwand verbunden sind, doch dürfte sich dies in Zeiten wie diesen durchaus lohnen. Warum nicht anstelle eines öffentlichen Beobachtungsabends einen Live-Stream zu einem astronomischen Thema starten, statt Veranstaltungen auf unbestimmte Zeiten abzusagen?

Die kleine partielle Sonnenfinsternis am 10. Juni 2021 könnte doch eine solche Gelegenheit bieten. Ich bin stets beeindruckt, wie etwa das Griffith-Observatorium solche Live-Übertragungen realisiert.

(Thomas Baer)



ORION-STERNKARTE

entdecken – beobachten – staunen

JETZT BESTELLEN
ORIONMEDIEN.CH
071 644 91 95

SAG SAS
medien
orion

IMPRESSUM

ORION – die Astronomie-Zeitschrift der Schweiz

1943 wurde ORION von der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft gegründet. ORION informiert über aktuelle Themen und praktische Fragestellungen zur Astronomie. Wissenschaftliche Erkenntnisse werden in verständlicher Sprache erklärt, um Astronomie-Interessierten jeden Alters den Zugang zur Astronomie zu ermöglichen. Den Mitgliedern der SAG SAS dient die Fachzeitschrift als Informationsplattform. ORION erscheint viermal jährlich in den Monaten Februar, Mai, August und November.

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

Redaktion

Thomas Baer t.baer@orionmedien.ch
Helen Oertli h.oertli@orionmedien.ch

Redaktionsbeirat

Barbara Vonarburg
Susanne Wampfler
Guido Schwarz
Marc Horat
Jonas Schenker
Christian Wernli

Regelmässige Autoren

Thomas Baer
Hansjürg Geiger
Markus Griesser
Peter Grimm

Autoren für diese Ausgabe

Thomas Baer
Hansjürg Geiger
Christopher Golling
Raoul Keller
Erich Laager
Jörg Lang
Helen Oertli
Urs Scheifele & Matthias Hofer
Stefano Sposetti
Lars Vollenweider
Claudia Walder
Christian Wernli

Korrektorat

Sascha Gilli sgilli@bluewin.ch

ORION Social Media-Kanäle

Elias Alaoui

ORION-Website

Thomas Baer, Helen Oertli, Fabio Wenger

Druck und Produktion

medienwerkstatt ag
mediendienstleiter für crossmedia und print
Steinackerstrasse 8
CH-8583 Sulgen
www.medienwerkstatt-ag.ch

Inserateverkauf

ORIONmedien GmbH
Helen Oertli
+41 (0)79 289 63 51
inserate@orionmedien.ch

Abonnement

Jahresabonnement
CHF 68.– / € 66.–*
Juniorenabo bis zum 20. Lebensjahr /
CHF 36.– / € 35.–*
*inkl. Versandkosten
Mitglieder der SAG: Reduzierter Preis

Einzelverkauf

Einzelheftpreis CHF 17.– / € 15.–

Verwaltung und Abo-service

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

Herausgeber



Auflage

1'900 Exemplare

ISSN 0030-557 X

© ORIONmedien GmbH

Alle Rechte vorbehalten

Vorschau ORION 3/21



Gibt es Leben da draussen? Das ist wohl eine der grössten Fragen der Menschheit. Vergangenes Jahr gab ein Forschungsteam an, es habe in der Atmosphäre der Venus Monophosphan entdeckt, ein Gas, das auf der Erde von Mikroben produziert wird. Es sind winzig kleine Lebewesen. Im kommenden Jahr startet die Raumsonde Juice zu Jupiters Eismonden, wo die Forschenden flüssiges Wasser und Mineralien vermuten, die eine Grundvoraussetzung für Leben sind. In ORION 3/21 gehen wir der Frage nach, wo wir in unserem Sonnensystem Spuren von Leben finden könnten und was eine solche Entdeckung für uns bedeuten würde.

Neugierig geworden? Erfahren Sie mehr in der nächsten Ausgabe Anfang August.

Redaktionsschluss für die

August–Oktober–Ausgabe 2021: 15. Juni 2020

INSERENTEN

ORIONmedien GmbH, CH-Sulgen	2	Urania Sternwarte, CH-Zürich	59
LARROSA, CH-Rothrist	26	ORIONmedien GmbH, CH-Sulgen	59
Astro Optik von Bergen, CH-Sarnen	31	Wyss-ProAstro, CH-Zürich	61
Teleskop Service, D-Putzbrunn-Solalinden	45	Engelberger AG, CH-Stansstad	62
Astro Pool, A-Schwarzenberg	53		

Vixen® News

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

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

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

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



Teleskop SXP-AX 103S



Parallaktische Montierung SXP mit Starbook TEN



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

Bildschärfe: Extrem scharfe Sternabbildungen über das gesamte Gesichtsfeld.

Helligkeit: «High Transmission Multi-Coating-Vergütung» auf allen Luft-Luft Linsenoberflächen in Kombination einer Spezialvergrütung auf den Verbindungsoberflächen zwischen den Linsen, liefern einen extrem hohen Kontrast und ein sehr helles Sehfeld.

Die neu entwickelte Okularkonstruktion verringert Geisterbilder und Lichthöfe.

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

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

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



Vixen SG 2.1X42 Ultra-Weitwinkel Fernglas für Himmelsbeobachtung

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



Vixen Polarie Star Tracker

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

Wir senden Ihnen gerne den aktuellen Vixen Prospekt mit Preisliste.

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**

ENTDECKEN SIE DAS UNIVERSUM – SO EINFACH WIE NIE ZUVOR!

StarSense
EXPLORER



Keine Motoren, die Beobachtungsziele wählen Sie auf Ihrem Smartphone. Die App erkennt den Himmel und zeigt Ihnen mit Pfeilen an, wohin Sie das Teleskop schwenken müssen – bis Sie das Ziel erreicht haben.

Mehr Informationen unter celestron.com

◀ StarSense Explorer DX 130AZ



StarSense
EXPLORER
TELESCOPES



- 1 SMARTPHONE ANSCHLIESSEN
- 2 STARSENSE EXPLORER APP STARTEN
- 3 BEOBACHTEN

Fachberatung in Ihrer Region

Bern: Photo Vision Zumstein, Tel. 031 310 90 80
Genève: Optique Perret B. & B., Tel 022 311 47 75
Herzogenbuchsee: KROPF Multimedia, Tel. 062 961 68 68
Lausanne: Astromanie P. Santoro, Tel. 021 311 21 63
Zürich: Proastro Kochphoto, Tel. 044 211 06 50