

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 78 (2020)  
**Heft:** 5

## 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

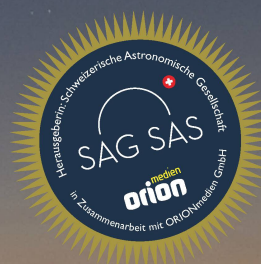
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media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

**Download PDF:** 10.12.2025

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

# orion

5/20



BEOBACHTUNGEN

**3**

Auf ein Wiedersehen in 6'868 Jahren!

IM GESPRÄCH

**7**

Was wissen wir aktuell über Kometen?

AKTUELLES AM HIMMEL

**18**

Auffällig heller Mars

WISSENSCHAFT & FORSCHUNG

**26**

Hinweise auf aktives tektonisches System auf dem Mond



# SkyWatcher Heritage 150P 6" Flextube Dobson



CHF 279.-

**ZUMSTEIN**  
FOTO VIDEO



foto-zumstein.ch | Casinoplatz 8 | Bern



## EDITORIAL

Die Kometenfurcht war allgegenwärtig

2

## BEOBACHTUNGEN

Auf ein Wiedersehen in 6'868 Jahren!

3

## IM GESPRÄCH MIT PROF. KATHRIN ALTWEGG

Was wissen wir aktuell über Kometen?

7

## KOSMOLOGIE

Was die Welt zusammenhält

10

## AKTUELLES AM HIMMEL

Auffällig heller Mars

18

## WISSENSCHAFT & FORSCHUNG

Aktives tektonisches System auf dem Mond

26

## FOTOGALERIE

Komet NEOWISE: Die schönsten Momente

28

## PLANETEN

ETH-Forschende finden Feuergürtel auf Venus

32

## ASTRONOMIE FÜR EINSTEIGER

Marsopposition 2020: Der Rote Planet im Fokus

40

Bild: Thomas Baer

### TITELBILD

C/2020 F3 (NEOWISE), der hellste Komet für die Bewohner der nördlichen Erdhalbkugel seit Hale-Bopp vor 23 Jahren, sorgte in der zweiten Juliwoche am Morgenhimmel für ein grandioses Himmelsschauspiel. An dunklen Orten, wo kaum Fremdlicht den nächtlichen Himmel aufhellt, etwa über dem Bregenzerwald, konnte man den Schweif auch mit freiem Auge mehrere Grad lang mühelos erkennen! Das frühe Aufstehen wurde mehr als belohnt.

10

Was die Welt  
zusammenhält

28

Komet  
NEOWISE:  
Die schönsten  
Momente

32

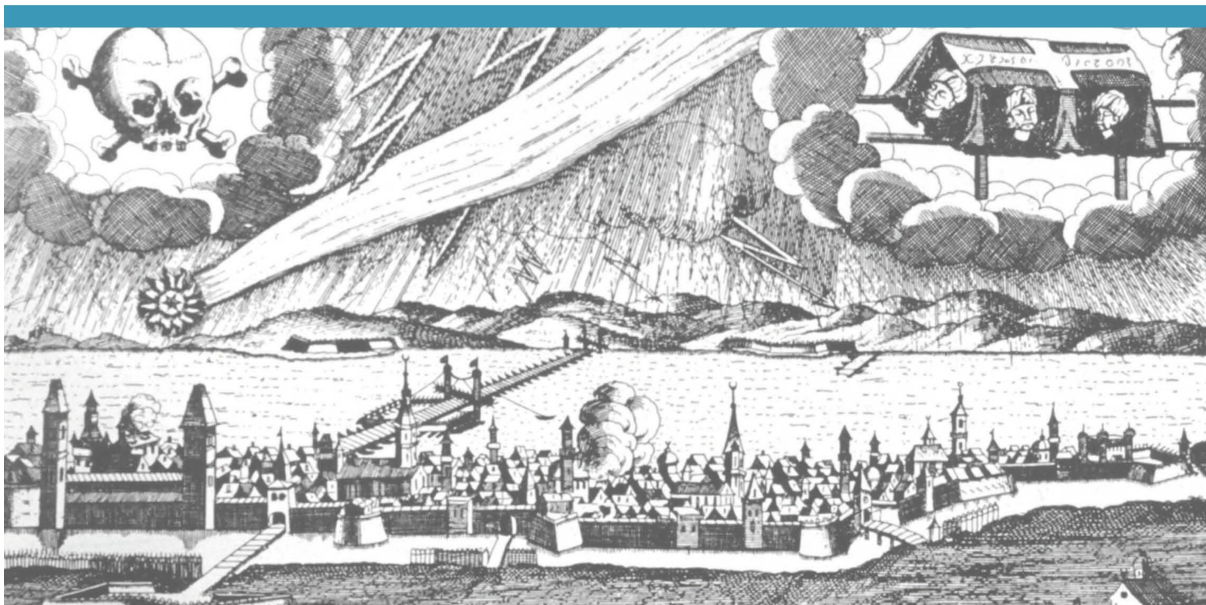
ETH-Forscher  
finden  
Feuergürtel  
auf Venus

40

Marsopposition  
2020: Der Rote  
Planet im Fokus



# Die Kometenfurcht war allgegenwärtig



«Ein grosser Teil der Sorgen besteht aus unbegründeter Furcht»

*Jean Paul Sartre (1905 – 1980)*

LIEBER LESER, LIEBE LESERIN,

Die Furcht vor Kometen wird in vielen Chroniken beschrieben. Das plötzliche Auftauchen grosser Kometen hat die Menschheit noch bis ins frühe 20. Jahrhundert erschreckt und auch in Ängste versetzt. Der wohl letzte «Schrecken» war 1910, als der legendäre Halleysche Komet wiederkehrte. Schon 1909 schoss man die ersten Bilder, und da tauchte auf einmal ein bis dato unbekannter Komet auf, den niemand auf dem Radar hatte und für einige Verwirrung sorgte. Er ging später als Johannesburger Komet oder Grosser Januarkomet von 1910 in die Geschichte ein und war nur ein Vorgesmack auf den berühmten Rückkehrer, dessen Umlaufszeit *Edmond Halley* 1705 berechnete.

Kometenpillen und Gasmasken verkauften sich im Frühjahr 1910 sehr gut, denn manch ein Erdenbürger sah das Ende der Welt kommen, weil der Halleysche Komet der Erde besonders nahe kam und diese am 19. Mai 1910 sogar den riesigen Schweif des kosmischen Vagabunden durchquerte, in dem Forscher kurz zuvor Blausäure in geringen Mengen nachgewiesen hatten! Mit Angst liess sich schon damals gut spielen und Geschäfte machen.

Satiriker zu jener Zeit nahmen die uralte Furcht vor Kometen genüsslich aufs Korn. Sie kochten die Ängste mit historischen Ge-

schichten auf und würzten sie mit einer Prise «Weltuntergangsstimmung». Leichtgläubige Menschen fielen auf diese Geschichten herein.

Von Ungefähr kommt die Kometenfurcht allerdings nicht. Lange Zeit konnten sich die Menschen kein Bild dieser Erscheinungen machen; man rätselte über ihr unerwartetes Auftauchen, ortete sie gar in der Lufthülle unseres Planeten. Ausserdem widersetzten sie sich sämtlicher «himmlischer Verkehrsregeln». Kein Wunder, sah man in den Besensternen Unheilbringer! Als die Menschen noch stärker als heute ans Göttliche glaubten, sah man in den Schweifsternen ein mahnendes himmlisches Zeichen. Nicht Erklärbares, etwa Naturkatastrophen oder aber auch Seuchen, schrieb man den Kometen zu.

Und heute? – Zum Glück wissen wir heute viel mehr über diese Objekte, und NEOWISE hat viele Zeitgenossen aus den Federn gelockt! Doch gerade jetzt in Corona-Zeiten frage ich mich mit Blick auf das polit-mediale Ängste schüren manchmal schon, wie wenig sich gewisse Mechanismen von heute mit denen von 1910 unterscheiden.

*Thomas Baer*  
ORION-Redaktor



## Die grandiose Show von Komet NEOWISE

# Auf ein Wiedersehen in 6'868 Jahren!

**Wirklich helle Kometen waren in den vergangenen zwei Jahrzehnten selten. Immerhin bekamen die Bewohner der Südhemisphäre im Januar 2007 mit McNaught (C/2006 P1) einen der hellsten Kometen der vergangenen tausend Jahre zu sehen! Auf der Nordhalbkugel war seit Hale-Bopp 1996/97 kein Schweifstern nur annähernd so hell wie C/2020 F3 (NEOWISE), der uns im Juli eine fantastische Show bot.**

Mit Kometenprognosen ist es immer so eine Sache. Dies wissen wir nicht erst seit der Wiederkehr des legendären Kometen Halley. War dieser 1910 eine auffällige Himmelserscheinung, konnte er 1985/86 nicht

annähernd an seine damalige Schönheit anknüpfen, und auch andere periodische Kometen wurden oft zu früh als «Jahrhundertkometen» verschrien, enttäuschten dann aber auf der ganzen Linie. Was lernen wir

für die Zukunft, was mögliche Kometenprognosen anbelangen? Das beste Rezept: Abwarten, die Helligkeitskurven verfolgen und sich dann von einem allfälligen Helligkeitsausbruch überraschen zu lassen, ist gewiss schlauer, als sich schon Wochen und Monate im Voraus auf etwas zu freuen, was dann doch nicht eintritt. Nur zu gerne erinnere ich mich an Komet ISON im November 2013. Dieser Schweifstern hätte durchaus das Potential eines sehr hellen Kometen gehabt, wäre ihm seine extrem nahe Sonnenpassage nicht zum Verhängnis geworden. So blieb bis zu C/2020 F3 (NEOWISE) Komet C/2011 L4 (PANSTARRS), den man im März 2013 zwar freiflugig, jedoch mit geringer Flächenausdehnung, mehr erahnen als wirklich sehen konnte, die hellste Kometenerscheinung seit Hyakutake und Hale-Bopp 1996/97.

### NUR DURCH ZUFALL ENTDECKT

Das Weltraumteleskop Wide-Field Infrared Survey Explorer (WISE) hatte ursprünglich die Aufgabe, den gesamten

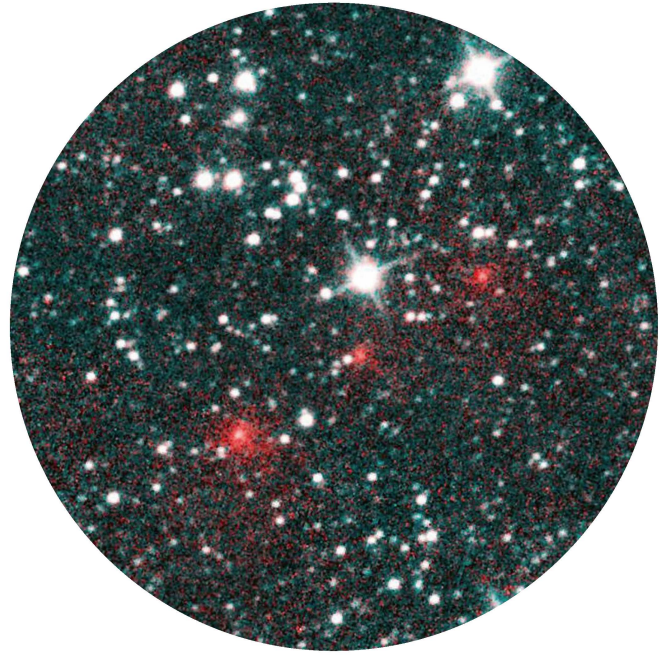
**Abbildung 1:** Diese nachgeführte Aufnahme aus 13 Einzelbildern à 30 s zeigt C/2020 F3 (NEOWISE) am 20. Juli kurz nach Mitternacht. Sehr schön sind der breit aufgefächerte Staub- und der gerade bläuliche Ionenschweif zu sehen.

Bild: Thomas Baer





Himmel im Infraroten zu durchmustern. Im Laufe einer zweiten Aufnahme verdampfte jedoch der Wasserstoff, womit sich das Teleskop und die hochsensible Kamera erwärmten. Die beiden anderen Sensoren arbeiteten allerdings auch bei höheren Temperaturen noch einwandfrei, was die Astronomen veranlasste, die Mission unter dem neuen Namen Near-Earth Object Wide-field Infrared Survey Explorer (NEOWISE) weiterzuführen, ehe sie den Sender im Februar 2011 abschalteten. Nur zwei Jahre später gab die NASA die Reaktivierung von WISE bekannt, mit dem Ziel, Asteroiden zu untersuchen. Zu den grössten Entdeckungen des Programms gehört zweifelsohne der erdnahe Asteroid 2013 YP<sub>139</sub>, der eine geschätzte Ausdehnung von rund 650 m haben dürfte. Breite öffentliche Bekanntheit erlangte das NEOWISE-Projekt aber erst durch den am 27. März 2020 entdeckten Kometen!



**Abbildung 2:** Der Komet C/2020 F3 fällt im Kompositbild, erstellt am 27. März 2020 mit Aufnahmen des Weltraumteleskops WISE, als Reihe roter Flecken auf.

Bild: NASA/JPL



**Abbildung 3:** Künstlerische Darstellung des WISE-Teleskops.

Bild: NASA/JPL



### FAST 7'000 JAHRE LANGE REISE

Das grosse C bei NEOWISE verrät es; es steht für einen langperiodischen Kometen mit einer Umlaufzeit grösser als 200 Jahre. Er stammt aus der postulierten Oort Wolke und hat seinen sonnenfernsten Bahnpunkt in 722.3 Astronomischen Einheiten [AE]. Er wandert auf einer langgezogenen und um  $129^\circ$  gegen die Ekliptik geneigten Umlaufbahn retrograd zu den Planeten. Erstmals fotografiert wurde C/2020 F3 im Sternbild Puppis (Achterdeck des Schiffs), nördlich des Sterns Canopus. Damit war er vorerst nur vom Südhimmel aus zu beobachten. Aus 781 Beobachtungen innerhalb von 128 Tagen war es schliesslich möglich, die Bahn des Kometen zu berechnen. Sein Perihel durchlief C/2020 F3 am 3. Juli 2020 mit 0.295 AE oder 441 Mio. km und befand sich damit näher an der Sonne als Merkur. Nur neun Tage später passierte er den innersten Planeten in 58.5 Mio. km Abstand, Venus



**Abbildung 4:** Die Bahn des Kometen C/2020 F3 ab dem Zeitpunkt seiner Entdeckung am 27. März 2020 bis zu seinem Verschwinden Anfang September.

Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien

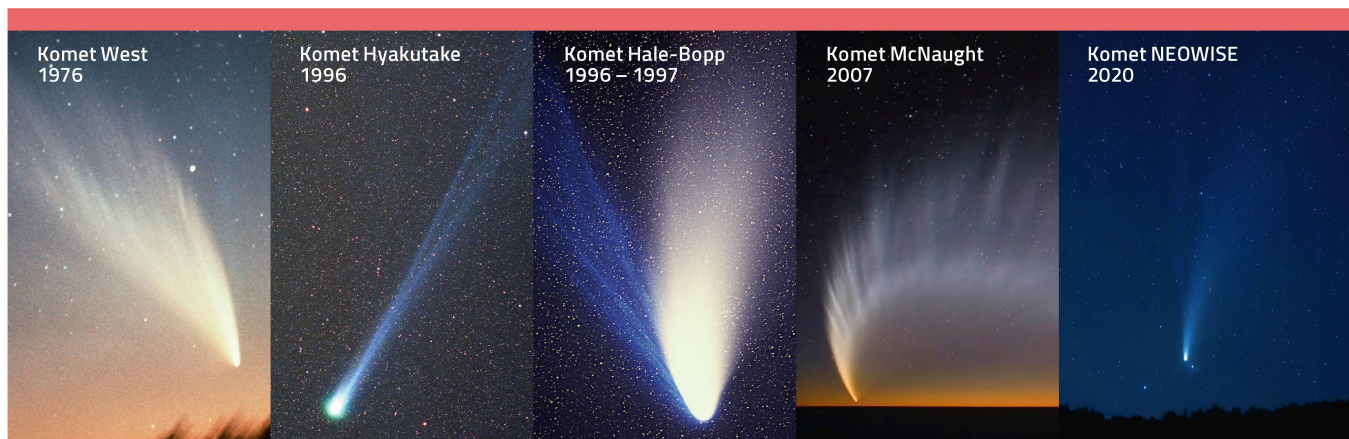


am 14. Juli (1'744 Mio. km) und die Erde am 23. Juli (103.5 Mio. km) ehe er wieder von dannen zog. Mit einer gewissen Unsicherheit aus den bislang vorliegenden Bahnelementen und unter Berücksichtigung der gravitativen Einflüsse der beiden grossen Planeten Jupiter und Saturn, denen NEOWISE 20. September 2020 respektive 8. November 2020 begegnet, dürfte sich die Bahnexzentrizität auf 0.99919 und die grosse Halbachse auf 361 AE vergrössern, was eine Umlaufzeit von ca. 6'868 Jahren zur Folge hätte.

### SIND KOMETENENTDECKUNGEN DURCH AMATEURE NOCH MÖGLICH?

Heute beobachten automatische Überwachungssysteme den Sternenhimmel rund um die Uhr. Immer häufiger heissen neu entdeckte Kometen LINEAR (Lincoln Near Earth Asteroid Research), NEAT (Near Earth Asteroid Tracking), PANSTARRS (Panoramic Survey Telescope And Rapid Response System), LEMMON (Mt. Lemmon Sky Survey), ISON (International Scientific Optical Network) oder SWAN (Solar Wind ANisotropies). Die Zeiten der

Grigg-Skjellerups, Hale-Bopps oder Okazaki-Levy-Rudenkos scheinen langsam vorbei zu sein. Natürlich kann es auch heute noch vorkommen, dass Astronomen bei einer ihrer Beobachtungen plötzlich auf ein unbekanntes und bislang unbeobachtetes Objekt stossen. Sollte es sich beim Neuling tatsächlich um einen Kometen handeln, würde er dann neben seiner Entdeckungsnummer auch den Namen des fündigen Astronomen tragen. Durch die Vielzahl von Weltraumteleskopen und Überwachungskameras sinkt jedoch die Wahrscheinlichkeit einer zufälligen Entdeckung durch einen Astronomen erheblich, und die Chance, sich als «Hobbysterngucker» einmal am Himmel verewigt zu sehen, wie dies den Herren *Alan Hale* und *Thomas Bopp* 1995 und jüngst dem Australier *Terry Lovejoy* gelang, dürfte künftig Seltenheitswert haben. ◀



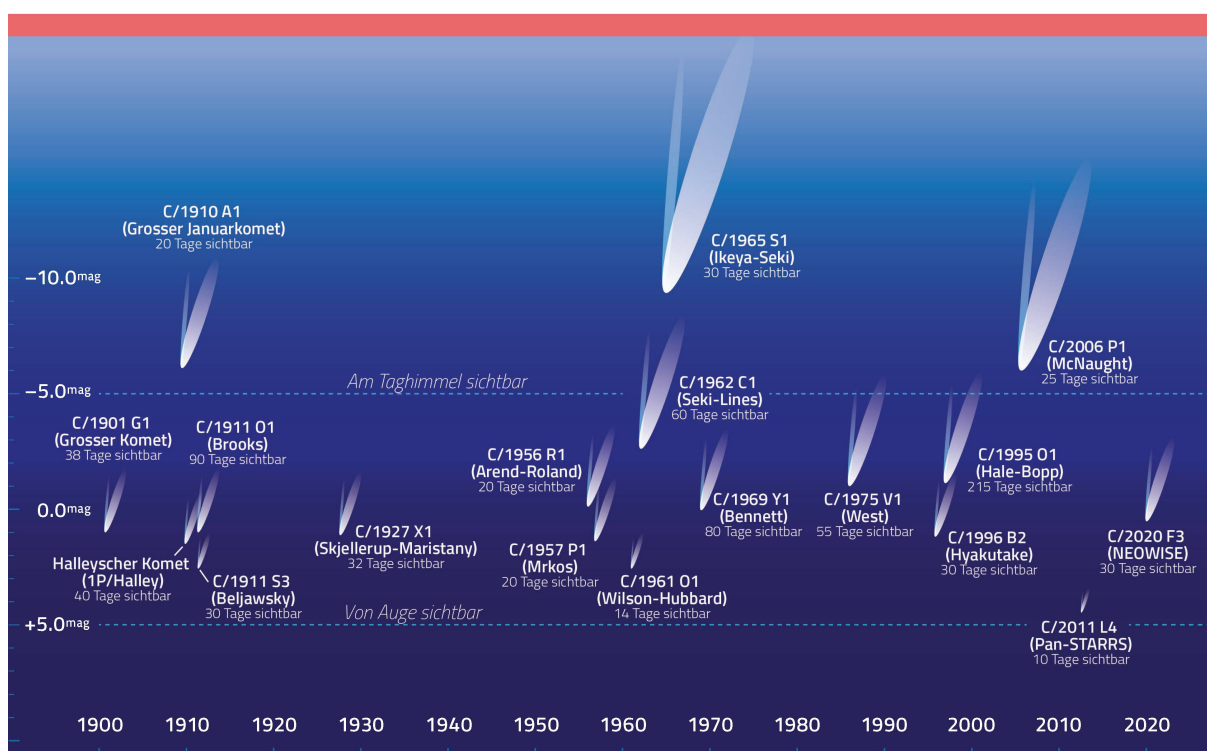
## Nur fünf wirklich helle Kometen seit 1975

Im 20. Jahrhundert gab es nur 19 Kometen, die man freijugig sehen konnte, was bedeutet, dass im Schnitt rund alle 5 Jahre ein heller Komet erschien. Dies ist eine rein statistische Betrachtung. In Wirklichkeit können die Zeiträume zwischen zwei hellen Kometenerscheinungen wesentlich länger sein. Dies wird verdeutlicht, wenn wir die fünf von Auge sichtbaren Kometen seit 1975 herbeiziehen. 1976 bot Komet C/1975 V1 (West) ein kurzes, aber umso prächtigeres Schauspiel am Morgenhimmel. Danach mussten wir 20 Jahre auf C/1996 B2 (Hyakutake) warten! Doch kaum ein Jahr später sorgte Komet C/1995 O1 (Hale-Bopp) medial für Aufsehen. Die Bewohner der Südhalbkugel durften sich im Januar 2007 ob dem wohl schönsten Kometen seit langer Zeit erfreuen. C/2006 P1 (McNaught) beeindruckte

mit einem weit aufgefächerten Staubschweif von 30° Länge und einer Helligkeit von  $-6.0\text{mag}$ . In den Tagen um den Periheldurchgang am 12. Januar 2007 konnte man den Kometen wenige Grad neben der Sonne sogar am Taghimmel sehen. Auf der Nordhalbkugel der Erde warteten die Astronomen indessen bis zu C/2020 F3 (NEOWISE) ganze 23 Jahre auf einen wirklich hellen Kometen.

C/2011 L4 (PANSTARRS) konnte aufgrund des im Frühjahr 2013 lange Zeit bedeckten Himmels nur an wenigen Abenden gesichtet werden. Auch seine Erscheinung blieb letztlich eine leise Enttäuschung. Jetzt bleibt abzuwarten, ob wir schon bald wieder einen hellen Kometen zu Gesicht bekommen werden oder ob abermals Jahre oder Jahrzehnte ins Land ziehen, bis uns ein ebenbürtiger «NEOWISE» überrascht.

An die ganz grossen Kometen vermochte der «Sommerkomet» nicht herankommen, wie Abbildung 5 veranschaulicht. Natürlich wäre eine Erscheinung des Kalibers «Ikeya-Seki» oder «McNaught» grandios. Doch solch auffällige Schweifsterne, die man sogar am taghellen Himmel sehen würde, treten pro Jahrhundert bestenfalls ein- bis zweimal auf! <



**Abbildung 5:** Hier sehen wir die hellsten Kometen, die von der nördlichen Erdhemisphäre aus im 20. und zu Beginn des 21. Jahrhunderts von blossen Auge zu sehen waren; wobei Komet Mc Naught im Jahr 2007 nur von der südlichen Hemisphäre aus bestaunt werden konnte.

Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien



Die Rosetta-Mission hat viel Licht ins Dunkel gebracht

# Was wissen wir aktuell über Kometen?

**Komet NEOWISE hat im Juli nicht nur Hobbyastronomen um den Schlaf gebracht. Auch Naturliebhaber sind früh aufgestanden oder haben gewartet, bis der Schweifstern in der zweiten Monatshälfte am Abendhimmel auftauchte. Kathrin Altwegg, die Berner Kometenforscherin, hatte im Appenzellerland keine geeignete Nordsicht auf NEOWISE und verpasste ihn deshalb.**



Prof. em. Dr. Kathrin Altwegg

Seit der erfolgreichen Rosetta-Mission laufen die Auswertungen von Bildern und Daten auf Hochtouren. Auch wenn sie mittlerweile in Pension ist, forscht *Kathrin Altwegg* nach wie vor! Einmal vom Kometenvirus gepackt, lässt einen dies nicht so schnell wieder los. ORION konnte mit der Berner Astrophysikerin über die Natur und das aktuelle Wissen von Kometen ein Interview führen.

**orion** *Wie oft sind Sie im vergangenen Juli frühmorgens aufgestanden, um den hellen Kometen C/2020 F3 (NEOWISE) zu beobachten?*

**Kathrin Altwegg:** Ich war in dieser Zeit im «hinteren» Appenzell in den Ferien, eine wunderbare Gegend, umgeben von Wiesen und Wäldern, aber ohne Sicht gegen Norden. Ich muss gestehen, ich war zu faul, noch bei Dunkelheit einen der Hügel zu erklimmen und habe deshalb NEOWISE verpasst. Ich habe aber von verschiede-

densten Erdgegenden wunderschöne Fotos von NEOWISE zugeschickt erhalten und mich so an diesem Kometen gefreut.

**orion** *Für jemanden, der sich mit diesen kosmischen Vagabunden so intensiv beschäftigt, muss eine solch helle Erscheinung etwas ganz Besonderes sein. Erklären Sie unserer Leserschaft doch, warum nicht jeder Komet eine derart spektakuläre Show bietet.*

**Kathrin Altwegg:** Kometen, so schön sichtbar wie NEOWISE, gibt es leider nicht sehr oft. Dazu müssen mehrere Bedingungen erfüllt sein. Der Komet muss gross genug und aktiv genug sein, um einen schönen Schweif zu entwickeln. Sogenannte Jupiter Familien Kometen, die ihr Aphel in der Gegend von Jupiter haben und kurzperiodisch sind, sind meist klein und auch schon etwas «verbraucht». Dazu gehört z. B. unser 67P/Churyumov-Gerasimenko. Ein grosser Teil seiner Oberfläche ist staubbedeckt. Er sublimiert zwar immer noch Gase, vor allem Wasser, aber eben nicht sehr heftig. Lang- oder mittelperiodische Kometen wie Hale-Bopp, Halley und auch NEOWISE sind meist aktiver. Sie sublimieren normalerweise mehr CO<sub>2</sub>, das besser in der Lage ist als Wasser, Staub mitzureissen. Und der weisse Schweif eines Kometen ist Sonnenlicht, das an Staub reflektiert. Zudem muss die Geometrie stimmen. Der Komet sollte nahe genug zur Sonne kommen und möglichst auch zur Erde. Die Bahn relativ zur Erde muss so sein, dass der Komet am Nachthimmel erscheint, und dann braucht es auch noch schönes Wetter.

**orion** *Seit der Rosetta-Mission hat man viele neue Erkenntnisse über Kometen generell gewonnen, über 67P/Churyumov-Gerasimenko im Speziellen. Was ist allen Kometen gemein, wo gibt es die grössten Unterschiede?*

**Kathrin Altwegg**

*«Ich muss gestehen, ich war zu faul, um noch bei Dunkelheit einen Hügel zu erklimmen und habe deshalb NEOWISE verpasst.»*



**Kathrin Altwegg:** Was man bis heute weiss, ist, dass alle Kometenkerne sehr dunkel sind und auch porös. Die Zusammensetzung variiert. Allerdings ist das häufig auch davon abhängig, bei welcher heliozentrischen Distanz der Komet beobachtet wird. Generell haben neue oder langperiodische Kometen mehr hochflüchtige Gase, wie CO, CO<sub>2</sub>. Das erklärt sich damit, dass kurzperiodische diese Substanzen zum Teil dank ihrer Nähe zur Sonne schon verloren haben. Dazu muss man wissen, dass langperiodische Kometen aus der Oort'schen Wolke zu uns kommen, während kurzperiodische meist langsam ins Innere des Sonnensystems vordringen, wobei sie eine Zeitlang (ca. 10 Mio. Jahre) als Zentaur zwischen Jupiter und Neptun verbringen, bevor sie von Jupiter eingefangen werden. In dieser Zeit werden sie nicht richtig warm, aber doch so, dass hochflüchtige Substanzen entweichen können.

Unterschiede gibt es beim Verhältnis von schwerem Wasser zu leichtem, also HDO zu H<sub>2</sub>O. 67P zeigt hier das grösste Verhältnis von allen gemessenen Kometen. Daraus schliessen wir, dass er wahrscheinlich relativ weit aussen im Solaren Nebel entstand, während z. B. Komet Hartley 2 ein fast erdähnliches Verhältnis zeigt, und deshalb möglicherweise näher bei den grossen Planeten geformt wurde. Daraus lernen wir auch, dass ursprünglich Kometen in einer relativ grossen Region des Sonnennebels geformt wurden und dann mehr oder weniger zufällig in der Oort'schen Wolke oder im Kuiper Gürtel landeten durch Interaktion mit den Planeten.

**orion** Weiss man inzwischen über die Kerngrösse von C/2020 F3 (NEOWISE) etwas Genaueres? Gibt es Hinweise über seine Struktur und Zusammensetzung?

**Kathrin Altwegg:** NEOWISE ist etwa 5 km im Durchmesser, also nur leicht grösser als 67P mit 4 km und ähnlich gross wie Hyakutake. Was bei NEOWISE besonders ist, ist sein Natrium-Schweif. Kometen haben ja normalerweise zwei Schweife, wie oben erwähnt einen Staubschweif und, weniger gut sichtbar, einen bläulichen Ionenschweif (vor allem sichtbar durch CO<sup>+</sup>). NEOWISE zeigt einen klaren Natriumschweif, verursacht durch Natriumatome, die durch den Druck der Sonnenstrahlung von der Sonne weggeblasen werden. Dies ist erst der dritte Komet, nach Hale-Bopp und ISON, wo man diesen dritten Schweif so klar sieht.

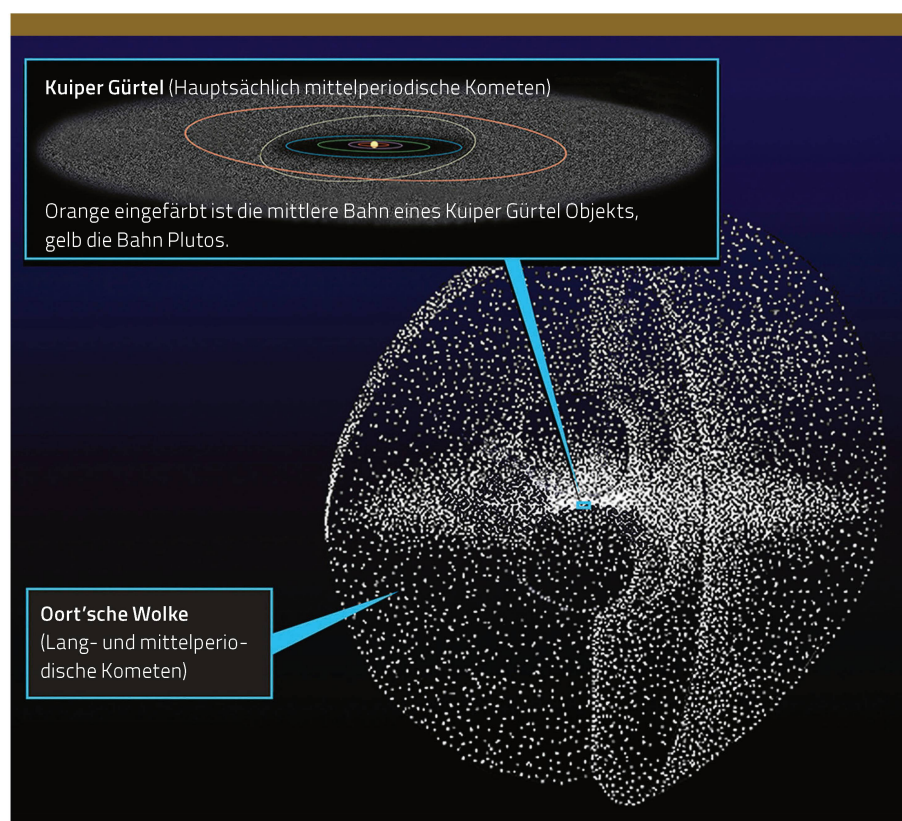
**orion** Während viele Kometen aus dem Kuiper Gürtel den Weg ins innere Sonnensystem finden, ist man sich über die Existenz der Oort'schen Wolke noch immer unsicher. Können Sie dazu etwas sagen?

**Kathrin Altwegg:** Die Oort Wolke wird postuliert anhand der Trajektorien von Langperiodischen Kometen. Viele dieser Kometen haben einen Ursprung bei ca. 20'000 – 50'000 astronomischen Einheiten, also nahe an der Grenze des Gravitationseinflusses der Sonne und kommen erst noch nicht in der Ekliptik, sondern mit hohen Inklinationen und z. T., wie z. B. Halley, retrograd.

**Kathrin Altwegg**  
«Kuiper Gürtel und Oort-Wolke sind nicht zwei unabhängige Systeme, sondern haben einen fließenden Übergang»

**Abbildung 1:** Die Objekte des Kuiper Gürtels liegen mehr oder weniger in der Ebene des Planetensystems, während uns die isotropische Oort'sche Wolke «kugelförmig» umgibt.

Quelle: NASA



Daraus schliesst man auf die Existenz einer solchen isotropen Kometenwolke um unser Sonnensystem. Man spricht in Fachkreisen eigentlich auch nicht mehr vom Kuipergürtel als Ursprung der kurzperiodischen Kometen, sondern eher von der «verstreuten Scheibe» (Scattered disk). Kuipergürtel und Oort-Wolke sind nicht zwei unabhängige Systeme, sondern es gibt einen fließenden Übergang zwischen den beiden (siehe Abbildung 1), eben die Scattered disk.

Im Kuipergürtel befinden sich die KBO's (Kuiper Belt Objects). Kometen kommen eher aus der Region ausserhalb dieser relativ begrenzten Scheibe. So nimmt man auch an, dass Oort-Wolken-Kometen via Kuipergürtel (Scattered Disk) zu Jupiter-Familien-Kometen werden können und umgekehrt.

**orion** *Komet NEOWISE ist auf einer unglaublich langen Umlaufbahn unterwegs. Was passiert in den äusseren Bereichen eigentlich, dass ein solcher Eis-Staub-Brocken auf einmal in Richtung Sonne zieht?*

**Kathrin Altwegg:** Kometen, sehr weit weg von der Sonne, also in der Oort Wolke, sind nur noch schwach durch die Gravitation der Sonne gebunden. Es gibt verschiedene Kräfte, die dort draussen schnell einmal gleich gross sind wie die Sonnen-Anziehungskraft, z. B. Gezeitenkräfte der Galaxie. Die Sonne bewegt sich in 120 Mio. Jahren einmal um die Milchstrasse. Das gibt Kräfte ähnlich den Gezeitenkräften zwischen Mond und Erde und die haben den grössten Einfluss bei den schwach gebundenen Kometen. Forschung (Kraterzählungen) zeigt, dass alle 60 Mio. Jahre ein erhöhter Kometenfluss im inneren Sonnensystem auftritt. Es kann aber auch ein Stern sein, der relativ nahe am Sonnensystem vorbeizieht und die Bahn der Oort-Wolken-Kometen beeinflusst. Und dann kann es natürlich auch zu Stössen zwischen Kometen kommen, was Bahnänderungen bewirken kann.

**orion** *Lange vermutete man, Kometen könnten der einst das Wasser auf die Erde gebracht haben. Dem ist nun doch nicht so. Können Sie erklären, was diese Theorie über den Haufen warf?*

**Kathrin Altwegg:** Wie bereits erwähnt, ist eine der wichtigen Messgrössen das Verhältnis von schwerem zu leichtem Wasser. Auf der Erde ist das  $1.5 \cdot 10^{-4}$ , d. h. etwa eines von 10'000 Wassermolekülen hat ein Deuteriumatom. Die Erde hatte am Anfang wahrscheinlich ein noch kleineres Verhältnis als heute, da sie leichtes Wasser schneller verliert als schweres.

Bei Kometen ist das Verhältnis variabel, aber der Durchschnitt aller bis jetzt bekannten Kometenverhält-

nisse ist weit über dem der Erde. Damit muss man schliessen, dass irdisches Wasser nicht zu einem grossen Teil von Kometen stammen kann. Aus den Edelgasen, insbesondere Xenon, in unserer Atmosphäre und im Komet 67P schliessen wir, dass weniger als 1% des irdischen Oberflächenwassers einen kometären Ursprung hat, dass 22% des atmosphärischen Xenons von Kometen stammt und dass damit eine grosse Menge organisches Material, das mehr ist als die heutige Biomasse, von Kometen stammen könnte.

**orion** *Noch eine ganz persönliche Frage zum Schluss. Welches Schlüsselerlebnis hat Sie zur wohl bekanntesten Schweizer Kometenforscherin gemacht und was fasziniert Sie persönlich am meisten an diesen Objekten?*

**Kathrin Altwegg:** Ich war einfach zum richtigen Zeitpunkt am richtigen Ort. ROSINA ist nicht mein Werk, sondern das Werk von ganz vielen Wissenschaftlern und Ingenieuren. Ich hatte das Glück, das Instrumententeam während dem Flug leiten zu dürfen und wurde damit zum «öffentlichen Kopf» von ROSINA. Kometen erzählen mir über unsere Vergangenheit, darüber, wie Atome, Moleküle und grössere Objekte im Weltall entstehen und vergehen. Sie zeigen mir, wie kurzlebig und eigentlich unbedeutend wir Menschen sind, aber auch wie privilegiert wir sind, dass wir an einem so schönen Ort wie der Erde leben können. Das Gefühl, auf unsere eigene Vergangenheit über viele Milliarden Jahre zurückzuschauen, ist grossartig. ◀

**Kathrin Altwegg**

*«Das Gefühl, auf unsere eigene Vergangenheit über viele Milliarden Jahre zurückzuschauen, ist grossartig.»*



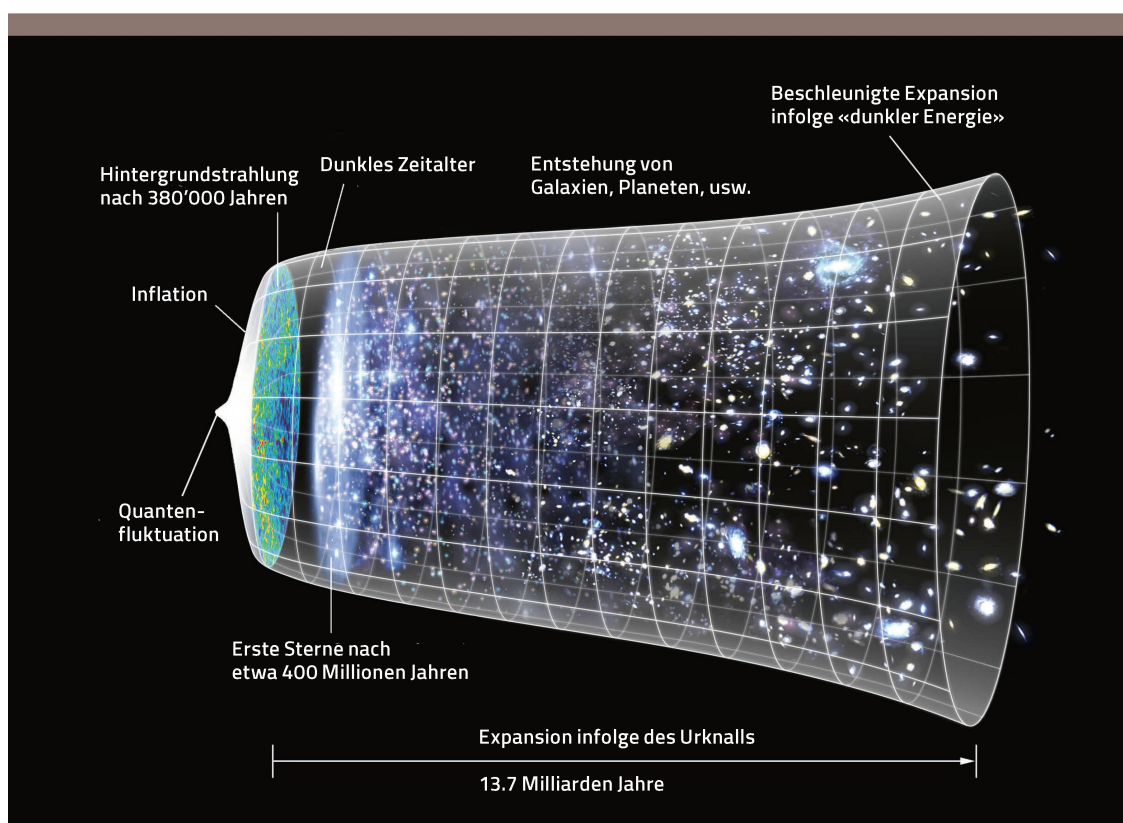
Das Standardmodell der Kosmologie erklärt uns das Universum – oder fehlt da noch etwas?

# Was die Welt zusammenhält

**Das Standardmodell der Kosmologie erzählt scheinbar ein stimmiges Bild der Geburt und der Entwicklung des Weltalls. Leider aber passen einige Beobachtungen nicht in diese Biographie. Haben wir etwas übersehen?**

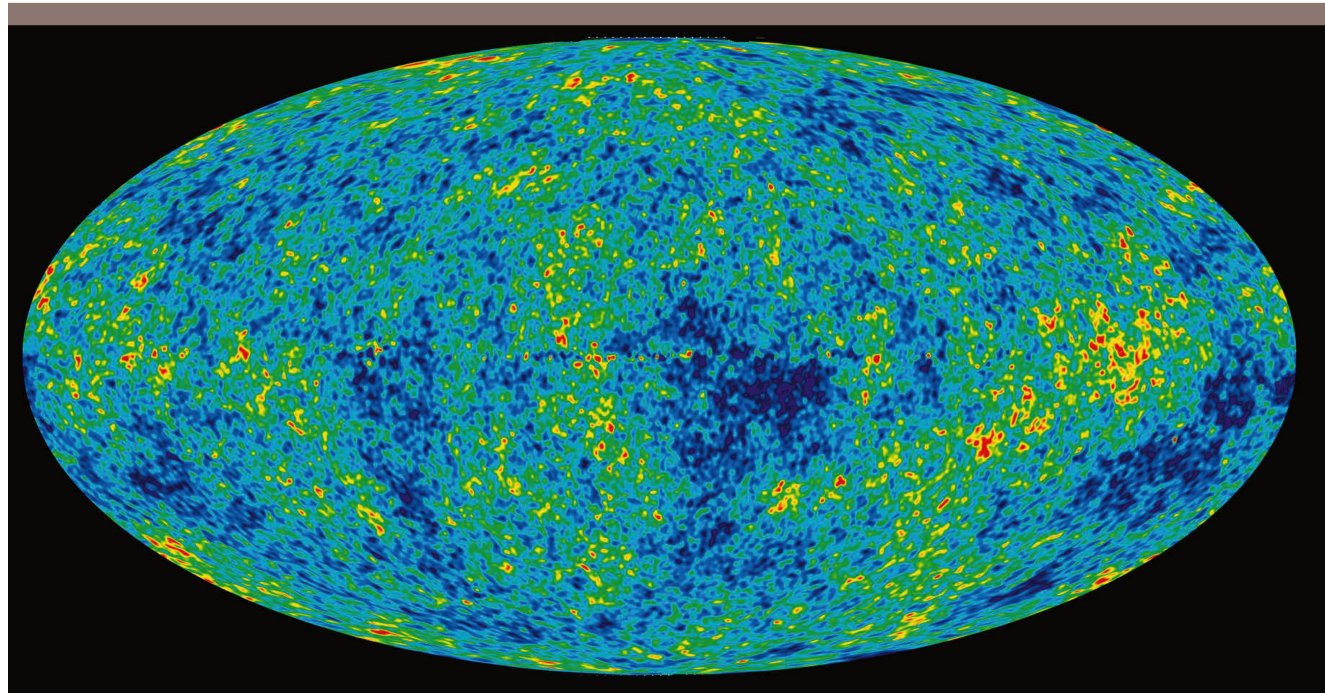
Die Geschichte ist absolut grandios. Und sie klingt einleuchtend: Nach einem phänomenal heißen Start aus einem unendlich kleinen «Ort» dehnte sich das Universum rasend schnell aus und kühlte sich rasant ab. Dabei kondensierten aus der Energie des Urknalls in Sekundenbruchteilen zuerst die Bausteine der heutigen Teilchen und später die Teilchen selbst, ähnlich wie aus feuchtwarmer Luft beim Abkühlen Regentropfen entstehen, die zu Hagelkörnern gefrieren können. Das ging am Anfang ziemlich rassig. Schon etwa drei Minuten nach dem Urknall war das Babyuniversum «kalt» genug für die Bildung der Kerne der einfachsten Atomsorten,

Wasserstoff, Helium und etwas Lithium. Von da an ging es gemächlicher voran. Etwa 400'000 Jahre später war die Temperatur und damit die Energie der Teilchen so weit gesunken, dass sich die Elektronen und die Atomkerne zu stabilen Atomen verbinden konnten. Mit der fortwährenden Abkühlung wurde das einst glühende Universum nun dunkel, die Atome schwebten zufallsverteilt im Raum. In kosmischen Dimensionen begannen wenig später diese Gase sich zu träge wabernden Wolken zusammenzuziehen, die unter dem Einfluss der Gravitation zunächst sehr langsam lokal immer dichter wurden und schliesslich, nach etwa 180 Millionen



**Abbildung 1:** Schematische Darstellung der Entwicklung des Universums.

Grafik: NASA/WMAP Science Team



**Abbildung 2:** Farbige Darstellung der geringen Temperaturunterschiede in der kosmischen Hintergrundstrahlung. Das Bild zeigt das Universum zu einer Zeit, als es knapp 400'000 Jahre alt war.

Bild: NASA/WMAP Science Team

Jahren, zu den ersten Sternen zusammenfielen. Grössere Gruppen von Sternen formten wohl schon bald die ersten Galaxien.

Es waren Riesen, diese ersten Gestirne, weitaus grösser als die heutigen Sterne. In ihrem Innern stieg der Druck rasch derart gewaltig an, dass die leichten Elemente des jungen Kosmos durch Kernfusion zu schwereren Atomsorten verschmelzen konnten. Lange ging dies nicht gut. Das «Brennmaterial» der ersten Sterne, Wasserstoff und Helium, war rasch verbraucht, die Giganten wurden instabil und explodierten in Supernova-Explosionen. Die dabei freigesetzte Energie reichte aus, um noch schwerere Atomsorten zu bilden, die bei den Explosionen zusammen mit dem Material aus den sterbenden Sternen ins All geschleudert wurden und sich mit den Gaswolken vermischten. Nun konnte das Spiel von vorne beginnen, die Gaswolken kollabierten zu neuen Sternen, die wiederum Kernreaktionen durchführten, explodierten und ihre «Asche» ins All schleuderten. Bis zum heutigen Tag, in immer neuen Generationen von Sternen und den sie begleitenden Planeten und Monden.

Mit dem Resultat, dass heute im Orion-Arm der Milchstrasse auf einem Planeten mittleren Alters, der sich um einen Stern der dritten Generation bewegt, einige relativ begnadete Vertreter einer zweibeinigen Art

von Lebewesen versuchen, die Details dieser Geschichte zu verstehen. Und dabei merken, dass an der schönen Story, die sie im Laufe des letzten Jahrhunderts mühsam entwickelt hatten, so einiges nicht ganz aufgeht.

### DIE RÄTSEL DES KOSMOS

Es beginnt gleich ganz am Anfang. Winzigste Sekundenbruchteile nach dem Big Bang war das Universum noch aberwitzig klein. Trotzdem sollte es nach der Quantentheorie in ihm zu unvorstellbar kleinen Schwankungen in der Energieverteilung gekommen sein. Was damals völlig unbedeutend gewesen sein mag, musste sich mit der Ausdehnung des Weltalls zu unübersehbaren Grossstrukturen aufgebläht haben. Deshalb sollten wir heute in der Verteilung der Materie im Weltall lokal enorme Unterschiede finden. Davon aber ist nichts zu sehen. Im ganz grossen, im kosmischen Massstab sind die Galaxien bemerkenswert gleichförmig verteilt.

Diese Gleichförmigkeit des Universums lässt sich durch eine weitere Beobachtung wunderschön belegen. Von der Hitze des Big Bangs ist nämlich bis heute noch etwas übriggeblieben und kann mit einem ins Weltall gehaltenen, empfindlichen Thermometer genau vermessen werden. Das ist technisch nicht ganz ohne und daher nicht billig, ist aber von der NASA und der ESA mit den Weltraumobservatorien WMAP und Planck erfolgreich



versucht worden. Und siehe da, wohin die Teleskope auch gerichtet wurden, zeigten sich kaum Unterschiede in der Strahlung. Von überall her umhüllt die gleiche frostige Temperatur von etwa 2.7 Kelvin den erdnahen Raum, mit Schwankungen in der Grössenordnung von gerade mal  $5 \cdot 10^{-5}$ !

Wie sollte dies erklärt werden? Die Kosmologen fanden einen möglichen Ausweg aus dem Dilemma. Sie stellen sich vor, das Universum habe einen unfassbar kurzen Moment nach seiner Geburt eine extremst kurze Phase durchlaufen, in welchem es sich mit weit mehr als der Lichtgeschwindigkeit ausdehnte. Dies ist durchaus möglich, weil die Spezielle Relativitätstheorie «nur» die Geschwindigkeit der Bewegungen im Raum mit der Lichtgeschwindigkeit begrenzt, nicht aber die Ausdehnung des Raumes selbst. Die Wissenschaftler nehmen an, dass sich das Universum während etwa einer tausendstel Sekunde um einen Faktor zwischen  $10^{30}$  und  $10^{50}$  ausdehnte. War das All vor dieser als Inflation bezeichneten Phase etwa von der Grösse eines Protons, wuchs es auf beachtliche 10 cm an und mit ihm auch die nur auf der Quantenebene beobachtbaren Unterschiede in der Energieverteilung. Das hat zur Folge, dass wir heute nur einen winzigen Teil des gesamten Universums

überblicken und in diesem Ausschnitt die wirklich grossen Strukturen einfach nicht erkennen können. Sie sind viel grösser geworden als unser Ausschnitt des Weltalls. Macht dies Kopfschmerzen? Den Wissenschaftlern durchaus, vor allem, weil sie schlicht keine Erklärung für die Inflationsphase haben.

Das ist aber nur eine der unerklärten Seltsamkeiten. Schon in den 1930er Jahren machte der Schweizer Astronom *Fritz Zwicky* eine seltsame Beobachtung. Bei der Untersuchung von Galaxien im Coma-Haufen ergaben seine Messwerte viel zu hohe Geschwindigkeiten. Bei dem Tempo, welches die Sternsysteme vorlegten, hätte die Schwerkraft den Haufen nicht zusammenhalten können. Wer damals noch an Messungenauigkeiten geglaubt haben sollte, sah sich getäuscht. Auch die modernsten Werte zeigen das gleiche Bild, das auch für die Sterne innerhalb einer Galaxie gilt. Auch sie bewegen sich unerklärlich schnell. Was sollten die Kosmologen tun? Wenn sie die Daten nicht wegdiskutieren konnten, so musste eine Erklärung gefunden werden. Die Wissenschaftler erfanden die Dunkle Materie, irgendwelches unsichtbares Zeug, das die Galaxien füllt und ihnen die nötige Masse gibt, um die Sterne an sich zu binden und die Galaxienhaufen beisammen zu halten.

T.S. Eliot, *Little Gidding*, 1942  
*«Wir lassen niemals vom Entdecken, und am Ende allen Entdeckens, sind wir zurück am Anfang, und werden diesen Ort zum ersten Mal erkennen.»*



**Abbildung 3:** Galaxien im Coma-Haufen. Die Objekte mit einem «Strahlenkreuz» sind Vordergrundsterne aus unserer Milchstrasse. Alle anderen auch noch so kleinen Flecken sind Galaxien. Die Masse des Haufens ist so gross, dass das Bild einiger Galaxien wie durch eine Linse verzogen ist (Bogenlinien).

Grafik: NASA/ESA/Hubble/STScI



Mit der Dunklen Materie meinen die Fachleute nicht einfach schlecht beleuchtete Gase oder Staub in der Form, wie wir ihnen im Alltag begegnen, sondern etwas Neues, das sich unserer Beobachtung entzieht, das wir nicht sehen können, das aber in rauen Mengen vorhanden ist. Aktuelle Messungen gehen davon aus, dass die Dunkle Materie etwa 27% des Energiehaushalts des Universums ausmachen müsste, die «gewöhnliche» Materie dagegen nur knapp 5%. Das Peinliche an der Sache ist, auch die Dunkle Materie ist eine reine Hypothese und niemand weiss, was sich dahinter verbergen könnte.

Nicht genug damit, stolperten die Astronomen über eine weitere Absonderlichkeit. Als sie nämlich in den letzten 30 Jahren die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Universums genauer vermessen, entdeckten sie, dass sich das Weltall immer schneller ausdehnt. Das war nicht nur unerwartet, es widerspricht natürlich allen gängigen Vorstellungen. Vernünftigerweise müsste man annehmen, die Gravitation bremse die Ausdehnung. Aber genau das Gegenteil ist der Fall. Wiederum musste ein Ausweg aus einem Dilemma gefunden werden, dieses Mal in Form von Dunkler Energie, einer angenommenen Kraft, die der Gravitation entgegenwirkt. Und auch hier

handelt es sich nicht um Peanuts. Die Dunkle Energie dürfte etwa 68% des Energiehaushalts des Weltalls ausmachen. Was aber verbirgt sich hinter dieser Dunkle Energie? Erraten! Wir wissen es nicht!

#### EIN CHAMÄLEON DER KRÄFTE

Es gibt durchaus Hypothesen, Ideen, von denen die Eine oder Andere oder auch eine Kombination von mehreren Denkansätzen die wirklich wahre Wirklichkeit tatsächlich abbilden könnte, die bis jetzt aber allesamt nicht wirklich befriedigen. Speziell, weil sie sich allesamt nur sehr schwer in einem Experiment an der Natur überprüfen lassen. Bis dies gelingt, dürfte es erstens noch sehr lange dauern und zweitens müssten die Wissenschaftler bis dahin auch offen sein für weitere, neue Denkansätze. Wir müssen die Offenheit haben, nicht einfach die Lücken im bisherigen Modell irgendwie zu stopfen, sondern in Betracht ziehen, bisher auch etwas Grundlegendes im Verständnis des Weltalls verpasst zu haben. Dabei kann es auch ans Eingemachte gehen, an die Basis, an die fundamentalen Kräfte, an das Machtzentrum des Universums.

Was ist damit gemeint? Wenn ich mit meinen Fingern auf die Computertastatur tippe, so drückt dies



**Abbildung 4:** NGC 1566, eine wunderschöne Spiralgalaxie im südlichen Sternbild Schwertfisch. Auch in ihr bewegen sich die Sterne schneller, als es die Masse der Galaxie zuliesse.

Grafik: NASA/ESA/Hubble/STScI

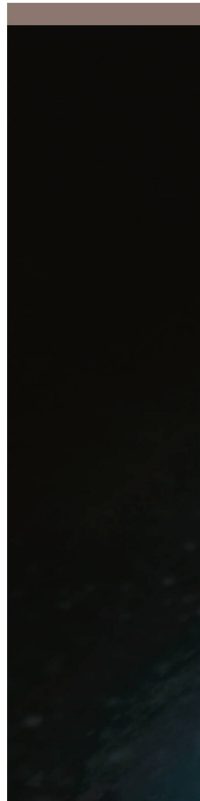


Tasten nach unten. Das geht nur, wenn ein direkter Kontakt zwischen Finger und Taste entsteht. Die Kraft, die ich ausübe, ist deshalb eine Kontaktkraft. Kräfte können aber auch ohne offensichtlichen Kontakt wirken. Dies klingt ein wenig nach Spuk, gehört aber beispielsweise in Form von Mobiltelefonie, den Magneten in der Kühlschränktüre oder der Wurfbahn eines Steines zu unserem Alltag. Für die Physiker sind dies die fundamentalen Kräfte oder besser Wechselwirkungen. Wir kennen heute vier solche Kräfte: Die elektromagnetische Kraft, die beispielsweise Magnetismus, Elektrizität und Licht erklärt; die Schwache Wechselwirkung, die beim radioaktiven Zerfall oder der Kernfusion aktiv ist; die Starke Wechselwirkung, welche die Atomkerne zusammenhält und die Gravitation, die dafür sorgt, dass wir schön hübsch auf dem Boden bleiben. Sie können als Felder beschrieben werden, die den leeren Raum füllen. Für drei dieser vier Kräfte kennen wir Teilchen, welche die Wirkung der Kraft übertragen, wie beispielsweise das Photon für die elektromagnetische Kraft. Einzig für die Gravitation fehlt uns ein Überträger. Dies ist alles recht gut bekannt und anerkannt. Aber reicht das, um die Welt zu erklären? Zweifel sind angebracht, nicht nur wegen den oben beschriebenen Seltsamkeiten, sondern auch, weil ja die vier bekannten Kräfte nur die Welt der «nor-

malen» atomaren Stoffe beschreiben und die machen offenbar gerade mal knappe 5% der Materie und der Energie im All aus.

Einige Experten vermuten deshalb, entweder sei unser Verständnis der Gravitation lückenhaft oder es gäbe noch mindestens eine fünfte fundamentale Kraft. Eine der vielen Ideen bezieht sich auf die Eigenschaften der Gravitation. Was wenn die Gravitation nicht konstant wäre, sondern sich wie ein Chamäleon der Umgebung anpasste? Dies erklärte einiges. So liesse sich in ein solches Modell auch ein Übertragerteilchen einfügen, welches die Wirkung der Gravitation überträgt. Dieses Teilchen dürfte recht seltsame Eigenschaften zeigen. In massereichen Gegenden, wie hier auf der Erde, wäre es relativ schwer, seine Reichweite dagegen gering und es wäre für uns praktisch unsichtbar. Im leeren Raum dagegen wäre es sehr leicht und hätte eine enorme Reichweite, genug, um den aufblähenden Effekt der Dunklen Energie zu erklären. Erste, äusserst rechenintensive Simulationen zeigen, dass eine Welt mit einem derartigen Teilchen durchaus funktionieren könnte. Interessanterweise wäre in einem solchen Weltmodell die mysteriöse Dunkle Energie überflüssig.

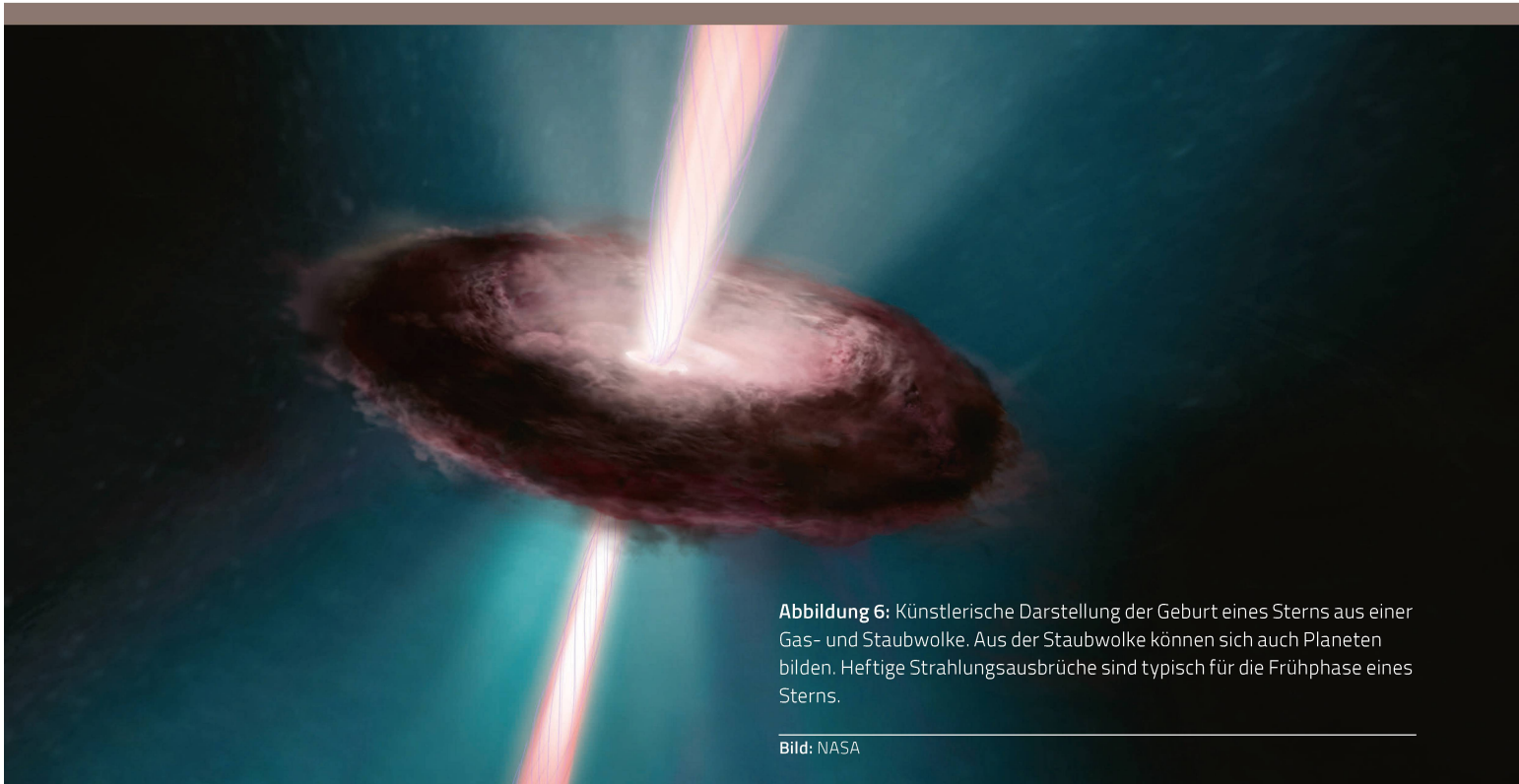
Aber auch die Dunkle Materie könnte durch eine heute noch nicht nachgewiesene Kraft erklärt werden.



**Abbildung 5:** Hubble Aufnahme von NGC 3603, einer Region in unserer Milchstrasse, in welcher sich aus Gas- und Staubwolken eine grosse Zahl junger Sterne gebildet hat. Die Sterne im zentralen Haufen haben mit ihrer Strahlung ein enormes Loch in die Gaswolken gebrannt.

Grafik: NASA/ESA/Hubble/STScI





**Abbildung 6:** Künstlerische Darstellung der Geburt eines Sterns aus einer Gas- und Staubwolke. Aus der Staubwolke können sich auch Planeten bilden. Heftige Strahlungsausbrüche sind typisch für die Frühphase eines Sterns.

Bild: NASA

Dazu würden die Ergebnisse einer ungarischen Gruppe von Wissenschaftlern passen, die ein leichtes, sehr kurzlebiges und sich langsam bewegendes, neutrales Teilchen beobachtet haben will. Dieses Teilchen würde nur sehr schwach mit der Materie interagieren, fast genau wie die vermutete Dunkle Materie mit dem Rest des Universums. Allerdings sind die Messdaten noch sehr umstritten und konnten bisher durch keine unabhängige Beobachtung gestützt werden.

Vieles ist also offen und das macht die aktuelle Situation so spannend. Man fühlt sich etwas an den Beginn des 20. Jahrhunderts erinnert, als immer klarer

wurde, dass das Newton'sche Weltbild nicht der Weisheit letzter Schluss sein konnte. Die Revolution des Weltbildes folgte prompt mit den Theorien von Albert Einstein. Das Standardmodell des Weltalls hat sich für viele Beobachtungen glanzvoll bewährt, es hat aber seine Schwächen und versagt als Erklärung für einige wichtige Beobachtungen. Die Alternativen stehen jedoch noch auf ziemlich wackeligen Beinen und sind experimentell alles andere als abgesichert. Ob bald eine neue wissenschaftliche Revolution unser Weltbild erweitert, steht buchstäblich in den Sternen. <



**Astro-Optik**  
GmbH  
**von Bergen**  
[www.fernrohr.ch](http://www.fernrohr.ch)  
**Im Universum findet sich viel Besonderes - bei uns ebenfalls!**  
**Universelle Instrumente - wir beraten Sie gerne!**





# Der «Sternenhimmel 2021» ist da!

Gespannt erwarten jene, die sich für astronomische Himmelsbeobachtungen begeistern, das Jahrbuch DER STERNENHIMMEL 2021 aus dem Kosmos-Verlag. Dass es nun bereits zum 81. Mal auf den Markt kommt, hat gewiss mit seiner «Schweizer-Qualität» zu tun; seit 1998 ist der Rheinfelder Mathematiker und Astronom *Hans Roth* Herausgeber des beliebten Sternkalenders. Von anderen Jahrbüchern hebt sich der STERNENHIMMEL mit der Eigenschaft ab, dass er buchstäblich für jeden Tag im Jahr das Sehenswerte auflistet. Ob Laie oder bereits versierter Amateurastronom mit eigenem Instrumentarium: Sie alle finden darin das für sie Wichtige.

Haben Sie beispielsweise schon einmal den «Goldenen Henkel» am Mond betrachtet? Der STERNENHIMMEL 2021 zeigt Ihnen jeweils den Tag und die Uhrzeit an, in der dieses schöne, aber bloss kurz dauernde Phänomen schon mit einem Fernglas zu bestaunen ist. Oder vielleicht besitzen Sie ein (auch nur kleines) Teleskop und möchten einmal sehen, wie ein Stern anlässlich einer Bedeckung urplötzlich am atmosphärenlosen Mondrand verschwindet oder auftaucht: Der STERNENHIMMEL 2021 nennt den genauen Zeitpunkt solcher Ereignisse.

Gewiefte Himmelskenner wissen zudem, dass sich im fast 340 Seiten umfassenden Jahrbuch eine schier endlose Menge von Angaben verbirgt,

die für Himmelsbeobachtungen unentbehrlich sind. Erwähnen kann man hier etwa die Monde der Planeten Jupiter und Saturn: ihre täglichen Positionen, gegenseitige Bedeckungen und ihr Vorbeiziehen vor bzw. hinter ihren Planeten. Oder Angaben zur Sichtung von Kleinplaneten oder zu streifenden Bedeckungen von Sternen durch den Mond oder über veränderliche Sterne. Oder auch bloss ganz einfach: Um welche Zeit kann ich einen bestimmten Planeten bei mir am Himmel beobachten.

In jeder Ausgabe vertieft der Autor ein astronomisches Thema; 2021 ist es dem Riesenplaneten Jupiter gewidmet. Auf Seite 318 erwähnt er zudem ein Jupiter-Ereignis «der besonderen Art» (125 Minuten lang dauert es!), doch Näheres zu diesem Leckerbissen bleibt hier noch verschwiegen.

Unzählige Tabellen und Diagramme bereichern das Buch, und im eigentlichen Kalenderteil begeistern erneut die schön gestalteten Grafiken von *Thomas Baer* und *Robert Nufer*. – DER STERNENHIMMEL 2021 erscheint unter dem Patronat der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft SAG; er sei allen astronomisch Interessierten wärmstens empfohlen!

Der Preis liegt bei € 36.00 bzw., in der Schweiz bei ca. CHF 45.50, je nach Buchhandlung. <

Preis  
**CHF 45.50\***

jetzt im  
Buchhandel  
erhältlich

ISBN 978-3-440-16870-7


Auch als  
**E-Book**  
erhältlich

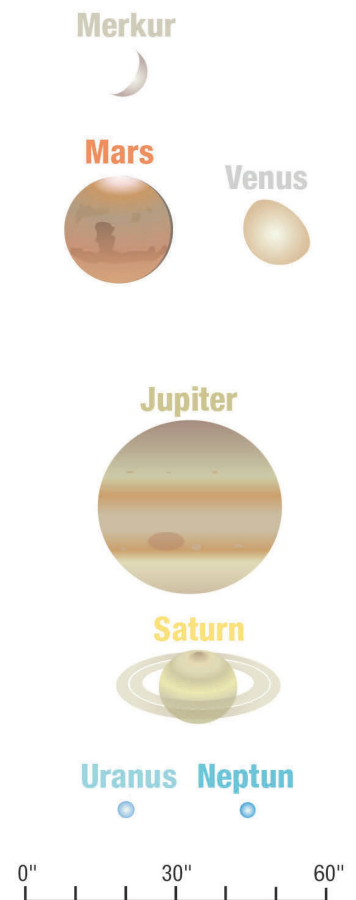
ISBN 978-3-440-50211-2



\* Vom KOSMOS-Verlag empfohlener Ladenpreis · Preis in Deutschland: 36.– €

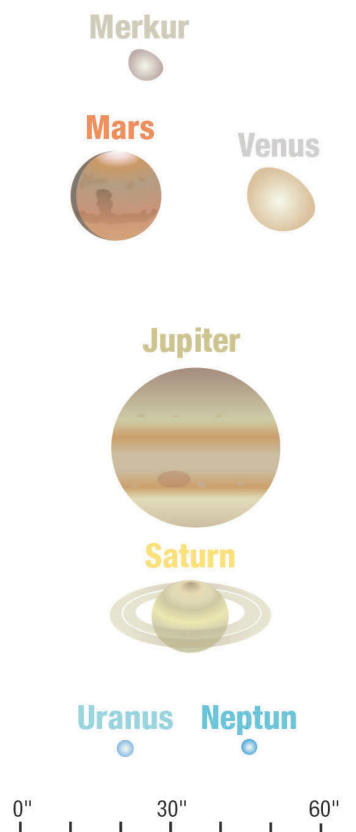
## OKTOBER 2020 Himmel günstig für Deep-Sky-Objekte vom 8. bis 18. Oktober 2020

Datum	Zeit				Ereignis
1. Do	05:15 MESZ	✓	✓	✓	Venus (−4.1 <sup>mag</sup> ) im Osten
	19:30 MESZ	✓	✓	✓	Jupiter (−2.4 <sup>mag</sup> ) im Süden
	19:30 MESZ	✓	✓	✓	Saturn (+0.5 <sup>mag</sup> ) im Südsüdosten
	20:15 MESZ			✓	Neptun (+7.8 <sup>mag</sup> ) im Ostsüdosten
	21:00 MESZ	✓	✓	✓	Mars (−2.5 <sup>mag</sup> ) im Osten
	21:30 MESZ			✓	Uranus (+5.7 <sup>mag</sup> ) im Osten
	23:05 MESZ	✓	✓	✓	● Vollmond, Walfisch (Dm. 29' 45")
2. Fr	22:00 MESZ	✓	✓	✓	Mond: 4½° südwestlich von Mars (−2.5 <sup>mag</sup> )
3. Sa	03:00 MESZ	✓	✓	✓	Venus (−4.1 <sup>mag</sup> ) geht nur 6' südlich an Regulus (+1.3 <sup>mag</sup> ) vorbei
	06:30 MESZ	✓	✓	✓	Mond: 1° südlich von Mars (−2.6 <sup>mag</sup> )
4. So	01:32 MESZ			✓	Mond: Sternbedeckung ξ Ceti (+4.5 <sup>mag</sup> )
	02:54 MESZ			✓	Mond: Sternbedeckung ε Ceti (+4.5 <sup>mag</sup> )
6. Di	16:18 MESZ		✓		Mars (−2.7 <sup>mag</sup> ): Kleinsten Erdbestand (62.07 Mio. km)
	22:30 MESZ	✓	✓	✓	Mond: 3½° nordwestlich von Aldebaran (α Tauri)
7. Mi	23:00 MESZ	✓	✓	✓	Mond: 6½° südlich von Al Nath (β Tauri)
8. Do	02:00 MESZ	✓			Draconiden-Meteorstrom Maximum
	06:45 MESZ	✓	✓	✓	Venus (−4.1 <sup>mag</sup> ) geht 40' nördlich an ρ Leonis (+3.9 <sup>mag</sup> ) vorbei
10. Sa	02:40 MESZ	✓	✓	✓	● Letztes Viertel, Zwillinge
	06:00 MESZ	✓	✓	✓	Mond: 6° südwestlich von Pollux und 8½° südlich von Kastor
13. Di	06:00 MESZ	✓	✓	✓	Mond: 4° nordöstlich von Regulus (α Leonis)
14. Mi	01:26 MESZ	✓	✓	✓	Mars (−2.7 <sup>mag</sup> ) in Opposition zur Sonne (Dm. 22.56')
	07:00 MESZ	✓	✓	✓	Mond: 4° nordöstlich von Venus (−4.1 <sup>mag</sup> )
15. Do	06:30 MESZ	✓	✓	✓	Mond: Schmale Sichel 39 h vor ☉, 8° ü. H.
	06:45 MESZ	✓	✓	✓	Venus (−4.1 <sup>mag</sup> ) geht 22' südlich an χ Leonis (+4.7 <sup>mag</sup> ) vorbei
16. Fr	21:31 MESZ				○ Neumond, Jungfrau
21. Mi	01:00 MESZ	✓			Orioniden-Meteorstrom Maximum
22. Do	19:00 MESZ	✓	✓	✓	Mond: 3° s. von Jupiter (−2.4 <sup>mag</sup> ) und 7° sw. von Saturn (+0.5 <sup>mag</sup> )
23. Fr	15:23 MESZ				○ Erstes Viertel, Steinbock
	19:00 MESZ	✓	✓	✓	Mond: 7½° östlich von Saturn (+0.5 <sup>mag</sup> ) und 13° östlich von Jupiter (−2.4 <sup>mag</sup> )
25. So	03:00 MESZ				Ende der Sommerzeit (Uhren werden auf 02:00 MEZ zurückgestellt)
31. Sa	15:49 MEZ				● Vollmond, Widder
	16:53 MEZ			✓	Uranus (+5.7 <sup>mag</sup> ) in Opposition zur Sonne (Dm. 3.65')



## NOVEMBER 2020 Himmel günstig für Deep-Sky-Objekte vom 6. bis 16. November 2020

Datum	Zeit				Ereignis
1. So	05:00 MEZ	✓	✓	✓	Venus (−4.0 <sup>mag</sup> ) im Ostsüdosten
	05:00 MEZ	✓	✓	✓	Venus (−4.0 <sup>mag</sup> ) geht 16' nördlich an η Virginis (+4.0 <sup>mag</sup> ) vorbei
	06:45 MEZ	✓	✓	✓	Merkur (+1.4 <sup>mag</sup> ) im Ostsüdosten
	17:30 MEZ	✓	✓	✓	Jupiter (−2.2 <sup>mag</sup> ) im Süden
	17:45 MEZ	✓	✓	✓	Saturn (+0.6 <sup>mag</sup> ) im Süden
	17:45 MEZ	✓	✓	✓	Mars (−2.1 <sup>mag</sup> ) im Osten
2. Mo	21:00 MEZ	✓	✓	✓	Mond: 9½° südwestlich der Plejaden
3. Di	06:00 MEZ	✓	✓	✓	Mond: 4° nördlich von Aldebaran (α Tauri)
	20:26 MEZ			✓	Mond: Sternbedeckung ε Tauri (+4.7 <sup>mag</sup> )
4. Mi	06:45 MEZ	✓	✓	✓	Merkur (+0.4 <sup>mag</sup> ) im Ostsüdosten
5. Do	06:00 MEZ	✓	✓	✓	Mond: 7° nordwestlich von Alhena (γ Geminorum)
6. Fr	04:30 MEZ	✓	✓	✓	Venus (−4.0 <sup>mag</sup> ) geht 1° 15' südlich an γ Virginis (+4.4 <sup>mag</sup> ) vorbei
	06:45 MEZ	✓	✓	✓	Merkur (−0.0 <sup>mag</sup> ) im Ostsüdosten
8. So	06:45 MEZ	✓	✓	✓	Merkur (−0.3 <sup>mag</sup> ) im Ostsüdosten
	14:46 MEZ			✓	● Letztes Viertel, Löwe
10. Di	06:45 MEZ	✓	✓	✓	Merkur (−0.5 <sup>mag</sup> ) im Ostsüdosten
11. Mi	06:38 MEZ			✓	Mond: Sternbedeckung v Virginis (+4.2 <sup>mag</sup> )
12. Do	06:45 MEZ	✓	✓	✓	Merkur (−0.6 <sup>mag</sup> ) im Ostsüdosten
13. Fr	05:45 MEZ	✓	✓	✓	Mond: Schmale Sichel 48½ h vor ☉, 8° ü. H.
	07:00 MEZ	✓	✓	✓	Mond: 5° ö. von Venus (−4.0 <sup>mag</sup> ) und 8° nw. von Merkur (−0.7 <sup>mag</sup> )
15. So	06:07 MEZ				○ Neumond, Waage
16. Mo	07:00 MEZ	✓	✓	✓	Merkur (−0.7 <sup>mag</sup> ) im Ostsüdosten
17. Di	00:00 MEZ	✓			Leoniden-Meteorstrom Maximum
19. Do	17:30 MEZ	✓	✓	✓	Mond: 3½° südlich von Saturn (+0.6 <sup>mag</sup> ) und 5° östlich von Jupiter (−2.2 <sup>mag</sup> )
22. So	05:45 MEZ				○ Erstes Viertel, Wassermann
25. Mi	18:00 MEZ	✓	✓	✓	Mond: 6° südlich von Mars (−1.9 <sup>mag</sup> )
26. Do	18:00 MEZ		✓	✓	Mond: 10° östlich von Mars (−1.9 <sup>mag</sup> )
	20:03 MEZ			✓	Mond: Sternbedeckung v Piscium (+4.7 <sup>mag</sup> )
27. Fr	20:30 MEZ			✓	Mond: Sternbedeckung SAO 110537 (+6.5 <sup>mag</sup> )
29. So	18:00 MEZ	✓	✓	✓	Mond: 6½° südlich der Plejaden
30. Mo	08:30 MEZ				Halbschattenfinsternis des Mondes (Grösse: 0.855)
	10:20 MEZ			✓	● Vollmond, Stier







# Auffällig heller Mars

**Am 14. Oktober gelangt der Rote Planet Mars in Opposition zur Sonne. Dabei kommt er der Erde noch einmal recht nahe und leuchtet vorübergehend heller als Jupiter! Fernrohrbesitzer und Planetenfotografen dürfen sich auf einen spannenden Herbst freuen, derweil verschiedene Missionen der Corona-Krise zum Opfer fielen.**

Bis auf 62.07 Millionen km nähert sich die Erde am 6. Oktober dem Roten Planeten bei ihrem diesjährigen Überholmanöver an. Die genaue Oppositionsstellung erfolgt acht Tage später. Im Sternbild der Fische, das keine Sterne heller als  $+3.6^{\text{mag}}$  beherbergt, sticht der rötlich schimmernde Planet geradezu heraus (siehe Sternkarte auf Seite 19). Mit seinen  $-2.7^{\text{mag}}$  Helligkeit übertrifft er jetzt sogar Jupiter an Strahlkraft. Am Teleskop erscheint uns Mars  $22' 56''$  gross, ein Leckerbissen für Astrofotografen! Im Unterschied zu 2018, wo ein globaler Staubsturm die gesamte Marsoberfläche eintrübte, wird man in diesem Herbst kaum zu befürchten haben, keine Details wahrzunehmen. Auch für Sternwartenbesucher, sofern die Observatorien überhaupt wieder öffnen, ist der Rote Planet mit seinen hellen und dunklen Strukturen sowie der weissen Nordpolarkappe ein Leckerbissen!

## VERSCHOBEN AUF 2022

Eigentlich hätte die Europäische Raumfahrtorganisation ESA und die russische Roskosmos diesen Sommer zum Mars abheben wollen. Doch der Aufbruch zum Mars muss jetzt auf Herbst 2022 verschoben werden. Grund: Corona! Während die arabische Mission Al-Amal, welche das Ziel verfolgt, Wetter und Klima des Roten Planeten zu studieren, die chinesische Mission Tianwen-1 mit einem Lander sowie die NASA-Mission Mars 2020 (mit einem Rover) bereits unterwegs sind, hat die europäisch-russische Kooperation entschieden, dass sie mehr Zeit für die Tests ihrer Raumfahrzeuge benötige. Der eigentliche Grund: Die Verschärfung der Corona-Massnahmen kurz vor der letzten Testphase. ExoMars soll nach Spuren von Leben suchen und zu einem besseren Verständnis der Geschichte des Wassers auf Mars beitragen. <

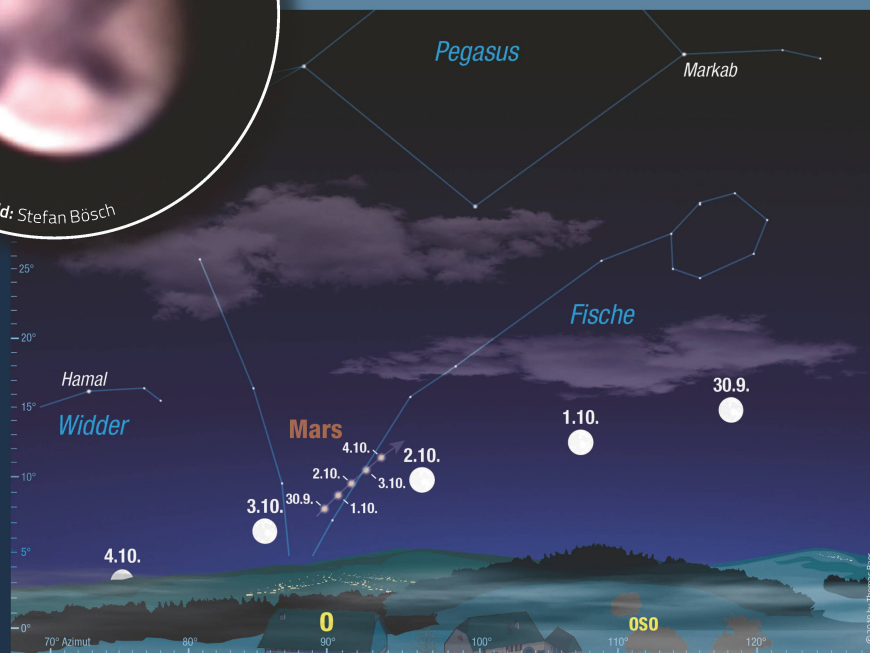
## Der Mondlauf im Oktober 2020



Gleich am Monatsersten verzeichnen wir um 23:05 Uhr MESZ Vollmond. Einen Abend später ist der fast noch volle Mond  $4\frac{1}{2}^\circ$  südwestlich von Mars zu sehen, am 3. abends hat er sich bereits  $8^\circ$  östlich vom Roten Planeten entfernt. Am 4. bedeckt der abnehmende Mond zwischen 01:32 Uhr MESZ und 02:54 Uhr MESZ den  $+4.5^{\text{mag}}$  hellen Stern  $\xi$ , Ceti. Wie man in Abbildung 1 sehen kann, nimmt der Trabant einen relativ südlichen Verlauf und «schleicht» förmlich dem Horizont entlang, verlagert aber seinen Aufgangspunkt immer weiter nach Nordosten. Am 6. trifft der Dreiviertelmond auf Aldebaran und zieht weiter durch den Stier an Al Nath vorbei (am 7.) in die Zwillinge, wo er am 10. das Letzte Viertel erreicht. An diesem frühen Morgen gegen 06:00 Uhr MESZ steht der Mond  $6^\circ$  südwestlich von Pollux und  $8\frac{1}{2}^\circ$  südlich von Kastor. Am 15. können wir gegen 06:30 Uhr MESZ letztmals vor Neumond die schmale Mondsichel in der Morgendämmerung erhaschen. Tags darauf zieht der Mond an der Sonne vorbei und ist mit etwas Glück am Folgeabend kurz vor 19:00 Uhr MESZ in der noch hellen Dämmerung bereits als hauchdünne Sichel wieder zu sehen. Am 22. macht der zunehmende Halbmond  $3^\circ$  südlich von Jupiter und  $7^\circ$  südwestlich von Saturn Halt. Zum Monatsende gibt es einen zweiten Vollmond, einen sogenannten «Blue Moon».



Bild: Stefan Bösch



**Abbildung 1:** Am 1. Oktober 2020 ist Vollmond. Tags darauf trifft der Erdtrabant auf Mars. Wir sehen hier die Situation für 20:45 Uhr MESZ. Bis in die frühen Morgenstunden des 3. gegen 06:30 Uhr MESZ nähert sich der Mond auf rund  $1^\circ$  dem Roten Planeten.

Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien







# Merkurs beste Morgensichtbarkeit

**Noch einmal in diesem Jahr trumpft Merkur gross auf. Zusammen mit der hellen Venus ist er zwischen dem 6. und 18. November in der Morgendämmerung über Ostsüdosthorizont zu sehen. Geübte Beobachter werden ihn auch von blossen Auge identifizieren.**

Merkur ist für Einsteiger in die Astronomie oft eine Herausforderung. Nicht sehr häufig sind die Bedingungen vergleichbar gut wie diesen November. Ab der zweiten Woche kann man sich wunderbar an der hellen Venus und der fast direkt darunter liegenden Spica orientieren. Am Morgen des 6. gegen 06:30 Uhr MEZ ist der flinke Planet fast auf derselben Höhe wie der Jungfraustern zu sehen und strahlt mit  $-0.04^{\text{mag}}$  deutlich heller! Spica ist nur  $+0.9^{\text{mag}}$  hell. An den darauffolgenden Morgen verändert Merkur seine Position bezüglich des Horizonts nur unwesentlich. Einzig seine Helligkeit nimmt rapide auf  $-0.7^{\text{mag}}$  zu. Die grösste westliche Elongation wird am 10. mit  $19^\circ 06'$  erreicht. Wir erleben damit fast den minimalsten Winkelabstand, was damit zusammenhängt, dass Merkur am 2. durch den sonnennächsten Punkt seiner Bahn läuft. Am 13. November verziert die schmale abnehmende Mondsichel die Szenerie (siehe Abbildung 1).

## EIN «HALBMERKUR»

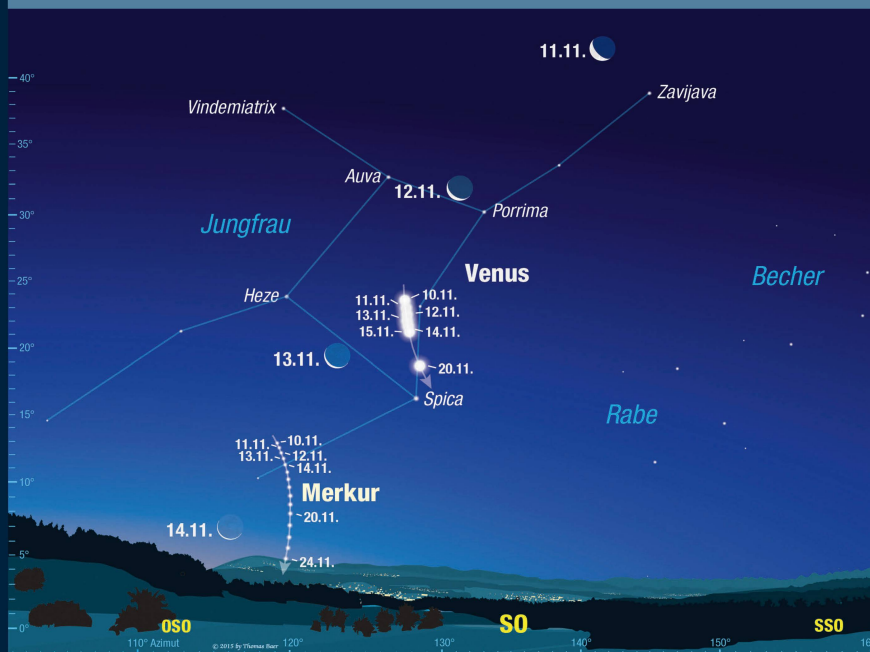
Wer den seltenen Gast am Morgenhimmel mittels Fernrohr anpeilt, wird am 8. einen «Halbmerkur» sehen. Bis zum 20. schrumpft das anfänglich  $7.2''$  grosse Planetenscheibchen auf  $5.3''$ , während die Beleuchtung weiter zunimmt. In der Zwischenzeit haben sich die Beobachtungsbedingungen allerdings verschlechtert. Merkur steuert rasch auf die Sonne zu und verblasst zunehmend in den hellen Bereichen der Morgendämmerung.

Venus verkürzt ihre Morgensichtbarkeit weiter, bleibt uns aber noch bis ins neue Jahr hinein als «Morgenstern» erhalten, wenngleich sie nicht mehr so brillant strahlt, wie noch vor wenigen Monaten. Am Teleskop erscheint sie uns bis zum Monatsende nur noch  $12''$  gross und fast voll beschienen. <

## Der Mondlauf im November 2020



Der Mond ist noch fast voll, wenn er am Monattersten weit südwestlich an den Plejaden vorüberzieht. Am 3. sehen wir ihn frühmorgens  $4^\circ$  nördlich von Aldebaran. Er durchquert die Zwillinge und den Krebs, ehe am 8. das Letzte Viertel im Löwen erreicht wird. Am Morgen des 9. gegen 06:00 Uhr MEZ sehen wir den Trabanten  $5\frac{1}{2}^\circ$  nordwestlich von Regulus. Die abnehmende Mondsichel passiert das Sternbild der Jungfrau, wo sie am 13. auf Venus, Merkur und Spica trifft (siehe Abbildung 1). Wer einen flachen Ostsüdosthorizont hat, wird den extrem schmalen Sichelmond am 14. noch erspähen können. Schon tags darauf verzeichnen wir Neumond. Zurück am Abendhimmel, trifft die zunehmende Mondsichel am 19. auf Jupiter und Saturn. Das Erste Viertel wird am 22. im Sternbild Wassermann erreicht. Drei Tage später zieht der Dreiviertelmond weit südlich am Roten Planeten Mars vorüber. Zum Monatsletzen hin ist der Mond wieder voll. Dabei streift er den Halbschatten der Erde und wird gegen 10:42 Uhr MEZ – bei uns nicht beobachtbar – etwas verdüstert. Es ist dies bereits die vierte und zugleich letzte Mondfinsternis in diesem Jahr. Sie ist praktisch nur vom Pazifik aus und in den angrenzenden Regionen zu sehen. Wir müssen uns bis zur nächsten Mondfinsternis noch etwas gedulden; sie findet am Morgen des 16. Mai 2022 statt.



**Abbildung 1:** Venus strahlt noch immer hell als «Morgenstern» über dem Jungfrauhauptstern Spica. Ausgehend von diesen beiden Gestirnen, kann man auch als weniger geübter Beobachter etwas schräg links unterhalb den auffälligen Merkur erspähen.

Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien

### Die ersten Vorboten des Winters



Immer, wenn in den Abendstunden im Ostnordosten die Plejaden aufgehen und sich Mitte November gegen 21:30 Uhr MEZ das Sternbild Orion aus dem Horizontdunst befreit, ist dies ein untrügliches Zeichen dafür, dass der Winter bald vor der Tür steht. Während der «sommerliche» Schwan im Sturzflug dem Westhorizont entgegenfliegt, sind in Ostrichtung bereits die hellen Sterne der Wintersternbilder zu sehen. Capella im Fuhrmann nähert sich immer mehr dem Zenit, gefolgt von den beiden Zwillingssternen Pollux und Kastor. Etwas südöstlich der eingangs erwähnten Plejadensterngruppe finden wir den offenen Sternhaufen der Hyaden, der gleichsam den Kopf des Stiers mit dem rötlichen «Stierauge» Aldebaran formt. Hoch im Süden steht der Pegasus mit der angrenzenden Andromeda. Viel schwächer erkennt man darunter das filigrane Sternbild der Fische mit dem hellen Mars.



**Abbildung 2:** Die Planetenpositionen gelten am 15. November 2020.

**Grafik:** Thomas Baer, ORIONmedien

**Sternkarte November 2020**

1. November 2020, 23 h MEZ  
16. November 2020, 22 h MEZ  
1. Dezember 2020, 21 h MEZ

### Nur noch 3° auseinander!

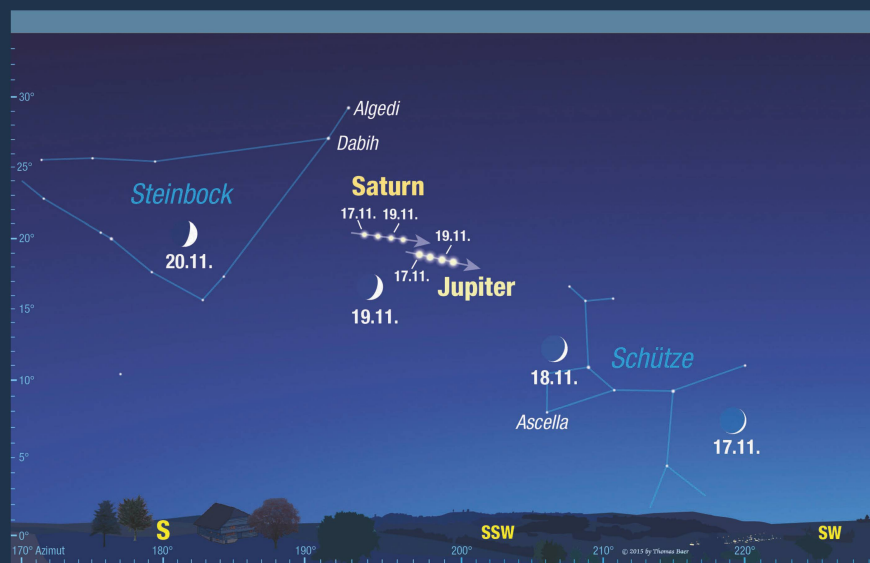


Jupiter ist zusammen mit Mars der strahlende Glanzpunkt am Abendhimmel. Rund 40 Minuten nach Sonnenuntergang findet man ihn im Südsüdwesten, eng begleitet von seinem lichtschwächeren Kontrahenten Saturn. Die Sichtbarkeitsdauer der beiden immer näher zusammenrückenden Planeten verkürzt sich im November weiter. Nichtsdestotrotz kann man das Planetenduo dank der noch stets früher einsetzenden Abenddämmerung während gut drei Stunden beobachten.

Jupiter rückt im Laufe des Monats bis auf 3° an Saturn heran. Am 19. ergibt sich ein reizvoller Anblick, wenn sich die Mondsichel zum Planetenpaar gesellt.



Bild: Thomas Baer



**Abbildung 3:** Jupiter und Saturn stehen über dem Südhorizont, wenn ihnen am 19. November die zunehmende Mondsichel gegen 17:30 Uhr MEZ begegnet.

**Grafik:** Thomas Baer, ORIONmedien



## Lösung: Der «indirekte» Sonnenuntergang

Beim letzten Astor rätsel ging es um eine Spiegelung, die ich am 25. April 2020 zwischen 20:09 bis ca. 20:11 Uhr MESZ von meinem Balkon in Schwarzenberg (Bregenzerwald) aus in Blickrichtung 38° auf dem 7.91 km entfernten Schweizberg ob Langenegg beobachtete. Im Haus Nr. 81 spiegelte sich die abendliche Sonne, während Schwarzenberg bereits im Schatten des Hochälpele lag. Das Haus auf dem Schweizberg liegt auf 900.3 m ü. A., mein Balkon genau auf 701.5 m ü. A.

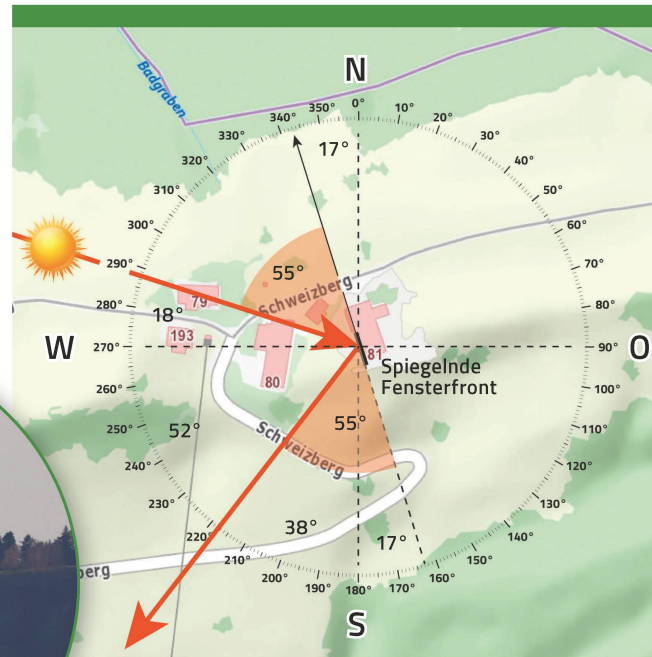
### Lösungen:

Die erste Aufgabe, nämlich die Richtung der Sonne (Azimut) am 25. April 2020 um 20:10 Uhr MESZ herauszufinden, war einfach mit dem Reflexionsgesetz zu lösen. Von meinem Balkon aus fiel der Lichtstrahl aus Azimut = 38° ein. Diesen Winkel müssen wir folglich in die Windrose (Abbildung 1) übertragen, und zwar von Süden her. Der ausfallende Lichtstrahl verlässt somit die Fensterfront in Richtung 218° (180° + 38°). Da wir wissen, dass die spiegelnde Fensterfront 17° gegen Nordwesten verdreht ist, können wir den entscheidenden Ausfallswinkel zu 55° berechnen (17° + 38°). Um das Azimut der Sonne herauszufinden, können wir nun von Norden her die 17° + 55° von 360° abziehen und erhalten so die Sonnenrichtung 288°.

Für die Lösung der zweiten Aufgabe bemühen wir die Trigonometrie. Um den Höhenwinkel  $\alpha$  zu berechnen, brauchen wir die Längen der An- und Gegenkathete. Die Ankathete ist die Basislänge zwischen Schweizberg und dem Beobachtungsort (Luftlinie), nämlich 7'910 m. Die Gegenkathete entspricht dem Höhenunterschied der beiden Orte, in diesem Fall 198.8 m. Jetzt lässt sich der Höhenwinkel ausrechnen:  $\alpha = \cot(a/b) = \cot(198.8 \text{ m} / 7'910 \text{ m}) = \cot(0.025...) = 1.44^\circ$ . Somit haben wir gleich die Sonnenhöhe berechnet, da nach dem Reflexionsgesetz gilt: «Einfallswinkel gleich Ausfallswinkel».

### ÜBERPRÜFUNG DER ERGEBNISSE

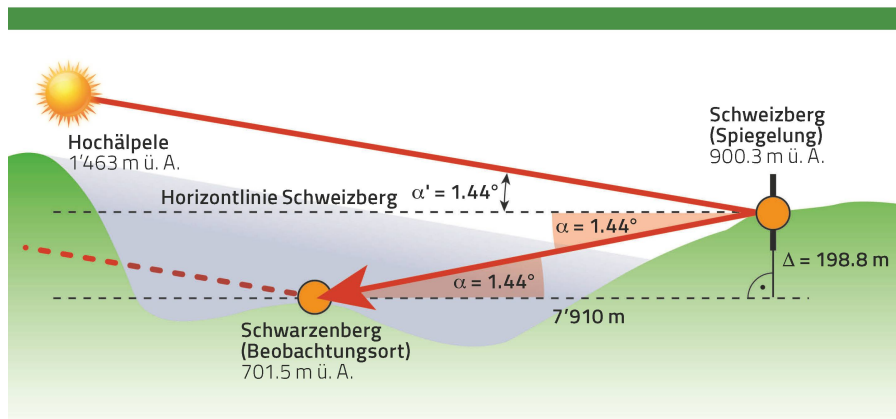
Natürlich ist es immer spannend, die Ergebnisse mit einem astronomischen Simulationsprogramm zu vergleichen. Die Sonnenhöhe ist vom Beobachtungsort abhängig. Also musste ich im Programm Starry Night Pro



**Abbildung 1:** Das Reflexionsgesetz dient uns beim Finden der Sonnenrichtung. Ein- und Ausfallswinkel (hellrot) sind gleich.

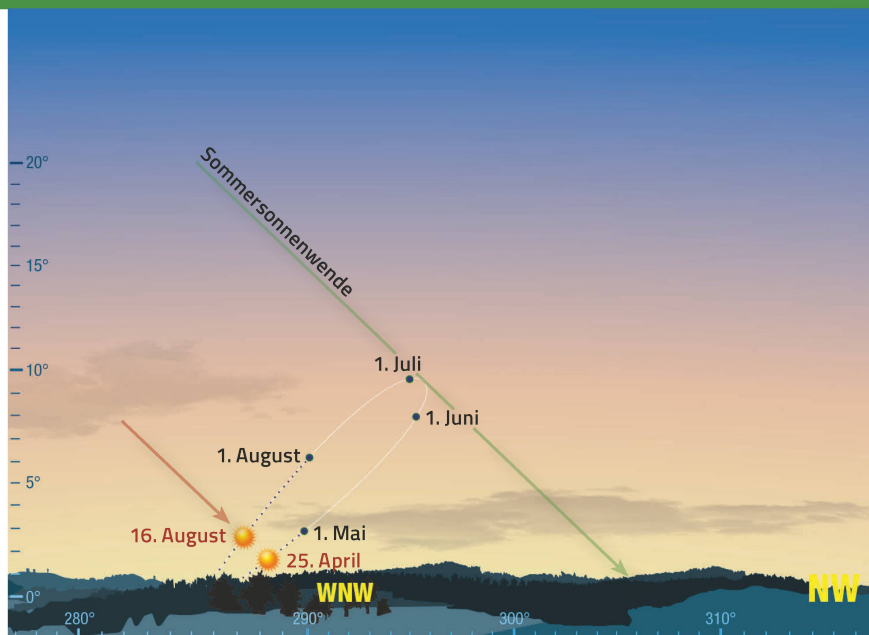
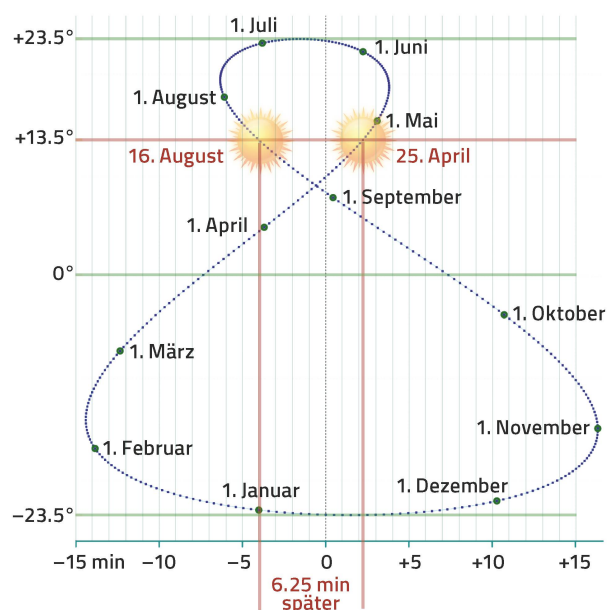
Bild und Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien

die Koordinaten sowie die Höhe von Schweizberg ob Langenegg eingeben (47°28'16.32" Nord und 9°55'2.64" Ost). Das Ergebnis ist erstaunlich genau. Am 25. April 2020 stand die Sonne um 20:10 Uhr MESZ in Richtung 288.5° und hatte eine Höhe von 1° 25' (oder 1.42°). Die äusserst geringen Abweichungen liegen in der Toleranz der Messgenauigkeit. Ausserdem erscheint uns die Sonne  $\frac{1}{2}^\circ$  gross und die intensivste Phase der Spiegelung dauerte gute 2 Minuten von 20:09 Uhr bis 20:11 Uhr MESZ. In dieser Zeit veränderte sich die Sonnenhöhe von 1° 34' (1.57°) auf 1° 16' (1.27°) und das Azimut von 288° 24' (288.4°) auf 288° 46' (288.8°). Wir haben es hier nicht mit einem einzelnen Lichtstrahl, sondern mit einem ganzen Strahlenbündel zu tun, das vergleichbar dem Lichtkegel, der durch das Elmer Martinsloch auf die Landschaft fällt, eine gewisse Breite hat. Auch die 2 Minuten Dauer passen gut, denn so lange benötigt die Sonne etwa, durch die Erdrotation ihren eigenen scheinbaren Durchmesser am Himmel zurückzulegen.



**Abbildung 2:** Die geometrische Situation, diesmal in der Seitenansicht. Mit Hilfe der Trigonometrie lässt sich der Höhenwinkel  $\alpha$  und damit die Sonnenhöhe berechnen.

Bild und Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien



**Abbildung 3:** Mit Hilfe des Analemmas (links) findet man die analoge «Spätsommer-Situation». Die Sonne muss dieselbe Deklination wie am 25. April 2020 haben. In der rechten Horizontdarstellung ist das Analemma lagerichtig und massstabsgetreu gezeichnet. Wir sehen, dass die Sonne am 16. August um 20:10 Uhr MESZ noch etwas mehr als 2° über dem Horizont steht und das Azimut 288° noch nicht ganz erreicht hat.

Grafiken: Thomas Baer, ORIONmedien

### WANN FINDET DAS «SPÄTSOMMER-EREIGNIS» STATT?

Wir kennen das Phänomen der Sonnenlöcher, wo zwei Mal jährlich das Ereignis beobachtet werden kann. Wir sprechen von einer Ereignis-Symmetrie. Wenn wir nochmals das Elmer Martinsloch herbeiziehen, so scheint die Sonne im Frühjahr am 12./13. März und im Herbst am 30. September und 1. Oktober durch das 22 m hohe Felsenfenster am Fusse des Grossen Tschingelhorns. Die Ursache der Wiederholung dieses Ereignisses liegt am Umstand, dass die Sonne einerseits während eines Jahres zwischen  $-23.5^\circ$  (Wintersonnenwende) auf  $+23.5^\circ$  (Sommersonnenwende) hin und her pendelt, andererseits aber im Zusammenspiel von ungleicher Bahngeschwindigkeit der Erde und konstanter Erdrotation einmal etwas eher den Mittagsmeridian passiert, dann wieder verspätet. Würden wir die Sonne während eines Jahres Tag für Tag immer zum selben Zeitpunkt fotografieren, zeichnete sie eine geschwungene Acht an den Himmel; das Analemma. Für Sonnenuhren ist diese Zeitgleichung, also das Vorseilen oder Hinterherhinken, von Bedeutung. Auch wir müssen dies bei der Überlegung der dritten Aufgabe berücksichtigen. Nur an vier Tagen im Jahr, nämlich am 23. Dezember, 14. April, 13. Juni und am 31. August stimmen die wahre Sonnenzeit oder wahre Ortszeit (WOZ) mit der künstlichen mittleren Sonnenzeit («mechanische Zeit») oder mittlere Ortszeit (MOZ) überein.

Kommen wir auf «unsere Ereignis-Symmetrie» zurück. Am 25. April 2020 hatte die Sonne eine Deklination von  $+13\frac{1}{2}^\circ$ . Wir müssen also den analogen Zeitpunkt im Hochsommer finden, an dem die Sonne wieder  $+13\frac{1}{2}^\circ$  Deklination inne hat. Dies ist am 16. August der Fall. Aufgrund der Zeitgleichung wird sich das Ereignis jedoch rund 6 Minuten verspäten. Die Sonne wird erst um 20:16 Uhr MESZ das Azimut  $288^\circ$  und die Höhe  $1.44^\circ$  durchlaufen.

In Abbildung 3 ist rechts die Situation dargestellt, wie sie sich uns am Abend des 25. April 2020 um 20:10 Uhr MESZ präsentierte. Die Sonne habe ich in den Punkt (Azimut)  $288^\circ$  und  $1.4^\circ$  gerückt und dabei das Analemma massstäblich und lagerichtig ausgerichtet. Zur selben Zeit steht die Sonne am 16. August 2020 noch bei Azimut  $287.5^\circ$  und auf einer Höhe von ca.  $2.5^\circ$ . Bis sie den Punkt  $288^\circ$  und  $1.4^\circ$  durchschreitet, verstreichen tatsächlich gut 6 Minuten, was auch das Programm Starry Night Pro bestätigt. Am 16. August 2020 um 20:16 Uhr MESZ hat die Sonne auf dem Schweizberg ein Azimut von  $288^\circ 27'$  ( $288.4^\circ$ ) und eine Höhe von  $1^\circ 23'$  ( $1.38^\circ$ ). ◀

ORION-Leser *Jürg Krieg* hat die richtigen Lösungen eingesandt! Wir gratulieren dem Gewinner herzlich und hecken bereits neue Rätsel aus.



## Sensationell sichtbare Milchstrasse in Winterthur!

In Sterngucker-Kreisen hält sich hartnäckig die Meinung, dass in Stadtnähe nur noch gerade die hellsten Sterne sichtbar sind. Tatsächlich hat durch die Urbanisierung gerade in den Städten die Lichtverschmutzung stark zugenommen. Doch die vor mehr als 40 Jahren gebaute Sternwarte Eschenberg, die mitten ziemlich abgeschieden in der ausgedehnten Waldlichtung des Winterthurer Hausberges liegt, erlebt trotz ihrer Stadtnähe immer wieder eigentliche Sternstunden. So hat der Leiter der Sternwarte mit dem 60cm-«Heuberger»-Astrografen schon mehrere Asteroiden weit jenseits der 20. Grössenklasse dokumentiert. Diese Leuchtkraft entspricht der einer Kerze, wenn man sie aus 10'000 Kilometern Distanz betrachtet!

Und in den sternklaren Nächten des vergangenen August gelang *Dani Luongo*, einem weiteren langjährigen Mitarbeiter und Fotospezialisten der Winterthurer Sternwarte, mit einer neuerworbenen, extremen Weit-

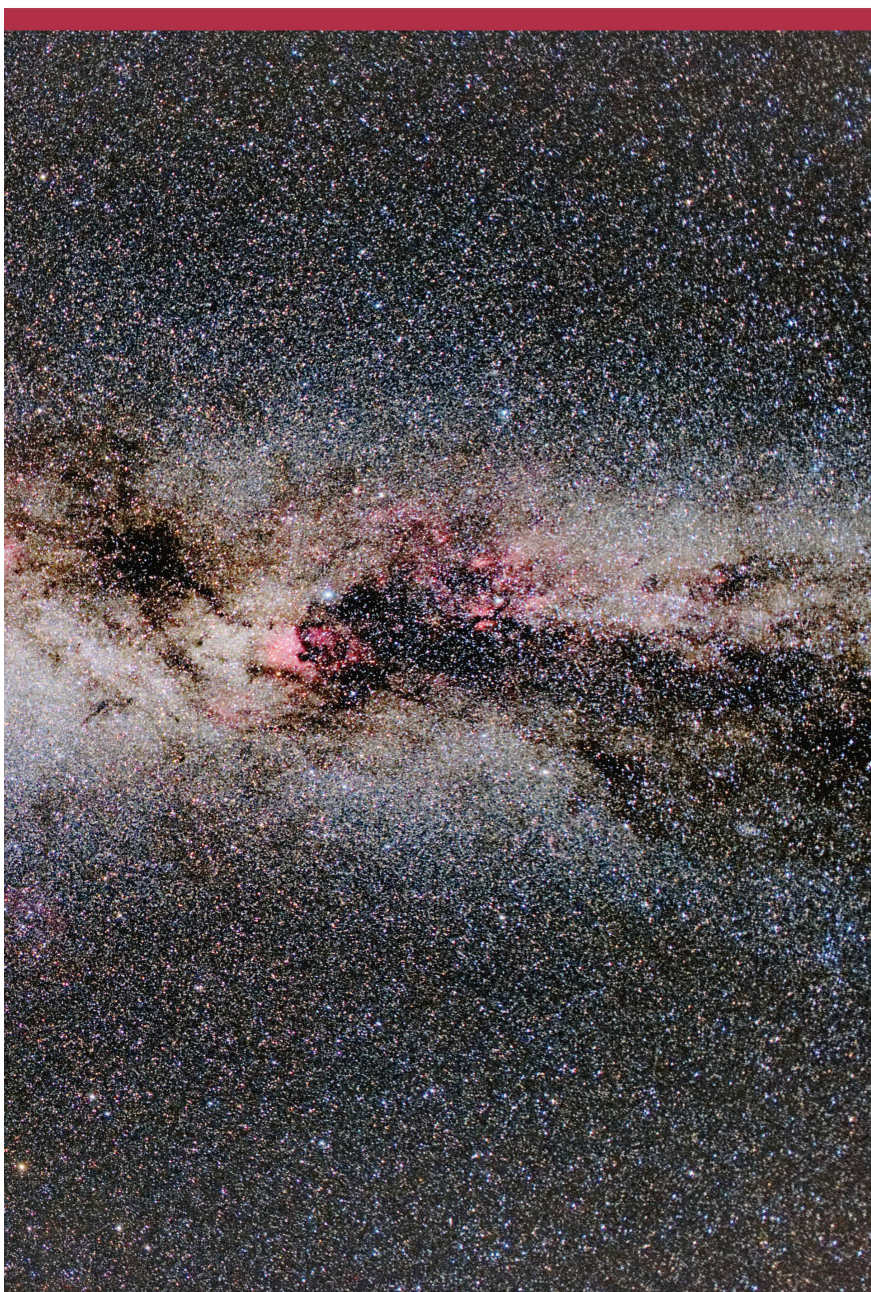
winkeloptik ein weiterer Coup: Sein aus 15 Einzelaufnahmen zusammengesetztes Foto der nördlichen Milchstrasse zeigt unglaublich viele Details, die sonst selbst mit viel grösseren Optiken niemals in dieser Detailfülle zu erfassen sind. Allerdings investierte der erfahrene Astrofotograf auch enorm viel Zeit: Alleine für die Montage und Nachbearbeitung dieses Fotomosaiks sass er volle sechs Stunden am Computer! ◀





## Wo man die Milchstrasse noch wirklich sieht

Uns Astronomen ist längst bewusst, welchen Einfluss die Lichtdome über Dörfern und Städten auf den Blick zum Sternenhimmel haben. Das spektakuläre Bild von *Dani Luongo* macht deutlich, was wir sehen würden, wenn es hierzulande noch wirklich dunkel wäre! Erst kürzlich hatte ich dieses Erlebnis selber wieder: Während im Unterland infolge des Flughafens und der Agglomeration von Zürich bis auf die helleren Sterne und Planeten kaum mehr etwas in Südrichtung sichtbar war, staunte ich umso mehr, als ich im dunkeln Bregenzerwald die Schützwolke und die gesamte Sommermilchstrasse bis an den Horizont deutlich sehen konnte. Natürlich ist die zunehmende Lichtverschmutzung die direkte Folge einer regen Bautätigkeit. Im Schweizer Mittelland verschmelzen einzelne Dörfer zunehmend, klare Grenzen sind kaum mehr erkennbar, was auch ein Blick auf die Lichtverschmutzungskarte zeigt. An den meisten Orten ist der Nachthimmel in Zenitnähe im Vergleich zur natürlichen Helligkeit des Nachthimmels zwischen 128% und 256% aufgehellt, in den Zentren der grossen Städte sogar 1'020% bis 2'050%! Dem gegenüber sind der Bregenzerwald und das angrenzende Oberallgäu mit 16% bis 32% effektiv noch dunkel. Was auffällt: Überlandstrassen werden hier nicht beleuchtet, und auch in den Dörfern sind meist nur die Hauptkreuzungen dezent erhellt. Ein Blick auf die Europakarte zeigt auch, dass Österreich praktisch das einzige Alpenland mit relativ geringer Lichtemission ist. Oft wird dabei vergessen, dass unser östliche Nachbar eine halb so hohe Bevölkerungsdichte wie die Schweiz hat! Kein Wunder, wenn sich eine vergleichbare Einwohnerzahl auf eine rund doppelt so grosse Fläche verteilt. Aber auch in Österreich ist man auf die Thematik der Lichtverschmutzung sensibilisiert. So arbeitet etwa die Kuffner-Sternwarte mit ihrem Lichtmess-Netzwerk im Projekt Lebensraum Naturnacht mit dem Naturhistorischen Museum Wien (NHM) zusammen. (Thomas Baer)



**Abbildung 1:** Die nördliche Sommermilchstrasse von den Sternbildern Schwan (rechts) bis zum Fuhrmann (links). Sehr schön erkennbar sind im Schwan gleich mehrere, deutlich rot leuchtende Wasserstoff-Gaswolken, dann in der Bildmitte unten die spindelförmige Andromeda-Galaxie. Links zeigt sich der markante rote California-Nebel und in der linken unteren Bildecke das Sterngrüppchen der Plejaden im Sternbild Stier.

Bild: Dani Luongo / Sternwarte Eschenberg



Der Mond ist geologisch nicht erstarrt

# Hinweise auf aktives tektonisches System auf dem Mond

**Vermutet wird, dass der Mond schon lange tot ist. Forscher haben nun jedoch Bergrücken entdeckt, auf denen frisch freigelegte Felsbrocken verstreut sind. Laut den Forschern könnten diese Grate Beweise für seismische Aktivitäten auf dem Mond sein, die vor 4.3 Milliarden Jahren in Gang gesetzt wurden und die heute noch andauern könnten. Adomas Valantinas, Doktorand an der Universität Bern, leitete die Forschungsarbeiten während seinem Aufenthalt als Gastwissenschaftler an der Brown University.**

Die neu entdeckten Bergrücken auf der erdzugewandten Seite des Mondes sind bedeckt mit frisch freigelegtem Mondgestein. Laut den Forschern könnten die Grate ein Beweis für aktive lunare tektonische Prozesse sein, gewissermassen das «Echo» eines längst vergangenen Einschlags, der den Mond vor 4.3 Milliarden Jahren fast zerrissen hätte.

## ES KNIRSCHT NOCH IMMER AUF DEM MOND

«Vermutet wird, dass der Mond schon lange tot ist. Wir stellen aber immer wieder fest, dass dies wohl nicht der Fall ist», sagt *Peter Schultz*, Professor am Department of Earth, Environmental and Planetary Sciences der Brown University und Mitautor der Studie, die in der Zeitschrift *Geology* veröffentlicht wurde. «Aus unserer Studie geht hervor, dass es auf dem Mond wohl noch immer knirscht und knackt. Beweise dafür haben wir auf den neu entdeckten Bergrücken gefunden».

Der grösste Teil der Mondoberfläche ist mit pulverförmigem, zermahlenem Gestein – dem sogenannten Regolith – bedeckt. Diese Decke ist durch den ständigen Beschuss mit winzigen Meteoriten und anderen Himmelskörpern entstanden. Es gibt nur wenige Gebiete, die frei von Regolith

sind und wo das Grundgestein des Mondes freigelegt ist.

*Adomas Valantinas*, Doktorand am Physikalischen Institut an der Universität Bern, der die Forschungsarbeiten leitete, während er als Gastwissenschaftler an der Brown University tätig war, nutzte die Daten des Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) der NASA: «Ich entdeckte innerhalb und um die dunklen Tiefebene, die sogenannten Mare, seltsame kahle Flecken.»

Für die Studie verwendete *Valantinas* das Diviner-Instrument des Mond-Orbiters LRO, das die Temperatur der Mondoberfläche misst. So wie betonbedeckte Städte auf der Erde mehr Wärme speichern als die Landschaft, so bleiben freiliegendes Grundgestein und Blöcke auf dem Mond während der Mondnacht wärmer als Regolithbedeckte Oberflächen. Mit Hilfe der nächtlichen Beobachtungen von Diviner fand *Valantinas* mehr als 500 Flecken mit freiliegendem Mondgestein auf den schmalen Bergrücken entlang der Mare.

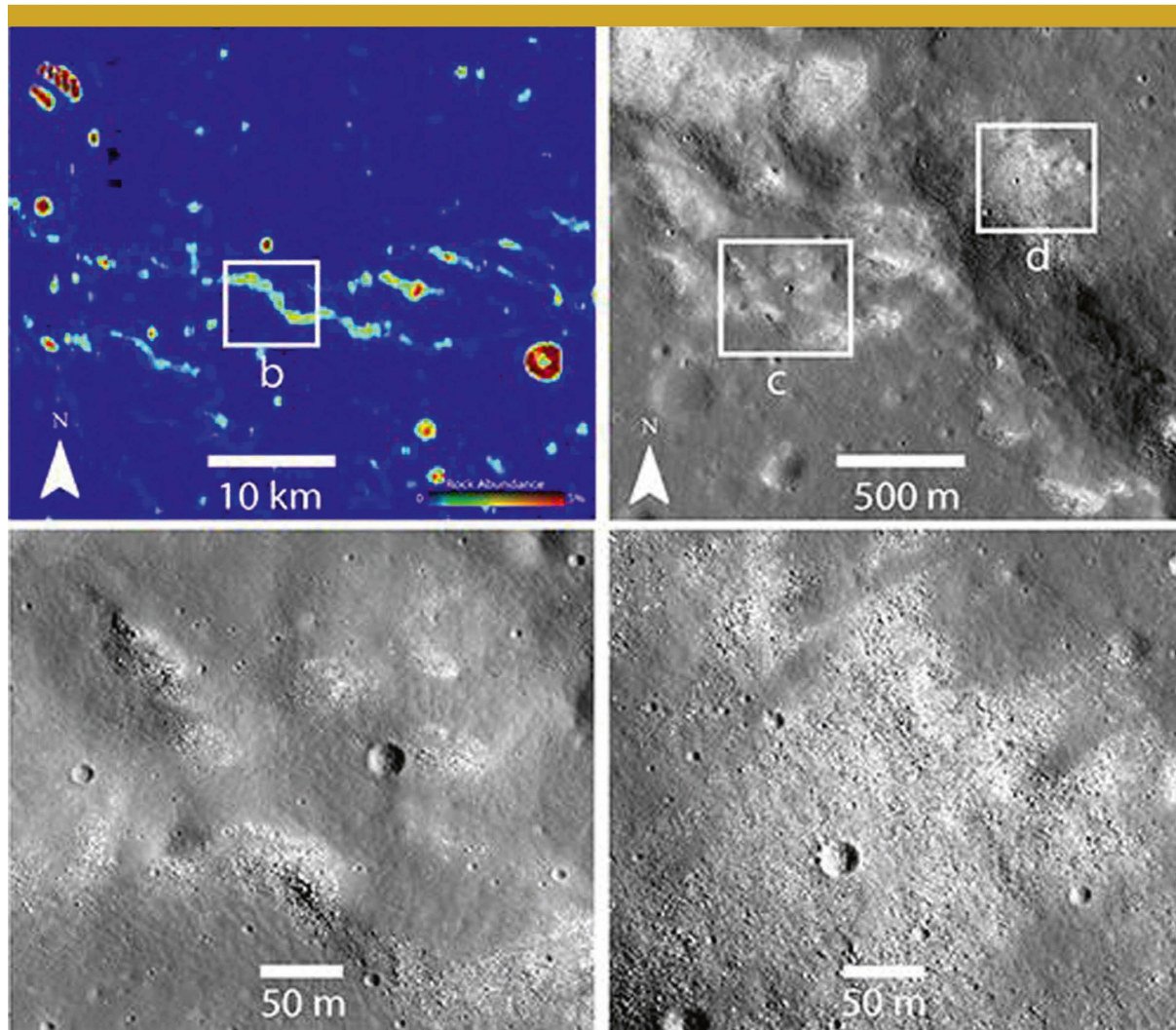
## ÜBEREINSTIMMUNG MIT ALTEN RISSEN, DURCH DIE MAGMA FLOSS

Einige mit freiliegendem Grundgestein bedeckten Hügelkämme seien bereits zuvor bekannt gewesen, sagt *Schultz*. Aber diese Grate befanden sich an den Rändern

alter, mit Lava gefüllter Einschlagbecken und könnten durch ein anhaltendes Absacken als Reaktion auf das durch die Lava-schüttung verursachte Gewicht erklärt werden. «Die Bergrücken mit dem freigelegten Gestein, die wir gefunden haben, verlangen nach einer anderen Erklärung», sagt *Schultz*.

*Valantinas* und *Schultz* haben die aufgrund der Diviner-Daten entdeckten Bergrücken kartiert und eine interessante Korrelation gefunden mit alten Rissen in der Mondkruste, die die GRAIL-Mission der NASA 2014 entdeckt hatte. Diese Risse waren zu Kanälen geworden, durch die Magma auf die Mondoberfläche floss und tiefe Einfurchungen bildete. Die beiden Wissenschaftler zeigen in der aktuellen Studie auf, dass die freigelegten Grate nahezu perfekt mit den von GRAIL entdeckten tiefen Einfurchungen übereinstimmen. «Es ist fast eine Eins-zu-Eins-Korrelation», sagt *Schultz*. «Das lässt uns glauben, dass die Bergrücken mit freigelegtem Gestein, die wir entdeckt haben, das Resultat eines fortlaufenden Prozesses sind, der von den Ereignissen im Inneren des Mondes angetrieben wird.»

*Schultz* und *Valantinas* vermuten, dass sich die Bergkämme über diesen alten Einfurchungen immer noch nach oben wölben. Die Aufwärtsbewegung bricht die Oberfläche auf und ermöglicht es dem Regolith, in



**Abbildung 1:** Infrarot- (oben links) und andere Bilder vom Lunar Reconnaissance Orbiter der NASA zeigten seltsame kahle Stellen, an denen der allgegenwärtige Mondstaub fehlt. Die Flecken deuten auf einen tektonischen Prozess hin.

Bild: NASA

Risse und Hohlräume zu rieseln, wobei Felsblöcke freigelegt werden. Da kahle Stellen auf dem Mond ziemlich schnell überdeckt werden durch Regolith, der sich ablagert, müsse diese Rissbildung noch recht jung sein und möglicherweise sogar heute noch andauern.

#### DAS LANGE GEDÄCHTNIS DES MONDES

Die beiden Forscher bezeichnen das System der Bergrücken als ANTS, für Active Nearside Tectonic System. Sie glauben, dass das ANTS tatsächlich vor Milliarden von Jahren von einem gigantischen Einschlag auf der Rückseite des Mondes in

Bewegung gesetzt wurde. «Es sieht so aus, als ob die Grate auf etwas reagierten, was vor 4.3 Milliarden Jahren geschah», erklärt *Schultz*. «Riesige Einschläge haben langanhaltende Auswirkungen. Der Mond hat ein langes Gedächtnis. Was wir heute an der Oberfläche sehen, zeugt von seinem langen Gedächtnis und den Geheimnissen, die er noch immer birgt», so *Schultz* weiter.

*Valantinas* ergänzt: «An den von uns entdeckten Standorten wird Grundgesteinsmaterial aus Mondbasalten zu finden sein, das die Astronauten der Apollo-Missionen damals nicht mit zurück zur Erde brachten.» Die Proben der Astronauten seien leicht einzusammeln gewesen, sagten aber nicht viel

über die lokale Geologie aus, da man nicht exakt wisse, woher sie stammten. «Die Astronauten konnten nicht zu gefährlicheren Stellen wie steilen Kraterwänden gehen, an denen das darunter liegende Grundgestein freigelegt ist. Wenn wir auf den Mond zurückkehren, sind diese Standorte mit freiliegenden Felsblöcken von grosser Bedeutung, da Proben von dort uns viele neue Informationen über den Mond liefern werden.» <



Die schönsten Momente

# Komet NEOWISE

**Überraschkomet NEOWISE hat uns viele ästhetische Momente beschert. Wir zeigen hier eine Auswahl der schönsten Bilder.**

Komet NEOWISE lockte viele ORION-Leserinnen und -Leser aus den Federn, als sich der prächtige Schweifstern am Morgenhimmel zeigte. In der zweiten Julihälfte konnte man ihn auch am Abendhimmel sehen. «Kurz vor der Coronazeit konnte eines der Hauptteleskope der Sternwarte der Kantonschule Heerbrugg (SG) nach zwei Jahren renoviert werden. Das neue Instrumentarium umfasst nun ein CDK 20 von Planewave auf einer 10 Micron-Montierung und ein RASA 8 von Celestron mit einer Atik-Colour Kamera. In der Coronazeit konnte in vielen Nachtstunden alles eingerichtet, justiert und getestet werden.

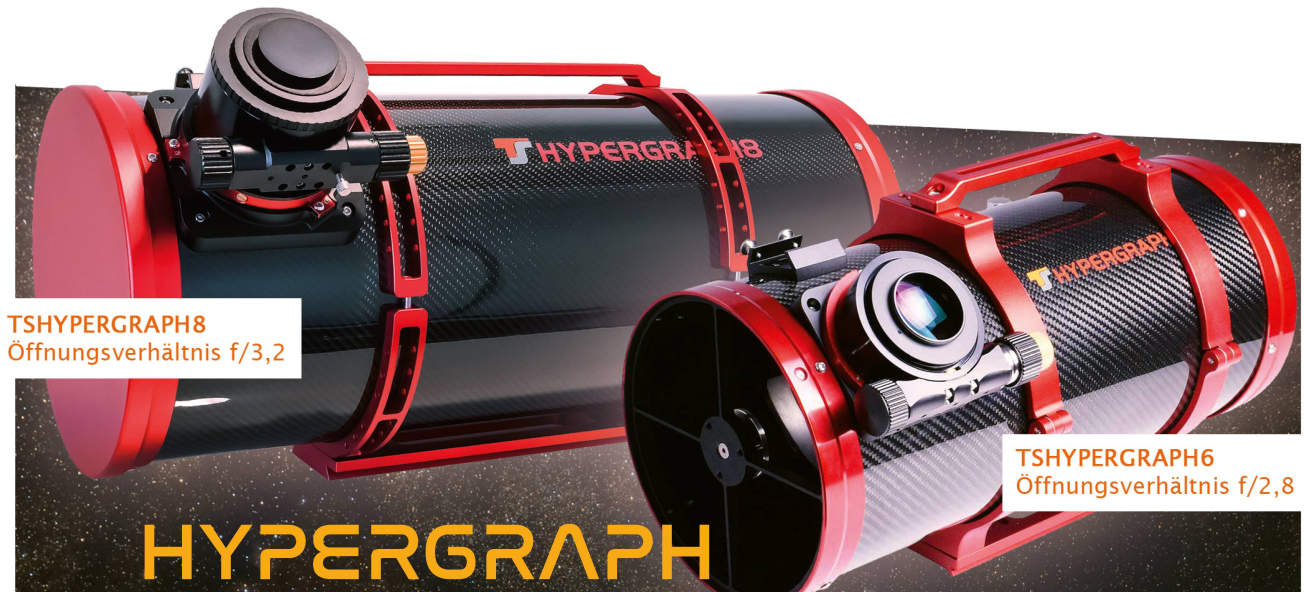
Im Sommer war alles parat für den Einsatz und kam bei der Beobachtung des sensationellen Kometen NEOWISE zum Einsatz. Es sind einige hübsche Bilder entstanden, über die sich der aktuelle Astro-Praktikumskurs der Kantonsschule Heerbrugg zu Anfang des Schuljahres gebeugt, die Bilder genauer analysiert und aufbereitet hat», schreibt *Benedikt Götz*, Hauptlehrer für Mathematik, Physik und Astronomie an der Kantonsschule Heerbrugg. <

**Abbildung 1:** Komet NEOWISE am 18. Juli 2020 über dem Bodensee.

**Bild:** Andreas Walker



Ihr starker Partner für die Astrofotografie.

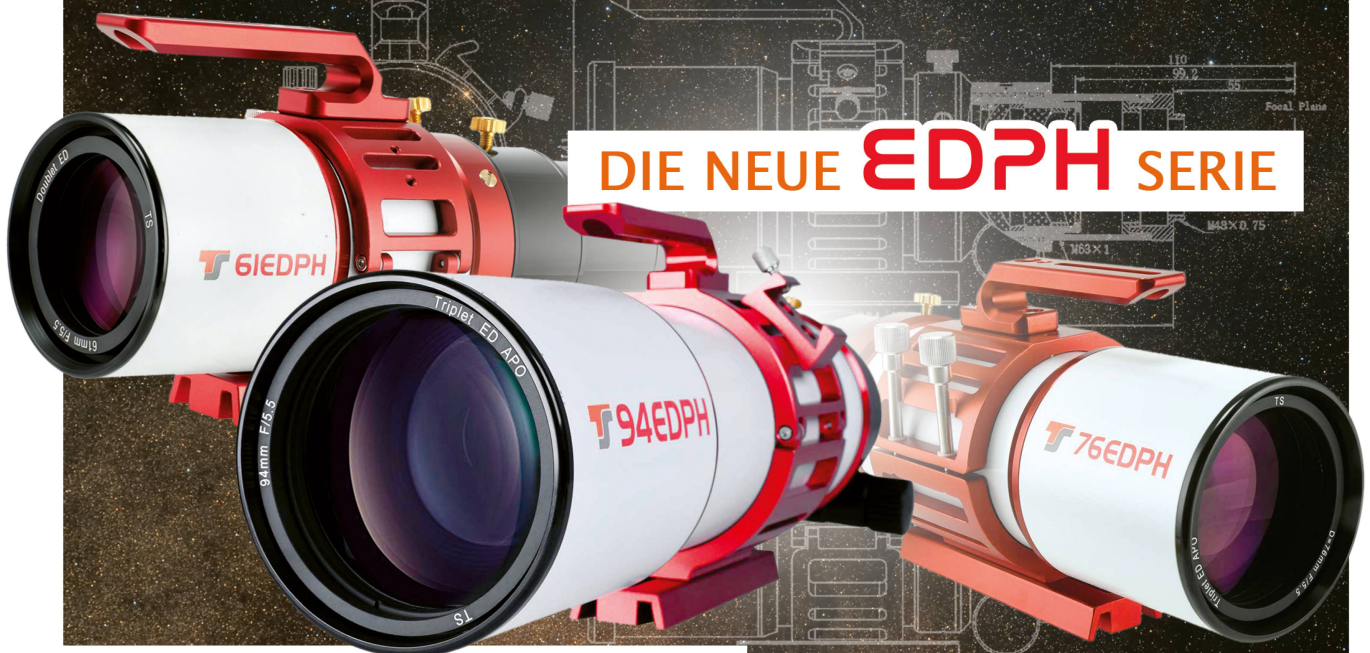


TSHYPERGRAPH8  
Öffnungsverhältnis f/3,2

TSHYPERGRAPH6  
Öffnungsverhältnis f/2,8

## HYPERGRAPH

Ultraschnelle hyperbolische Flatfield-Astrographen mit Carbontubus



## DIE NEUE EDPH SERIE

Lichtstarke f/4.5 vollkorrigierte Flatfield-APOS  
für die Astrofotografie

[teleskop-express.de](http://teleskop-express.de)

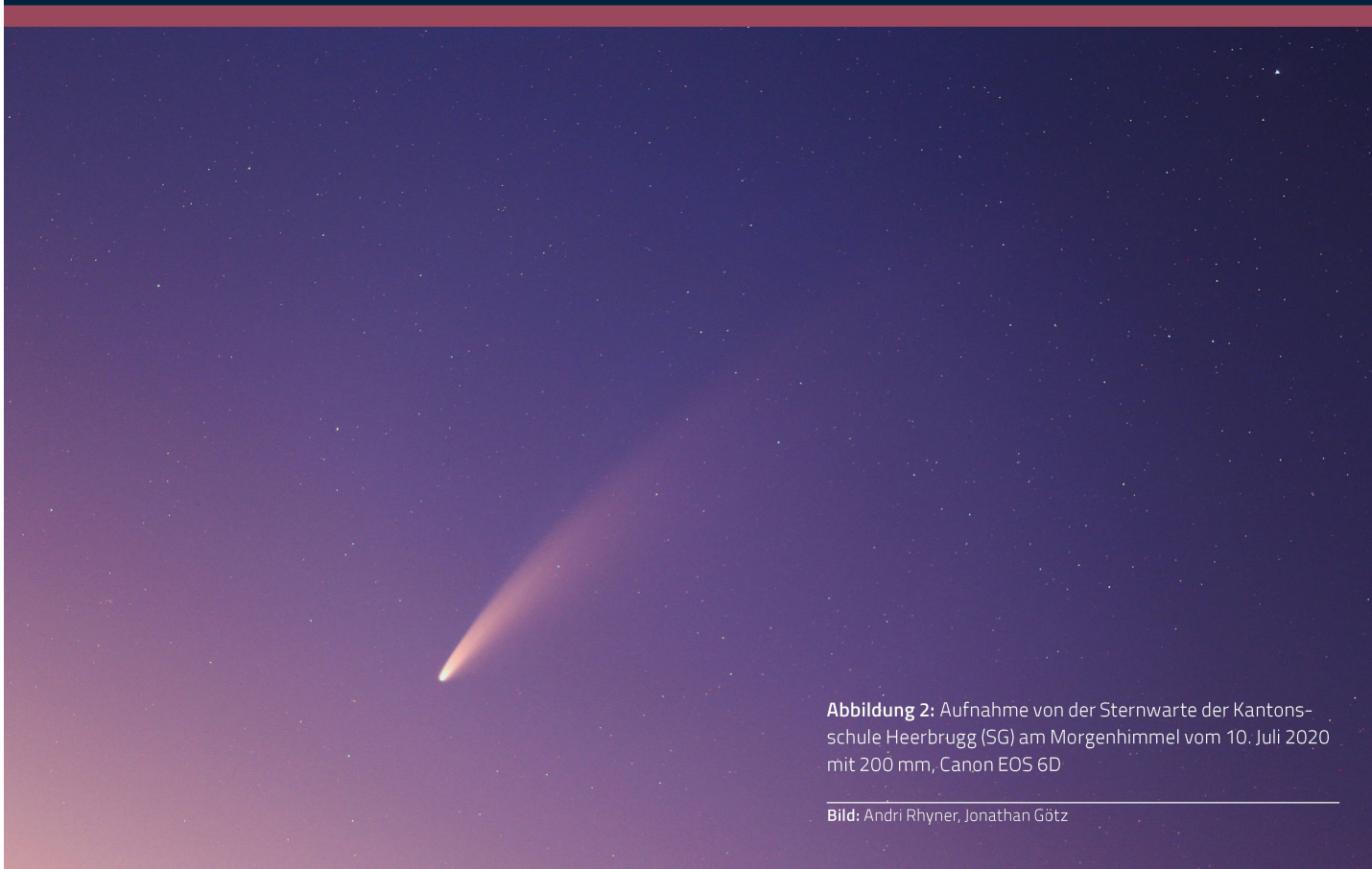
Teleskop-Service Ransburg GmbH  
Von-Myra-Straße 8  
DE-85599 Parsdorf bei München

[info@teleskop-service.de](mailto:info@teleskop-service.de)  
[www.teleskop-express.de](http://www.teleskop-express.de)  
+49 89 - 99 22 875 0



Teleskop-Service Ransburg  
Faszination Weltall & Natur





**Abbildung 2:** Aufnahme von der Sternwarte der Kantonschule Heerbrugg (SG) am Morgenhimmel vom 10. Juli 2020 mit 200 mm, Canon EOS 6D

**Bild:** Andri Rhyner, Jonathan Götz



**Abbildung 3:** Hier sehen wir Komet NEOWISE am 14. Juli 2020 gegen 04:04 Uhr MESZ von der Forch aus mit Blickrichtung auf Volketswil und Dübendorf.

**Bild:** Klaus R. Maerki





**Abbildung 4:** Aufnahme von der Sternwarte der Kantonsschule Heerbrugg (SG) am Abendhimmel vom 18. Juli 2020 mit 50 mm, Canon EOS 550D.

**Bild:** Roy Bartholet, Benedikt Schöbi



**Abbildung 5:** Komet NEOWIESE, aufgenommen am 18. Juli 2020 in Saintes-Maries-de-la-Mer, Frankreich, Brennweite 33 mm, 800 ASA.

**Bild:** Thomas Knoblauch



**Abbildung 6:** Komet NEOWISE über der Sternwarte Uecht, Niedermuhlern.

**Bild:** Martin Mutti



**Abbildung 7:** Komet NEOWIESE zusammen mit leuchtenden Nachtwolken über dem Bodensee.

**Bild:** Andreas Walker



## Vulkanische Aktivität auf Venus

# ETH-Forschende finden Feuergürtel auf Venus

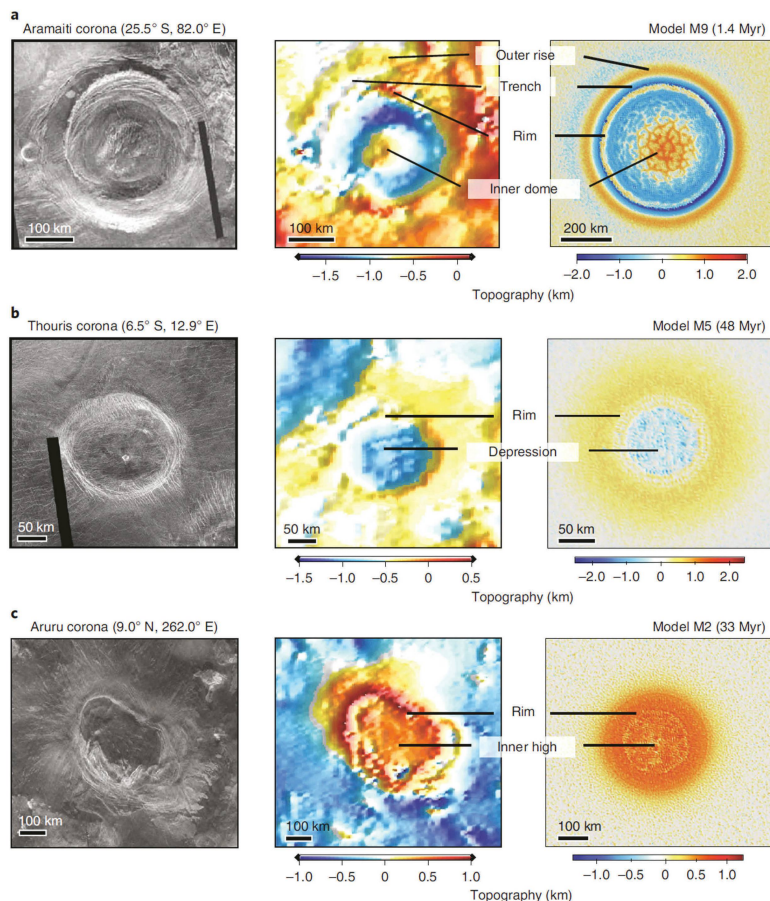
**ETH-Forschende klassifizierten mithilfe von Computersimulationen die heutigen Aktivitäten von Corone-Strukturen auf der Oberfläche der Venus – und finden zu ihrer Überraschung einen bis dato unentdeckten Feuergürtel auf unserem Nachbarplaneten.**

Auf der Oberfläche der Venus entdeckten Planetenforscher schon vor Jahren auf hochauflösenden Bildern der Nasa-Mission «Magellan» eigenartige ringförmige Strukturen. Corone (lat. Kronen; Einzahl: Corona) werden diese genannt, und ETH-Forschende um *Taras Gerya*, Professor für Geophysik am Departement Erdwissenschaften, erforschten vor einigen Jahren mithilfe von Computermodellen, wie diese Strukturen entstanden sein könnten.

Bis heute gehen die meisten Forschenden davon aus, dass sogenannte Mantelplumes, die tief aus dem Inneren des Planeten aufsteigen, die kreisförmigen Strukturen an der Oberfläche hervorbringen.

Mantelplumes sind Säulen aus heissem, geschmolzenen Gestein, das durch Konvektionsbewegungen im unteren Mantel bis zur Kruste gelangt. Dort breitet sich der oberste Teil der Säule pilzförmig aus. Die mitgeführte Hitze schmilzt die darüber-

liegende Kruste kreisförmig auf. Kontinuierlich aus der Tiefe emporsteigendes Material verbreitert den Kopf des Plume und weitet die Ringstruktur auf der Oberfläche aus – eine Corona entsteht. Die harte Kruste, welche den Mantelplume umgibt, zerbricht und taucht schliesslich unter den Rand der Corona ab, was lokal tektonische Prozesse in Gang setzt.



**Abbildung 1:** Vergleich verschiedener Coronamorphologien auf der Venus mit numerischen Simulationen mit synthetischer Apertur (links), ihre topografische Signatur (Mitte) und eines der numerischen Modelle, die eine ähnliche topografische Form erzeugten (rechts). Es handelt sich um die Gebiete a) Aramaiti Corona (25.5° S, 82.0° O), b) Thouris Corona (6.5° S, 12.9° O) und c) Aruru-Korona (9.0° N, 262.0° O)

Quelle: Springer Nature Ltd.

### CORONAE-VIELFALT MIT DEM COMPUTER SIMULIERT

Doch die Topografie von Coronae sind mitnichten homogen oder einfach zu beschreiben. «Auf der Venus-Oberfläche kommen solche Strukturen in einer grossen Vielzahl von Formen und Grössen vor», sagt Anna Gülcher, Doktorandin in Geryas Forschungsgruppe.

Mithilfe eines grösseren Satzes von verbesserten 3D-Simulationen hat Gülcher die Coronae deshalb erneut untersucht, um die Vielfalt der Oberflächentopografie mit darunter ablaufenden Prozessen zu verknüpfen. Ihre Studie ist soeben in der Fachzeitschrift «Nature Geoscience» erschienen.

Die neuen Simulationen zeigen, dass die Topografie einer Corona davon abhängt, wie dick und stark die Kruste an der Stelle ist, an welcher ein Mantelplume auftritt. Dabei ging klar hervor, dass die Coronae-Topografien davon abhängen, wie aktiv die darunterliegende Magmasäule ist.

### AKTIVE PLUMES BILDEN FEUERRING DER VENUS

Diese Unterscheidung erlaubte es der Forscherin und ihren Kollegen, über hundert grosse Coronae der Venus in zwei wesentliche Gruppen einzuteilen, nämlich solche, unter denen derzeit ein aktiver Plume aufsteigt und geschmolzenes Material mitführt, und jene, unter denen der Plume erkaltet und inaktiv geworden ist. «Jede Corona-Struktur hat eine spezifische Signatur, die anzeigt, was darunter vor sich geht», sagt Gülcher.

Alle aufgrund ihrer Aktivität eingeteilten Coronae trug die Forscherin auf einer Venus-Karte ein. Zu ihrer Überraschung konnte sie die meisten der Strukturen, die über aktiven Mantelplumes liegen, auf einem Gürtel in der unteren Hemisphäre der Venus verorten. Nur wenige aktive liegen ausserhalb dieses Bandes. Gülcher: «Wir nannten es deshalb in Anlehnung an den 'Pazifischen Feuerring der Erde' den 'Feuerring der Venus'.» Sie geht davon aus, dass der Feuerring der Venus mit einer Zone zusammenfällt, in der besonders viel Plume-Material aufstösst.

Es sei jedoch wichtig zu beachten, dass auf der Erde die Plattentektonik für die Lage und Dynamik des Feuerrings verantwortlich sei. Auf der Venus sei es vertikaler Hotspot-Vulkanismus, der auf der Erde nur an wenigen Orten vorkomme.

Weshalb sich die Mantelplumes auf der Venus genau in solch einem Gürtel anordnen und was dies heisst in Bezug auf Prozesse, die sich tief im Inneren dieses Planeten abspielen, ist eine wichtige Frage. Diese könnte in künftigen Studien mit Computersimulationen im grossen Massstab angegangen werden, erklärt Gülcher.

### GROSSE RECHENKAPAZITÄT ERFORDERLICH

In ihren Modellen simulieren die Forschenden nur wenige hundert Kilometer des obersten Teils eines Mantelplumes. In Realität aber könnten solche Magmasäulen über 1000 Kilometer lang sein. «Die gesamte

Länge zu simulieren, kommt aufgrund der erforderlichen Rechenkapazität nicht in Frage», sagt Gülcher. Nur schon die aktuellen Simulationen sind achtmal grösser als bisherige. Gerechnet wurden sie auf dem Euler-Cluster der ETH.

Von ihren Erkenntnissen erhoffen sich die Planetenforschenden auch neue Einsichten darüber, wie Mantelplumes im Inneren der Erde funktionieren. Sie dürften verantwortlich sein für die Entstehung von Hotspot-Vulkanismus wie er sich beim Hawaiianischen Inselarchipel äussert. Mantelplumes könnten zudem ein Auslöser für die auf der Erde beobachtete Plattentektonik gewesen sein, wie die Forschungsgruppe von Taras Gerya ebenfalls mit Hilfe von Simulationen aufzeigte. Wie damals erwähnt, könnte die Venus als Modell für die Prozesse dienen, die sich auf der frühen Erde abgespielt haben könnten. ◀




# KENNER-SET



JETZT  
BESTELLEN

ORIONMEDIEN.CH  
071 644 91 95

Bestellen Sie jetzt die ORION-  
Sternkarte und THEMENHEFT  
«Sterne & Sternbilder» im Set.

im Set  
CHF 25.-  
statt 31.-



Wann ist Sonnenaufgang im Osten?

# Rätsellösung Sonnenaufgänge

**Der Beitrag im ORION 2/2020 S. 30 bis 34 enthält in Abb. 2 zehn Fotos von Sonnenaufgängen. Wir zeigen hier, wie diese ausgewertet werden können. Beim Beschreiten des Lösungswegs gelangen wir auch auf Abzweigungen: Grafische Darstellungen zeigen die Auswirkungen der Schaltjahr-Regeln. Sodann brauchen wir die Erklärung des mathematischen Horizontes und die Definition des Sonnenaufgangs.**

Sofern nicht etwas anderes vermerkt ist, gilt für alle Beobachtungen und Berechnungen mein Standort in Schwarzenburg mit den Landeskoordinaten  $x = 592\ 810$ ,  $y = 185\ 630$  oder die geographische Länge  $= 7.3444^\circ = 7^\circ 20' 40''$  und die geographische Breite  $= 46.8218 = 46^\circ 49' 19''$  auf einer Höhe von 810 m ü. M.

## ERSTE AUSWERTUNG DER BILDSERIE OHNE SPEZIELLE HILFSMITTEL

In diesem Abschnitt beziehen wir uns auf den realen Horizont, wie ihn die Fotos in Abbildung 1 zeigen.

Vertraut ist die Tatsache, dass sich der Aufgang der Sonne im Frühling von Tag zu Tag recht schnell nach links verschiebt. Weil bei unserem Beobachtungsort der Osthorizont ziemlich gleichmässig – d.h. ohne störende Berggipfel – verläuft, sind auch die Tages-schritte von einem Aufgangsort zum nächsten recht regelmässig.

Dann kommt unerwartet ein «Sprung rückwärts», den wir beim 21. März der Jahre 2019 und 2020 feststellen. Um das zu zeigen, hätte man auch ein anderes Paar mit gleichem Datum auswählen können.

**Abbildung 1:** Dies ist eine Kopie von Abbildung 2 aus ORION 3/2020, Seite 31 mit Ergänzungen. Oben ist ein Foto des Morgenhimmels vor Sonnenaufgang hinzugefügt. Der dort abgebildete Horizontabschnitt stimmt mit den unteren Bildern überein. Die gelben Kreise entsprechen der scheinbaren Sonnengrösse; sie sind möglichst genau passend zu den Sonnenbildern eingefügt. Von den Zentren dieser Kreise aus laufen Linien senkrecht bis oben. Sie markieren dort die zehn Sonnenazimute. Die grünen waagrechten Strecken entsprechen sinnvoll ausgewählten Azimutdifferenzen. Diese (in Grad) ergeben zusammen mit den Streckenlängen (in mm) den Massstab für die weiteren Arbeiten.

Fotos: Erich Laager



### ERSTE RÄTSELFRAGE

Im Rätsel stand die Frage: «Welches ist die Ursache für diese Unstetigkeit in der Bildreihe?».

Eine mögliche Antwort fällt einem wohl bald ein. Schuld ist der Schalttag, der 29. Februar 2020. Dieser zusätzliche Tag schiebt den Kalender ab März 2020 «nach hinten». Ohne Schalttag wäre am 21. März 2020 schon der 22. März nach Kalender 2019. Transparenter wird die Situation, wenn wir die Tage in beiden Jahren ab dem 1. Januar nummerieren. Tag Nummer 60 ist im Jahr 2019 der 1. März, im Jahr 2020 der 29. Februar. Ich habe die Bilder aus unserer Fotosammlung nach Tagesnummern geordnet und die nicht benötigten entfernt. So ergeben sich einigermaßen gleichmässige Schritte ohne «Sprung» für die Sonnenaufgangsorte der Tage 76 bis 83 (Abbildung 2).

### DER MATHEMATISCHE HORIZONT ALS GRUNDLAGE FÜR WEITERE UNTERSUCHUNGEN

Die nachfolgend dargelegten Zusammenhänge beziehen sich auf den Sonnenaufgang am mathematischen Horizont. Was heisst das?

(Zu) einfach gesagt: Wir denken uns alle Hügel und Berge weg und untersuchen die Verschiebung der Sonnenaufgänge in einer absolut flachen Landschaft. Dieser Einheits-Horizont vereinfacht die Situation und ermöglicht vergleichbare Resultate. (Genaueres dazu unten im Abschnitt «Erklärungen zum mathematischen Horizont».)

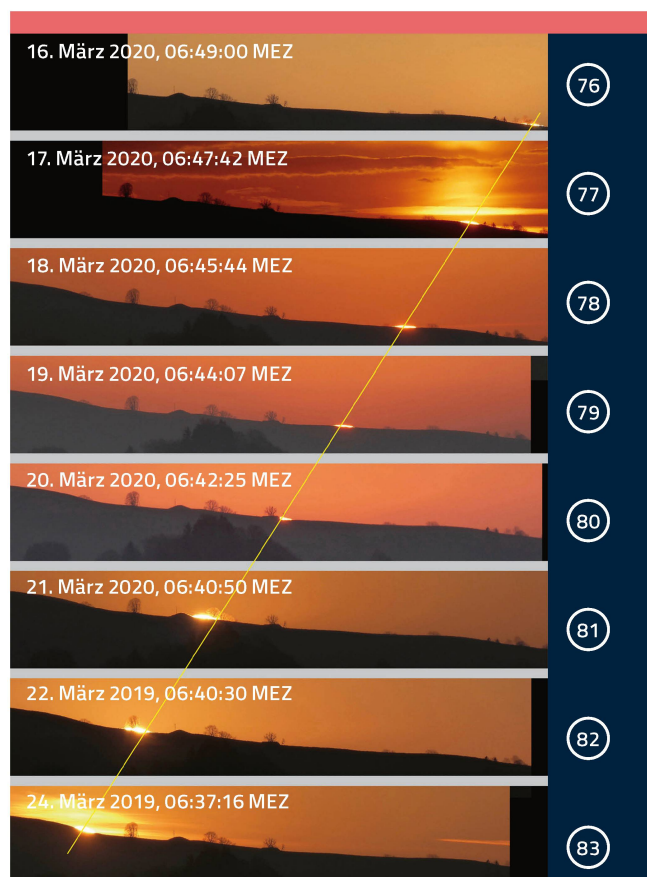
### DER MASSSTAB FÜR DIE FOTOS

Grundlage sind die recht genau bekannten Orte und Zeiten für die Sonnenaufgänge. Zu diesen bestimmt man rechnerisch die Azimute der Sonnenmitte.

- Grundlage sind die recht genau bekannten Orte und Zeiten für die Sonnenaufgänge. Zu diesen bestimmt man rechnerisch die Azimute der Sonnenmitte.
- In allen Fotos werden Sonnenkreise in massstäblich richtiger Grösse eingepasst.
- Die gelben senkrechten Justier-Linien übertragen die Sonnenpositionen ins oberste Feld. Dieses dient als Zeichenfläche.
- Zwischen je zwei willkürlich ausgewählten Linien bestimmt man in der Figur den Abstand in Millimetern (grüne Strecken) und berechnet dazu die Differenz der beiden Azimute.
- Streckenlänge geteilt durch Azimutdifferenz ergibt den Massstab: Wie viele Millimeter entsprechen  $1^\circ$  im Azimut? Der Durchschnitt der etwas streuenden Resultate dient mir als Massstab für die nächsten Arbeiten.

### ZWEITE RÄTSELFRAGE: WO IST OSTEN?

Die Differenz eines berechneten Sonnenazimuts zu  $90^\circ$  ist der Abstand der Sonne von der Ostrichtung. Diese Anzahl Grad wird mit unserem Massstab in Millimeter umgerechnet. Die entsprechenden Strecken sind blau im unteren Teil von Abbildung 4 eingezeichnet.



**Abbildung 2:** Fotos aus Abbildung 1 neu geordnet. Die Zahlen am rechten Rand sind die Tagesnummern. Zu Tag 81 gab es 3 Fotos (welche?); die überzähligen wurden entfernt. Mit dieser Darstellung wird der «Schaltjahr-Sprung» vermieden.

Fotos: Erich Laager

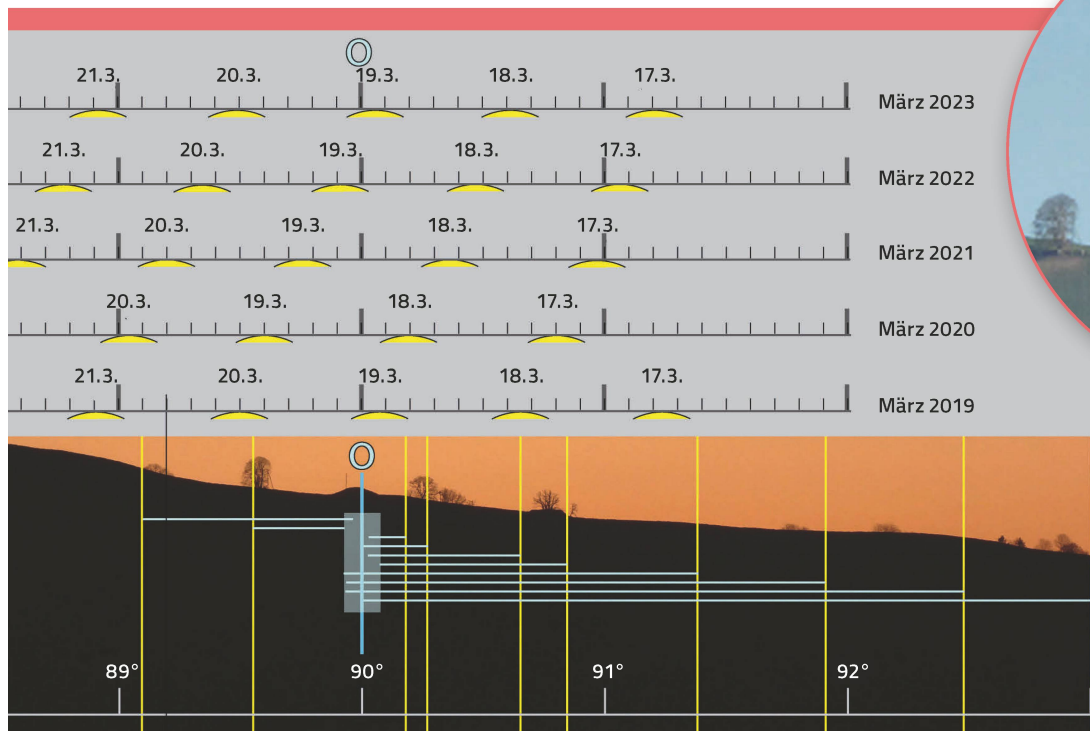
Die Enden der Strecken zeigen die so bestimmten Ostrichtungen. Wegen verschiedener Ungenauigkeiten im bisherigen Prozedere stimmen diese Richtungen nicht genau überein. Der mögliche Bereich für Osten ist mit einem blauen Streifen markiert. Dessen Symmetrieachse nehme ich als «einigermaßen plausible» Ostrichtung an.

Kontrollen geben Sicherheit: In meinem Beitrag in ORION 1/2018 (Bild auf Seite 11) wurde beschrieben, wie ich in einem grossen Panorama eine Azimutskala mit Hilfe von berechneten Richtungen zu Berggipfeln bestimmt habe. Abbildung 3 ist ein Ausschnitt aus diesem Bild. Die jetzt gefundene Ostrichtung stimmt mit der früher bestimmten erfreulich gut überein!

### DIE AZIMUT-SKALA

Mit dem Massstab «Millimeter pro Grad» kann ein Lineal mit angepassten Unterteilungen gezeichnet, dieser dann passend zur Ostrichtung verschoben und beschriftet werden. Diese Skala befindet sich in Abbildung 4 zuunterst. Das graue Feld oben enthält dieselbe Skala mit Zehntelgrad-Teilung mehrfach.





**Abbildungen 3 (oben rechts) und 4 (links):** In einem grossen Panorama für den Sonnenlauf während des ganzen Jahres wurde die Azimutskala mit Hilfe von berechneten Richtungen zu Berggipfeln erstellt (ein Artikel dazu findet man in ORION 1/2018). Das Bild mit der Ostrichtung ist ein Ausschnitt daraus (runder Ausschnitt). Man vergleiche mit Abbildung 4. Hier ist der oberste Teil aus Abbildung 1 mit Ergänzungen abgebildet. Von den gelben Azimutmarken aus sind Strecken von berechneter Länge bis zur Ostrichtung eingetragen. Diese Strecken müssten eigentlich alle beim selben Azimut  $90^\circ$  enden. Das blaue Rechteck markiert den möglichen Bereich für die Ostrichtung, dessen Achse ist der beste Wert für Osten, den wir mit dieser Methode erhalten können. Mit diesen Grundlagen kann die Azimutskala berechnet werden. Man findet sie zuunterst in der Figur. Im grauen Feld sind berechnete Sonnenaufgänge am mathematischen Horizont für einige März Tage von 2019 bis 2022 eingetragen. Diese Übersicht dient als Muster für einen Zeitabschnitt von 4 Jahre Dauer. Alle Azimutskalen in der Abbildung stimmen überein.

Foto und Grafik: Erich Laager

### GESETZMÄSSIGKEITEN BEIM SONNENAUFGANG

Abbildung 4 zeigt im grauen Feld oben für einige März Tage in 5 Jahren, wo die Sonne aufgeht. Von dieser ist jeweils nur das oberste Segment gezeichnet, den Horizont von unten berührend, wie beim Sonnenaufgang. Die Figur zeigt drei Dinge:

- Der Aufgangsort der Sonne verschiebt sich jeden Tag um etwa gleich viel nach links.
- Die Orte mit gleichem Datum verschieben sich von Jahr zu Jahr etwas nach rechts.
- Nach 4 Jahren sind die Orte wieder (fast) am selben Ort. Der Schalttag im Jahr 2020 hat sie «zurecht gerückt».

### WANN GEHT DIE SONNE IM OSTEN AUF?

Die Aufgangsorte am natürlichen Horizont für meinen Beobachtungsort in Schwarzenburg zeigt Abbildung 1. Am besten stimmt dies am 22. März 2019 und am 21. März 2020. Wie wäre das in späteren Jahren? Um dies besser beurteilen zu können, wechseln wir zu

Untersuchungen am mathematischen Horizont. Dazu ist Abbildung 4 geeignet. Im Jahr 2019 ist der 19. März der beste «Treffer». Das sind 3 Tage vor dem beobachteten Aufgang (drittunterste Foto in Abbildung 1). Wenn wir in Abbildung 4 zu allen Daten 3 Tage addieren, erhalten wir angenähert eine brauchbare Übersicht für die realen Aufgänge. So zeigt sich: Der Sonnenaufgang ist für meinen Beobachtungsort entweder am 21. oder am 22. März am nächsten bei der Ostrichtung. Am besten stimmt es für den 22. März in den Jahren 2019, 2023, 2027, 2031 usw.

Die Situation ändert sich natürlich drastisch, sobald wir einen anderen Standort wählen, vor allem in gebirgigem Gelände, wo an vielen Orten Sonnenaufgänge sehr spät im Tageslauf oder überhaupt nicht stattfinden. Um «Aufgangs-Prognosen» zu erstellen, gibt es da viel zu berücksichtigen! – Ich wurde vor Jahren mit folgendem Anliegen beglückt: *«Am nächsten Samstag wird von Meteo ein wolkenloser Morgenhimmel versprochen. Wir möchten auf dem Gantrisch den Sonnenaufgang erleben. Kannst du uns bitte sagen, wann wir oben sein müssen.»*



Für den mathematischen Horizont dagegen sind die Berechnungen einfach zu erledigen, was mich zu einigen mathematischen Spielereien (allerdings gänzlich ohne praktischen Wert) verlockte. Der 19. März 2019 ist geeignet als Startdatum. Die Abbildungen 4 und 5 zeigen: Der Aufgang an diesem Tag ist sehr nahe bei  $90^\circ$  (genau gerechnet bei  $90.0796^\circ$ , bei einer Sonnenhöhe von  $-13$  Bogenminuten). In Abbildung 4 sieht man, dass nach 4 Jahren die Situation «praktisch gleich» ist. Die Rechnung ergibt: Aufgangs-Azimut für den 19. März 2023 =  $90.0675^\circ$ , Der Aufgangsort ist jetzt  $0.0121^\circ$  näher bei  $90^\circ$ . Abbildung 5 zeigt, wie diese Orte in 4 Jahres-Schritten immer weiter nach links (Norden) wandern und sich dem «Ziel Osten» immer mehr nähern. Im Jahr 2039 wird dieses mit einem Azimut von  $89.998^\circ$  ganz knapp überschritten. – Einen besseren Wert werden wir kaum je erhalten!

Für den Blick in die ferne Zukunft orientiere man sich im Kapitel «Berechnete Sonnenaufgangsorte veranschaulichen die Auswirkung der Schaltjahr-Regeln» weiter unten.

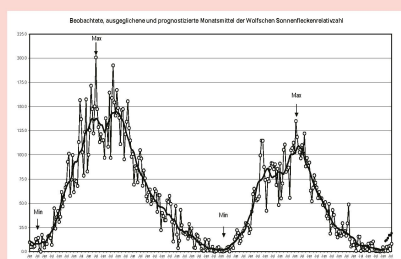
### ERKLÄRUNGEN ZUM MATHEMATISCHEN HORIZONT

Man denke sich eine Ebene, welche die Erdkugel dort berührt, wo der Beobachter steht. Der Schnittkreis dieser Horizontebene mit der Himmelskugel ist der mathematische Horizont. Er gilt genau genommen nur für diesen Beobachtungsort.

Über dem Meer wird die Sonne am Horizont zu einem liegenden «Oval» verformt und nach rot verfärbt. An beidem ist die Erdatmosphäre schuld. Das Sonnenlicht wird in der Lufthülle auf dem Weg zum Beobachter gebrochen, nach unten abgelenkt. Die Sonne erscheint dem Beobachter deshalb angehoben, also zu hoch. Beim

## Swiss Wolf Numbers 2020

Marcel Bissegger, Gasse 52, CH-2553 Safnern



Beobachtete, ausgeglichene und prognostizierte Monatsmittel der Wolf'schen Sonnenfleckenzahl

### Juli 2020

Mittel: 8.2

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

### August 2020

Mittel: 9.9

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

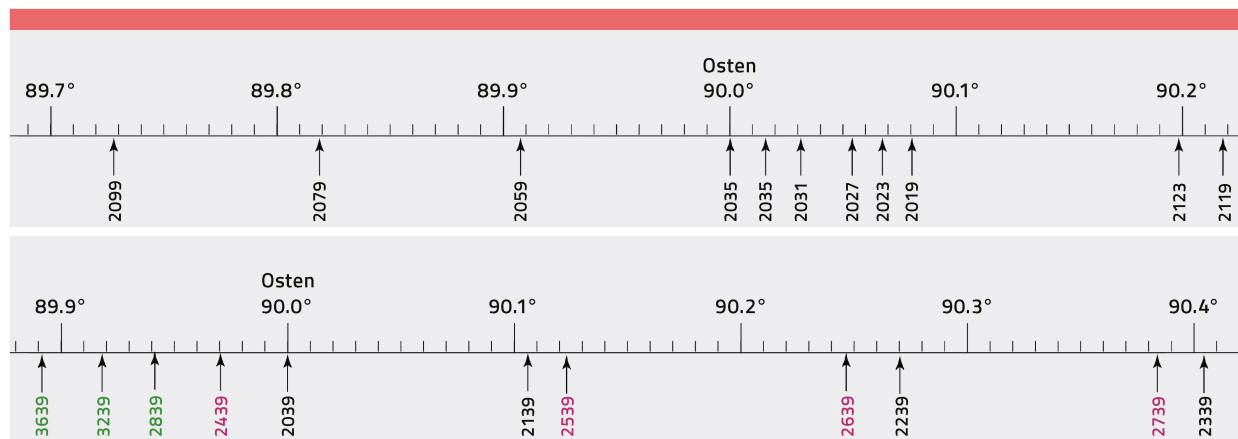
07/2020	Name	Instrument	Beob.
	Barnes H.	Refr 76	12
	Bissegger M.	Refr 100	6
	Ekatodramis S.	Refr 120	2
	Enderli P.	Refr 102	8
	Erzinger T.	Refr 90	19
	Friedli T.	Refr 40	20
	Friedli T.	Refr 80	20
	Früh M.	Refr 300	12
	Käser J.	Refr 100	26
	Meister S.	Refr 125	15
	Menet M.	Refr 102	3
	Mutti M.	Refr 80	3
	Niklaus K.	Refr 126	2
	Schenker J.	Refr 120	13
	SIDC S.	SIDC 1	1
	Trefzger C.	Refr 125	5
	Weiss P.	Refr 82	22
	Zutter U.	Refr 90	27

08/2020	Name	Instrument	Beob.
	Barnes H.	Refr 76	13
	Bissegger M.	Refr 100	6
	Ekatodramis S.	Refr 120	8
	Enderli P.	Refr 102	4
	Erzinger T.	Refr 90	21
	Friedli T.	Refr 40	17
	Friedli T.	Refr 80	17
	Früh M.	Refr 300	26
	Käser J.	Refr 100	19
	Meister S.	Refr 125	8
	Meister S.	Refr 140	3
	Menet M.	Refr 102	5
	Schenker J.	Refr 120	12
	SIDC S.	SIDC 1	1
	Trefzger C.	Refr 125	3
	Weiss P.	Refr 82	19
	Zutter U.	Refr 90	21

## Swiss Occultation Numbers 2020

Fachgruppe Sternbedeckungen SOTAS ([www.occultations.ch](http://www.occultations.ch))

Mai & Juni 2020			05/20		06/20		Positive Ereignisse			
Beobachter	Lage	ID	+	-	+	-	Asteroiden	Datum	Bed. Stern	Obs.
Sposetti St.	Arbedo	ARB	0	0	0	0	(95) Arethusa	17.05.	UCAC4 401-052016	
Meister / Schweizer	Bülach	BUE	1	2	2	1	(2) Pallas	22.06.	UCAC4 561-089839	O+
Manna A.	Cugnasco	CUG	0	0	2	1	(121) Hermione	24.06.	UCAC4 312-236048	
Kohl M.	Dürnten	DUE	0	0	0	0	(2) Pallas	22.06.	UCAC4 561-089839	O+
Sposetti St.	Gnosca	GNO	0	5	2	9	(336) Lacadiera	27.06.	TYC 5745-1897-1	
Sposetti St.	Locarno	LOC	0	0	0	1	(2) Pallas	22.06.	UCAC4 561-089839	O+
Ossola A.	Muzzano	MUZ	1	1	1	0	(264) Libussa	01.05.	UCAC4 413-059258	
Schenker / Käser	Schafmatt	MUZ	0	3	1	0	(2) Pallas	22.06.	UCAC4 561-089839	O+
Schweizer A.	Engelberg	ENG	0	1	0	0				
alle SOTAS Stat.			2	12	8	12				O+



**Abbildung 5 (oben):** Sonnenaufgangsorte am mathematischen Horizont für Schwarzenburg jeweils am 19. März. Zeitabschnitte 4 Jahre und 100 Jahre. Die 4 Jahres-Zyklen verschieben sich nach links (2019 bis 2099), der fehlende Schalttag im 100. Jahr rückt den Kalender nach rechts (von 2019 nach 2119).

**Abbildung 6 (unten):** Sonnenaufgangsorte am mathematischen Horizont für Schwarzenburg jeweils am 19. März. Zeitabschnitte 100 Jahre und 400 Jahre. Die 100-Jahres-Zyklen verschieben sich nach rechts (2039 bis 2339), der zusätzliche Schalttag im 400. Jahr rückt den Kalender nach links (von 2039 nach 2439) und dann alle 400 Jahre weiter nach links (grüne Zahlen).

Grafiken: Erich Laager

«beobachteten» Sonnenaufgang am mathematischen Horizont ist die wahre Höhe des Sonnenmittelpunktes  $-50$  Bogenminuten. Die Refraktion für diese Höhe ist  $37.1'$ , damit beträgt die scheinbare Höhe  $12.9'$ .

#### ZEITPUNKT DES SONNENAUFGANGS BERECHNET

Wenn mein Astronomie-Programm angibt «Sonnenaufgang ist um 6:36:40 Uhr MEZ», dann ist in der zugehörigen Sternkarte (mit Horizont-Koordinaten) der obere Sonnenrand genau auf der Horizontlinie. Im Datenfenster zur Sonne finden wir u. a. das Azimut und den Höhenwinkel der Sonne (beide auf Zehntel-Bogensekunden genau). Die Sonnenhöhe wird für den Zeitpunkt des Sonnenaufgangs mit  $-13$  Bogenminuten ( $\pm$  wenige Bogensekunden) angegeben. Die 13 Bogenminuten entsprechen der halben Höhe der durch die Refraktion deformierten Sonne (eigentlich dem Radius der Sonnenscheibe). Für den so definierten Zeitpunkt des Sonnenaufgangs wird also der wahre Ort der Sonne verwendet, nicht der scheinbare. Für alle Grafiken mit Azimuten (Abbildungen 4 bis 6) beziehen wir uns auf diese Orte und Zeiten.

#### DIE SCHALTJAHR-REGELN

Die Erdrotation bestimmt die Tageslänge, der Erdumlauf um die Sonne die Jahreslänge. Beide astronomische Zyklen laufen unabhängig voneinander ab, es gibt kein gemeinsames Vielfaches der beiden Zeitdauern. Mit den drei Schaltjahr-Regeln hat man die Situation mit einer sehr guten Annäherung im Griff: 1. Ein Jahr ist ein Schaltjahr, wenn es restlos durch 4 teilbar ist. 2. Falls sich die Jahrzahl durch 100 restlos teilen lässt, ist es kein Schaltjahr. 3. Falls auch eine Teilung durch 400 ganzzahlig möglich ist, dann ist es ein Schaltjahr.

Dieses Verfahren verhindert über sehr lange Zeit, dass der Kalender durch die Jahreszeiten wandert. Erst nach  $3'200$  Jahren ergibt sich eine Abweichung von 1 Tag.

#### SCHALTJAHR-REGELN NACHGERECHNET

Die Sonne braucht für einen Umlauf bezogen auf den Frühlingspunkt 365.24219 Tage. Dies ist die Länge des tropischen Jahres.

Zur 1. Regel: 4 tropische Jahre = 1460.96876 Tage. 3 Normaljahre + 1 Schaltjahr = 1461.0 Tage. 4 Jahre im Kalender sind somit 0.03124 Tage zu lang gegenüber dem Sonnenlauf.

Zur 2. Regel: In 100 Jahren ist die Differenz 25-mal so gross, sie beträgt dann  $25 \cdot 0.03124 \text{ Tage} = 0.781 \text{ Tage}$ . Im 100er-Jahr wird der Schalttag weggelassen.  $0.781 - 1 = -0.219$ , d. h. nach 100 Jahren ist der Kalender 0.219 Tage im Rückstand.

Zur 3. Regel: In 1 Jahrhundert haben wir eine Differenz von  $-0.219$  Tagen, in 4 Jahrhunderten ergibt das  $-0.876 \text{ Tage}$ . Im 400er-Jahr wird der Schalttag nicht weggelassen, dadurch werden die 400 Jahre einen Tag länger. Die neue Differenz wird dadurch wieder positiv ( $-0.876 + 1 = 0.124 \text{ Tage}$ ).

Nach 400 Jahren ist der Kalender dem Sonnenlauf um rund 3 Stunden voraus, das macht pro Jahr im Durchschnitt 27 Sekunden. Nach  $3'200$  Jahren müsste man dann irgendwann 1 Schalttag weglassen, um auch diesen Fehler noch zu beseitigen.

#### BERECHNETE SONNENAUFGANGSORTE VERANSCHAULICHEN DIE AUSWIRKUNG DER SCHALTJAHR-REGELN

**Zu Abbildung 4 oben:** Der Sonnenaufgang verschiebt sich von Tag zu Tag um etwa  $0.6$  Grad nach links (Norden). Der Sonnenaufgang verschiebt sich von Jahr zu Jahr um etwa  $0.15$  Grad

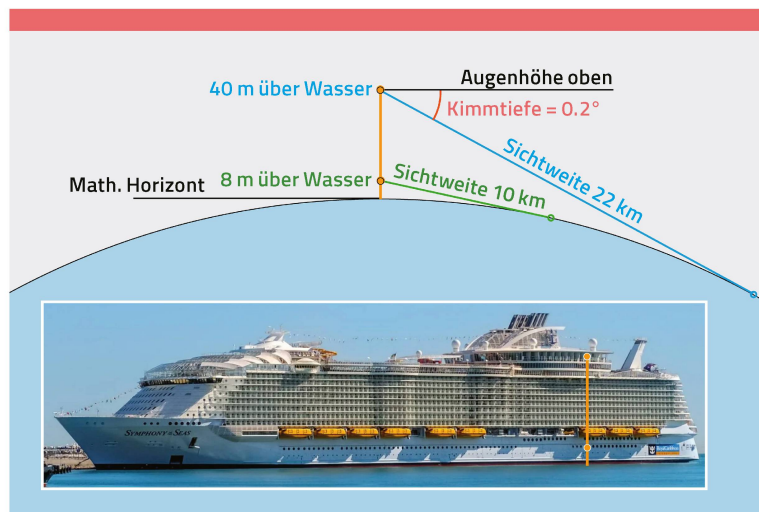


nach rechts (Süden). Nach 4 Jahren ist der «Kalender» um etwa 0,6 Grad verschoben, was ungefähr einem Tag entspricht. Der Schalttag rückt ihn zurück, ungefähr auf den Platz, wo er vor 4 Jahren war. **Zu Abbildung 5:** Die Schaltjahr-Korrektur ist ein wenig zu gross. Nach jeweils 4 Jahren (eines davon ein Schaltjahr) am selben Datum hat sich der Sonnenaufgang um etwa 1 Bogenminute nach links verschoben. Der fehlende Schalttag im Jahr 2100 lässt den «Kalender» nach rechts springen (von 2099 nach 2119). **Zu Abbildung 6:** Weil alle 100 Jahre auf den Schalttag verzichtet wird, läuft die Sonne zu weit nach rechts. In 400 Jahren wäre sie rund 0,5 Grad gewandert. Der zusätzliche Schalttag im Jahr 2400 bewirkt, dass der «Kalender» nach links springt (von 2339 auf 2439). Man vergleiche die schwarzen mit den roten Jahreszahlen. Hinweis: In Abbildung 4 und 5 sind die Abstände ungleichmässig. Dafür gibt es himmelsmechanisch keine Begründung. Meine Vermutung: Ursache sind Rundungsfehler in diesen doch recht komplexen Berechnungen. Bei den kleinsten Zeitschritten von 1 Sekunde wird das Azimut auf Zehntel-Bogensekunden genau angegeben. Da werden die letzten Ziffern nicht verlässlich sein und eine nicht vorhandene Genauigkeit vortäuschen.

#### SONNENAUFGANG AUF DEM SCHIFF

Naheliegende Idee: Beim ungestörten Blick auf das Meer hinaus hat man einen mathematischen Horizont. Aber auch das stimmt nicht genau: Je höher sich das Auge des Beobachters über dem Wasser befindet, desto mehr sieht er «über die Erdwölbung hinunter», desto früher kann er die Sonne erblicken.

Ich bemühe als Beispiel dazu ein riesiges Kreuzfahrtschiff (Abbildung 7). Die Bullaugen der untersten Kabinen seien 8 m, die obersten 40 m über Wasser. Der obere Teil der Grafik zeigt schematisch und massstäblich arg verzerrt die Situation für 2 Passagiere. Von oben auf dem Schiff sieht man 22 km aufs Meer hinaus (bis zum Berührungspunkt der Tangente). Die Blickrichtung ist dabei von der Horizontalen 0,2 Grad leicht abwärts gerichtet (dieser Winkel heisst Kimmtiefe). Für einen Passagier unten auf dem Schiff ist die Kimmtiefe nur 0,09 Grad.



**Abbildung 7:** Schematische, nicht masstäbliche Darstellung zur Erklärung der Kimmtiefe. Als Zahlenbeispiel wurden zwei Höhen auf einem Schiff gewählt. Die Vorlage zu dieser Abbildung stammt aus: *Hans Roth, «Der Sternenhimmel 2014», Seite 314.* Im dortigen «Thema des Jahres» findet man viele weitere Einzelheiten zu Sonnenlauf und Jahreszeiten, welche den vorliegenden Beitrag ergänzen können.

Grafik: Erich Laager

**Auswirkung:** Der Passagier oben hat 33 Sekunden früher Sonnenaufgang als der Passagier unten. Und bis die Sonne die Wasseroberfläche direkt beim mathematischen Horizont bescheint, dauert es nochmals 26 Sekunden. Dies gilt auf dem Äquator am 19. März, wo die Sonne am Horizont senkrecht aufsteigt. Wäre das Schiff weiter im Norden, hätte man eine flachere Sonnenbahn im Osten, die Sonne bräucht also länger, um eine bestimmte Höhendifferenz zu überwinden.

**Beispiele:** Auf 65° geografischer Breite erblickt der obere Passagier die Sonne 1 min 21 s früher als der untere.

Zum Glück sind erlebnisreiche Sonnenaufgänge – verbunden mit schönen und bleibenden Erinnerungen – auch ohne lange Reisen möglich. Ich ermuntere zum frühen Aufstehen für Ausflüge zu lohnenden Aussichtspunkten. Und nehmen Sie dazu eine Finsternisbrille und eine Funkuhr oder das Handy mit... <

## 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**

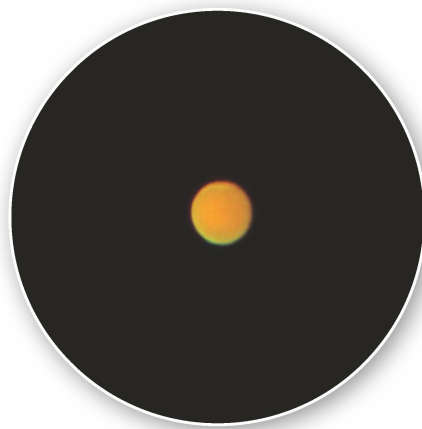
## Marsopposition 2020

# Der Rote Planet im Fokus

**Mitte Oktober überholt die Erde auf ihrer Innenbahn ihren äusseren Nachbarplaneten Mars. Dabei kommen Sonne, Erde und Mars auf eine Linie zu stehen, in der Fachsprache Opposition genannt. Vorübergehend zieht der Rote Planet die volle Aufmerksamkeit auf sich. Er leuchtet orangerötlich in den Fischen und überstrahlt kurzzeitig sogar Jupiter!**

Schon am 6. Oktober wird der kleinste Abstand zwischen Erde und Mars erreicht. Diesmal trennen die beiden Gestirne 62.1 Millionen Kilometer, etwas mehr als noch vor zwei Jahren. Am 14. ist dann der eigentliche Oppositionstermin. An diesem Tag geht die Sonne um 18:36 Uhr MESZ im Westen unter, Mars um 18:48 Uhr MESZ diametral gegenüber im Osten auf und kulminiert in Zürich gegen 01:10 Uhr MESZ 48° hoch im Süden. Am Teleskop erscheint uns ein 22.6" grosser «Vollmars», auf dessen Scheibchen man bei guter Sicht die weisse Nordpolarkappe sowie helle und dunklere Gebiete wie die Grosse Syrte ausmachen kann. Astrofotografen sollten es nicht veräumen, einige Nächte im Terminkalender zu reservieren, denn eine vergleichbar günstige Marsopposition erwartet uns erst wieder in 13 Jahren! 2018 wäre uns Mars zwar noch etwas näher gestanden, aber wir erinnern uns: Just auf die damalige Opposition hin vernebelte ein globaler Staubsturm sämtli-

che Einzelheiten, sodass an den Teleskopen ein mehr oder weniger homogenes oranges Scheibchen zu sehen war.

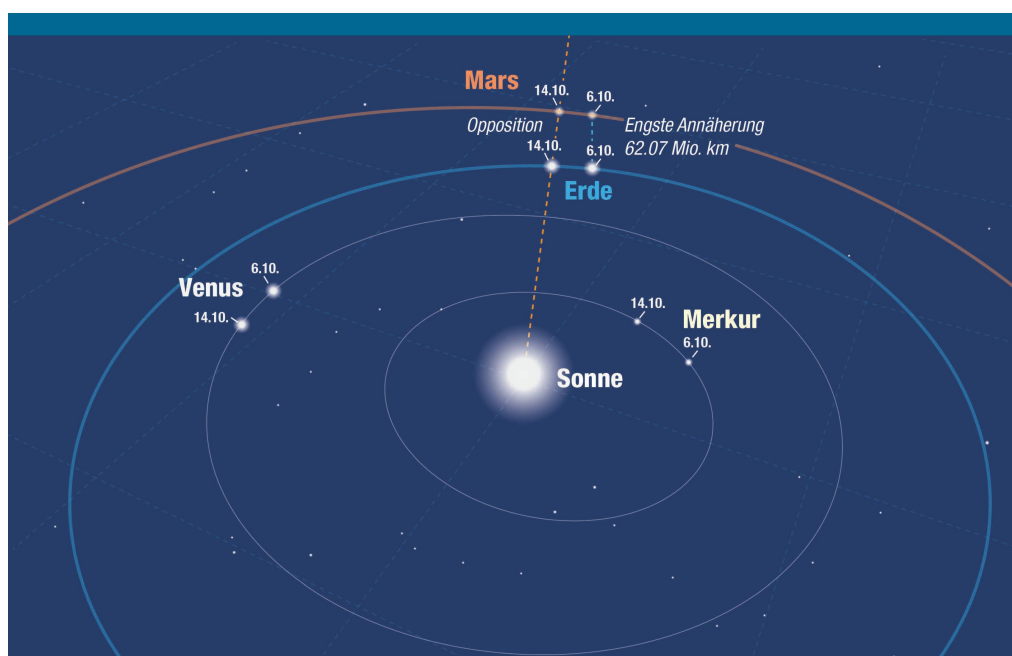


**Abbildung 1:** Aufnahme von Mars am 26. Juli 2018. Damals konnte man kaum Details auf dessen Oberfläche sehen. Ein Staubsturm tobte und verhüllte zeitweilig den gesamten Planeten.

Bild: Thomas Baer

### STARK EXZENTRISCHE MARSBAHN

Mars stand am 26. August 2019 in Sonnenferne (1.66606 Astronomische Einheiten [AE] oder 249.239 Mio. km) und passierte am 3. August dieses Jahres sein Perihel (1.38144 AE oder 206.660 Mio. km). Die Marsbahn hat eine Exzentrizität von 0.0935. Nach Merkur weicht seine Bahnform am stärksten von einer Kreisbahn (Exzentrizität = 0) ab. In Bezug auf die Erdbahn hat dies starke Auswirkungen auf die Distanzen zwischen Erde und Mars. Alle 25 bis 26.5 Monate findet eine Marsopposition statt. Je nachdem, in welchem Bahnabschnitt diese Überholmanöver stattfinden, kann uns der Rote Planet bis auf 55.7 Mio. km nahekomen, zum Zeitpunkt einer Aphel-Opopposition misst die Entfernung 101.4 Mio. km. Dies hat verständlicherweise erhebliche Auswirkungen auf die scheinbare Grösse des Planetenscheibchens und damit auch auf die Helligkeit (Abbildung 3). In Aphel-Opoppositionen wird Mars maximal nur  $-1.2^{\text{mag}}$  hell,



**Abbildung 2:** Hier sehen wir das innere Sonnensystem aus dem Welt-raum. Aufgrund der räumlichen Lage von Erd- und Marsbahn findet die engste Begegnung einige Tage vor dem Oppositionstermin statt.

Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien



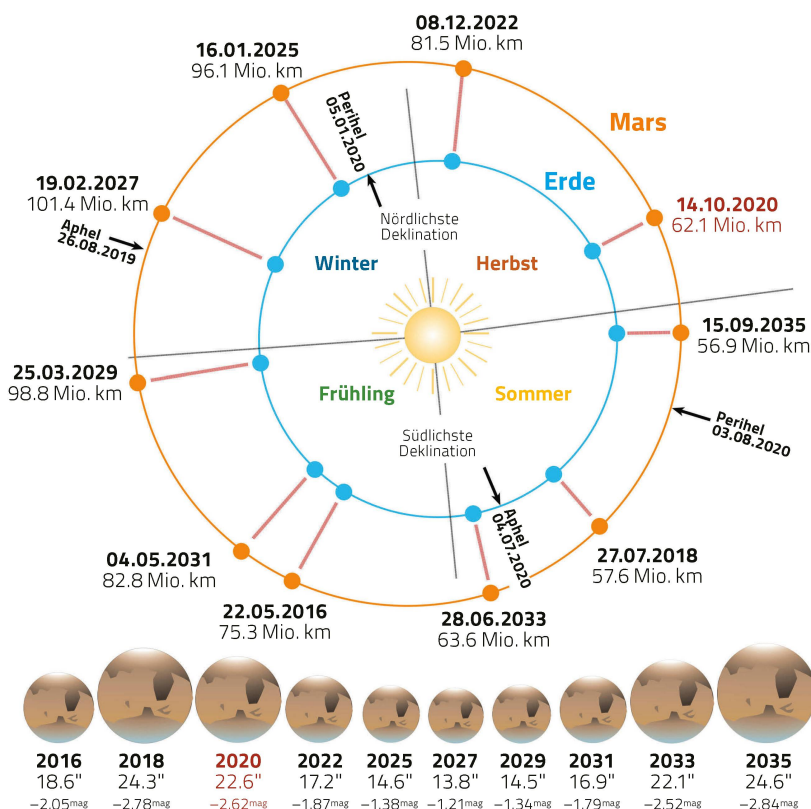


Abbildung 3: Die Marsoppositionen von 2016 bis 2035.

Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien

so auffällig wie Sirius, zu Zeiten von Perihel-  
Oppositionen jedoch bis zu  $-2.9^{\text{mag}}$ , ver-  
gleichbar mit Jupiter.

### DIE OPPOSITIONSSCHLEIFE

Schon im antiken Griechenland erkannt-  
te man das Wesen der Planeten im Unter-  
schied zu den Fixsternen. Diese himmlischen  
Wanderer vollführten ungewöhnliche Bewe-

gungen am Himmelszelt. Die meist ostwärts  
führende Laufrichtung wird bei den äusseren  
Planeten, zu denen auch Mars zählt, in dem  
Moment periodisch abgebremst, wenn sich  
die Erde auf ihrer schnelleren Innenbahn an-  
schickt, den äusseren Planeten zu überholen.  
Für eine Weile wird der äussere Planet rück-  
läufig, scheint also vor den Sternen plötzlich  
nach Westen zu wandern. Nähert sich der

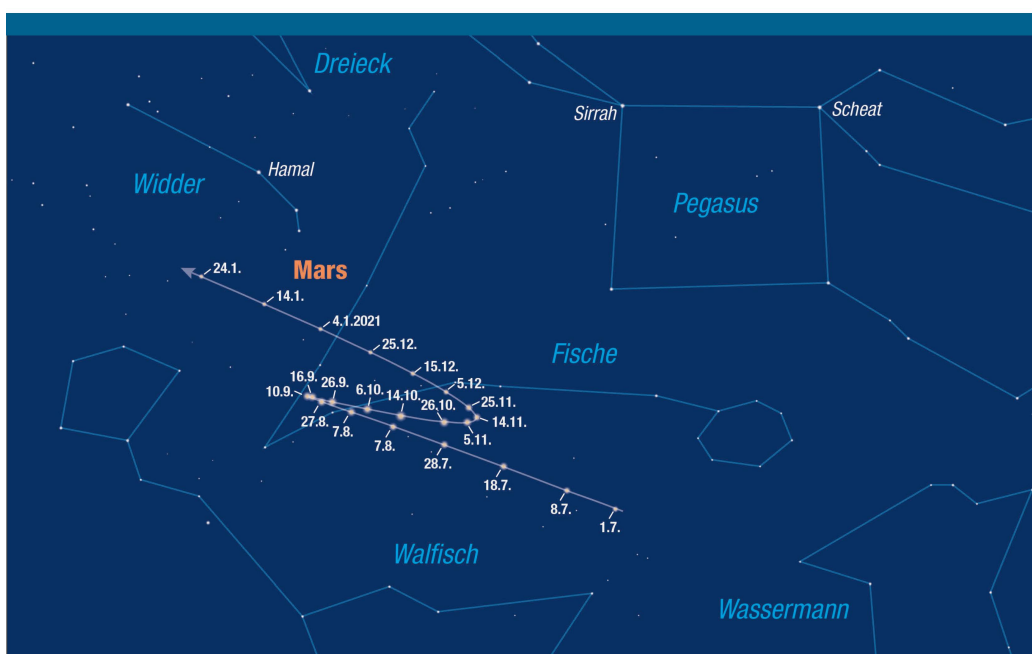
Überholvorgang seinem Ende, verlangsamt  
sich die scheinbare Bewegung des Planeten  
abermals, bevor er sich wieder an die himm-  
lische Verkehrsordnung hält und rechtläufig  
durch die Sternbilder weiterzieht (siehe dazu  
Abbildung 4).

Mars vollführt die Oppositionsschlei-  
fe, die heuer eher einer Serpentine ähnelt,  
im Oktober und November 2020 vor dem  
Sternbild der Fische. Am 10. September kam  
er zum Stillstand und zieht nun bis zum 14.  
November rückläufig durch die Fische. In  
diesem Abschnitt erfährt er die stärkste Hel-  
ligkeitszunahme.

### DIE EPIZYKELTHEORIE

Solange die Astronomen am Weltbild  
von *Claudius Ptolemäus* festhielten, für den  
die ruhende Erde im Zentrum des Univer-  
sums stand, war es schwierig, das Hin und  
Her der Planetenbewegungen plausibel zu  
erklären. Eine ruhende Erde konnte natür-  
lich keinen Planeten überholen! Alles, auch  
die Sonne, kreiste um die Erde. Doch wie  
war es dann möglich, dass ein Planet auf  
einmal am Himmel eine entgegengesetzte  
Bewegung zeigte?

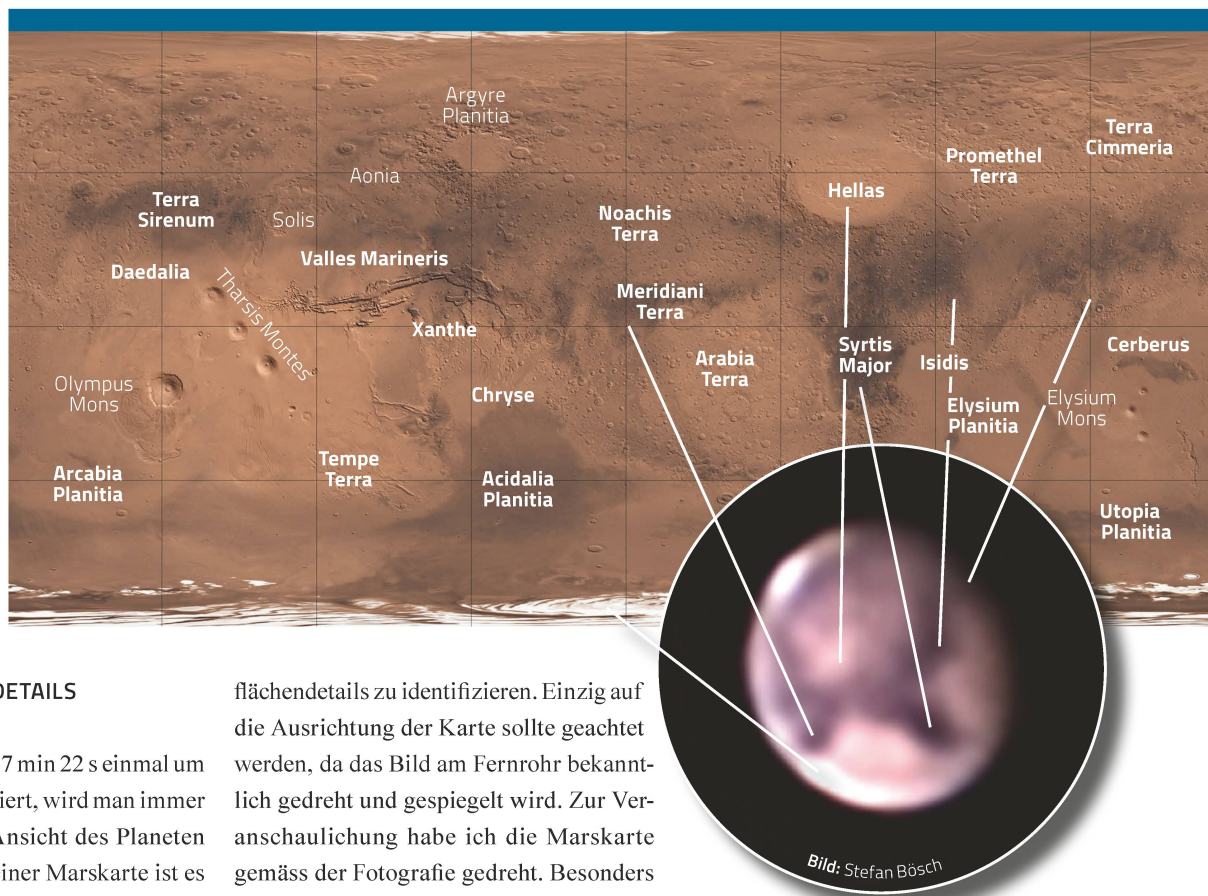
Möglicherweise war es *Apollonios von  
Perge*, ein antiker griechischer Mathemati-  
ker, der die zündende Idee hatte. Er glaubte,  
dass ein Planet auf einem kleinen Kreis  
(Epizykel) um einen festen Mittelpunkt auf  
seiner Hauptbahn (Trägerkreis) kreierte. So  
war es möglich, das Rückwärtslaufen eines  
Planeten zu erklären. Noch bis ins 17. Jahr-  
hundert hinein hielt diese Erklärung stand.

Abbildung 4: Die Bahn des  
Planeten Mars 2020 vor dem  
Sternbild der Fische.

Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien

**Abbildung 5:** Anhand einer Marskarte lassen sich diverse Oberflächendetails auf Fotos nachträglich einwandfrei identifizieren.

Karte: NASA



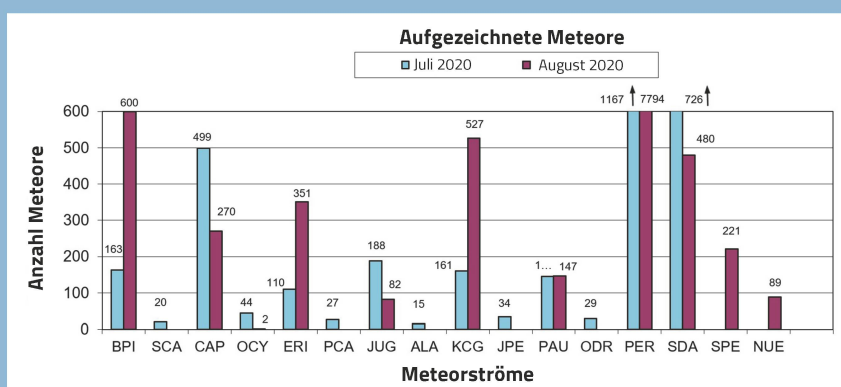
## OBERFLÄCHENDETAILS IDENTIFIZIEREN

Da Mars in 24 h 37 min 22 s einmal um seine eigene Achse rotiert, wird man immer wieder eine andere Ansicht des Planeten vorfinden. Mit Hilfe einer Marskarte ist es möglich, direkt am Fernrohr gewisse Ober-

flächendetails zu identifizieren. Einzig auf die Ausrichtung der Karte sollte geachtet werden, da das Bild am Fernrohr bekanntlich gedreht und gespiegelt wird. Zur Veranschaulichung habe ich die Marskarte gemäss der Fotografie gedreht. Besonders markant tritt die Grosse Syrte hervor. <

## Swiss Meteor Numbers 2020

Fachgruppe Meteorastronomie FMA ([www.meteore.ch](http://www.meteore.ch))



ID	Beobachtungsstation	Methode	Kontaktperson	07/2020	08/2020
ALT	Beobachtungsstation Altstetten	Video	Andreas Buchmann	287	503
BAU	Beobachtungsstation Bauma	Video	Andreas Buchmann	0	0
BOS	Privatsternwarte Bos-cha	Video	Jochen Richert	2797	4957
BUE	Sternwarte Bülach	Foto	Stefan Meister	0	0
EGL	Beobachtungsstation Eglisau	Video	Stefan Meister	15	55
FAL	Sternwarte Mirasteilas Falera	Video	José de Queiroz	422	1183
GNO	Osservatorio Astronomica di Gnosca	Video	Stefano Sposetti	2247	3925
HUB	Sternwarte Hubelmatt	Foto	P. Schlatter / T. Riesen	3	2
LOC	Beobachtungsstation Locarno	Video	Stefano Sposetti	1538	2805
MAI	Beobachtungsstation Maienfeld	Video	Martin Dubs	278	590
MAU	Beobachtungsstation Mauren	Video	Hansjörg Nipp	352	892
PRO	Beobachtungsstation Prosoito	Video	Viola Romero	0	0
SCH	Sternwarte Schafmatt Aarau	Foto	Jonas Schenker	2	0
SON	Sonnenturm Uecht	Foto	T. Friedli / P. Enderli	0	0
TEN	Beobachtungsstation Tentlingen	Foto	Peter Kocher	0	0
VTE	Observatoire géophysique Val Terbi	Video	Roger Spinner	1518	2503
WET	Beobachtungsstation Wettswil a. A.	Video	Andreas Schweizer	0	0
WOH	Beobachtungsstation Wohlen BE	Foto	Peter Schlatter	0	0

**Juli 2020** **Total: 9268**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
110	52	156	201	290	268	241	131	323	213	
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
112	286	234	187	111	111	110	334	418	346	
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
242	78	224	161	216	294	905	668	545	732	973

Anzahl Sporadische:	5566	Anzahl Sprites:	192
Anzahl Feuerkugeln:	15		
Anzahl Meldeformulare:	9		

August 2020 Total: 5801

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
633	65	100	228	750	834	794	1120	1187	943
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1517	1651	915	261	1014	397	41	207	371	407
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
652	368	278	582	687	316	600	220	0	53
240									

Anzahl Sporadische: 6396 Anzahl Sprites: 173  
Anzahl Feuerkugeln: 24  
Anzahl Meldeformulare: 3

Video-Statistik 01/2020	Meteore	Beob.
Einzelbeobachtungen:	5247 =	80% 5247
Simultanbeobachtungen:	1310 =	20% 4021
Total:	6557 =	100% 9268

Video-Statistik 02/2020	Meteore		Beob.
Einzelbeobachtungen:	9634 =	79%	9634
Simultanbeobachtungen:	2547 =	21%	7781
Total:	12181 =	100%	17415



Samstag, 24. Oktober 2020, 20:30 Uhr MESZ

### Wie weit ist es bis zu den Sternen?

Referent: Dr. *Markus Nielbock*, EAF, Haus der Astronomie, Heidelberg DE  
Ort: Academia Engiadina, Chesa Naira Auditorium, 7503 Samedan  
Veranstalter: Engadiner Astronomiefreunde  
Internet: [www.engadiner-astrofreunde.ch](http://www.engadiner-astrofreunde.ch)

Samstag, 24. Oktober 2020, 22:00 Uhr MESZ

### Führung auf der Sternwarte

Demonstratoren: *Kuno Wettstein, Lars Hübner*

Freitag, 20. November 2020, 19:30 Uhr MEZ

### Unser Planet als Hafen des Lebens:

#### Eine Reise durch die Erde und durch die Zeit

Referent: Dr. *Maxim Ballmer*

Ort: Universität ZH, Hauptgebäude, Rämistrasse 71

Veranstalter: Astronomische Gesellschaft Urania Zürich (AGUZ)

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

## 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](http://www.urania-sternwarte.ch)**

Sonntag, 22. November 2020, 14:00 Uhr MEZ (teilw. provisorisch)  
**Jubiläums-Kinder UNI mit Claude Nicollier, Team EAF**

Sonntag, 22. November 2020, 20:30 Uhr MEZ

### Der Referent erzählt aus seinem Leben als bisher

#### einzigster Schweizer Astronaut mit Weltraumerfahrung

Referent: Prof. Dr. *Claude Nicollier*, EPFL STI-DO, Lausanne

Ort: Academia Engiadina, Chesa Naira Auditorium, 7503 Samedan

Veranstalter: Engadiner Astronomiefreunde

Internet: [www.engadiner-astrofreunde.ch](http://www.engadiner-astrofreunde.ch)

Sonntag, 22. November 2020, 22:00 Uhr MEZ

### Führung auf der Sternwarte

Demonstratoren: *Walter Krein, Jürg Kurt*

### 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-Redaktionsschluss für die Dezember-Ausgabe (Veranstaltungen Dezember 2020 und Januar 2021) ist am 15. Oktober 2020.

Bestellen Sie  
die Sternkarte auf  
[orionmedien.ch](http://orionmedien.ch)  
für CHF 12.–

**KINDER-  
STERNKARTE**  
Kinder entdecken  
die Sternbilder am Himmel.

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

## Die Fachzeitschrift ... / Le journal ...

«ORION» erscheint bereits seit 1943, ursprünglich diente die Fachzeitschrift vorrangig als Informationsplattform der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft SAG. Seit 2007 richtet sich das Heft nicht nur an fortgeschrittene Amateur-Astronomen, sondern auch an Einsteiger.

Sechsmal jährlich in den Monaten Februar, April, Juni, August, Oktober und Dezember berichtet «ORION» vielfältig, erklärt aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse in verständlicher Sprache und erreicht somit eine breite Leserschaft.

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

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

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

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

Les auteurs sont responsables des articles publiés dans cette revue.

## Redaktion / Rédaction

Thomas Baer [redaktion@orionmedien.ch](mailto:redaktion@orionmedien.ch)

## Co-Autoren / Co-auteurs

Hans Roth [hansrudolf.roth@gmx.ch](mailto:hansrudolf.roth@gmx.ch)  
 Grégory Giuliani [gregory.giuliani@gmx.ch](mailto:gregory.giuliani@gmx.ch)  
 Hansjürg Geiger [hj.geiger@mac.com](mailto:hj.geiger@mac.com)  
 Sandro Tacchella [tacchella.sandro@me.com](mailto:tacchella.sandro@me.com)  
 Stefan Meister [stefan.meister@astroinfo.ch](mailto:stefan.meister@astroinfo.ch)  
 Markus Griesser [griesser@eschenberg.ch](mailto:griesser@eschenberg.ch)  
 Peter Grimm [pgrimm@gmx.ch](mailto:pgrimm@gmx.ch)  
 Erich Laager [erich.laager@bluewin.ch](mailto:erich.laager@bluewin.ch)

## Korrektoren / Correcteurs

Sascha Gilli [sgilli@bluewin.ch](mailto:sgilli@bluewin.ch)  
 Hans Roth [hansrudolf.roth@gmx.ch](mailto:hansrudolf.roth@gmx.ch)

## Druck und Produktion / Impression et production

medienwerkstatt ag  
 produktionsagentur für crossmedia und print  
[www.medienwerkstatt-ag.ch](http://www.medienwerkstatt-ag.ch)

## Anzeigenverkauf / les ventes annonces

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

## Abonnement / Abonnement

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

## Einzelverkauf / La vente au détail

Einzelheftpreis / Exemplaire prix  
 CHF 10.50 / € 9.90\*

## Verkauf direkt über Appstore / La vente directement via Appstore

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

## Verwaltung und Aboservice /

**Administration et service d'abonnement**  
 ORIONmedien GmbH  
 Steinackerstrasse 8  
 CH-8583 Sulgen  
 +41 (0)71 644 91 95  
[info@orionmedien.ch](mailto:info@orionmedien.ch)

## Herausgeber / éditeur



## Auflage / Tirage

1'900 Exemplare / 1'900 exemplaires

ISSN 0030-557 X

© ORIONmedien GmbH  
 Alle Rechte vorbehalten / Tous droits réservés

## Vorschau ORION 6/20



Ein denkwürdiges Jahr klingt auch mit einem besonderen astronomischen Ereignis aus. Der legendäre «Stern von Bethlehem» wird am Abend der Wintersonnenwende zu sehen sein. Jupiter und Saturn stehen nur etwas mehr als 6 Winkelminuten auseinander, was etwa einem Fünftel des Monddurchmessers entspricht! Wir gehen auf dieses nahe Zusammentreffen auch geschichtlich ein und erzählen die Geschichte von Johannes Kepler und dem Weihnachtstern. Doch was steckt hinter den biblischen Erzählungen? Sind wir uns heute so sicher, dass der «Stern von Bethlehem» tatsächlich die dreifache Konjunktion zwischen Jupiter und Saturn im Jahr 7 v. Chr. war? Oder wären auch andere Himmelsphänomene denkbar? Einen ausführlichen Beitrag dazu lesen Sie im letzten ORION des Jahres.

**Redaktionsschluss für die Dezember/Januar-Ausgabe: 15. Oktober 2020**

# INSERENTEN

Zumstein Foto Video, CH-Bern	2	Urania Sternwarte, CH-Zürich	43
Astro Optik von Bergen, CH-Sarnen	15	ORIONmedien GmbH, CH-Sulgen	43
KOSMOS-Verlag, D-Stuttgart	16	Wyss-ProAstro, CH-Zürich	45
Teleskop Service, D-Putzbrunn-Solalinden	29	Engelberger AG, CH-Stansstad	46
LARROSA, CH-Rothrist	39		



# Vixen® News

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

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

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

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



Teleskop SXP-AX 103S



Parallaktische Montierung SXP  
mit Starbook TEN



**NEU: Vixen Okulare SSW 83°**  
Ø 1 1/4", 31.7mm

**Bildschärfe:** Extrem scharfe Sternabbildungen  
über das gesamte Gesichtsfeld.

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

Die neu entwickelte Okularkonstruktion verringert  
Geisterbilder und Lichthöfe.

**Licht Transmission:** Gleichbleibende Licht-  
intensität 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 Stern-  
feldern konzipiert. Die geringe Vergrößerung von  
2.1x ermöglicht u. a. eindrucksvolle Beobachtung  
der Milchstrasse. Bis 4x mehr Sterne als von  
blossem Auge!



**Vixen Polaris Star Tracker**

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

Wir senden Ihnen gerne den aktuellen Vixen Prospekt mit Preisliste.

## proastro Kochphoto proastro

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

**Vixen®**

**CELESTRON®**

**baader®  
planetarium**





## TELESKOP FÜR DIE ASTROFOTOGRAFIE



### ADVANCED VX

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



### CGX

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



### CGX-L

Die Montierung  
für die grossen Optiken bis 14"

## MUST-HAVE ZUBEHÖR



FREE  
**CPWI**  
TELESCOPE CONTROL  
SOFTWARE



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

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

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

**PowerTanks** in diversen Grössen für den netzunabhängigen Betrieb.

**Taukappe** schützt Ihre Optik vor Feuchtigkeit.

### FACHBEARATUNG IN IHRER REGION:

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