

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 77 (2019)  
**Heft:** 6

## Heft

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

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

**Download PDF:** 20.08.2025

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

# orion

6/19



EXOPLANETEN

**3**  
51 Peg b –  
streng geheim!



STERNBILDER UND IHRE GESCHICHTEN

**10**  
Ein Hingucker:  
Der mächtige  
Himmelsstier



WISSENSCHAFT & FORSCHUNG

**14**  
Ein Planet,  
der nicht  
existieren  
sollte



ASTRONOMIE FÜR EINSTEIGER

**32**  
Die Erde war  
einst viel  
wärmer als  
heute



Royer et al (2004) - CO2 aus GEOCARB (x 2.0)  
Royer et al (2004) - CO2 aus Proxies (x 2.0)

# Winter- Highlights



Weihnachts-Klassiker:  
SkyWatcher  
Heritage 130P  
**Fr. 249.-**

Neuheit:  
SkyWatcher  
EQ8-R PRO **Fr. 5689.-**  
EQ8-RH PRO **Fr. 9049.-**



**ZUMSTEIN**  
FOTO VIDEO



foto-zumstein.ch | Casinoplatz 8 | Bern



Bild: Thomas Baer

**TITELBILD**

Die ringförmige Sonnenfinsternis vom 15. Januar 2010 war die längste des Jahrhunderts! Über Thulhagiri (Malediven) dauerte die ringförmige Phase 10 Minuten und 51 Sekunden und die ganze Finsternis fast vier Stunden! Der Mond im extremen Apogäum sowie die äquatornahe Lage, wo die Finsternis durchzog, verlangsamten die scheinbare Mondbewegung. Zeitweilig zogen Wolken vor der finsternen Sonne durch. Diese wirkten wie ein natürliches Sonnenfilter.

**EDITORIAL**

Der Physiknobelpreis geht an Queloz und Mayor **2**

**EXOPLANETEN**

51 Peg b – streng geheim! **3**

**BEOBACHTUNGEN**

Ein kleiner Punkt vor der blanken Sonnenscheibe **8**

**STERNBILDER UND IHRE GESCHICHTEN**

Ein Hingucker: Der mächtige Himmelsstier **10**

**WISSENSCHAFT & FORSCHUNG**

Ein Planet, der nicht existieren sollte **14**

**AKTUELLES AM HIMMEL**

Verschleierter Vollmond **22**

**PLANETOLOGIE**

Wenn die Erde flüssig wäre **30**

**ASTRONOMIE FÜR EINSTEIGER**

Die Erde war einst viel wärmer als heute **32**

**RAUMFAHRT**

Hebt auf Mars bald ein Helikopter ab? **40**

**8**  
Ein kleiner  
Punkt vor der  
blanken  
Sonnenscheibe

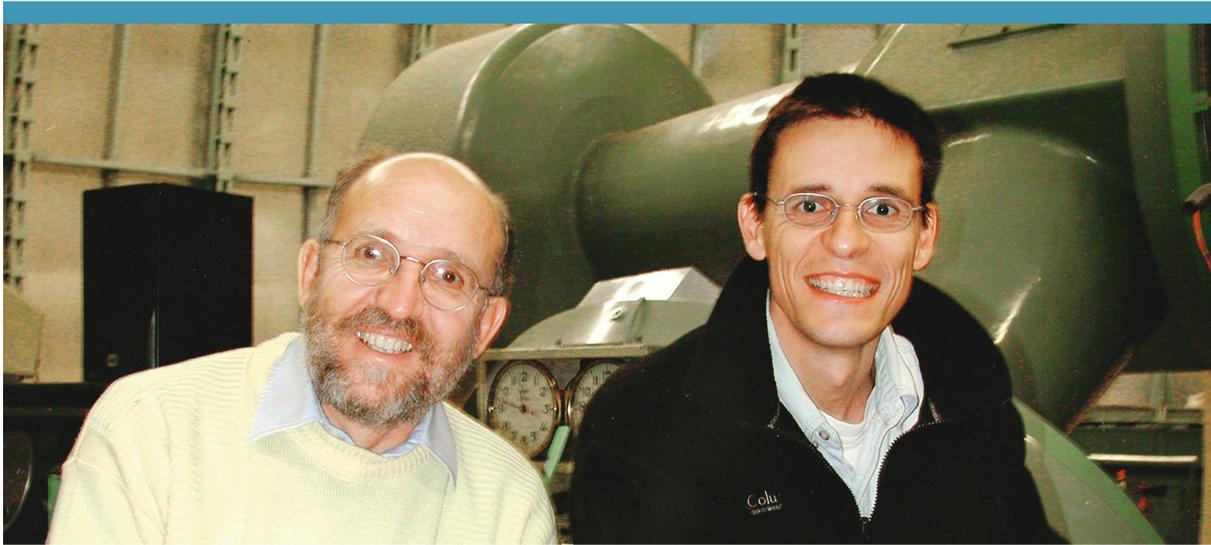
**22**  
Verschleierter  
Vollmond

**30**  
Wenn die Erde  
flüssig wäre

**36**  
Wie realistisch  
ist es, dass  
schon bald  
Menschen zum  
Mars fliegen?



# Der Physik-Nobelpreis 2019 geht an Queloz und Mayor!



**«Unverwelklicher Lorbeer in schnell erbleichender Locke!  
Welch ein gewaltiges Bild menschlicher Grösse und Kraft!»**

*Christian Friedrich Hebbel, deutscher Schriftsteller (1813 – 1863)*

LIEBER LESER, LIEBE LESERIN,

Ja, das war wahrlich eine Überraschung, als die Namen der diesjährigen Physik-Nobelpreisträger bekannt wurden! Und doch kam die Überraschung nicht ganz unerwartet, denn die beiden Genfer Astronomen *Didier Queloz* und *Michel Mayor* haben mit ihrer Entdeckung von 51 Pegasi im Jahre 1995 die Tür zu einem ganz neuen Forschungsgebiet der Astronomie geöffnet; zu den Exoplaneten. Obwohl man schon Mitte der 1990er-Jahre vermutete, dass wir nicht alleine sind, sprich unser Sonnensystem nicht das Einzige im Universum sein würde, hatte man früher keine Methode, irgendwelche Planeten um ferne Sonnen zu entdecken, geschweige denn zu beobachten. So gesehen war *Queloz'* Entwicklung einer Software, welche Radialgeschwindigkeiten von Sternen messen konnte, ein Glücksfall.

Seither sind 4'118 Exoplaneten in 3'063 Sternensystemen entdeckt worden, und es werden laufend mehr! Wir sind also längst nicht mehr alleine, aber besonders ist unser Sonnensystem dennoch mit seinen kleinen terrestrischen Planeten, die eng um die Sonne wandern, und den grossen äusseren Gasplaneten.

Plötzlich fand man jupitergrosse Planeten, welche ihren Zentralstern in wenigen Tagen so nahe umrunden, dass auf einmal neue Theorien über die Entstehung von Planetensystemen entwickelt werden mussten – dazu ein interessanter Beitrag auf Seite 14. Wie kann es sein, dass ein Gasriese vom «Sternenwind» nicht «verblasen» oder gar verschlungen wird? Und wo kreisen mögliche feste Planeten?

Auf diese Frage dürfte uns wohl bald der erste Schweizer Satellit CHEOPS Antworten liefern, sofern alles planmässig verläuft. Das an der Universität Bern entwickelte und gebaute Teleskop wird bereits bekannte Sterne, die von Exoplaneten umkreist werden, ins Visier nehmen und mittels der Transitmethode erstmals auch erdgrosse Planeten finden können!

So gesehen, bleibt die Exoplanetenforschung dank der beiden Genfer Astronomen *Queloz* und *Mayor* weiterhin fest in Schweizer Hand! Den Preisträgern gilt unsere Gratulation!

*Thomas Baer*  
ORION-Redaktor

## Die Entscheidungsnacht im Observatorium Haute-Provence

# 51 Peg b – streng geheim!

**Die Beobachtungen im Observatorium Haute-Provence hatten die Genfer Astronomen auf eine heisse Spur geführt. Doch die Forscher hielten ihre Resultate im Sommer 1995 noch geheim, bis sie alle Fehlerquellen ausschliessen konnten.**

Sommer 1995: Wie immer um zwölf Uhr unterbrachen die Astronomen im Genfer Observatorium ihre Arbeit zum Mittagessen in der Cafeteria. Unter ihnen war *Didier Queloz*. Er setzte sich zu einem Kollegen an den Tisch. «Hallo, ich glaube, wir sind auf der Spur von etwas Grosseem», meinte er mit einem Hauch von Triumph in der Stimme. «Aber ich darf noch nichts sagen», flüsterte er geheimnisvoll weiter. «Du hast schon zu viel gesagt, nun musst du alles erzählen», entgegnete sein Kollege, der wie die meisten Leute im Observatorium fühlte, dass sich etwas Wichtiges anbahnte.

Nichts zu machen, obwohl die Aufregung spürbar war, erzählte *Queloz* nicht weiter, fügte aber an, dass man bis zu einer Konferenz in Florenz warten müsse, um das Ende der Geschichte zu erfahren. Diese Aussage steigerte die Neugierde der Kollegen noch mehr, da niemand von diesem Kongress gehört hatte.

### NIEMAND DURFTE ETWAS WISSEN

«Die Atmosphäre war tatsächlich etwas fieberhaft», erinnert sich *Luc Weber*, der Informatiker, der den anspruchsvollen Computercode entwickelt hatte, den *Queloz* für

die Analyse der Sternspektren benutzte. «Fieberhaft, aber freundlich», versichert der Informatiker. «Es handelte sich um etwas völlig Neues. Wir sprachen noch nicht von einem Planeten, aber die Idee, dass wir eine Realzeitmessung von Radialgeschwindigkeiten mit einem extrem genauen Instrument hatten, motivierte uns enorm.» Die Astronomen, Informatiker, Optikspezialisten und Ingenieure, die am Projekt ELODIE arbeiteten, drangen im Bereich der CCD- und Glasfaser-Technik tatsächlich auf unbekanntes Gebiet vor. «Damals war ich im Büro von *Didier Queloz*», erzählt *Stéphane*

Didier Queloz

«Ich dachte, mit meiner Software stimme etwas nicht, so unglaublich schien es.»

**Abbildung 1:** 2 km nördlich des Ortes Saint-Michel-l'Observatoire in der Haute-Provence befindet sich das gleichnamige Observatorium, an dem *Didier Queloz* und *Michel Mayor* ihre Entdeckung machten.

Bild: Observatorium Haute-Provence



Udry. «Mit einer ziemlich einfachen Software suchte ich nach Sinuskurven in einem Wald voller Punkte.» *Queloz* bat *Udry* zu testen, ob sich in den Messungen von Peg 51 mit dieser Software eine mögliche charakteristische Periode entdecken lasse. «Wir fanden sofort 4.2 Tage, aber *Didier* glaubte dies nicht. Du fantasierst, sagte er mir, und zweifelte an meiner geistigen Gesundheit und der Software», amüsiert sich der Mann, der später Direktor des Genfer Observatoriums wurde. Je mehr Messungen sich anhäuferten, umso sicherer wurden *Michel Mayor* und *Didier Queloz*: Das kann nur ein Planet sein!

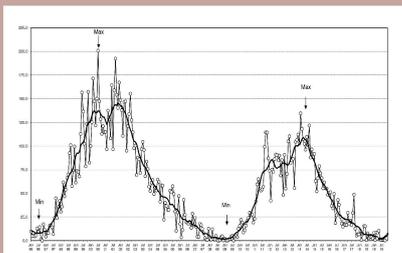
Während des ganzen Sommers 1995 arbeiteten sie intensiv, um sämtliche Fehlerquellen und alle übrigen physikalischen Phänomene ausser der Existenz eines Planeten auszuschliessen. «Sie wurden sehr zurückhaltend», erinnert sich *Daniel Schärer*, der soeben seine Doktorarbeit abgeschlossen hatte. «Sie zogen sich häufig zurück in ihre Büros, aus denen nichts verlautete», sagt der heutige Experte für entfernte Galaxien.

Wie es weiter ging, wissen wir: Die Bekanntgabe am Kongress in Florenz im Oktober 1995, die Bestätigung durch US-amerikanische Konkurrenten angeführt

von *Geoffrey Marcy* und der Mediensturm. «Ich erinnere mich, dass die *Marcel-Benoît*-Stiftung ihren Preis schon 1995 an *Michel Mayor* verleihen wollte», erklärt *Stéphane Berthet*, Vize-Rektor der Universität Genf; aber im Zuge der Polemik, ausgelöst durch ein kanadisches Team, das behauptete, es handle sich nicht um einen Planeten, sondern um einen Sternfleck, entschied die Stiftung, die Preisverleihung aufzuschieben. Der *Marcel-Benoît*-Preis, der oft als Schweizer Nobelpreis bezeichnet wird, ging schliesslich im folgenden Jahr an *Michel Mayor*. <

### Swiss Wolf Numbers 2019

Marcel Bissegger, Gasse 52, CH-2553 Safnern



Beobachtete, ausgeglichene und prognostizierte Monatsmittel der *Wolfschen* Sonnenfleckenzahl

#### September 2019 Mittel: 0.8

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

#### Oktober 2019 Mittel: 0.4

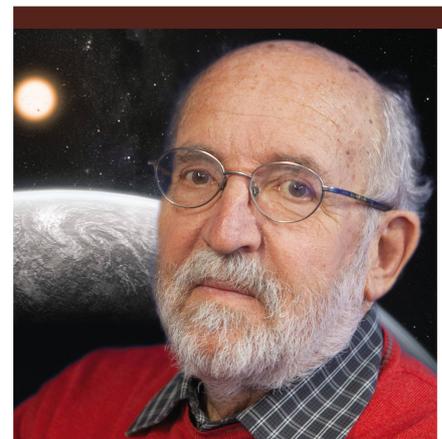
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |
| 4  | 6  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |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

#### 09/2019 Name Instrument Beob.

|                |          |    |
|----------------|----------|----|
| Barnes H.      | Refr 76  | 13 |
| Bissegger M.   | Refr 100 | 2  |
| Ekatodramis S. | Refr 120 | 4  |
| Enderli P.     | Refr 102 | 4  |
| Erzinger T.    | Refr 90  | 17 |
| Friedli T.     | Refr 40  | 7  |
| Friedli T.     | Refr 80  | 6  |
| Früh M.        | Refl 300 | 11 |
| Käser J.       | Refr 100 | 15 |
| Meister S.     | Refr 125 | 15 |
| Menet M.       | Refr 102 | 2  |
| Schenker J.    | Refr 120 | 10 |
| SIDC S.        | SIDC 1   | 2  |
| Tarnutzer A.   | Refr 150 | 4  |
| Weiss P.       | Refr 82  | 18 |
| Zutter U.      | Refr 90  | 25 |

#### 10/2019 Name Instrument Beob.

|                |          |    |
|----------------|----------|----|
| Barnes H.      | Refr 76  | 11 |
| Bissegger M.   | Refr 100 | 3  |
| Ekatodramis S. | Refr 120 | 4  |
| Enderli P.     | Refr 102 | 4  |
| Erzinger T.    | Refr 90  | 10 |
| Friedli T.     | Refr 40  | 7  |
| Friedli T.     | Refr 80  | 7  |
| Früh M.        | Refl 300 | 18 |
| Käser J.       | Refr 100 | 8  |
| Meister S.     | Refr 125 | 6  |
| Menet M.       | Refr 102 | 4  |
| Schenker J.    | Refr 120 | 7  |
| SIDC S.        | SIDC 1   | 5  |
| Tarnutzer A.   | Refl 203 | 1  |
| Weiss P.       | Refr 82  | 8  |
| Zutter U.      | Refr 90  | 17 |



### Michel Mayor

In der Wissenschaftsgeschichte wird dieser Name einen fixen Platz für jenen Astronomen einnehmen, der den Erdlingen gezeigt hat, dass andere Welten möglich sind. Es ist über zwanzig Jahre her, seit *Michel Mayor* und *Didier Queloz* in der Wissenschaftszeitschrift *Nature* einen Artikel veröffentlichten, der zum ersten Mal die Existenz eines extrasolaren Planeten enthüllte, der einen sonnenähnlichen Stern umkreist. Auch wenn die Entdeckung von 51 peg b teilweise dem Zufall zu verdanken ist, zeugt sie in erster Linie von harter Arbeit und grosser Intuition. Als in den 50 bis 70er-Jahren einige Astronomen davon träumten, die Radialgeschwindigkeit von Sternen zu messen, glaubte niemand daran – niemand ausser *Michel Mayor*, der so kühn war, das Instrument zu bauen, das ihm seine Entdeckung ermöglichte. Heute ist die Planetenforschung ein Hauptzweig der Astronomie. Das Gebiet ist so wichtig, dass der Schweizer Bundesrat 2014 beschloss, dass die Nationalen Forschungsschwerpunkt PlanetS zu finanzieren, der von den Universitäten Bern und Genf geleitet wird.

### Swiss Occultation Numbers 2019

Fachgruppe Sternbedeckungen SOTAS (www.occultations.ch)

| September & Oktober 2019 |                        |     | 07/19 |      | 08/19 |      |
|--------------------------|------------------------|-----|-------|------|-------|------|
| Beobachter               | Lage                   | ID  | pos.  | neg. | pos.  | neg. |
| Sposetti St.             | Station Aquarossa      | AQU | 0     | 0    | 0     | 0    |
| Meister / Schweizer      | Sternwarte Bülach      | BUE | 3     | 4    | 1     | 11   |
| Manna A.                 | Station Cugnasco       | CUG | 0     | 1    | 1     | 1    |
| Kohl M.                  | Station Dürnten        | DUE | 0     | 0    | 0     | 0    |
| Sposetti St.             | Osservatorio di Gnosca | GNO | 0     | 1    | 1     | 1    |
| Sposetti St.             | Specola Solare Locarno | LOC | 0     | 0    | 0     | 0    |
| Ossola A.                | Station Muzzano        | MUZ | 0     | 2    | 0     | 0    |
| Schenker / Käser         | Sternwarte Schafmatt   | SCH | 1     | 0    | 1     | 1    |
| Schweizer A.             | Station Wettswil       | WET | 0     | 0    | 0     | 0    |



Didier Queloz

Er war der Auslöser der Exoplaneten-Revolution in der Astrophysik. Seither war *Queloz* an der erfolgreichen Entwicklung einer Reihe von präzisen Spektrographen beteiligt. Damit konnte die Genauigkeit der Dopplertechnik entscheidend verbessert werden. Als die Methode der Planetenentdeckung durch Transite entwickelt wurde, schuf er 2007 in Zusammenarbeit mit dem britischen WASP-Team ein neues internationales Programm, um die Existenz von Transit-Planetenkandidaten mit Hilfe von Spektroskopie und Photometrie zu bestätigen und sie zu charakterisieren. Er war zudem aktiv an der Corot-Mission beteiligt, die erstmals Planetentransite vom All aus entdeckte und leistete einen wichtigen Beitrag zur Arbeit, die zur Entdeckung des ersten Transits eines Gesteinsplaneten führte (Corot-7b). 2012 erhielt er zusammen mit *Michel Mayor* den «2011 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award of Basic Science» für die Entwicklung neuer astronomischer Instrumente und experimenteller Methoden, die zur erstmaligen Beobachtung von Planeten ausserhalb unseres Sonnensystems führte. 2013 wurde er Professor an der Cambridge Universität. Mit seinem Team leitet er ein umfangreiches Programm zur Planetenforschung, das weitere Fortschritte und Entdeckungen zum Ziel hat. Damit möchte er aber auch die Faszination dieses Gebiets einem breiteren Publikum vermitteln.

Willy Benz glaubte nicht mehr an den Nobelpreis

# «Die beiden leben jetzt auf einem anderen Planeten»

**Der diesjährige Physiknobelpreis für die Schweizer Astronomen Michel Mayor und Didier Queloz freut Willy Benz besonders. Er war Michel Mayors erster Doktorand an der Universität Genf. Heute ist er Professor an der Universität Bern, Direktor des Nationalen Forschungsschwerpunkts PlanetS und Präsident des Rats der Europäischen Südsternwarte ESO.**



**Barbara Vonarburg, PlanetS:** *Wie haben Sie erfahren, dass Ihre Kollegen und Freunde Michel Mayor und Didier Queloz mit dem Nobelpreis geehrt werden?*

**Willy Benz:** Ich war an einer Sitzung des ESO-Rats bei München und völlig überrascht, als die deutsche Ratsdelegierte die Nachricht verbreitete. *Michel Mayor* und *Didier Queloz* figurieren zwar schon seit Jahren auf der Liste der Nobelpreisandidaten, doch ich hatte die Hoffnung schon etwas

verloren, dass es je klappen würde. Dieses Jahr vergass ich sogar das Datum der Bekanntgabe der Preisträger. Natürlich war es eine tolle Überraschung, und als Ratspräsident habe ich eine kurze Mitteilung über die Entdeckung und die Tatsache gemacht, dass *Michel Mayor* viele Jahre lang der wissenschaftliche Delegierte der Schweiz im Rat war. Später, beim Abendessen, haben wir auf die Nobelpreisträger angestossen.

**PlanetS:** *Beide Nobelpreisträger sind mit der ESO verbunden. Und es gibt auch eine Zusammenarbeit zwischen den Universitäten Genf und Bern.*

**Benz:** *Michel Mayor* hat Instrumente für die ESO gebaut. Das berühmteste davon heisst HARPS, ein hochpräziser Spektrograph, der seit 2003 in La Silla in Chile in Betrieb ist. Am Bau von HARPS war auch die Universität Bern beteiligt. Wir haben damals hier in Bern einen Teil innerhalb der Optik gefertigt. Das war eine erste Zusammenarbeit zwischen den Universitäten Genf

und Bern auf diesem Gebiet. Danach folgten weitere Instrumente und der Nationale Forschungsschwerpunkt.

**PlanetS:** *Als Doktorand von Michel Mayor arbeiteten Sie mit seinen beiden ersten Instrumenten in Südfrankreich und Chile. Wie haben Sie damals ihren Doktorvater erlebt?*

**Benz:** Er war ein ausgezeichnete Lehrer und ich habe zu ihm aufgeschaut. Von ihm habe ich gelernt, wie man Forschung betreibt. Er benutzte mich nie als Messknecht, um das zu tun, was er nicht gerne machte, es bestand wirklich ein Teamgeist und er gab mir viel Freiheit. Später versuchte ich, mich bei meinen eigenen Doktoranden genauso zu verhalten. *Michel Mayor* ist ein herausragender Physiker und konnte mir dank seiner Erfahrung immer helfen, auch wenn es nicht um sein Spezialgebiet ging. Er war stur bei der Qualitätskontrolle, aber sonst eine aussergewöhnlich offene und freundliche Person.

**PlanetS:** *Sie haben auch in der Freizeit viel zusammen unternommen. Erinnern Sie sich an ein spezielles Erlebnis?*

**Benz:** Wir waren oft für unsere Beobachtungen in Südamerika. Einmal machten

wir gemeinsam mit unseren Ehefrauen ein paar Wochen Ferien in Peru. Auf dem Weg zum Machu Picchu campierten wir und kochten jeweils am Abend am Lagerfeuer Suppe. Doch das Wetter war so schlecht, dass wir völlig durchnässt und durchgefroren ankamen. Das einzige trockene Kleidungsstück, das *Michel* noch hatte, war sein Pyjama, und so reiste er in seinem Pyjama im Zug zurück nach Cusco. Leider konnte ich kein Foto finden...

**PlanetS:** *1995 hatten Sie eine Professur an der Universität von Arizona in den USA, kamen aber im Sommer zu Besuch an die Universität Genf. Erfahren Sie damals noch vor der offiziellen Bekanntgabe von der Entdeckung des ersten Exoplaneten bei einem sonnenähnlichen Stern?*

**Benz:** *Michel Mayor* bat mich in sein Büro, zeigte mir ein Diagramm und sagte: «Für mich ist das ein Planet. Was denkst Du?» Meine unmittelbare Antwort war: «Nein, niemals.» Ein Planet halb so gross wie Jupiter konnte einfach nicht so nahe bei seinem Stern sein, dass er diesen in nur vier Tagen umkreiste. Dort wäre es viel zu heiss. Ich bot *Michel* an, einen Kollegen in Arizona anzufragen, der Berechnungen zur Stabilität solcher Himmelskörper durchführen konnte. «Frag, aber sag nichts», meinte *Mi-*

*chel*. Die Berechnungen zeigten, dass ein solcher Planet entgegen meinen Erwartungen so nahe beim Stern überleben konnte, doch der Kollege war misstrauisch geworden, und als er erfuhr, dass die Genfer Astronomen an einer Konferenz in Florenz eine Mitteilung machen wollten, wusste er, dass etwas Wichtiges bevorstand.

**PlanetS:** *Was denken Sie, was ist das Erfolgsgeheimnis für den Nobelpreis?*

**Benz:** Man könnte meinen, dass es einfach Glück ist: Man nimmt ein Teleskop, schaut einen Stern an und schon ist die Entdeckung gemacht. In diesem Fall war es das pure Gegenteil, also überhaupt kein Zufall. *Michel Mayor* hat über Jahre hinweg mit grosser Hartnäckigkeit und Sorgfalt eine Messtechnik entwickelt, um die Bewegung von Sternen zu bestimmen. Bei seinem ersten Instrument, CORAVEL, mit dem ich arbeitete, betrug die Messgenauigkeit einige Kilometer pro Sekunde. Das Instrument ELODIE, mit dem 1995 die Entdeckung des Exoplaneten 51 Peg b gelang, hatte eine Genauigkeit von 10 Meter pro Sekunde, HARPS brachte diese auf 1 Meter pro Sekunde, und das neueste Instrument der Familie, ESPRESSO beim VLT in Chile, bringt es heute auf 10 Zentimeter pro Sekunde.



**Abbildung 1:** Willy Benz (links) im Gespräch mit Michel Mayor (rechts) an der Generalversammlung des Nationalen Forschungsschwerpunkts PlanetS.

Bild: Sylviane Blum

**PlanetS:** *Wie Sie war Didier Queloz einige Jahre später Michel Mayors Doktorand. Was war seine Aufgabe?*

**Benz:** Das Team war damals sehr klein und so erledigte *Didier* viele Dinge, aber vor allem war es seine Aufgabe, die richtige Software zu entwickeln, um das ELODIE-Instrument zu steuern und dessen Messungen aufzuzeichnen. Natürlich hat er damit auch Messungen am Observatorium Haute-Provence in Südfrankreich durchgeführt. Im Gegensatz zu den amerikanischen Konkurrenten erhielten die Schweizer unmittelbar nach jeder Messung jeweils eine erste Auswertung der Geschwindigkeit des Sterns. Als sie einen Stern sahen, dessen Geschwindigkeit sich von einer Nacht zur anderen änderte, war klar, dass da etwas los war und sie beobachteten den Stern weiter. Auch später war *Didier* als Spitzenwissenschaftler weiterhin aktiv an der Entwicklung von Instrumenten zur Erforschung von Exoplaneten beteiligt.

**PlanetS:** *Was bedeutet dieser Nobelpreis für den Nationalen Forschungsschwerpunkt PlanetS?*

**Benz:** Es ist eine Anerkennung für die Relevanz des Forschungsgebiets. Damit hat die Exoplanetenforschung endgültig den

Stempel «wichtig» erhalten. Die Auswirkungen der Entdeckung von *Michel Mayor* und *Didier Queloz* waren riesig. Es entstanden weltweit Instrumente, Teleskope, Forschungsteams und ganze Zentren, deren wissenschaftliches Thema die Planetenforschung ist. PlanetS würde nicht existieren ohne diese Entdeckung. *Michel Mayor* ist Mitglied unseres Beirats, *Queloz* ist Vorsitzender des Wissenschaftsteams der Mission CHEOPS. Ihr Nobelpreis gibt uns noch mehr Gewicht. Das internationale Ansehen der Schweizer Planetologen wird sicherlich noch weiter steigen.

Aber auch für die Schweiz ist die Auszeichnung ein Beweis, dass unser Bildungssystem gut funktioniert. Denn die beiden sind Schweizer, haben hier die Schule besucht und studiert und mussten nicht ins Ausland gehen, um ihre Forschung machen zu können. Denn die Förderung der Wissenschaft ermöglicht hier auch Entwicklungen, die Jahre benötigen, um Früchte zu tragen.

**PlanetS:** *Wird sich für Michel Mayor und Didier Queloz etwas ändern?*

**Benz:** Die beiden leben jetzt auf einem anderen Planeten. Sie spielen nun in der Champions-League und werden für eine Weile mit Medienanfragen ziemlich beschäftigt sein. Das einzige, was mich ein

wenig nervös macht, ist die Frage, ob *Didier Queloz* noch genügend Zeit haben wird, um sich um CHEOPS zu kümmern. Wir brauchen ihn dringend! <

**Michel Mayor**  
«Ich fragte Experten um mich herum, was sie davon hielten, niemand zeigte Interesse. Ein so grosser Planet so nahe bei seinem Stern war total unvorstellbar.»

**CELESTRON**  
Die besten Produkte von Celestron vom Astro-Spezialisten

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

Aufnahme mit Officina Stellare RC500 auf einer Herkules V48

## Mein erster Merkurtransit

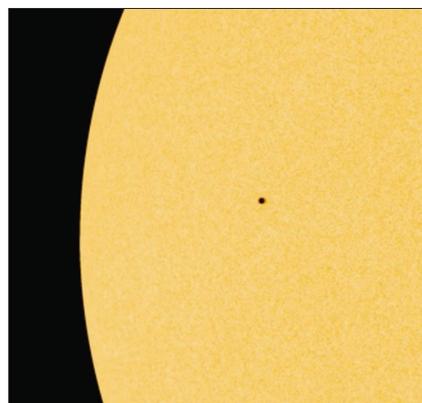
# Ein kleiner Punkt vor der blanken Sonnenscheibe

**Am 11. November kreuzte Merkur letztmals bis 2032 die Sonnenscheibe. Im Sandwich zweier Wolkenfronten konnte man das seltene Ereignis in einem schmalen Streifen zwischen Bern und Schaffhausen einigermassen ungetrübt verfolgen, zumindest die Anfangsphase.**

Den Merkurtransit, ein Ereignis, welches sich erst 2032 wieder zutragen wird, habe ich mir fest vorgenommen miterleben und von der Schule sogar unterrichtsfrei bekommen. Den ganzen Morgen fragte ich mich, ob es wohl die eine oder andere Wolkenlücke geben würde, da es am Morgen noch dicht bewölkt und neblig war. Gegen Mittag konnte man die ersten Ausschnitte des blauen Himmels erkennen. Um 12:30 Uhr MEZ war ich in der Sternwarte Bülach und half mit, die Gerätschaften für unsere Sonderveranstaltung einzurichten. Unser Heliostat ist eine komplizierte Spiegelanlage, über die das Licht der Sonne von aussen etwa einen Meter gross auf eine Leinwand projiziert werden kann. Die zwei Sonnentelkope, ein Coronado, welches unser Zentralgestirn im H-alpha-Licht zeigt und ein Meade mit einem Weisslichtfilter, wurden auf dem Vorplatz sonnentauglich gemacht.

### GESPANNTES WARTEN

Um 13:34 Uhr MEZ sassen alle Besucher entweder vor der Leinwand im abgedunkelten Vorführraum oder umringten die Teleskope, wartend, bis jemand das Zeichen gab, dass der Merkur erscheine. Auf der Leinwand wurde er zuerst entdeckt, da die Sonne und damit auch Merkur viel grösser abgebildet wird. Für einige Besucher war es fast schon eine Enttäuschung, als sie sahen, wie klein der Merkur im Vergleich zur Sonne erschien. Trotzdem war es ein schöner Moment, als der Merkur am Sonnenrand auftauchte. Um 14:00 Uhr MEZ wurde in der Cafeteria noch ein kleiner Vortrag präsentiert. Leider verdichteten sich die Wolken zunehmend und spätestens ab Mitte Nachmittag wurde die Sonne komplett bedeckt, was das Ende des beobachtbaren Teils des Transits bedeutete. Trotzdem hat es sich definitiv gelohnt, dabei gewesen zu sein! <



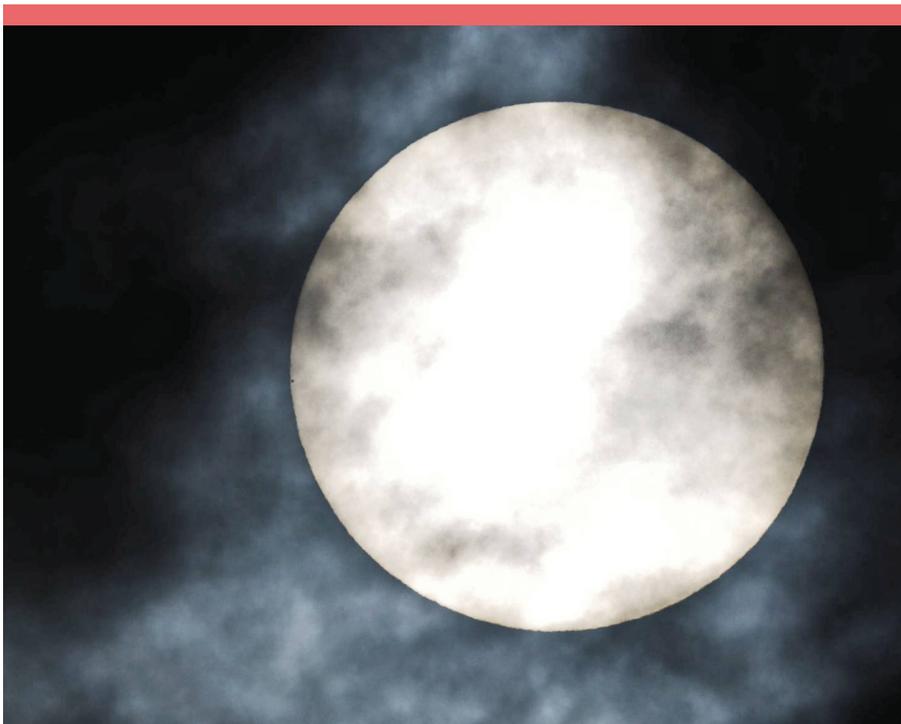
### SOHO und ein kreisrunder «Sonnenfleck»

Am 11. November war die Sonne makellos fleckenfrei. Doch wer auf der SOHO-Seite vorbeischaute, entdeckte doch etwas Schwarzes Kreisrundes. Natürlich konnte auch der Sonnensatellit unseren innersten Planeten bei seiner Wanderschaft vor der Sonne aus der Erdumlaufbahn verfolgen.



**Abbildung 1:** Die beiden Sonnentelkope sind bereit! Rechtzeitig lichteteten sich die Wolken, so dass der Beginn des Merkurtransits beobachtet werden konnte.

Bild: Elias Alaoui



**Abbildung 2:** In Wichtrach verdichtete sich die Bewölkung genau bei Beginn des Ereignisses. Manchmal konnte man die Sonne noch von blossen Auge durch die Wolkenschicht sehen.

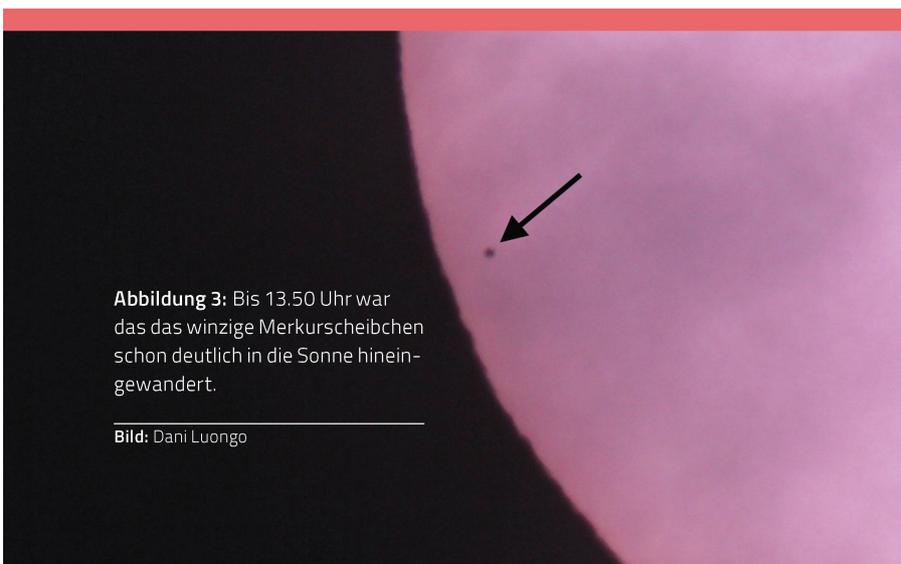
Bild: Martin Mutti

## Ein Hauch von «Mini-Sonnenfinsternis»

Gut 30 Gäste fanden sich am Montag-Nachmittag, 11. November, auf der Winterthurer Sternwarte Eschenberg ein, um den angekündigten Vorübergang des Planeten Merkur vor der Sonnenscheibe live mitzerleben. Trotz einiger Quellwolken konnte ab 13:37 Uhr MEZ der Eintritt und die langsame Wanderung des winzigen dunklen Pünktchens an den beiden mit Spezialfiltern bestückten Teleskopen mitverfolgt werden.

Zwar brach bei diesem Anblick keiner der Gäste in Entzückungsschreie aus. Doch da erst wieder im Jahre 2032 ein solcher Merkur-Transit zu beobachten sein wird, war wenigstens bei einigen Gästen ein gewisser Stolz sehr wohl spür- und auch hörbar: «Ich war mit dabei!»

Leider aber überzogen nach 15:00 Uhr MEZ dunkelgraue Wolken von Westen her den Himmel und bereiteten damit auch diesem Naturspektakel ein ebenso sanftes wie abschliessendes Ende. (Markus Griesser)



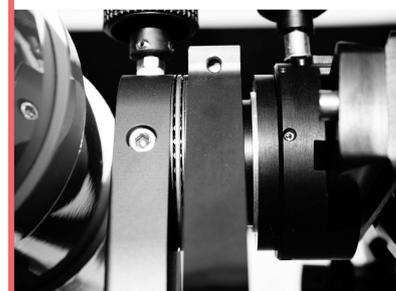
**Abbildung 3:** Bis 13:50 Uhr war das das winzige Merkurscheibchen schon deutlich in die Sonne hineingewandert.

Bild: Dani Luongo



## StarSpot.

- . Hochpräzise Teleskop-Montierungen für den anspruchsvollen Astronomie-Freund.
- . Direktantriebe erlauben zügige Positionierung und extreme Laufruhe in der Nachführung.
- . Ein eigener Controller mit Netzwerkanschluss ermöglicht die autonome Steuerung.



## StarSpot.

[www.starspot.ch](http://www.starspot.ch)  
[info@starspot.ch](mailto:info@starspot.ch)

HiFiction AG: +41 44 533 88 16

Götterboss Zeus hatte ein Auge auf Europa

# Ein Hingucker: Der mächtige Himmelsstier

Unser Sternbild Stier (Taurus) dürfte zu den ältesten Himmelsvorstellungen der Menschen gehören – natürlich begleitet von zahlreichen phantasievollen Erzählungen. Die Plejaden und Hyaden wurden bereits im ORION 1/2017 vorgestellt.

Stiersymbolik ist quer durch die Kulturgeschichte bei zahlreichen Völkern anzutreffen. Dies gilt vor allem für den Mittelmeerbereich, wo Stiere bei den Babyloniern, Kretern, Syrern, Ägyptern oder Arabern für Stärke und Zeugungskraft standen, aber auch für weiter entfernte Länder, wo sie etwa bei den Indern als Begleiter verschiedener Gottheiten zu finden sind. Daher ist es verständlich, dass man einen Stier oder Pflugochsen auch unter den Sternen auffinden sollte – beispielsweise als Himmels-Zeichen für den Beginn der Aussaat im Früh-

ling. Das Sternbild mit dem rötlich-orangen Aldebaran, mit den Plejaden und Hyaden war ja wirklich auffällig. Und dass hier, durchs «Goldenen Tor der Ekliptik», auch Sonne, Planeten und Mond ihre Bahn ziehen, gab ihm buchstäblich etwas Magisches.

Als Astronomen ist uns natürlich auch der erste Buchstaben –  $\alpha$  / alpha – des griechischen Alphabets bekannt. Wikipedia erklärt dazu:



«Das Zeichen geht auf den phönizischen Buchstaben Aleph zurück, der wiederum ursprünglich einen Stierkopf darstellte. Wenn man ein grosses Alpha (= A) auf den Kopf stellt oder ein kleines um 90° gegen den Uhrzeigersinn dreht, kann man noch sehr gut einen Stierkopf erkennen.»

## DIE EISZEIT-STIERE VON LASCAUX

Die 1940 entdeckte Höhle von Lascaux in Südwest-Frankreich weist wundervolle jungsteinzeitliche Höhlenmalereien mit Tierdarstellungen auf. Heute zählt diese «Sixti-



**Abbildung 1:** Sternbild Stier aus «Urania's Mirror» (1825) von Sidney Hall (1788 – 1831). Die Sammlungsbox enthielt 32 Sternbild-Karten. Sie waren bei den Sternen gelocht, sodass man sie vor eine Lichtquelle halten und das Sternen-Bild sehen konnte.

Bild: en.wikipedia



**Abbildung 2:** Darstellung des «4. Stiers» in der Höhle von Lascaux; er ist beinahe 6 m lang. Die sechs Punkte oberhalb der Stierschulter sind gemäss *Michael Rappenglück* die Plejadensterne.

**Bild:** <http://archeologie.culture.fr/lascaux/de/mediatheque/vierter-stier>

nische Kapelle der Eiszeit» zum UNESCO-Weltkulturerbe. Der bekannte Archäo-Astronom *Michael Rappenglück* zeigte, dass sich die Gruppe von sechs Punkten über dem Nacken eines dieser Stiere (oder Auerochsen) auf die Plejaden beziehen muss und somit eine Sternbild-Darstellung ist (Abbildung 2).

In der Zeit von 4000 bis 1700 v. Chr. lag der Frühlingspunkt in diesem Himmelsbereich. Man kann daher davon ausgehen, dass das Tierkreissternbild Stier sehr alt sein muss. Bezieht man die Dauer eines Platonischen Jahres ein – also die Zeitspanne von etwa 25'700 Jahren, in welcher der Frühlingspunkt infolge der Präzession einmal den ganzen Zodiakus (Tierkreis) durchläuft –, wird wohl auch den Menschen einer noch früheren Vorzeit die Konstellation der Stier-Sterne im Zusammenhang mit dem Sonnenlauf aufgefallen sein.

Im Zweistromland (im heutigen Irak) entstand zur Zeit der Sumerer um 2340 v. Chr. das berühmte *Gilgamesch*-Epos, in dem auch der Himmelsstier eine wichtige Rolle spielte. Ihr (Luni-Solar-)Jahr begann damals im Frühling mit dem Erscheinen der Mond-Neulichtsichel bei den Plejaden in ihrem Sternbild Stier (Abbildung 3). Diese

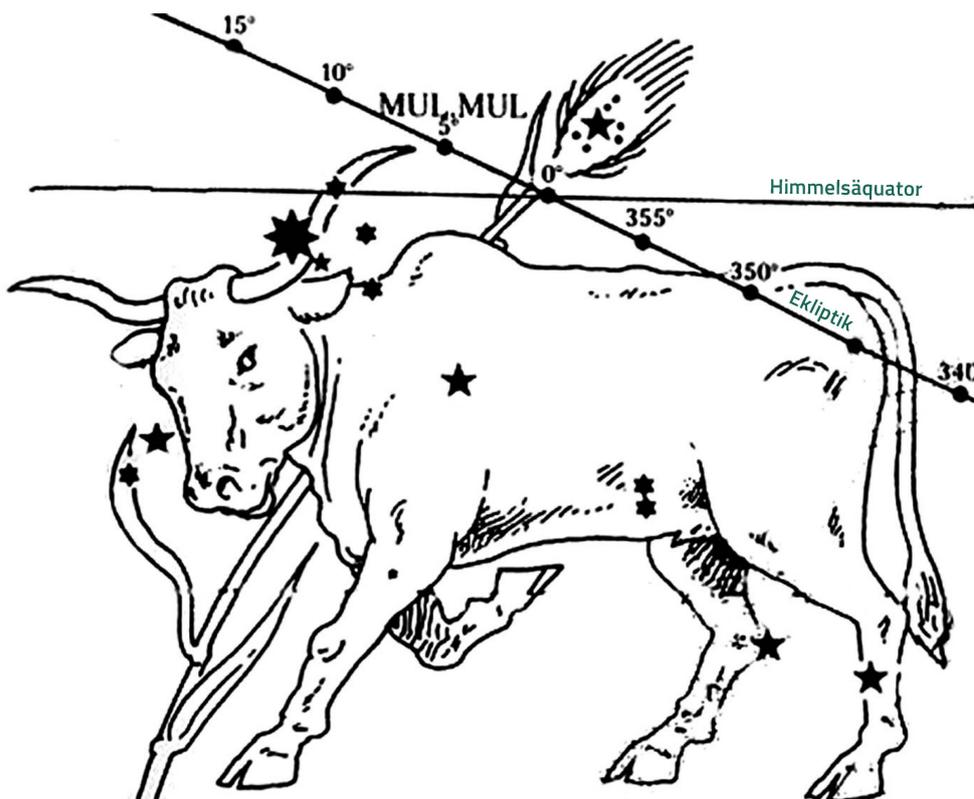
wurden als Getreideähre dargestellt. Die sumerischen Himmelskundigen entwickelten sogar eine Schaltjahr-Regel, wonach je nach Position der Mondsichel Zusatztage einzuschließen waren, damit das Sonnenjahr eingehalten wurde: Halten Plejaden und Mond am Neujahrstag einander die Waage, ist dieses Jahr normal; tun sie dies erst 2 Tage später, ist es ein Schaltjahr. – Möglicherweise bildet dies auch den Hintergrund dafür, dass auf der «Himmelscheibe von Nebra» (etwa um rund 2000 v. Chr.) Plejaden und Mondsichel beieinander zu finden sind – sozusagen als Zeugen eines weiträumigen Wissenstransfers in der Bronzezeit.

Im erwähnten Epos schickt die Liebesgöttin *Ishtar* den Himmelsstier auf die Erde, um den Helden *Gilgamesch* zu töten – als Rache dafür, dass er ihr Werben verschmäht. Sein Begleiter *Enkidu* reißt dem Bullen im Kampf den rechten Hinterschinkel aus und schleudert ihn ans Firmament und damit unter die Sterne im Bereich von Ursa maior und Ursa minor. Interessanterweise finden wir auf dem ägyptischen «Tierkreis von Dendera» (etwa um 50 v. Chr.), der seit 1822 im Louvre ausgestellt ist, genau an ws bekannteste Himmelsstier-Sage findet sich bei den alten Griechen. Sie erzählt da-

von, dass Götterboss *Zeus* ein Auge auf *Europa*, so der Name der wunderschönen Tochter von König *Agenor*, geworfen hatte. Dieser war Herrscher von Phönizien im Bereich des östlichen Mittelmeers. Die Prinzessin liebte es, dort dem Strand entlang zu wandeln und Blumen zu pflücken.

Als *Zeus*, der sie heimlich beobachtet, seinen Liebesdurst nicht mehr aushält, verwandelt er sich flugs in einen prächtigen Stier und nähert sich ihr auffällig harmlos. Daher zeigt *Europa* keine Furcht und lässt ihn zu sich heran, ja krault ihm das Fell und füttert ihn mit Blumen. Nachdem er sich neben ihr ins Gras gelegt hat, steigt sie sogar übermütig auf seinen Rücken, worauf er sich gemächlich erhebt und mit ihr ans Ufer schreitet, was ihr sichtlich gefällt.

Dort wadet er vorerst ins seichte Wasser, doch bald stapft der Stier zügig ins tiefere, und plötzlich schwimmt er in kräftigen Zügen ins weite Meer hinaus. Jetzt wird ihr angst und bange, doch ein Umkehren ist nicht mehr möglich; in ihrer Todesangst hält sie sich an den mächtigen Hörnern fest und klammert sich an ihn. Zwei Tage dauert diese ungewöhnliche Reise, dann erreichen sie die Insel Kreta. Gleich am Ufer verwandelt der Stier sich in einen strahlenden Jüngling



**Abbildung 3:** Für die Sumerer begann das Jahr, wenn sich die Neulichtsichel des Mondes im Sternbild Stier bei den Plejaden zeigte..

Bild: Werner Papke: «Die Sterne von Babylon». 1989.



**Abbildung 4:** Darstellung von Stier und Stierschenkel auf dem runden Tierkreis von Dendera in Oberägypten (Zeichnung).

Bild: en.wikipedia

und verführt die Schöne, die sich ihm widerstandslos ergibt, weil sie in ihm Zeus erkennt. Danach soll er ans Firmament gestiegen sein, wo er den Stier unter die Sterne versetzte – kraftvoll nach Osten schwimmend, mit vor Anstrengung blutunterlaufenem Auge, dem rötlichen Stern Aldebaran. Und woher unser Kontinent seinen Namen hat, ist nun wohl ebenfalls klar.

Von Zeus erhielt Europa verschiedene Geschenke, darunter einen Hund, der später sogar als Grosser Hund (Canis maior) unter die Sterne gekommen sein soll. Ein Nachkomme aus dem Techtelmechtel zwischen ihr und Zeus war der bekannte König Minos von Kreta.

Genau besehen ist am Himmel vom Stier (Taurus) bloss die vordere Hälfte sichtbar (vgl. Abbildung 1). Nicht nur, weil er schwimmt, sondern weil sein ganzer Körper neben Walfisch und Widder auch gar keinen Platz mehr fände. Das Schicksal, am Firmament nur halb sichtbar zu sein, teilt der Stier mit dem Flügelross Pegasus, das ebenfalls nur mit dem Vorderteil dargestellt ist.

#### VOM STIER ZUM WOLF

Priester-Astronomen germanischer Völker sahen an dieser Himmelsstelle keinen Stier. Für sie waren hier vielmehr die Hyadensterne besonders eindrücklich: Sie gleichen dem aufgesperrten Rachen ihres sagenhaften und gefürchteten Fenriswolves. Sogar die Götter fühlten sich von ihm bedroht und

legten ihn an eine gewaltige Kette. Befreien würde er sich erst zum Zeitpunkt des Weltenbrands – dann also, wenn für die Germanen in der Götterdämmerung die Welt unterging.

Im Jahr 1054 registrierten chinesische Astronomen im östlichen Bereich des Stierbilds eine Supernova; ihre Überreste sind im Krebs- oder Krabbennebel zu finden, den Charles Messier in seinem 1771 erstmals veröffentlichten Katalog von Nebeln und Sternhaufen als M1 aufnahm. Dieser ist in der Nähe vom Stern ζ Tau am Ende des lin-

ken Stierhorns zu finden. Den Stern am andern Hornende ordneten schon griechische Astronomen sowie später Johann Bayer (1572-1625), gleichzeitig dem Sternbild Stier als auch dem Fuhrmannbild zu. 1930 machte die Internationale Astronomische Union IAU diese Doppelspurigkeit eindeutig: Seither gehört er als β Tauri mit dem Namen Elnath («Horn») zum Stier. ◀



#### Der Krebs- oder Krabbennebel im Stier

Am Teleskop ist M1 lediglich bei absolut guten und dunklen Sichtverhältnissen als nebliges Fleckchen erkennbar. Die feinen Strukturen, wie sie hier auf einer Aufnahme von Simon Krull zu sehen sind, kommen meist erst auf lange belichteten astrofotografischen Bildern wirklich zur Geltung.

Ein viel zu grosser Planet viel zu nah an «seiner» Sonne

# Ein Planet, der nicht existieren sollte

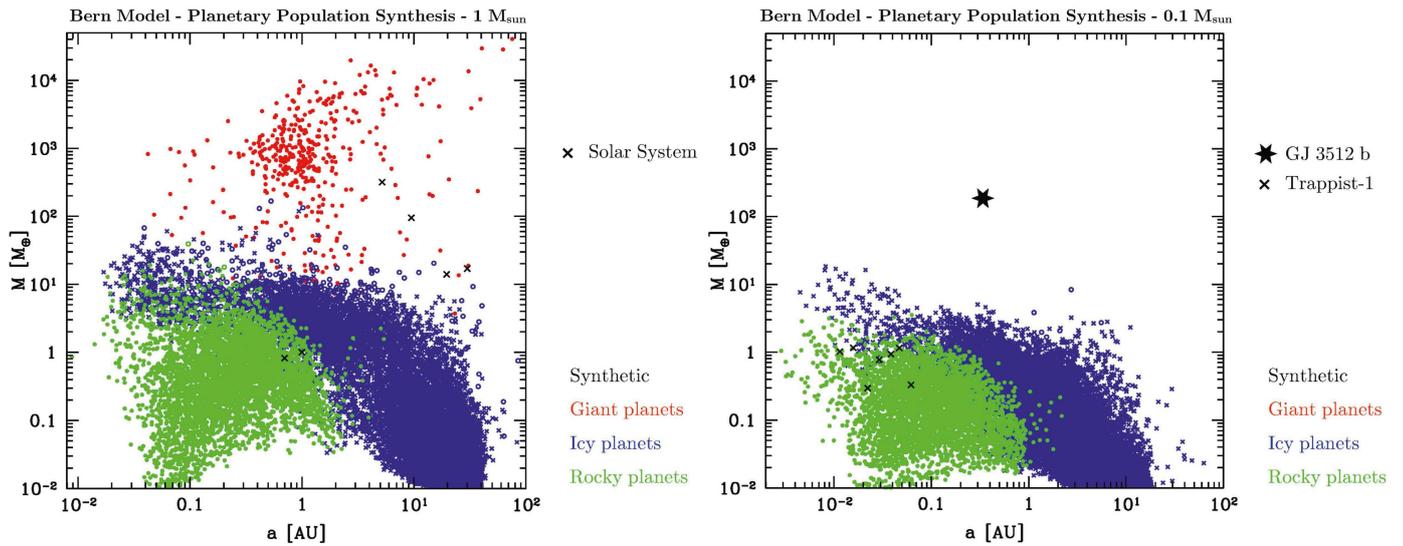
**Astronominnen und Astronomen haben bei einem kleinen Stern einen Planeten aufgespürt, der viel massereicher ist, als theoretische Modelle voraussagen. Während die überraschende Entdeckung einem spanisch-deutschen Team in einem Observatorium in Südspanien gelang, untersuchten Forschende an der Universität Bern, wie der rätselhafte Exoplanet entstanden sein könnte.**

Der rote Zwergstern GJ 3512 befindet sich rund 30 Lichtjahre von uns entfernt. Obwohl er nur ein Zehntel so viel Masse wie die Sonne hat, besitzt er einen Riesenplaneten – eine unerwartete Beobachtung. «Es sollte um solche Sterne eigentlich nur erdgrosse Planeten oder höchstens etwas massereichere Super-Erden geben», sagt Professor *Christoph Mordasini* vom Physikalischen Institut der Universität Bern und Mitglied des Nationalen Forschungsschwerpunkts PlanetS: «GJ 3512b ist hingegen ein Riesenplanet mit einer

Masse ungefähr halb so gross wie diejenige von Jupiter, und somit mindestens eine Grössenordnung massereicher als die Planeten, die von theoretischen Modellen für so kleine Sterne vorausgesagt werden.»

Aufgespürt wurde der rätselhafte Planet von einem spanisch-deutschen Forschungskonsortium namens CARMENES, das sich die Entdeckung von Planeten bei kleinsten Sternen zum Ziel gesetzt hat. Dazu baute das Konsortium ein neuartiges Instrument,



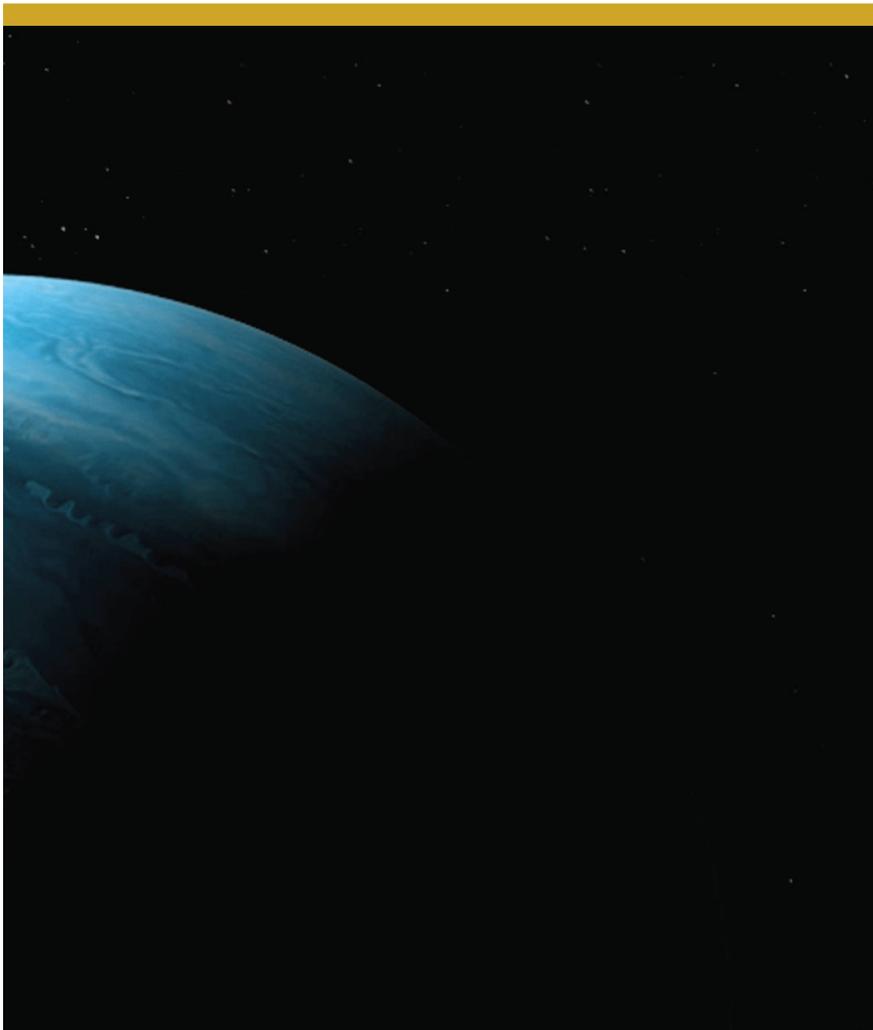


**Abbildung 2:** Vergleich der synthetische Planetenpopulation vorausgesagt vom Berner Modell mit dem Sonnensystem, bzw. mit Trappist 1 und GJ 3512b. Sonnensystem und Trappist 1 stehen im Einklang mit dem Modell, GJ 3512b hingegen ist viel massereicher als die Voraussagen des Modells.

Quelle: Universität Bern, Grafik: Christoph Mordasini

das im Observatorium Calor Alto auf 2'100 m ü. M. in Südspanien installiert wurde. Beobachtungen mit diesem Infrarot-Spektrographen zeigten, dass sich der kleine Stern regelmässig auf uns zu und

wieder weg bewegte – ein Phänomen, ausgelöst von einem Begleiter, der in diesem Fall besonders massereich sein musste. Weil diese Entdeckung so unerwartet kam, kontaktierte das Konsortium unter



**Abbildung 1:** Künstlerische Darstellung eines jupiterähnlichen Planeten mit bläulicher Farbe in einer Umlaufbahn um einen kühlen Roten Zwerg.

Bild: CARMENES/RenderArea/J. Bollaín/C. Gallego



**Abbildung 3:** Der Exoplanet GJ 3512b wurde vom CARMENES Konsortium entdeckt mit einem Teleskop am Calar Alto Observatorium in Südspanien.

**Bild:** Pedro Amado/Marco Azzaro - IAA/CSIC

anderem die Berner Forschungsgruppe um *Mordasini*, die zu den weltführenden Expertinnen und Experten in der Theorie der Planetenentstehung gehört, um plausible Szenarien zur Bildung des grossen Exoplaneten zu diskutieren. Die Arbeit aller Beteiligten ist nun in der renommierten Fachzeitschrift *Science* veröffentlicht worden.

#### SCHRITTWEISER AUFBAU ODER KOLLAPPS?

«Unser Modell zur Entstehung und Entwicklung von Planeten sagt voraus, dass bei kleinen Sternen eine grosse Zahl von kleinen Planeten gebildet werden», fasst *Mordasini* zusammen und führt als Beispiel ein anderes, bekanntes Planetensystem an: Trappist-1. Bei diesem Stern, der mit GJ 3512 vergleichbar ist, existieren sieben Planeten mit Massen, die ungefähr einer Erdmasse oder sogar weniger entsprechen. In diesem Fall stimmen die Berechnungen des Modells gut mit der Beobachtung überein. Nicht so bei GJ 3512. «Unser Modell sagt voraus, dass es um solche Sterne gar keine Riesenplaneten geben sollte», sagt *Mordasini*. Eine mögliche Erklärung

für das Versagen der gängigen Theorie könnte der Mechanismus sein, der dem Modell zugrunde liegt, die sogenannte Kernakkretion. Dabei entstehen Planeten, indem sie schrittweise durch Ansammlung von kleinen Körpern zu immer grösseren Massen wachsen. Die Fachleute nennen dies einen «bottom-up-Prozess».

Vielleicht ist der Riesenplanet GJ 3512b aber durch einen fundamental anderen Mechanismus gebildet worden, durch einen sogenannten gravitationellen Kollaps. «Dabei kollabiert ein Teil der Gasscheibe, in der die Planeten entstehen, direkt unter seiner eigenen Schwerkraft», erklärt *Mordasini*: «Ein top-down-Prozess.» Doch auch dieser Erklärungsansatz hat Probleme. «Wieso ist in diesem Fall der Planet nicht noch weiter angewachsen und noch näher zum Stern gewandert? Beides würde man erwarten, wenn die Gasscheibe genug Masse hat, damit sie unter ihrer Gravitation instabil werden kann», sagt der Experte und meint: «Der Planet GJ 3512b stellt also eine wichtige Entdeckung dar, die unser Verständnis, wie Planeten um solche Sterne entstehen, verbessern sollte.» <

*Marokko*

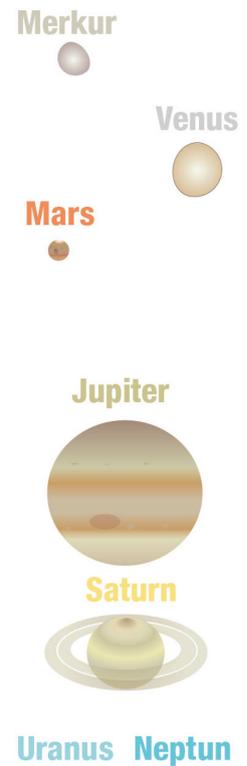
**SaharaSky®**  
Kasbah Hotel & Sternwarte

*Einmalig dunkler Sternenhimmel*

**Komfortable Anreise von Deutschland · Komforthotel mit Spa · Hochwertige Teleskope · Visuell & Astrofotos**  
Sternwarteninfos: [www.saharasky.com](http://www.saharasky.com) · Hotelinfos: [www.hotel-sahara.com](http://www.hotel-sahara.com)

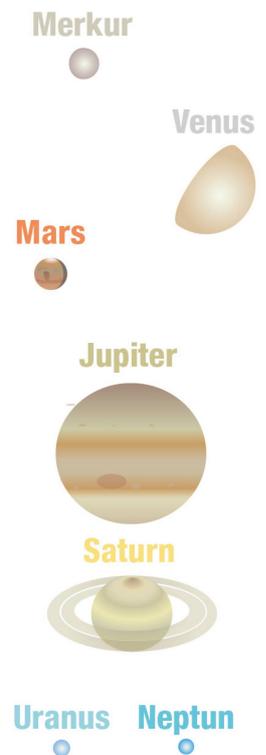
DEZEMBER 2019 Himmel günstig für Deep-Sky-Objekte vom 16. bis 27. Dezember 2019

| Datum  | Zeit      |   |   |   | Ereignis   |
|--------|-----------|---|---|---|--|
| 1. So  | 06:30 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Mars (+1.7 <sup>mag</sup> ) im Südosten  |
|        | 07:15 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Merkur (-0.6 <sup>mag</sup> ) im Südosten  |
|        | 16:30 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Venus (-3.9 <sup>mag</sup> ) geht 45' nördlich an λ Sagittarii (+2.9 <sup>mag</sup> ) vorbei |
|        | 17:15 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Saturn (+0.6 <sup>mag</sup> ) im Südsüdwesten  |
|        | 17:30 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Uranus (+5.7 <sup>mag</sup> ) im Osten   |
| 4. Mi  | 17:30 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Jupiter (-1.9 <sup>mag</sup> ) im Südwesten  |
|        | 17:45 MEZ |   |   | ✓ | Neptun (+7.9 <sup>mag</sup> ) im Südsüdosten   |
|        | 07:15 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Merkur (-0.6 <sup>mag</sup> ) im Südosten  |
| 5. Do  | 07:58 MEZ |   |   |   | ☾ Erstes Viertel, Wassermann   |
|        | 17:04 MEZ |   |   | ✓ | Mond: Sternbedeckung 30 Piscium (+4.7 <sup>mag</sup> )                                       |
| 6. Fr  | 19:09 MEZ |   |   | ✓ | Mond: Sternbedeckung 33 Piscium (+4.7 <sup>mag</sup> )                                       |
|        | 16:30 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Venus (-3.9 <sup>mag</sup> ) geht 2° nördlich an α Sagittarii (+2.1 <sup>mag</sup> ) vorbei  |
| 7. Sa  | 07:30 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Merkur (-0.6 <sup>mag</sup> ) im Südosten  |
| 9. Mo  | 00:00 MEZ | ✓ |   |   | α-Monocerotiden-Meteorstrom Maximum  |
| 10. Di | 07:30 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Merkur (-0.6 <sup>mag</sup> ) im Südosten  |
|        | 19:00 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Mond: 8° südlich der Plejaden  |
| 11. Mi | 16:16 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Längste Vollmondnacht 2019 (Dauer in Zürich: 15 h 48 min)                                    |
|        | 17:15 MEZ |   | ✓ | ✓ | Venus (-4.0 <sup>mag</sup> ) geht 1½° südlich an Saturn (+0.6 <sup>mag</sup> ) vorbei        |
| 12. Do | 06:12 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | ● Vollmond, Stier (Dm. 31' 21")  |
|        | 07:15 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Merkur (-0.6 <sup>mag</sup> ) geht 40' südlich an β Scorpii (+2.9 <sup>mag</sup> ) vorbei    |
|        | 07:30 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Mars (+1.7 <sup>mag</sup> ) geht 16' nördlich an α Librae (+2.9 <sup>mag</sup> ) vorbei      |
| 13. Fr | 20:00 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Mond: 7° nordöstlich von Alhena (γ Geminorum)  |
|        | 23:00 MEZ | ✓ |   |   | Geminiden-Meteorstrom Maximum  |
| 15. So | 07:45 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Merkur (-0.6 <sup>mag</sup> ) geht 5° nördlich an Antares (α Scorpii) vorbei                 |
| 16. Mo | 07:45 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Merkur (-0.6 <sup>mag</sup> ) geht 13' nördlich an ω Ophiuchi (+4.6 <sup>mag</sup> ) vorbei  |
| 19. Do | 05:57 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | ☾ Letztes Viertel, Jungfrau  |
| 22. So | 05:19 MEZ |   |   |   | Astronomischer Winteranfang  |
|        | 23:00 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Ursiden-Meteorstrom Maximum  |
| 23. Mo | 07:00 MEZ |   | ✓ | ✓ | Mond: 3½° nordöstlich von Mars (+1.7 <sup>mag</sup> )  |
| 24. Di | 07:15 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Mond: Schmale Sichel 47 h vor ☾, 8° ü. H   |
| 26. Do | 03:29 MEZ |   |   |   | Ringförmige Sonnenfinsternis in Saudiarabien, Indien und Indonesien, S. 24                   |
|        | 06:13 MEZ |   |   |   | ☾ Neumond, Schütze   |



JANUAR 2020 Himmel günstig für Deep-Sky-Objekte vom 14. bis 25. Januar 2020

| Datum  | Zeit      |   |   |   | Ereignis  |
|--------|-----------|---|---|---|---|
| 1. Mi  | 01:00 MEZ | ✓ |   |   | Quadrantiden-Meteorstrom aktiv bis 5. Januar 2020   |
|        | 06:45 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Mars (+1.6 <sup>mag</sup> ) im Südsüdosten  |
|        | 17:00 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Venus (-4.0 <sup>mag</sup> ) im Südsüdwesten  |
|        | 17:45 MEZ |   |   | ✓ | Uranus (+5.7 <sup>mag</sup> ) im Südosten   |
|        | 18:00 MEZ |   |   | ✓ | Neptun (+7.9 <sup>mag</sup> ) im Südsüdwesten   |
| 3. Fr  | 05:45 MEZ |   |   |   | ☾ Erstes Viertel, Walfisch  |
|        | 19:15 MEZ |   | ✓ | ✓ | Venus (-4.0 <sup>mag</sup> ) geht 29' südlich an ι Capricorni (+4.3 <sup>mag</sup> ) vorbei               |
| 4. Sa  | 01:00 MEZ | ✓ |   |   | Quadrantiden-Meteorstrom Maximum  |
| 5. So  | 09:00 MEZ |   |   |   | Erde in Sonnennähe (0.983244 AE)  |
|        | 20:53 MEZ |   | ✓ | ✓ | Mond: «Goldener Henkel» am Mond sichtbar  |
| 7. Di  | 20:00 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Mond: 2½° nördlich von Aldebaran (α Tauri)  |
| 8. Mi  | 05:45 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Mars (+1.5 <sup>mag</sup> ) geht 44' südlich an α Scorpii (2.5 <sup>mag</sup> ) vorbei                    |
|        | 19:30 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Venus (-4.0 <sup>mag</sup> ) geht 53' nördlich an δ Capricorni (+3.0 <sup>mag</sup> ) vorbei              |
| 9. Do  | 17:55 MEZ |   |   | ✓ | Mond: Sternbedeckung μ Geminorum (+3.2 <sup>mag</sup> ), Ende um 18:50 MEZ                                |
| 10. Fr | 18:05 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Halbschatten-Mondfinsternis bis 22:14 MEZ; Grösse: 0.921, siehe S. 22                                     |
|        | 20:00 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Mond: 6½° südwestlich von Pollux und 9½° südlich von Kastor   |
|        | 20:21 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | ● Vollmond, Zwillinge (Dm. 32' 29")   |
| 12. So | 22:00 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Mond: 9½° nordwestlich von Regulus (α Leonis)   |
| 13. Mo | 22:00 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Mond: 6½° östlich von Regulus (α Leonis)  |
| 17. Fr | 06:00 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Mond: 6½° nördlich von Spica (α Virginis)   |
|        | 13:58 MEZ |   |   |   | ☾ Letztes Viertel, Jungfrau   |
| 18. Sa | 05:45 MEZ |   | ✓ | ✓ | Mars (+1.5 <sup>mag</sup> ) geht 44' südlich an ω Ophiuchi (4.4 <sup>mag</sup> ) vorbei                   |
| 20. Mo | 07:00 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Mond: 7° nordwestlich von Mars (+1.5 <sup>mag</sup> ) und 8½° nordwestl. von Antares                      |
| 21. Di | 07:00 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Mond: 6° östlich von Mars (+1.5 <sup>mag</sup> ) und 10° nordöstl. von Antares (α Scorpii)                |
|        | 07:02 MEZ |   |   | ✓ | Mond: Sternbedeckungsende SAO 185024 (+6.5 <sup>mag</sup> )   |
| 24. Fr | 22:42 MEZ |   |   |   | ☾ Neumond, Steinbock  |
| 26. So | 17:45 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Mond: Schmale Sichel 43 h nach ☾, 9° ü. H   |
|        | 07:45 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Jupiter (-1.9 <sup>mag</sup> ) geht 8' südlich an ν <sub>1</sub> Sagittarii (+5.0 <sup>mag</sup> ) vorbei |
| 27. Mo | 19:45 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Venus (-4.1 <sup>mag</sup> ) geht nur 4½' südlich an Neptun (+7.9 <sup>mag</sup> ) vorbei                 |
|        | 07:45 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Jupiter (-1.9 <sup>mag</sup> ) geht 8' südlich an ν <sub>2</sub> Sagittarii (+5.0 <sup>mag</sup> ) vorbei |
| 28. Di | 17:30 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Mond: 5° südöstlich von Venus (-4.1 <sup>mag</sup> )  |
|        | 17:45 MEZ | ✓ | ✓ | ✓ | Merkur (-1.0 <sup>mag</sup> ) geht 1½° nördlich an δ Capricorni (+3.0 <sup>mag</sup> ) vorbei             |



# Venus kommt immer besser zur Geltung

**Im Dezember scheint Venus Schwung für ihre Abendsichtbarkeit zu holen. Sie steigt nun immer höher in den Himmel und spielt ihre Rolle als «Abendstern» immer besser. Begleitet wird sie von den beiden Planeten Jupiter und Saturn.**

Zum Jahresausklang sind Jupiter, Saturn und Venus noch einmal vereint am Abendhimmel versammelt. Während Venus nach Sonnenuntergang täglich höher über den Südwesthorizont steigt, sinken Saturn und Jupiter weiter ab. Die beiden äusseren Planeten beenden im Monatsverlauf ihre abendliche Präsenz. Die Konjunktion zwischen Venus und Saturn am 11. können wir jedoch über dem tiefen Südwesthorizont noch miterleben (siehe Abbildung 1).

## EIN KLEINES RUNDES SCHEIBCHEN

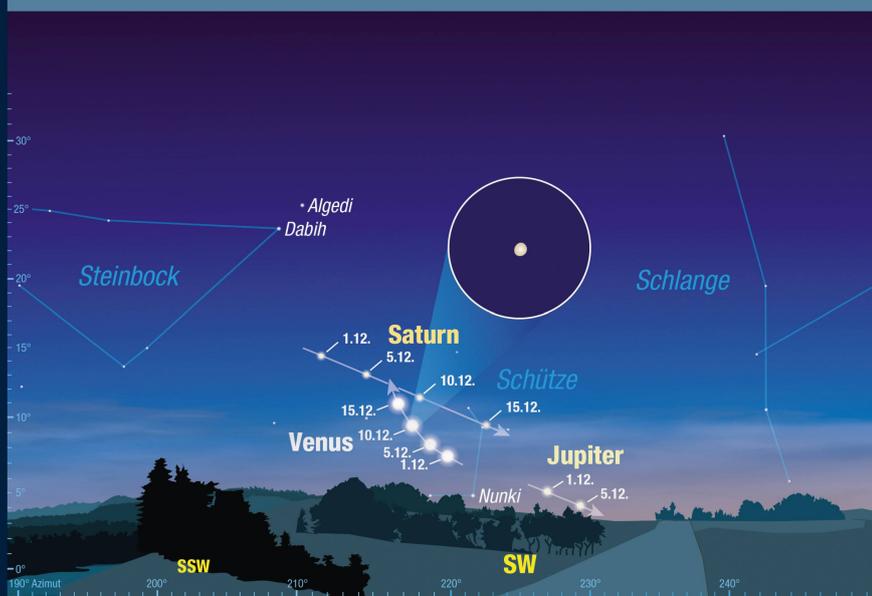
Durch ein Fernrohr betrachtet erscheint uns Venus noch fast voll beschienen und nur 12.1' gross. Kein Wunder, denn sie bewegt sich seit vergangenem August langsam «hinter» der Sonne hervor. Im Laufe der kommenden Monate wird die Distanz zwischen Venus und Erde kleiner; das Planetenscheibchen wächst an, während die Lichtphase abnimmt. Anfang April 2020 ist sie hälftig beschienen, die grösste Helligkeit – in der Astronomie sprechen wir vom «grössten Glanz» – erreicht sie allerdings erst am 28. April.

Nach Sonne und Mond ist Venus das mit Abstand auffälligste Gestirn am Himmel. Kaum ist die Sonne verschwunden, kann man den brillanten Lichtpunkt bereits während der hellen Dämmerung erkennen, lange bevor die ersten Sterne sichtbar werden. Bereits im antiken Griechenland unterschied man *Hesperos* und *Phosphoros* und meinte damit den «Abend-» und «Morgenstern». Gelegentlich sorgt diese Bezeichnung bei Laien für etwas Verwirrung, da es sich bei Venus ja bekanntlich um einen Planeten und nicht um einen Stern handelt. Auch schon haben Sternwartenbesucher den Polarstern mit dem «Abendstern» verwechselt, da sie glaubten, Polaris sei der hellste Fixstern am nächtlichen Firmament. <

## Der Mondlauf im Dezember 2019



Der Mond ist am Monatsersten erst 4.33 Tage alt, wenn wir ihn abends nach Sonnenuntergang sehen. Bereits am 4. ist das Erste Viertel im Sternbild Wassermann erreicht. In den frühen Abendstunden des 5. bedeckt der Mond mit 30 und 33 Piscium zwei hellere Sterne. Der Trabant nimmt in den folgenden Tagen weiter zu und zieht am 10., schon fast voll, 8° südlich an den Plejaden vorüber. Vom 11. auf den 12. Dezember erleben wir mit einer Dauer von fast 16 Stunden die längste Vollmondnacht des Jahres. Das Nachtgestirn strahlt 5° nordöstlich von Aldebaran und kulminiert kurz nach Mitternacht für Zürich 62.9° hoch über dem Südhorizont. Der abnehmende Dreiviertel stört in den folgenden Nächten die Beobachtung der Geminiden-Sternschnuppen. Am frühen Morgen des 17. können wir den Mond gegen 07:00 Uhr MEZ 3° nördlich von Regulus im Löwen sehen. Das Letzte Viertel wird am 19. im Sternbild der Jungfrau erreicht. Zwei Tage später macht der Erdtrabant 7° nordöstlich von Spica Halt. Am 23. zieht die abnehmende Mondsichel 3½° nordöstlich an Mars vorüber und ist tags darauf als schmale Sichel rund 47 Stunden vor Neumond rund 6½° über Antares im Skorpion letztmals in der Morgendämmerung sichtbar. Mit dem Leermund am 26. erleben die Bewohner rund um den Indischen Ozean und den Westpazifik eine ringförmige Sonnenfinsternis. Schon am folgenden Abend gegen 17:00 Uhr MEZ ist die hauchdünne Mondsichel knapp 6° hoch über dem Südwesthorizont zu sehen. Am 28. entdecken wir sie 4½° südwestlich der hellen Venus.



**Abbildung 1:** Wer am 11. Dezember gegen 17:15 Uhr MEZ nach Südwesten blickt, kann die Konjunktion zwischen Venus und Saturn erleben. Der «Abendstern» geht 1½° südlich am Ringplaneten vorüber. Ganz dicht am Horizont werden aufmerksame Beobachter ein letztes Mal auch Jupiter erspähen können.

Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien

### Uranus im Visier



In den langen Winternächten herrscht wahrlich eine Planetenflaute. Einzig Uranus, der sich rückläufig durch den Widder bewegt, ist so gut wie fast die ganze Nacht über zu beobachten. Dank der frühen Dunkelheit lohnt es sich, gleich zu Beginn des Abends nach ihm Ausschau zu halten, wenn seine Kulmination maximal ist. Der leicht hellblau bis grünlich schimmernde Planet ist auch an Sternwartenführungen einmal ein willkommenes Beobachtungsobjekt. Uranus wurde am 13. März 1781 rein zufällig durch *Friedrich Wilhelm Herschel* entdeckt und davor wegen seiner langsamen Bewegung für einen Fixstern gehalten. Der ferne Sonnenbegleiter wurde von *John Flamsteed* 1690 fälschlicherweise als Stern 34 Tauri katalogisiert. Dasselbe Missgeschick unterlief auch dem deutschen Astronomen *Tobias Mayer* im Jahre 1756. Wer den Planeten einmal selber gesehen hat, kann es den beiden Beobachtern nachsehen.

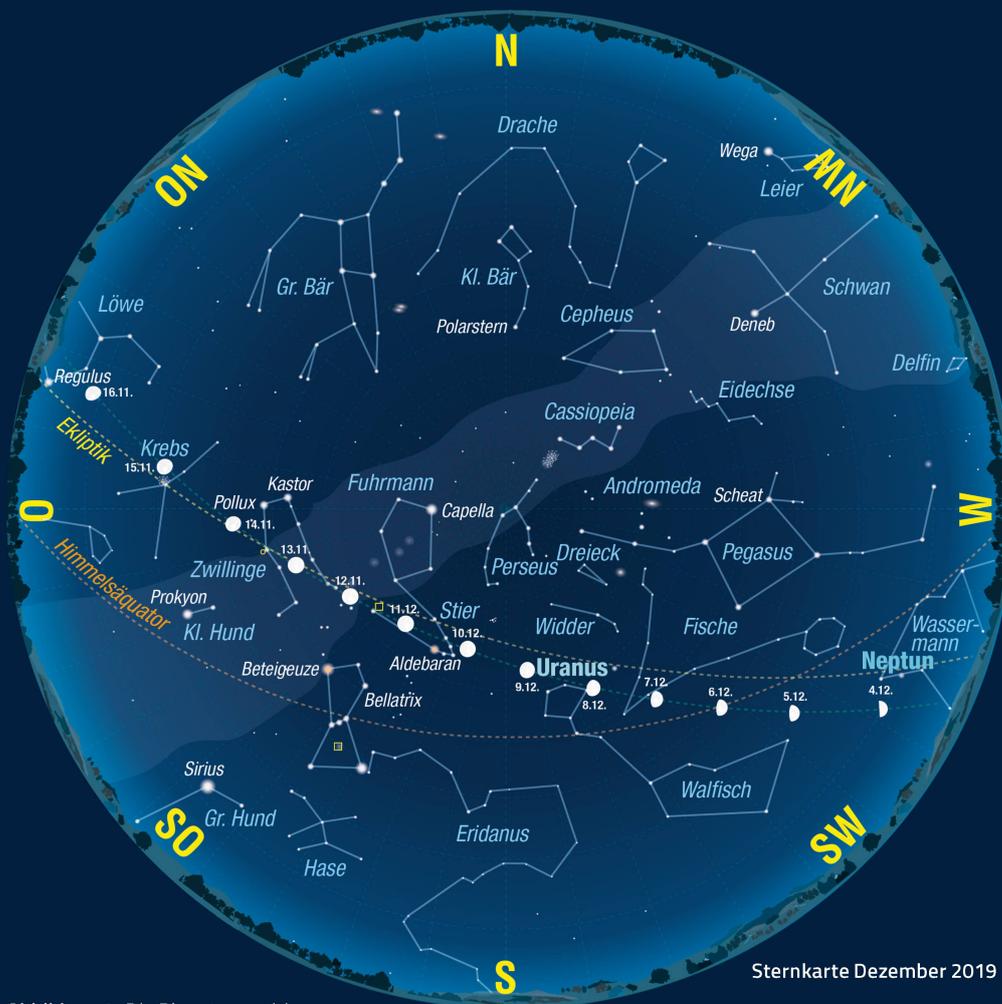


Abbildung 2: Die Planetenpositionen gelten am 15. Dezember 2019.

Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien

Sternkarte Dezember 2019

1. Dezember 2019, 23 h MEZ  
 16. Dezember 2019, 22 h MEZ  
 1. Januar 2020, 21 h MEZ

### Merkurs jahresbeste Morgensichtbarkeit



Am 28. November erreichte Merkur mit  $20^\circ 04'$  seine grösste westliche Elongation. Zu Monatsbeginn kann man den  $-0.6^{mag}$  hellen Planeten etwa gegen 06:30 Uhr MEZ, eine knappe halbe Stunde nach seinem Aufgang am Südsüdosthorizont, erkennen. In der kommenden Stunde steigt er dann auf gut  $12^\circ$  hoch. Seine Helligkeit ändert sich bis zum 20. kaum, allerdings geht Merkur täglich später auf, am 10. Dezember gegen 06:30 Uhr MEZ, am 15. eine halbe Stunde später und am 20. um etwa 07:20 Uhr MEZ. Ein letztes Mal dürfte man den sonnennahen Planeten um den 12. herum sichten, denn nachher taucht er in die helle Dämmerungszone ab. Wer ein Teleskop besitzt und Merkur anpeilt, wird am Monattersten noch ein zu Dreivierteln beschienenes Planetenscheibchen erkennen, das bis Mitte Dezember immer kleiner und voller wird. Kurz vor seinem Verschwinden zieht Merkur am 11. knapp  $\frac{3}{4}^\circ$  nordwestlich am Stern Graffias ( $\beta$  Scorpii) im Skorpion vorbei. Am bereits aufgehellten Himmel ist jetzt ein Fernglas sicher nützlich, um die beiden Gestirne zu sehen. Ganz alleine ist Merkur am Morgenhimmel nicht unterwegs. Mars, der nicht wegen seiner bescheidenen Helligkeit von  $+1.6^{mag}$  als vielmehr durch seine orange Färbung auffällt, tritt von der Jungfrau in die Waage über und ist vom 11. bis 14. nahe von Zubenelgnubi ( $\alpha_{2}$  Librae) zu sehen. Wer den Roten Planeten beobachtet, wird wohl noch enttäuscht sein. Auf dem nur  $4.3''$  kleinen Planetenscheibchen sind noch keinerlei Details zu erkennen. Dies wird sich ab der zweiten Jahreshälfte 2020 ändern, wenn Mars seine Oppositionsschleife am Himmel zieht und im kommenden Oktober der Erde auf 62.1 Millionen km nahekommt.

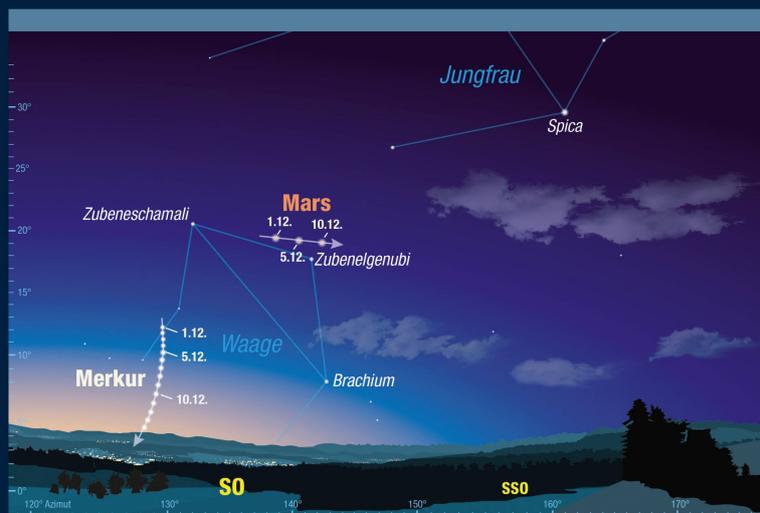


Abbildung 3: Merkur ist in der ersten Dezemberwoche vor Sonnenaufgang hell am Morgenhimmel zu sehen. Die Situation ist gegen 07:30 Uhr MEZ dargestellt. Etwas über dem sonnennächsten Planeten erkennen wir den rötlichen Mars. Ein Blick an den Südosthorizont lohnt sich, denn so gut sieht man Merkur selten!

Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien

# Merkurs Höhenflug

**Venus strahlt an den Januarabenden nach Sonnenuntergang als heller «Abendstern». In den letzten Tagen des Monats steigt Merkur über den Horizont und beginnt eine respektable Abendsichtbarkeit, die sich fast zwei Wochen in den Februar erstreckt.**

Als erstes Gestirn kann man an den frühen Januarabenden Venus erblicken, lange bevor die hellsten Fixsterne sichtbar werden. Sie strahlt 30° hoch über dem Südwesthorizont und wird ihrer Rolle als «Abendstern» mehr als gerecht. Durch ein Teleskop betrachtet, erscheint sie uns zu Dreivierteln beleuchtet. Am 27. kommt es zu einer extrem engen Begegnung mit dem lichtschwächeren Planeten Neptun (siehe Abbildung 1). Venus zieht in nur gut 4½° südlich am fernen Planeten vorüber. Mit seinen +7,9<sup>mag</sup> ist das leicht hellblau erscheinende Planetenscheibchen nur teleskopisch oder durch einen lichtstarken Feldstecher erkennbar.

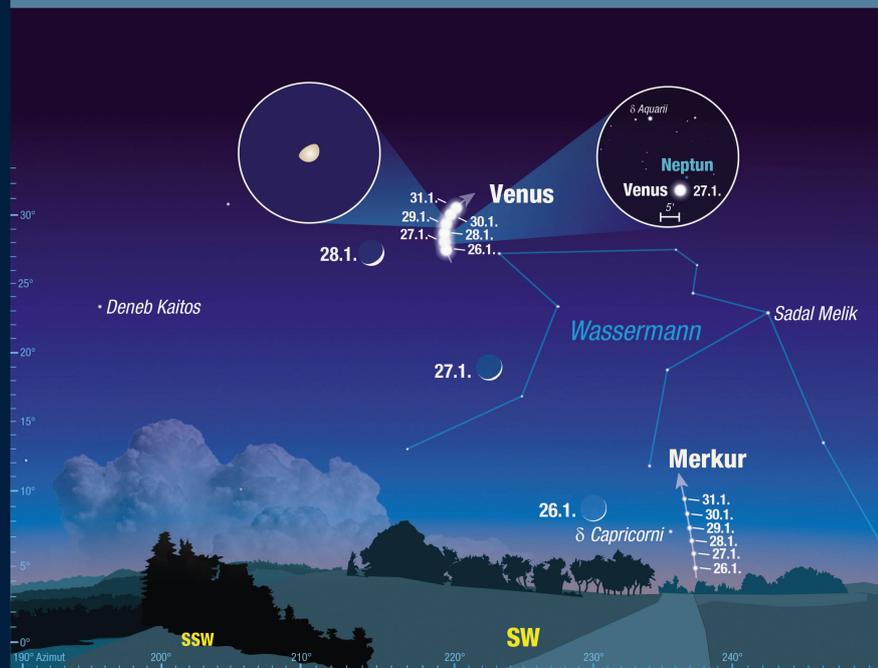
## MERKUR STARTET ZU SEINER ZWEITBESTEN ABENDSICHTBARKEIT

Der sonnennächste Planet, Merkur, eilt dem Tagesgestirn durch die südlichsten Sternbilder des Zodiak nach und überholt – im Strahlenglanz der Sonne leider nicht beobachtbar – am 2. Januar 2020 Jupiter und am 12. den Ringplaneten Saturn. Am 30. Dezember passiert er sein Aphel und steht am 10. Januar 2020 in oberer Konjunktion. Vorübergehend bleibt Merkur unsichtbar, da er zusammen mit der Sonne über den Himmel wandert. Doch sein östlicher Winkelabstand zum Zentralgestirn nimmt stetig zu, und so können wir den Planeten Ende Januar bei klarer Horizontsicht mit etwas Glück bereits ab dem 26. gegen 17:30 Uhr MEZ über dem Südwesthorizont in der Abenddämmerung erkennen. Er strahlt jetzt –1,0<sup>mag</sup> hell und wird mühelos zu sehen sein, ehe er vom Horizontdunst verschluckt wird (siehe Abbildung 1). Jeden Abend kann man den flinken Planeten etwas höher über dem Horizont erspähen. Dank seiner ordentlichen Helligkeit von –1,0<sup>mag</sup> fällt er in dieser Himmelsregion, dem Wassermann mit seinen eher lichtschwachen und daher wenig auffälligen Sternen, problemlos auf. <

### Der Mondlauf im Januar 2020



Am 2. Januar passiert der Mond den erdfernsten Punkt seiner elliptischen Bahn und erreicht in den Morgenstunden des 3. das Erste Viertel im Sternbild Walfisch. Am Sonntagabend, 5. Januar, gegen 21:00 Uhr MEZ, kann das Lichtphänomen des «Goldenen Henkels» beobachtet werden. Die Bahn des Mondes führt in gebührendem Abstand südlich an den Plejaden vorbei. Am 7. um 20:00 Uhr MEZ steht der zunehmende Dreiviertelmond 2½° nördlich von Aldebaran im Stier. Auf seiner weiteren Reise bedeckt der fast volle Mond am frühen Abend des 9. den +3,2<sup>mag</sup> hellen Stern  $\mu$  Geminorum. Die genauen Bedeckungszeiten sind der Tabelle auf Seite 17 zu entnehmen. Am Freitagabend, 10. Januar, verzeichnen wir Vollmond mit einer recht tiefen Halbschattenfinsternis (Beitrag auf Seite 22). Gegen 20:00 Uhr MEZ ist das Nachtgestirn 6½° südwestlich von Pollux und 9½° südlich von Kastor zu sehen. In der folgenden Woche nimmt unser Nachbar im All wieder ab. Am 12. gegen 22:00 Uhr MEZ steht er 9½° nordwestlich von Regulus im Löwen, abends darauf 6½° östlich von ihm. Das Letzte Viertel wird am 17. erreicht. In den frühen Morgenstunden gegen 06:00 Uhr MEZ finden wir den Halbmond 6½° nördlich von Spica. Drei Tage später trifft die Mondsichel auf Mars und Antares im Skorpion. Neumond haben wir am 24. im Steinbock. Bei sehr klarer Sicht und einem flachen Südwesthorizont könnte man schon am nächsten Abend gegen 17:15 Uhr MEZ unmittelbar nach Sonnenuntergang (ein Fernglas ist ratsam), sicher aber am 26. die schmale zunehmende Mondsichel erhaschen. Am 28. stattet der Mond der hellen Venus einen Besuch ab (siehe dazu Abbildung 1).



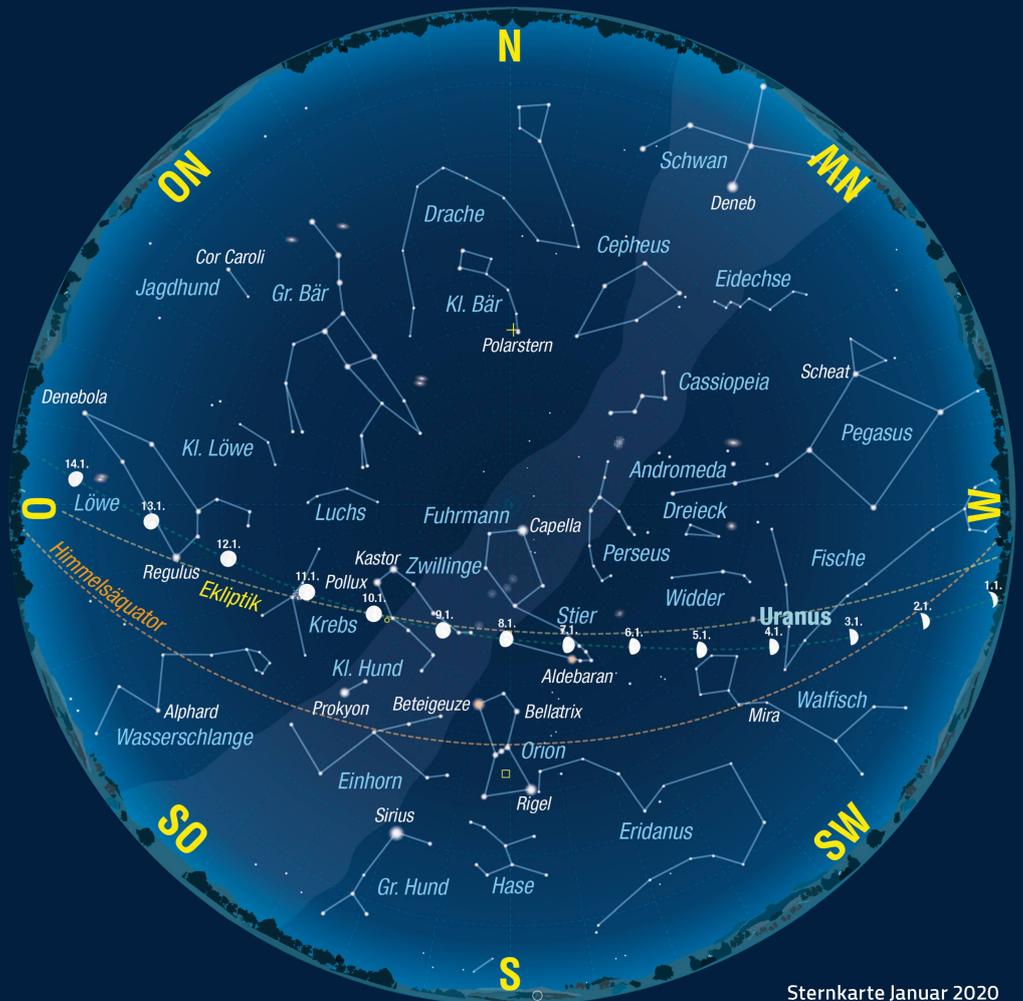
**Abbildung 1:** Venus spielt ihre Rolle als «Abendstern» nun brillant. Gegen 17:30 Uhr MEZ steht sie rund 30° hoch über dem Südwesthorizont. In den letzten Januartagen taucht auch Merkur in Horizontnähe auf und startet damit seine zweitbeste Abendsichtbarkeit im Jahr 2020, die bis ins zweite Februart Drittel reichen wird.

**Grafik:** Thomas Baer, ORIONmedien

## Der Winterhimmel



Der Sternenhimmel Mitte Januar gegen 22:00 Uhr MEZ bietet über ein gesamtes Jahr betrachtet sicher den spektakulärsten Anblick. Alle markanten Wintersternbilder, allen voran Orion mit seinen in Reih und Glied stehenden Gürtelsternen, sind jetzt in südlicher Richtung hoch über uns zu sehen. Capella im Fuhrmann steht fast in Zenitnähe, etwas östlich von ihr finden wir die Zwillingssterne Pollux und Kastor, darunter Prokyon im Kleinen Hund und in süd-südöstlicher Blickrichtung der helle Sirius im Grossen Hund. Die Gürtelsterne von Orion werden vom Schulterstern Beteigeuze und Rigel flankiert. Etwas nordwestlich des Himmelsjägers entdecken wir den Stierkopf mit dem rötlichen Stern Aldebaran. Die Milchstrasse schwingt sich von Südosten nach Nordwesten über das Firmament. Im Fuhrmann können wir mit M36, M37 und M38 gleich drei schöne Feldstecherobjekte bewundern.



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

**Grafik:** Thomas Baer, ORIONmedien

**Sternkarte Januar 2020**

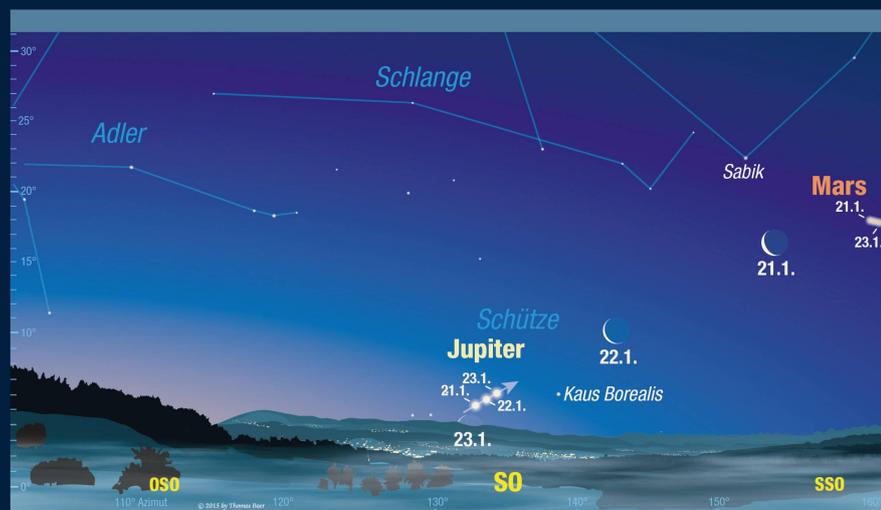
1. Januar 2020, 23 h MEZ  
16. Januar 2020, 22 h MEZ  
1. Februar 2020, 21 h MEZ

## Jupiter wird in der Morgendämmerung sichtbar



Kaum hat sich der grösste Planet der Sonnenfamilie vom Abendhimmel zurückgezogen, taucht er in der letzten Januarwoche schon wieder am Morgenhimmel in Erscheinung. Am 27. Dezember stand er in Konjunktion mit der Sonne und vergrössert nun zusehends seinen westlichen Abstand zum Tagesgestirn. An Silvester sind es noch bescheidene 2°, am 11. Januar bereits 11°, am Monatsletzten dann 27°. Voraussetzung ist ein relativ flacher Südosthorizont (siehe dazu Abbildung 3). Etwa eine Viertelstunde nach seinem Aufgang kann man den Riesenplaneten dank seiner visuellen Helligkeit von  $-1.9^{\text{mag}}$  als gelblich gefärbtes Objekt am 21. erspähen.

Die abnehmende Mondsichel ist an diesem Tag rund 6° östlich von Mars zu sehen, tags darauf steht sie 10° westlich von Jupiter. Bei exzellenten Sichtbedingungen ist es am 23. theoretisch möglich, den Mond nur einen Tag vor seiner Leerphase  $2\frac{3}{4}^\circ$  südöstlich des Riesenplaneten zu erspähen. Die Höhe der Mondsichel beträgt jedoch nur noch bescheidene 2° über dem Horizont! Für Planetenbeobachter ist Jupiter in dieser Situation natürlich noch kein Leckerbissen, und ausserdem lockt es auch den hartgesotenen Amateurrastromonen an kalten Wintermorgen wohl weniger aus den Federn.



**Abbildung 3:** Nachdem sich Jupiter im Dezember vom Abendhimmel zurückgezogen hat, zeigt er sich Ende Januar bereits wieder am Morgenhimmel. Am 23. steht die sehr schmale abnehmende Mondsichel knapp unterhalb des Planeten. Auch Mars ist zu Beginn des neuen Jahres vorerst am Morgenhimmel präsent.

**Grafik:** Thomas Baer, ORIONmedien

Kaum mehr als ein leichter Helligkeitsunterschied



# Verschleierter Vollmond

**Die einzige einigermaßen gut beobachtbare Mondfinsternis im neuen Jahr spielt sich in den Abendstunden des 10. Januar am Osthimmel ab. Es handelt sich um eine tiefe Halbschattenfinsternis, bei der um das Maximum herum die Südhälfte der Mondscheibe etwas dunkler erscheinen wird.**

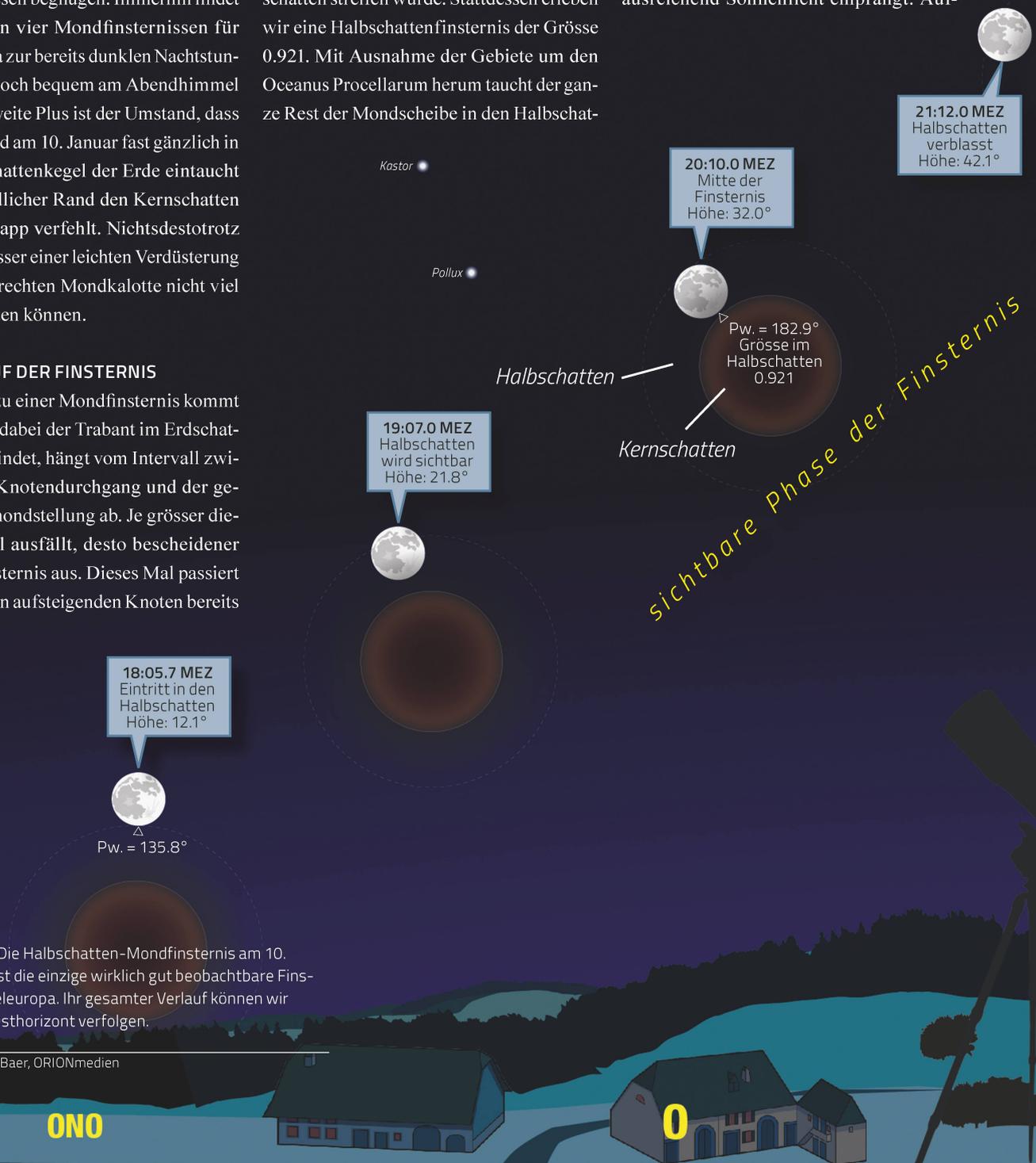
Nach den Kernschatten-Mondfinsternissen der vergangenen zwei Jahre müssen wir uns 2020 mit unscheinbaren Halbschattenfinsternissen begnügen. Immerhin findet die erste von vier Mondfinsternissen für Mitteleuropa zur bereits dunklen Nachtstunde und erst noch bequem am Abendhimmel statt. Das zweite Plus ist der Umstand, dass der Vollmond am 10. Januar fast gänzlich in den Halbschattenkegel der Erde eintaucht und sein südlicher Rand den Kernschatten nur ganz knapp verfehlt. Nichtsdestotrotz wird man ausser einer leichten Verdüsterung der unteren rechten Mondkalotte nicht viel mehr erwarten können.

19 Stunden und 35 Minuten vor dem Vollmondzeitpunkt. Dies ist minim zu lange, als dass der südliche Mondrand noch den Kernschatten streifen würde. Stattdessen erleben wir eine Halbschattenfinsternis der Grösse 0.921. Mit Ausnahme der Gebiete um den Oceanus Procellarum herum taucht der ganze Rest der Mondscheibe in den Halbschat-

ten ein. Beginn und Ende der Finsternis lassen sich nicht beobachten, da der Halbschatten in seinen äusseren Bereichen noch ausreichend Sonnenlicht empfängt. Auf-

## ABLAUF DER FINSTERNIS

Ob es zu einer Mondfinsternis kommt und wie tief dabei der Trabant im Erdschatten verschwindet, hängt vom Intervall zwischen dem Knotendurchgang und der genauen Vollmondstellung ab. Je grösser dieses Intervall ausfällt, desto bescheidener fällt die Finsternis aus. Dieses Mal passiert der Mond den aufsteigenden Knoten bereits



**Abbildung 1:** Die Halbschatten-Mondfinsternis am 10. Januar 2020 ist die einzige wirklich gut beobachtbare Finsternis in Mitteleuropa. Ihr gesamter Verlauf können wir bequem am Osthorizont verfolgen.

Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien

22:14.4 MEZ  
Austritt aus dem  
Halbschatten  
Höhe: 51.7°

$\sphericalangle$  Pw. = 230.0°



Bellatrix

**Abbildung 2:** Der Verfinsterungsgrad dürfte etwa jenen der Halbschatten-Mondfinsternis vom 14. März 2006 erreichen. Hier eine Aufnahme des Finsternismaximums.

Bild: Thomas Baer

merksame Beobachter dürften kurz nach 19:00 Uhr MEZ die allmähliche Eintrübung der Mondscheibe wahrzunehmen beginnen. Für den Laien wird die Verdüsterung wohl erst um die Finsternismitte herum wirklich erkennbar (siehe dazu auch Abbildung 2). Mehr als einen grauen Schleier wird der Januar-Vollmond auch in diesem Stadium nicht aufweisen.

#### EINE PARTIELLE SONNENFINSTERNIS AUF DEM MOND

Was ein fiktiver Beobachter auf dem Mond erleben würde, wäre eine partielle

Prokyon

Sonnenfinsternis, hervorgerufen durch die Erde. Auch wenn das Tagesgestirn zu gut 90 % hinter unserem Planeten verschwindet, sorgt das Restlicht dafür, die Mondoberfläche zwar gedimmt, aber weiterhin ausreichend hell leuchten zu lassen. Dies ist auch der Grund, warum Halbschattenfinsternisse bei einem flüchtigen Blick an den Himmel

Sirius

kaum auffallen. Der Effekt ist etwa mit einer vor dem Mond durchziehenden Schleierwolke vergleichbar. Fotografisch wird man die leichte Abschattung jedoch gut dokumentieren können. Dabei reichen die Einstellungen, wie wenn man den unverfinsterten Vollmond fotografieren würde. Wichtig ist einzig, dass man die Belichtungszeiten fix einstellt, damit die Verdüsterung nicht durch die unerwünschte Automatik aufgehellt wird.

Am 5. Juni wäre noch eine zweite Halbschattenfinsternis des Mondes zu beobachten. Diese wird jedoch unbemerkt verstreichen, da der Trabant nur gut zur Hälfte in den Halbschatten eintaucht und der Mond praktisch zur Mitte der Finsternis in der Schweiz aufgeht.

#### Sternbild Orion

Rigel



Zu unrecht oft im Schatten der totalen Finsternis

# Die Ästhetik einer ringförmigen Sonnenfinsternis

Wenn irgendwo eine totale Sonnenfinsternis stattfindet, egal, wie gut erreichbar die Finsterniszone auch ist, hält es die «Eclipse Chasers» nicht auf, an den Ort des Geschehens zu reisen. Eine ringförmige Sonnenfinsternis, wie sie am 26. Dezember über Saudi Arabien, Indien und Indonesien zu beobachten sein wird, genießt kaum annähernd dieselbe Resonanz. Ästhetisch bietet sie zwar keine Korona, aber dennoch reizvolle Nebeneffekte.

Es besteht kein Zweifel: Wer schon einmal eine totale Sonnenfinsternis live miterlebt hat, wird dieses faszinierende Himmelsschauspiel ein Leben lang nicht vergessen! Das plötzliche Dunkelwerden mitten am Tag, die fast unirdisch wirkenden Farben mit dem Einhergehen der Totalität, das Er-

scheinen der Korona; all diese Effekte sind es, die eine totale Sonnenfinsternis zu diesem einzigartigen und unvergleichlichen Phänomen machen.

Ringförmige Sonnenfinsternisse stehen totalen Finsternissen oft nach, handelt es sich ja im Grunde genommen um eine spezielle Form einer partiellen Sonnenverfinsterung. Die Effekte in der Natur sind nicht ganz so dramatisch. Der Himmel dämert nur ganz allmählich ein, das verbleibende Licht taucht die Landschaft dennoch in eine besondere Stimmung, wie man sie eben nur während einer hochprozentigen Sonnenfinsternis erleben kann.

## EIN SONNENRING AM HORIZONT

Ringförmige Sonnenfinsternisse haben aber durchaus ihren Reiz, besonders dann, wenn sie horizontnah stattfinden, wie dies am 26. Dezember südlich von Bahrain der Fall sein wird. Wie spektakulär sich dort der Sonnenaufgang präsentieren könnte, veranschaulicht Abbildung 2. Die Ringförmigkeitszone in der Arabischen Wüste mit fast sicherer Wettergarantie auf ungetrübte Sicht auf den aufgehenden Sonnenring startet etwas mehr als 40 km westlich des Ortes Juhdah. Auf der Zentrallinie dauert die Ringförmigkeit 2 min 58.8 s bei einer maximalen Sonnenbedeckung von 91.45%. Der südliche Teil der Stadt Doha liegt noch im Finsternispfad und erlebt den Sonnenring für etwas mehr als eine Minute, derweil sich für die Hafensperrade die Sichelhörner knapp nicht mehr zu einem Ring schließen! In Dubai und Abu Dhabi verläuft die Finsternis tief partiell.

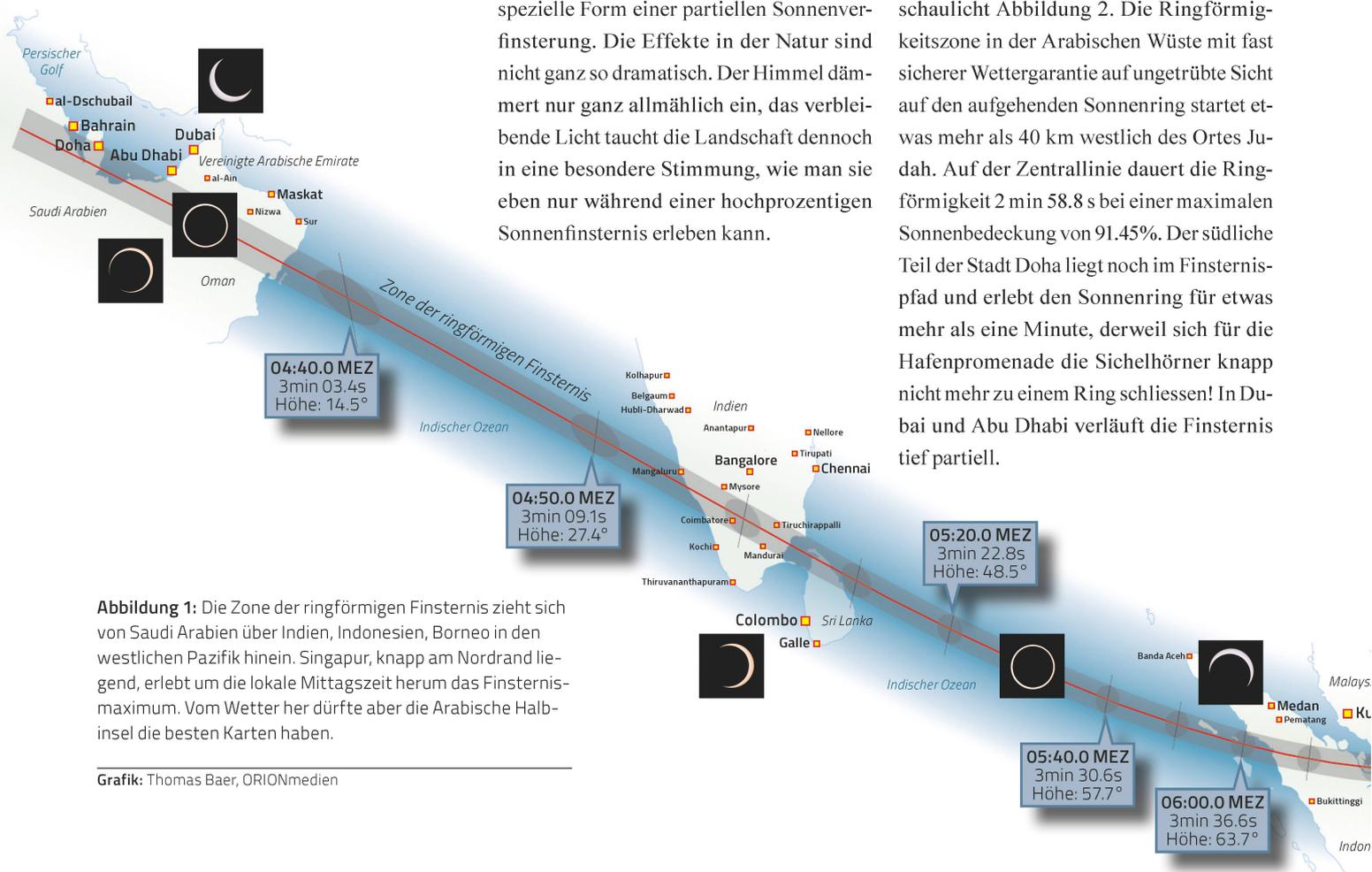
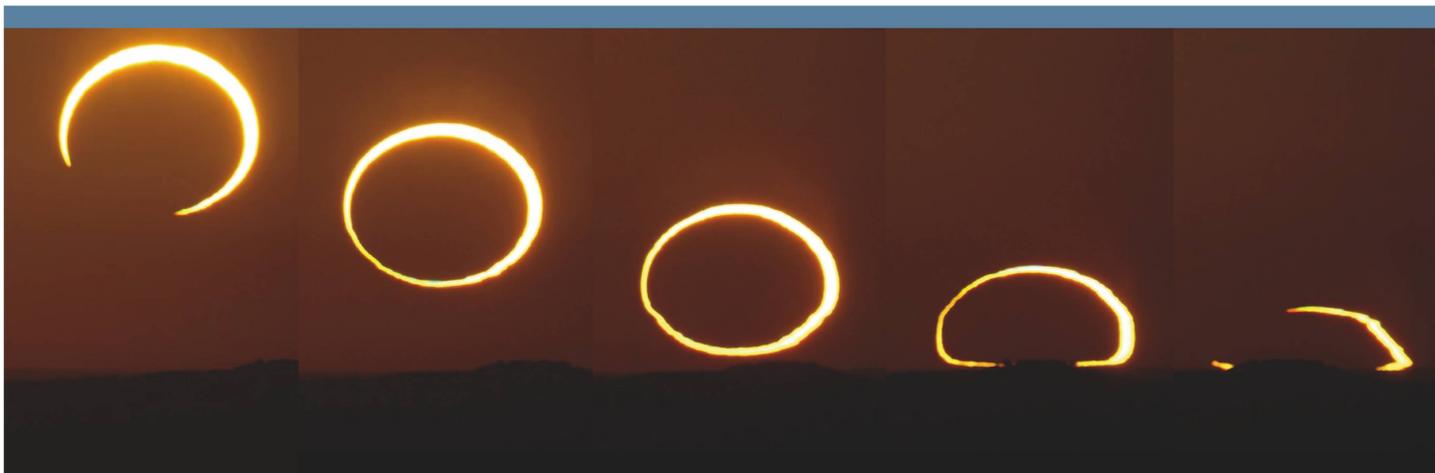


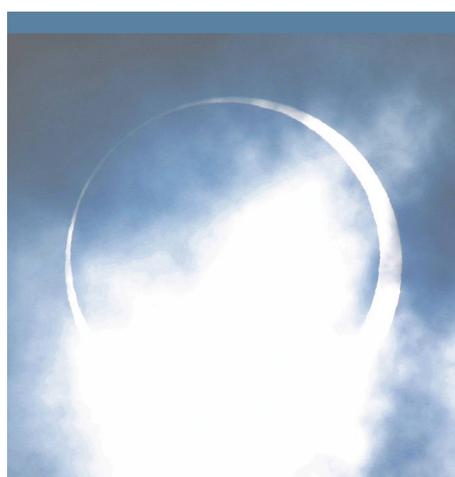
Abbildung 1: Die Zone der ringförmigen Finsternis zieht sich von Saudi Arabien über Indien, Indonesien, Borneo in den westlichen Pazifik hinein. Singapur, knapp am Nordrand liegend, erlebt um die lokale Mittagszeit herum das Finsternismaximum. Vom Wetter her dürfte aber die Arabische Halbinsel die besten Karten haben.

Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien



**Abbildung 2:** Aufgang der ringförmig verfinsterten Sonne am 10. Mai 2013 über Westaustralien. Durch die atmosphärische Refraktion wurde die Sonnenscheibe am Horizont geisterhaft verzerrt. Die einzelnen Bilder sind Screenshots eines Time-lapse.

Bilder: Geoff Sims



**Abbildung 3:** Der Übergang von der partiellen zur ringförmigen Phase und umgekehrt wirkt magisch. Die Sichelhörner beginnen den Mond zu umschließen. Besonders dramatisch wirkt die Szenerie, wenn sich die Finsternis durch das natürliche Sonnenfilter von Wolken abspielt, wie hier während der jahrhundertlängsten ringförmigen Sonnenfinsternis vom 15. Januar 2010 über den Malediven.

Bild: Thomas Baer

### UM DIE MITTAGSZEIT IN SINGAPUR

Der magische Moment einer ringförmigen Sonnenfinsternis ist der Augenblick kurz vor der Bildung des «Feuerrings». Die Enden der Sichelhörner laufen infolge der Mondbewegung immer rascher aufeinander zu; es macht den Anschein, als wollten sie den Neumond umarmen. Sekunden später zerfällt der schmale Sichelrand in einzelne Lichtperlen, die «Baily's beads», das sogenannte Perlschnurphänomen.

Um die Mittagszeit trifft die Ellipse des Gegenkernschattens auf Indonesien und streift noch knapp über die Millionenmetropole Singapur hinweg, wo man den Sonnenring von den «Gardens by the Bay», einer wunderschön angelegten Parkanlage, aus zwischen 13:22:39 Uhr Lokalzeit (06:22:39 Uhr MEZ) und 13:24:50 Uhr erleben wird. Die mittlere Bewölkungswahrscheinlichkeit liegt in diesem Abschnitt der Finsternis allerdings bei über 90 %!

Erst über der Celebessee verbessern sich die statistischen Wetterbedingungen wieder etwas, sodass die Bewohner der südlichen Spitze Mindanaos (Philippinen) den asymmetrischen Sonnenring während 1 min 27 s bewundern dürften. Anschliessend läuft das Ringförmigkeitsgebiet in den westlichen Pazifik hinaus und erreicht am späteren Nachmittag um 16:54:34 Uhr Lokalzeit (06:54:34 Uhr MEZ) die Insel Guam, ein US-amerikanisches Aussengebiet in Mikronesien. In der Hauptstadt Hagåtña ist der Sonnenring für 3 min 10 s zu sehen. Das Tagesgestirn steht zu diesem Zeitpunkt noch 13.4° über dem Horizont. ◀



# ATHOS Astrofinca Copernicus

## La Palma · Kanarische Inseln



Das Ferienhaus speziell für 2-3 Amateurastronomen. Wohnzimmer, Schlafzimmer, Küche, Bad, Garten, Terrasse, eigener Beobachtungsplatz. Direkt neben dem ATHOS Star Campus  
Kontakt: [team@athos.org](mailto:team@athos.org) · Tel.-Nr. (Deutschland): +49 172 6966106  
Mehr Infos über die Finca, Miet-Teleskope und Downloads: [www.athos.org](http://www.athos.org)

## Wo man hinschaut, tanzen sichelförmige Schatten

Es wird einem fast schwindlig, wenn man während einer ringförmigen Sonnenfinsternis durch einen Park spaziert und auf den Boden schaut. Überall sind seltsam geformte Schatten und Lichtsicheln zu sehen, die durch die bewegten Blätter von Bäumen hindurch wirr hin und her tanzen; ein fantastisches Schauspiel, das fast noch eindrücklicher zu beobachten ist, als der direkte Blick zur Sonne durch eine Sonnenfinsternisbrille oder ein für die Sonnenbeobachtung ausgerüstetes Teleskop! Ursache hierfür ist der bekannte Camera Obscura-Effekt. Durch die winzigen Öffnungen

und Spalten, durch die das Sonnenlicht fällt, entsteht ein gespiegeltes Abbild der Sonnenfinsternis. Der Umstand, dass wir kurz vor und nach der Ringphase eine extrem schmale Sichel haben, lässt die Schatten zusätzlich geschärft erscheinen. Doch auch ganz gewöhnliche Schatten wirken auf einmal zerzaust; sie sind nicht mehr gerade, sondern ebenfalls gezackt. Jeder Gegenstand wirft nun einen sichelförmigen Schatten, was man am Schatten eines Stabes, den man ins Sonnenlicht hält, gut erkennen kann. Dieser setzt sich nun aus lauter solcher Sichel zusammen, wobei die Enden gekrümmt erscheinen. Selbst der Schatten eines aufsteigenden Heißluftballons zeigt aus entsprechender Distanz eine Sichelform, wie sich Ballonfahrer während der Sonnenfinsternis 2013 in Australien überzeugen konnten!

**Abbildung 4:** Besonders faszinierend ist die Beobachtung einer ringförmigen Sonnenfinsternis durch das Blätterdach von Bäumen. Die auf den Boden projizierten Lichtkringel tanzen im Wind dann hundertfach umher.

Bild: Thomas Baer





**Abbildung 5:** Die ringförmige Sonnenfinsternis am 3. Oktober 2005 über Sierra de Guadarrama, Spanien. Wir sehen hier eine konventionelle Mehrfachbelichtung, bei welcher der Vordergrund noch vor Sonnenaufgang belichtet wurde. (1:8 f=55mm Objektiv und Filter, 50 ASA Mittelformat-Film, 1/125 Sekunde Belichtungszeit alle fünf Minuten.

**Bild:** Dr. Stefan Binnewies, B. Koch & R. Sparenberg

## Jupiter und Saturn rücken eng zusammen

# Das Astronomiejahr 2020 im Zeichen der «Grossen Konjunktion»

**Das Schönste kommt zum Schluss! So könnte das bevorstehende Astronomiejahr in Kürzestform zusammengefasst werden. Wirklich spektakuläre Ereignisse, wie etwa Finsternisse, bleiben 2020 – zumindest für Europa – aus. Dafür kommt es just zum astronomischen Winteranfang zur «Grossen Konjunktion» zwischen Jupiter und Saturn.**

**Januar bis Juni** Die erste Jahreshälfte dominiert Venus als «Abendstern» die ersten Nachtstunden nach Sonnenuntergang.

**10. Januar** Die einzige in Europa gut beobachtbare Halbschatten-Mondfinsternis erreicht gegen 20:10 Uhr MEZ ihren Höhepunkt.

**26. Januar bis 20. Februar** Merkur ist in dieser Zeit optimal am Abendhimmel zu beobachten.

**27. Januar** Venus geht in nur 7' südlichem Abstand an Neptun vorbei!

**24. Februar** Sehr schmale Mondsichel nur 22% Stunden nach Neumond gegen 18:00 Uhr MEZ im Südsüdwesten zu sehen.

**19. bis 23. März** Jupiter, Saturn und Mars geben sich ein Stelldichein am Morgenhimmel.

**2. bis 4. April** Venus passiert eng die Plejadensterngruppe.

**28. April** Venus strahlt im «grössten Glanz» als Abendstern.

**Mitte Mai bis Mitte Juni** Merkur bietet die beste Abendsichtbarkeit des Jahres und begegnet dabei der hellen Venus.

**22. Mai** Merkur steht bloss 55' südlich von Venus.

**5. Juni** Exakt bei Mondaufgang steht der Vollmond abermals im Halbschatten der Erde. Mit einer Grösse von 0.593 dürfte die Finsternis allerdings unbemerkt bleiben.

**Ab Mitte Juni** Die zweite Hälfte des Jahres verbringt Venus vor Sonnenaufgang als «Morgenstern».

**19. Juni** In den Vormittagsstunden bedeckt die abnehmende Mondsichel die Venus! Trotz Tageslicht sollte das Ereignis teleskopisch gut beobachtet werden können.

**21. Juni** Ringförmige Sonnenfinsternis quer durch Afrika, Jemen, Oman, China und Taiwan. Ihre maximale Dauer erreicht 1 min 17 s.

**5. Juli** Die dritte Halbschattenfinsternis des Mondes fällt mit einer Tiefe von 0.380 bescheiden aus und ist von Europa aus ohnehin nicht zu beobachten.

**10. Juli** Venus erreicht ihren «grössten Glanz» als «Morgenstern».

**13. Juli bis 5. August** Merkur taucht morgens in der Dämmerung auf.

**14. Juli** Jupiter gelangt in Opposition zur Sonne. Das Wettrennen mit Saturn beginnt!

**21. Juli** Saturn gelangt in Opposition zur Sonne.

**12. August** Der Perseiden-Meteorstrom erreicht sein Maximum. Der Mond steht im Letzten Viertel.

**11. September** Neptun in Opposition zur Sonne.

**14. Oktober** Mars gelangt nach 2018 wieder in Opposition zur Sonne. Sein scheinbarer Durchmesser beträgt 22.56'.

**31. Oktober** Uranus in Opposition zur Sonne.

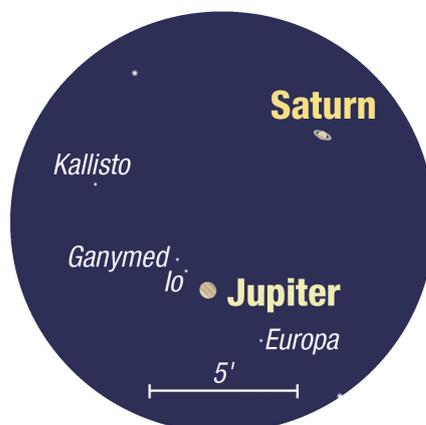
**1. bis 24. November** Merkur zeigt sich noch einmal in Bestform am Morgenhimmel.

**30. November** Die vierte und letzte Halbschatten-Mondfinsternis mit einer Grösse von 0.855

ist vom Pazifikraum aus zu beobachten. Sie erreicht ihr Maximum am späten Vormittag.

**14. Dezember** Eine totale Sonnenfinsternis startet im Südpazifik und überquert um die lokale Mittagszeit Lateinamerika in Chile und Argentinien auf etwa 40° südlicher Breite. Ihre maximale Dauer beträgt 2 min 14 s

**15. bis 31. Dezember** Die «Grosse Konjunktion» zwischen Jupiter und Saturn lässt das Astronomiejahr 2020 ausklingen. Schon im Spätsommer und Herbst kann man das immer engere Zusammenrücken der beiden Planeten täglich verfolgen. Richtig spannend wird es ab Mitte Dezember. Der schnellere Jupiter schliesst Abend für Abend immer näher zum Ringplaneten auf. Am 21. trennen die beiden Planeten dann bloss noch 6.1 Bogenminuten; ein wahrhaft seltener Anblick, auf den wir uns schon jetzt freuen dürfen!



**Abbildung 1:** So eng begegnen sich Jupiter und Saturn am Abend des 21. Dezembers 2020.

Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien



Die Suche nach geschmolzenen und festen Gesteinsplaneten

# Wenn die Erde flüssig wäre

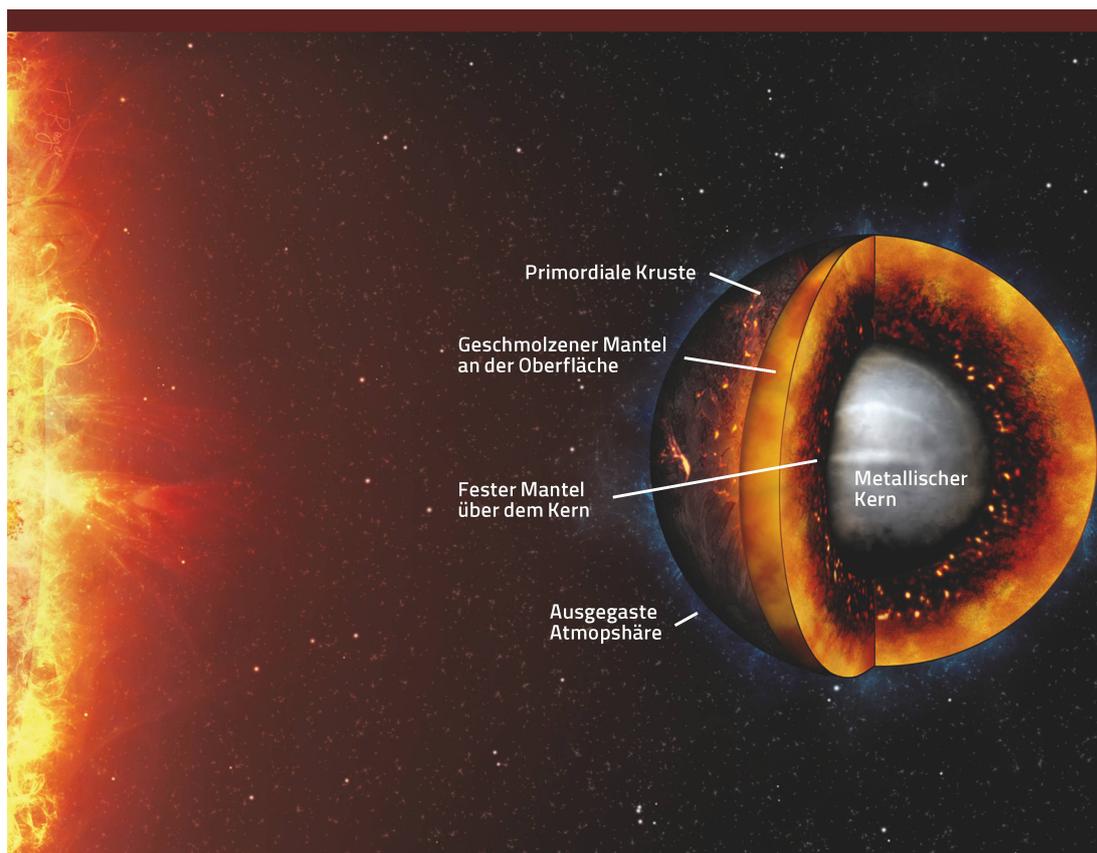
**Eine heisse, geschmolzene Erde wäre etwa 5 % grösser als ihr festes Gegenstück. Zu diesem Ergebnis kommt eine Studie unter der Leitung von Forschenden der Universität Bern. Der Unterschied zwischen geschmolzenen und festen Gesteinsplaneten ist wichtig bei der Suche nach erdähnlichen Welten jenseits unseres Sonnensystems und für das Verständnis unserer eigenen Erde.**

Gesteinsplaneten so gross wie die Erde sind für kosmische Massstäbe klein. Deshalb ist es ungemein schwierig, sie mit Teleskopen zu entdecken und zu charakterisieren. Was sind die optimalen Bedingungen, um so kleine Planeten draussen im All zu finden? «Ein Gesteinsplanet, der heiss und geschmolzen ist und womöglich eine ausgedehnte Gasatmosphäre besitzt, erfüllt die Kriterien», sagt *Dan Bower*, Astrophysiker am Center for Space and Habitability (CSH) der Universität Bern. Aufgrund der starken Abstrahlung könnten Teleskope einen solchen Planeten leichter aufspüren als ein fes-

tes Pendant. «Zugegeben, niemand möchte auf einem dieser Planeten Ferien machen», sagt der CSH- und SNF-Ambizione-Fellow: «Aber die Untersuchung dieser Objekte ist wichtig, da viele, wenn nicht sogar alle Gesteinsplaneten ihr Leben als geschmolzene Brocken beginnen. Einige davon könnten irgendwann bewohnbar werden wie die Erde.»

Gesteinsplaneten werden aus den Resten aller Resten gebildet. «Alles, was nicht in den Zentralstern oder einen Riesenplaneten gelangt, hat das Potenzial, einen viel kleineren, terrestrischen Planeten zu for-

men», sagt *Bower*: «Wir haben Grund zur Annahme, dass Prozesse während der Babyjahre eines Planeten für seinen späteren Lebensweg entscheidend sind.» Daher wollten *Bower* und ein Team von Post-Docs des Forschungsschwerpunkts PlanetS die beobachtbaren Charakteristiken eines solchen Planeten aufdecken. Ihre Studie ist nun in der Zeitschrift *Astronomy & Astrophysics* erschienen. Sie zeigt, dass eine geschmolzene Erde einen um etwa 5 % grösseren Radius hätte als eine feste Erde. Denn unter den extremen Bedingungen im Planeteninneren verhält sich geschmolzenes Material anders



**Abbildung 1:** Künstlerische Darstellung des Innern eines heissen, geschmolzenen Gesteinsplaneten.

**Bild:** Thibaut Roger, Universität Bern

als festes. «Im Wesentlichen nimmt ein geschmolzenes Silikat mehr Volumen ein als der entsprechende Festkörper, und das macht den Planeten grösser», erklärt *Bower*.

### EIN UNTERSCHIED, DEN CHEOPS ERKENNEN KANN

Bei der Charakterisierung von Exoplaneten ausserhalb unseres Sonnensystems und der Suche nach möglicherweise bewohnbaren Welten zählen die Forschenden der Universität Bern zur Weltspitze. Einen erdgrossen Gesteinsplaneten bei einem hellen, sonnenähnlichen Stern wird man allerdings nicht vor dem Start der Raumsonde PLATO im Jahr 2026 aufspüren. Doch inzwischen interessieren sich die Forschenden vor allem für Planeten, die kühlere, kleinere Sterne wie die Roten Zwerge Trappist-1 oder Proxima b umkreisen. Interessanterweise kann eine fünfprozentige Differenz bei den Planetenradien bereits mit aktuellen und künftigen Beobachtungsinstrumenten gemessen werden, insbesondere mit dem Weltraumteleskop CHEOPS, das in Bern entwickelt und zusammengebaut wurde und noch in diesem

Jahr starten wird. Tatsächlich deuten die neuesten Daten darauf hin, dass geschmolzene Planeten mit kleiner Masse, deren Temperatur durch das intensive Licht vom Stern über lange Zeit hoch bleibt, im Katalog der Exoplaneten bereits vorhanden sind. Einige dieser Objekte könnten also ähnliche Bausteine wie die Erde haben, aber unterschiedliche Mengen an festem und geschmolzenem Gestein, was die beobachteten Abweichungen in der Planetengrösse erklären würde. «Sie müssen nicht unbedingt aus exotischen, leichten Materialien bestehen, um die Daten zu erklären», sagt *Bower*.

Aber selbst ein völlig geschmolzener Planet bietet möglicherweise keine Erklärung für die extremsten geringen Dichtewerte, die beobachtet wurden. Doch auch dafür hat das Forschungsteam einen Vorschlag: In ihrer frühen Entwicklung können geschmolzene Planeten durch Entgasung von Magma mächtige Atmosphären aus flüchtigen Bestandteilen bilden, die ursprünglich in der Schmelze gelöst waren. Dies könnte eine zusätzliche Abnahme der beobachteten Planetendichte erklären. Das James-Webb-Welt-

raumteleskop (JWST) sollte in der Lage sein, eine solche Atmosphäre auf einem Planeten um einen kühlen Roten Zwergstern zu erkennen, wenn diese vor allem Wasser oder Kohlendioxid enthält.

Neben den Konsequenzen für die Beobachtungen sieht *Bower* als Erdwissenschaftler seine Studie in einem breiteren Kontext: «Unsere eigene Erde können wir natürlich nicht beobachten, als sie heiss und geschmolzen war. Aber die Exoplanetenforschung eröffnet uns die Möglichkeit, Entsprechungen der jungen Erde und der jungen Venus aufzuspüren.» Das könnte für neue Erkenntnisse über die Erde und die anderen Planeten in unserem Sonnensystem sehr wichtig werden. Betrachtet man die Erde im Kontext von Exoplaneten und umgekehrt, bieten sich neue Möglichkeiten, die Planeten innerhalb und ausserhalb des Sonnensystems zu verstehen. ◀



**Abbildung 2:** Dr. Dan J. Bower, Center for Space and Habitability (CSH), Universität Bern

Bild: Universität Bern

## CO<sub>2</sub>-Atmosphären – natürliche Treibhauseffekte

# Die Erde war einst viel wärmer als heute

Zwei Planeten in unserem Sonnensystem haben praktisch reine CO<sub>2</sub>-Atmosphären. Es sind dies unsere direkten Nachbarn Venus und Mars. Ihre Gashüllen haben sich im Laufe der Zeit völlig anders entwickelt als unsere Atmosphäre. Dank der Lufthülle mit ihren Treibhausgasen ist es bei uns «angenehme» 15 °C warm. Auf Venus herrschen höllische Temperaturen, während Mars dank seiner dünnen Atmosphäre nicht gänzlich in Eiseskälte erstarbt.

Jeder kennt das gläserne Gewächshaus oder die Situation, wenn man im Sommer das Auto mit geschlossenen Fenstern an einem Sonnenplatz parkt. Die Infrarotstrahlung (Wärmestrahlung) wird durch die Oberflächen im Innenraum absorbiert. Diese erwärmen die Luft deutlich über das Niveau der Umgebungstemperatur. Durch das Glas kann kein Temperaturexaustausch mehr stattfinden. Dieser Glashauseffekt wird in der Klimatologie gerne als Beispiel des atmosphärischen Treibhauseffekts herbeigezogen, wenngleich es hier einige Vorbehalte anzubringen gilt.

Eine Planetenatmosphäre funktioniert wesentlich komplexer, zumal sie einen fließenden Übergang ins All bildet. Die Atmosphärenphysiker bedienen sich bei ihren Temperaturberechnungen dem *Stefan-Boltzmann*-Gesetz, das die Erde als «schwarzen Körper» sieht. Die Durchschnittstemperatur ist somit nichts anderes als die Energiebilanz aus der Solarkonstanten (1367 W/m<sup>2</sup>) auf die Fläche des Erdquerschnitts ( $\pi R^2$ ) und der Kugeloberfläche von  $4\pi R^2$ , welche in einem Verhältnis 1:4 zueinander stehen. Berücksichtigt wird dabei die Albedo, also das Rückstrahlvermögen, welches im Falle der Erde bei 30 % liegt.

Daraus ergibt sich folgendes Resultat: Hätte die Erde keine Atmosphäre, wäre sie -18 °C kalt. Die Gashülle mit ihren Treibhausgasen «wärmt» sie aber um rund 33 °C auf, so dass wir «angenehme» +15 °C Durchschnittstemperatur haben. In anderen Quellen liest man von +14 °C. Dies ist der Referenzwert über drei Jahrzehnte der Jahre 1960 – 1990.

### MACHEN AUSSCHLIESSLICH TREIBHAUSGASE WIE DAS CO<sub>2</sub> DIE ATMOSPHÄREN WÄRMER?

Betrachten wir zuerst einmal die Planeten Mars und Venus etwas näher. Ihre Atmosphären bestehen

praktisch ausschliesslich aus Kohlendioxid. Alle anderen Gase kommen in nur geringen Prozentanteilen vor oder sind gar nur Spurengase (siehe Abbildung 1). Ausschlaggebend, wie wärmend eine Atmosphäre wirkt, ist ihre Dichte und Mächtigkeit sowie der Anteil an Treibhausgasen und die Solarkonstante. Mars wird als dereinst mögliches Ziel menschlicher Zivilisation gerne als «Bruder der Erde» bezeichnet. In der Tat ist er ein kalter Wüstenplanet. Seine dünne CO<sub>2</sub>-Atmosphäre, die auf Nullniveau gerade mal 6.36 hPa (0.0064 Bar) oder 0.64 % des mittleren Luftdrucks auf der Erde mit 1013 hPa (1.013 Bar) erreicht, «wärmt» den Planeten um nur etwa 7 °C auf. Dies ist insofern interessant, da wir hier den klima-

Hans Joachim Schellnhuber

«Noch immer sind viele Details ungeklärt, wichtige Parameter nur grob bestimmt, ja, wesentliche Prozesse weitgehend unverstanden.»

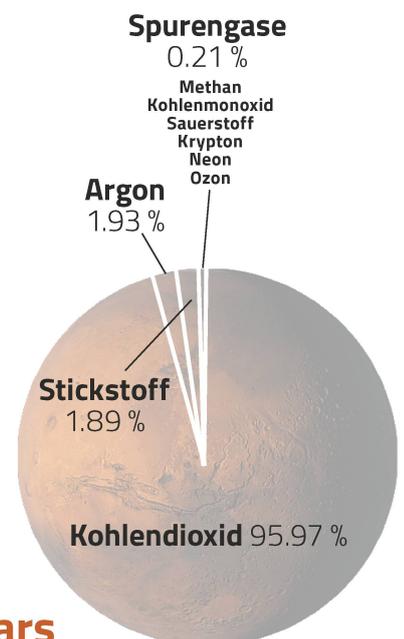


Abbildung 1: Die chemische Zusammensetzung der Atmosphären von Mars, Erde und Venus.

Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien

Mars

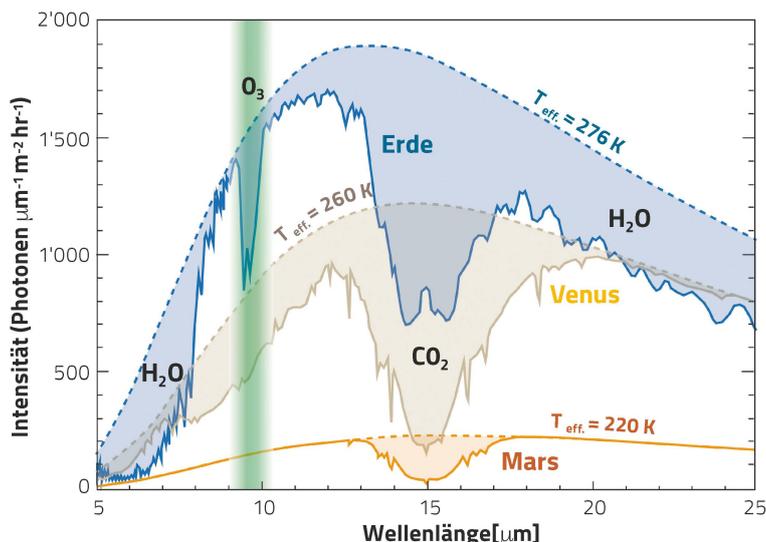
tischen CO<sub>2</sub>-Effekt einer fast reinen und kaum von Wasserdampf durchsetzten CO<sub>2</sub>-Atmosphäre studieren können. Zur Erinnerung: Der atmosphärische CO<sub>2</sub>-Gehalt der Erdatmosphäre beträgt aktuell (Stand Mai 2019) 0.04% oder 415.26 parts per million (ppm). Die Sonneneinstrahlungsenergie auf Mars (Solarkonstante) ist mit 589 W/m<sup>2</sup> mehr als die Hälfte schwächer.

Ganz anders sieht die Situation bei Venus aus. Ihre zu 96.5 % aus CO<sub>2</sub> bestehende Atmosphäre ist fast 90 Mal massereicher als die Erdatmosphäre und übt einen Bodendruck von 92 bar aus. Ihre Dichte erreicht dabei das 50-fache unserer Atmosphäre. Die Solarkonstante auf Venus ist mit 2'615 W/m<sup>2</sup> fast doppelt so hoch. Wasser kommt in der Venusatmosphäre in nur verschwindendem Masse vor (20 ppm).

### EIN INTERESSANTER VERGLEICH

Betrachten wir einmal die Wärmeabstrahlung der Planeten Erde, Venus und Mars ins Weltall im Wellenlängenbereich von 5 bis 25 μm, so fällt auf, dass die Erde am meisten Energie abstrahlt (Abbildung 2). Über den gesamten Spektralbereich betrachtet, liegt sie bei etwa 240 W/m<sup>2</sup>, was der Strahlungstemperatur eines schwarzen Körpers von -18 °C entspricht.

Berechnen wir nun via das *Stefan-Boltzmann*-Gesetz für alle drei Planeten deren natürlichen Treibhauseffekt, so bekommen wir für Venus 510 °C, für die Erde die bereits erwähnten 33 °C und für Mars 7 °C. In der Erdatmosphäre sind es vor allem die Treibhausgase Wasserdampf (H<sub>2</sub>O), CO<sub>2</sub> und Ozon (O<sub>3</sub>), welche die

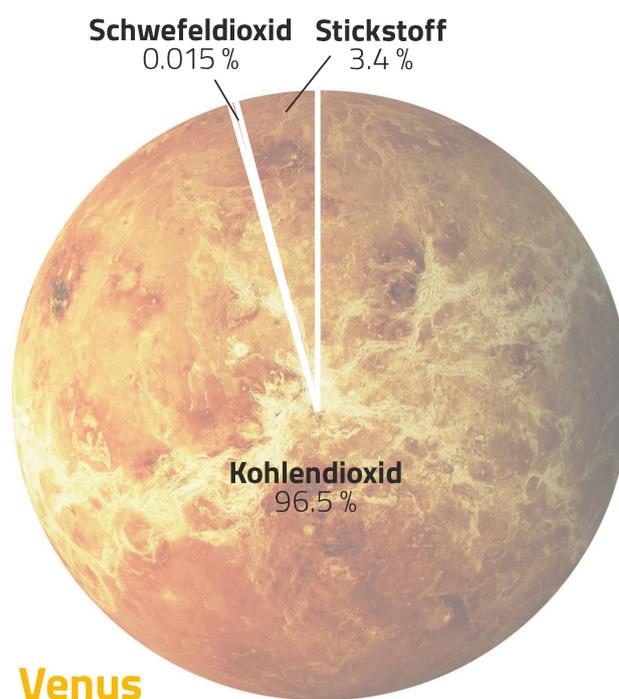
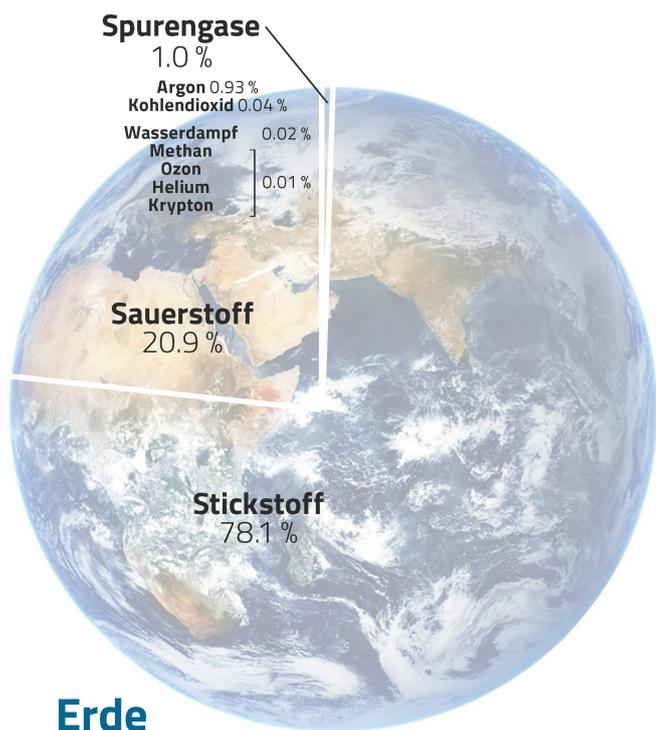


**Abbildung 2:** Die obige Darstellung zeigt den Treibhauseffekte der Planeten Erde, Venus und Mars. Wir sehen die Wärmeabstrahlung der Planeten ins Weltall, wie man sie mit Spektrometern aus von Satelliten messen kann, hier im Wellenlängenbereich von 5 bis 25 Mikrometern. Die Höhe der Messspektren zeigt die Intensität der Wärmeabstrahlung. Je höher, desto mehr Energie und Wärme wird ins All abgestrahlt. Die gestrichelten Kurven über den Messspektren stellen die Wärmeabstrahlung (Schwarzkörperstrahlung) dar, welche man ohne Treibhausgase hätte. Die transparenten Bereiche veranschaulichen, wo und in welcher Stärke die Treibhausgase die Wärmeabstrahlung behindern.

Grafik: Wikimedia Commons

thermische Abstrahlung behindern, bei Venus hauptsächlich das CO<sub>2</sub> und Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>). Der CO<sub>2</sub>-Absorptionstrichter bei 15 Mikrometer Wellenlänge ist bei Venus besonders breit und tief, was zeigt,

**Ulrich H. Rose**  
*«Jedweder Glaube hat nur solange Bestand, bis er durch Wissen ersetzt wird.»*



dass kaum Wärmestrahlung zurück ins All gelangt, die Wärme also in der Venusatmosphäre zurückgehalten wird. Bei Mars ist es ausschliesslich das CO<sub>2</sub>, das den natürlichen Treibhauseffekt erklärt, der, wie gesehen, eher klein ist.

**WIE GROSS IST DER ANTHROPOGENE EINFLUSS WIRKLICH?**

Wie effektiv ein Treibhausgas wirkt, hängt von seiner molekularen Struktur ab. Methan (CH<sub>4</sub>) etwa hat eine bis zu hundertfach stärkere Wirkung als CO<sub>2</sub>, und selbst Wasserdampf (H<sub>2</sub>O) ist weit effektiver. Er trägt überdies bis zu 60 % zum natürlichen Treibhauseffekt bei. Die Ozeane, die Lithosphäre, die Biosphäre (Fauna und Flora) und die Pedosphäre sind natürliche Kohlendioxidspeicher, auch Kohlendioxidsenken genannt. Sie können CO<sub>2</sub> aufnehmen, aber auch wieder abgeben; wir haben einen natürlichen CO<sub>2</sub>-Kreislauf, ein geschlossenes System. Durch chemische Verwitterung, aber auch vulkanische Tätigkeit wird CO<sub>2</sub> an die Atmosphäre abgegeben. Die grösste Wirkung haben allerdings die Ozeane, welche CO<sub>2</sub> in grossen Zyklen rund alle 100'000 Jahre (Eiszeitzyklen) speichern und wieder freisetzen. Seit etwa 800'000 Jahren pendelte die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Erdatmosphäre zwischen 190 und 300 ppm hin und her. Aktuell messen wir knapp über 400 ppm, ein Wert, den wir so seit mindestens 5 Millionen Jahren nie mehr hatten.

Der gesamte «natürliche» CO<sub>2</sub>-Kreislauf setzt etwa 750 Gt CO<sub>2</sub> pro Jahr um. Gemessen an ihm (Aufnahme und Abgabe von CO<sub>2</sub> durch die Lebewesen, Vulkane,

Böden und Meere), liegt der anthropogene CO<sub>2</sub>-Eintrag im Bereich von etwa 5 %. Dieser hat bewirkt, dass innerhalb weniger Jahrzehnte die CO<sub>2</sub>-Schwankungsbreite der letzten 800'000 Jahre von ca. 180 – 280 ppm um über 130 ppm auf aktuell 415 ppm überschritten worden ist; eine Steigerung von mehr als 50 %!

**DIE ERDE WAR EINST VIEL WÄRMER**

Erdgeschichtlich betrachtet, machte der Kohlendioxidgehalt unserer Atmosphäre eine regelrechte Achterbahnfahrt. Die Uratmosphäre enthielt anfänglich noch überhaupt keinen Sauerstoff, dafür rund 80 % Wasserdampf, etwa 10 % CO<sub>2</sub>, 5 bis 7 % Schwefelwasserstoff sowie geringe Spuren von Stickstoff, Wasserstoff, Kohlenstoffmonoxid, Helium, Methan und Ammoniak.

Interessant ist die Beobachtung, wie sich die rekonstruierten historischen CO<sub>2</sub>-Werte zu den Temperaturen verhielten oder umgekehrt. Starten wir unsere Zeitreise im Cambrium vor rund 550 Mio. Jahren. Damals lag die CO<sub>2</sub>-Konzentration zeitweilig bei 4'500 ppm [1] und sank im Karbon bis auf den doppelten Wert von heute. Die Temperatur lag zu jener Zeit gemäss Abbildung 3 jedoch bis zu 3 °C (!) unter dem aktuellen Referenzwert, ähnlich also wie zur Kleinen Eiszeit in Europa! Im Trias- und Jurazeitalter (Hochblüte der Dinosaurier) bis zum Ende des Kreidezeitalters gehen die Wissenschaftler von einem CO<sub>2</sub>-Gehalt zwischen 1'700 und 2'000 ppm aus. Die Temperaturen stiegen je nach Quelle bis knapp 11 °C über den Normwert. Im anschliessenden frühen und mittleren Paläozän lag die CO<sub>2</sub>-Konzentration überwiegend im Bereich von 300 bis 400 ppm (ähnlich wie heute), die

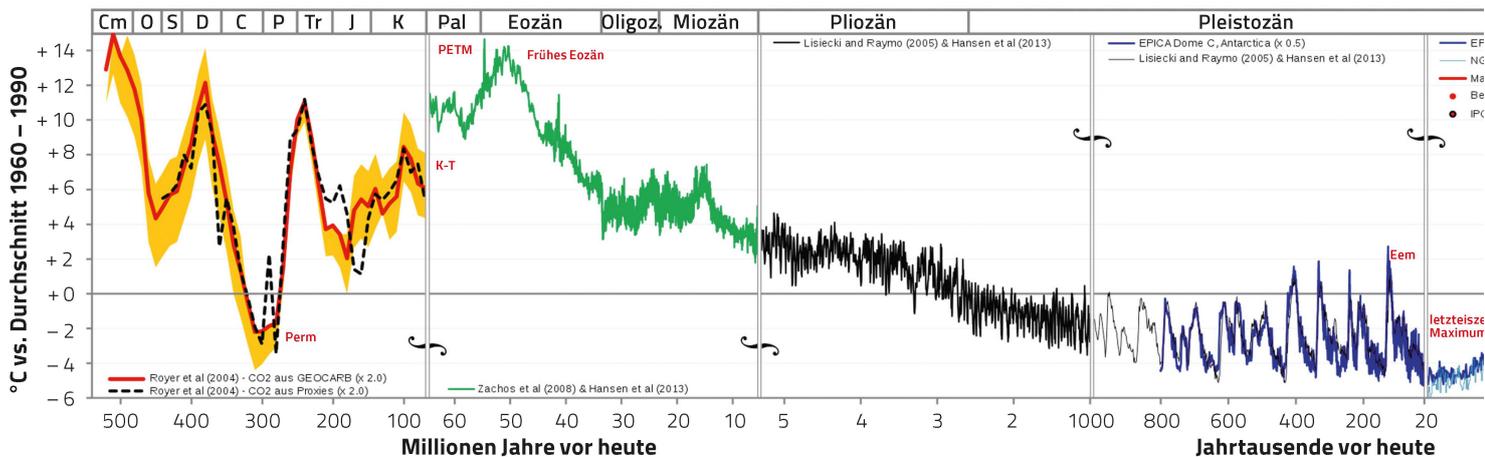
**IPCC-Bericht von 2001, Seite 774**

«Wir haben es mit einem gekoppelten, nicht-linearen System zu tun, deswegen ist die langfristige Vorhersage zukünftiger Klimazustände unmöglich.»

**Thomas Stocker**

«In keinem dieser Berichte (IPCC) steht, das 2-Grad werde (der Politik) empfohlen.» Zitat aus einem Vortrag, 2013

**Temperatur der Erde**



**Abbildung 3:** Entwicklung der globalen Mitteltemperatur im Verlauf der Erdgeschichte. Ganz rechts sind die gegen Ende des 21. Jahrhunderts bei weitgehend ungebremsten Emissionen zu erwartenden Temperaturen aufgetragen. – Der Graph veranschaulicht, wie stark die globale Temperatur im Verlauf der Erdgeschichte schwankte, während sie zugleich in den letzten 2.5 Millionen Jahren fast durchweg niedriger lag als heute.

Temperaturen allerdings bewegten sich zwischen 8,5 °C und 12 °C über dem heutigen Referenzwert (Abbildung 3). Dies ist insofern bemerkenswert, da wir aktuell längst nie so hohe Globaltemperaturen haben bei identischem CO<sub>2</sub>-Anteil! Über das gesamte Paläogen betrachtet, lag die Globaltemperatur rund 4 °C über der heutigen Norm bei etwa 500 ppm atmosphärischem CO<sub>2</sub>-Anteil [2].

Vor 50 Millionen Jahren, zu Beginn des Eozän, betrug die CO<sub>2</sub>-Menge noch über 1'500 ppm und die Temperaturen lagen bis zu 14 °C über dem heutigen Durchschnitts-Referenzwert (Abbildung 3). Ab etwa 35 Millionen Jahren vor heute pendelte sich der atmosphärische CO<sub>2</sub>-Wert bei rund 500 ppm ein, sank erst vor rund 5 Millionen Jahren erstmals unter die 400 ppm-Marke und bewegte sich sowohl während des gesamten Pleistozän als auch des Holozän zwischen 260 und 380 ppm. Namentlich das Pleistozän war von einem stetigen Wechsel von grossen Kalt- und Warmzeiten geprägt, wobei die Temperaturen zeitweilig bis zu 8 °C fielen, in den Warmphasen 4 bis 5 °C über den heutigen Normwert anstiegen, wiederum bei einer geringen Schwankungsbreite der CO<sub>2</sub>-Konzentration. Hier scheinen jedoch astronomische Faktoren, etwa ändernde Bahnparameter (*Milanković-Zyklen*) den CO<sub>2</sub>-Effekt überwogen zu haben. Was die derzeitige Zunahme des CO<sub>2</sub> um über 50 % in kurzer Zeit verursacht, werden wir erst in einigen Jahrzehnten wissen.

## DIE ATMOSPHÄREN VON MARS UND VENUS

Mars ist im wörtlichen Sinne ein staubtrockener Planet. Das war nicht immer so: Heute sind sich die Pla-

netenforscher sicher, dass es in der Frühzeit auf dem Roten Planeten fließendes Wasser und riesige Ozeane gegeben haben muss. Man geht auch davon aus, dass Mars einst von einer viel dichteren CO<sub>2</sub>-Atmosphäre umgeben war, die er allerdings aufgrund seiner geringeren Schwerkraft nicht halten konnte. Der damals deutlich grössere Treibhauseffekt vermochte das im Boden gefrorene Wassers eis aufzutauen [3]. Auch die grossen, noch aktiven Tharsis-Vulkane trugen CO<sub>2</sub> in die Uratmosphäre des Planeten ein. In seiner wärmsten Phase nahm die CO<sub>2</sub>-Atmosphäre verdunstetes Oberflächenwasser auf, das kondensierte und als Niederschlag (Regen oder Schnee) wieder ausfiel. Mit dem «Verlust» seiner Atmosphäre kühlte Mars stark ab, und mit dem Versiegen des Vulkanismus gab es keine zusätzliche CO<sub>2</sub>-Quelle mehr.

Venus wird indessen von einer bis zu 90 km mächtigen Wolkenhülle umgeben, die uns jegliche Blicke auf ihre Oberfläche verwehrt. In den untersten knapp 30 km konzentrieren sich 90 % der Atmosphärenmasse. Der Supertreibhauseffekt, den wir auf Venus haben, ist ausschliesslich auf den hohen CO<sub>2</sub>-Gehalt zurückzuführen. Gespeist wird die Atmosphäre womöglich durch aktiven Vulkanismus, wie man ihn mit der Raumsonde Venus Express 2015 nachweisen konnte. NASA-Forscher vermuten, dass Venus bis vor 715 Millionen Jahren durchaus lebensfreundlich gewesen sein könnte. Sie haben wie bei Mars Anzeichen gefunden, die auf riesige Ozeane schliessen lassen. In ihrer Rekonstruktion gingen sie davon aus, dass Venus schon früher viel langsamer um ihre Achse rotiert haben muss. Nur so konnte das Ozeanwasser während des zwei Monate dauernden Tages verdunsten, und es bildete sich eine mächtige Wolkenhülle. Erst viel später wurde es auf Venus richtig heiss, so dass das Wasser gänzlich verdampfte, CO<sub>2</sub> aus dem Gestein ausgasen konnte und den Treibhauseffekt zusätzlich antrieb.

## SAUERSTOFF DANK PHOTOSYNTHESE

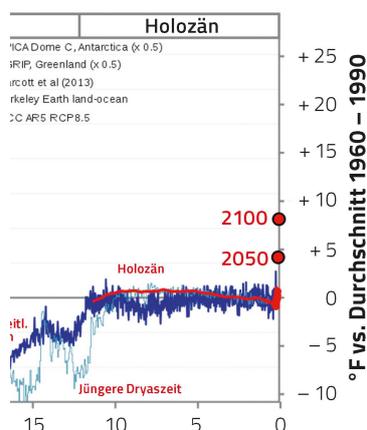
Der entscheidende Effekt, den die Erdatmosphäre von den beiden anderen unterscheidet, ist die oxygene Photosynthese durch die aufkommende Flora. Sie ist für die Bildung von Sauerstoff und auch für die Abkühlung der Atmosphäre verantwortlich. Wie der Stickstoff in unsere Atmosphäre kam; darüber wird auch weiterhin gerätselt. Es könnte gut sein, dass dieses farb- und geruchlose Gas durch Meteoriten auf die Erde kam. Jedenfalls haben Mineralogen der *Friedrich-Schiller-Universität Jena* mögliche Hinweise gefunden [4]. <

## Hans von Storch

«Der Begriff «Klimarealist» ist nicht definiert, aber vielleicht ist damit gemeint, dass ich in der Regel sage, wenn irgendein Phänomen da ist; lass uns das erstmal angucken. Ist das wirklich deutlich häufiger als früher, ist das wirklich unnormal oder ist es eben einfach eines dieser Ereignisse, die charakteristisch sind für unser Wetter? Und unser Wetter ist eben etwas, was verrückt spielt. Wenn es nicht mehr verrückt spielen würde, dann hätten wir wirklich Grund zur Sorge. Aber wenn es verrückt spielt, dann tut es nur das, was es schon seit ewigen Zeiten tut.»

## Werner Kirstein

«Das globale Klima ist ein virtuelles Datenmodell, das man auch deswegen, da es ein Datenmodell ist, nicht schützen kann. Für eine Aussage zum Klima braucht man einen Untersuchungsraum und einen Zeitraum von mindestens 30 Jahren. Klimaschutz ist ein infantiler Aberglaube und widerspricht der Physik.»



## QUELLEN:

- [1] <https://de.wikipedia.org/wiki/Kambrium>  
 [2] [https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Phanerozoic\\_Carbon\\_Dioxide.png](https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Phanerozoic_Carbon_Dioxide.png)  
 [3] Jeffrey S. Kargel und Robert G. Strom – Spektrum der Wissenschaft  
 [4] [https://www4.uni-jena.de/Mitteilungen/Archiv/Archiv+1\\_2015/PM150119\\_Stickstoff.html](https://www4.uni-jena.de/Mitteilungen/Archiv/Archiv+1_2015/PM150119_Stickstoff.html)



## Neue Astrographen von TS Optics!



### TS-Optics 61EDPH - 61 mm f/4,5 Apo, 5-elementig mit Feldebnung

Dieser kompakte Astrograph mit 276 mm Brennweite ist von Teleskop-Service speziell für die Astrofotografie entwickelt worden. Durch sein geebnetes Bildfeld mit 44 mm Ø ist er auch für Vollformat-Kameras geeignet.

- 2,5" CNC Fokussierer, rotierbar
  - Rohrschelle inkl. Prismenschiene und Tragegriff
  - 5 Element System mit FPL53 Element
- Einführungspreis TS61EDPH: 713,45 €\*



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

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

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

Einführungspreis TS71SDQ: 668,07 €\*



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

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

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

Einführungspreis Hypergraph6: 1.847,90 €\*

\* alle Preise excl. UST



Es gibt noch viele Hürden zu nehmen

# Wie realistisch ist es, dass schon bald Menschen zum Mars fliegen?

**Private Raumfahrtunternehmen wollen schon lange hoch hinaus, sprich zum Mars. Doch auch die NASA hegt wieder Pläne, den Roten Planeten ins Visier zu nehmen, möglicherweise zuerst via Mond. Wie wahrscheinlich ist es, dass schon bald Menschen zu unserem äusseren Nachbarplaneten abheben?**



Es ist keine Frage: Ginge es nach *Elon Musk*, würde er lieber schon heute als morgen zum Roten Planeten aufbrechen. Eines muss man dem Raumfahrtunternehmer von SpaceX lassen: An seiner Begeisterungsfähigkeit für das Weltall mangelt es nicht, ebensowenig für seine ambitionierten Ziele. Doch wie wahrscheinlich ist es, dass die ersten Menschenbürger schon in wenigen Jahren zum Mars aufbrechen? Ist das Ziel von SpaceX, Menschen auf anderen Himmelskörpern – insbesondere dem Mars – anzusiedeln, aus heutiger Sicht noch reine Utopie oder schon baldige Wirklichkeit? Einer, der das wissen muss, ist *Guido Schwarz*, Initiant und Leiter des Projekts Swiss Space Museum.

**orion** *Private Weltraumunternehmen, namentlich Elon Musks Unternehmen SpaceX, planen seit längerem bemannte Marsflüge. Wie weit ist man aktuell? Werden schon bald die ersten Menschen zum Roten Planeten aufbrechen?*

**Guido Schwarz:** Der Weg zum Mars ist lang und steinig. Es fehlt nach wie vor an der nötigen Technik. Ausserdem sind weitere Herausforderungen zu bewältigen. Und eine solche Mission kostet ein x-faches der

Apollo-Mondflüge. Ich rechne nicht damit, dass ich die ersten Schritte auf dem Mars noch erlebe. Und wenn ich mich irre, dann freue ich mich selbstverständlich darüber, das mitzuerleben.

**orion** *Die Apollo-Missionen waren für die noch junge NASA eine gewaltige Herausforderung betreffend Technologie und auch unabwägbaren Risiken. Welche Hürden stehen einer Mars Expedition noch im Weg?*

**Schwarz:** Es sind mehrere Hürden, die es auf dem Weg zum Mars zu nehmen gilt. Eines der grössten Probleme ist die Strahlungsbelastung, denen Astronauten auf ihrer Reise ausgesetzt sein werden. Vor allem gefährlich sind die Strahlenduschen, die grosse Sonneneruptionen mit sich bringen.

Ein weiterer Punkt sind die Auswirkungen der Schwerelosigkeit auf den Körper; wenn Astronauten nach einem halben Jahr von der ISS zur Erde zurückkehren, dann werden sie von Helfern empfangen, aus der Kapsel geholt und herumgetragen. Bei einer Landung auf dem Mars ist niemand da, der den Astronauten hilft. Zudem wird während langen Phasen der Schwerelosigkeit das Immunsystem geschwächt.

Gibt es während der Reise zum Mars einen Schaden am Raumschiff, so wären die Astronauten auf sich gestellt. Die Crew von Apollo 13 war vergleichsweise schnell wieder zu Hause. Eine Mars-Expedition kann nicht einfach umkehren.

Schliesslich wird die Reise auch zu einer psychologischen Belastung; eine Mission zum Mars und zurück dauert mehr als zweieinhalb Jahre. Dabei ist man mit einigen wenigen Leuten auf engstem Raum zusammen.

**Elon Musk**  
«Ich will auf dem Mars sterben – aber nicht bei der Landung.»

**orion** *Wie weit ist die Technik für einen bemannten Marsflug denn ausgereift? Welche Unterschiede gibt es zu den verhältnismässig kurzen Mondflügen?*

**Schwarz:** In vielen Bereichen laufen technische Entwicklungen. Doch derzeit gibt es noch kein Raumschiff, das eine Reise zum Mars unternehmen könnte. Bevor eine bemannte Crew aufbrechen könnte, müssten automatische Stationen gelandet werden, die Treibstoff für den Rückflug produzieren. Es fehlen zudem Fähren, welche die Astronauten auf die Marsoberfläche und wieder in die Mars-Umlaufbahn zurückbringen könnten. Ein Aufenthalt auf dem Roten Planeten würde rund 16 Monate dauern, bis der Planet wieder in einer günstigen Position zur Erde steht. Das heisst, es müssten vorher Mars-Habitate abgesetzt werden. Es gibt zwar dutzende von Studien dazu. Doch es gibt noch keine fertigen Habitate, die funktionieren.

**orion** *Planen Musk und Co. in Anbetracht der vielen Unbekannten nicht etwas überhastet?*

**Schwarz:** Das glaube ich nicht. Raumfahrt wirkte lange Zeit schwerfällig. Technische Entwicklungen zogen sich in dieser Branche häufig sehr in die Länge. *Elon Musk* hat gezeigt, dass es schneller geht. Bedenken Sie: Im Jahr 2002 – also vor nur 17 Jahren – hat *Musk* sein Unternehmen gegründet. Wenn man sieht, was er in dieser kurzen Zeit erreicht hat, dann ist das einfach unglaublich. Allerdings ist es wichtig, dass bei diesem schnellen Takt die Sicherheit nicht leidet.

**orion** *Immer wieder vernimmt man, dass vor einer Marsreise noch einmal der Mond ins Visier genommen wird, um via Mondbasis weiter zum Roten Planeten zu gelangen. Klingt dies nicht ein bisschen nach Science Fiction?*

**Schwarz:** Nein, im Gegenteil. Es ist sogar sehr vernünftig. Ein Marsflug benötigt viel neue funktionierende Technik. Diese muss getestet werden. Das macht man lieber in der Nähe der Erde, sodass man bei grösseren Schwierigkeiten schnell zu Hause wäre. Wenn alles klappt, dann kann der grosse Sprung gewagt werden.

**orion** *Wie will man die Sauerstoffversorgung für die lange Reise denn sicherstellen? Inwiefern unterscheiden sich die geplanten lebenserhaltenden Systeme verglichen mit den Apollo-Missionen?*

**Schwarz:** Bei Apollo hat man alle Verbrauchsgüter mitgenommen. Das ist bei Marsflügen nicht möglich. Man

muss in vielerlei Hinsicht zum Selbstversorger werden. Während der Reise, aber auch während des Aufenthalts auf dem Mars, müssen gewisse Verbrauchsgüter selbst hergestellt werden. Nicht nur Sauerstoff, sondern auch Treibstoff oder Nahrungsmittel. Schliesslich ist auch Recycling ein wichtiges Stichwort. Auf der ISS wird dies ja schon mit dem Wasserkreislauf praktiziert; 80 Prozent des Trinkwassers wird aus dem Urin wiedergewonnen.

**orion** *Die ISS dient ja aktuell als Trainingsumfeld für Langzeitaufenthalte im All. Eine Marskapsel dürfte jedoch weit weniger «komfortabel» sein und die Astronauten eng zusammenrücken lassen. Ist das keine psychische Belastung für die Crew?*

**Schwarz:** Die psychische Belastung ist enorm. Die russische Weltraumagentur Roskosmos, die ESA sowie die chinesische Agentur CNSA haben zwischen 2010 und 2011 gemeinsam das Mars500-Experiment durchgeführt. Das Projekt simulierte einen bemannten Marsflug, bei dem sechs Freiwillige für 520 Tage in einen Komplex eingeschlossen wurden. Das Experiment verlief zwar erfolgreich, zeigte aber psychologische Herausforderungen wie Langeweile auf dem Flug, Heimweh, Stress und Konflikte.

Der Vorläufer der Mars500-Mission von 1999/2000 war ein Desaster. Es kam zu einer Schlägerei, aber auch zu Übergriffen. Einige der Teilnehmenden verliessen das Experiment frühzeitig – auf einem echten Marsflug wäre das notabene unmöglich.

Ausserdem: Die Apollo-Astronauten sahen die Erde als Kugel. Astronauten auf dem Mars hingegen sehen die Erde lediglich als hellen Stern am Nachthimmel. Es ist schwierig abzuschätzen, wie sich das auf den Gemütszustand der Astronauten auswirkt.

**orion** *Eine Landung auf Mars stellt gewisse Risiken dar. Ist die Landung tatsächlich anspruchsvoller als seinerzeit die Mondlandung?*

**Schwarz:** In der Tat. Der Mars hat eine grössere Anziehungskraft als der Mond. Zudem verfügt er über eine – wenn auch nur dünne – Atmosphäre. Beides macht die Landung nicht einfach. Zuerst erfolgt der Eintritt in die Atmosphäre, bei der das Raumschiff vor der Reibungshitze geschützt werden muss. Dann erfolgt je nach Raumschifftyp ein Bremsmanöver mit Fallschirmen, die, wegen der geringen Atmosphärendichte, sehr gross sein müssen. Und schliesslich kommt der letzte Teil des Abstiegs mit der Landung.

Schon bei der Landung der verschiedenen Mars-Rover musste man sich ausgeklügelte Systeme ausden-

Johann-Dietrich  
Wörner,  
ESA-Chef  
«Auf dem Weg zum  
Mars kommen sie  
nicht zurück,  
jedenfalls nicht mit  
unserer heutigen  
Technologie.»

ken. Kleinere Rover sind mit sogenannten Airbag-Systemen wie ein hüpfender Ball «gelandet» worden. Der bisher grösste Rover, Curiosity, musste mit einem komplexen System – dem «Sky Crane» gelandet werden.

**orion** *Einmal auf dem Mars angekommen: Was tun die Astronauten dort? Gibt es da schon konkrete Vorstellungen?*

**Schwarz:** Wie angesprochen, wird der Aufenthalt auf dem Mars rund 16 Monate dauern. Ein Mars-Habitat sowie automatische Treibstoff-Fabriken müssten bereits vorher gelandet und auf deren Funktionsfähigkeit geprüft werden und sich die Astronauten nach der langen Phase der Schwerelosigkeit an die Mars-Verhältnisse anpassen. Ausserdem müssten sie sich als Gärtner betätigen, um Nahrungsmittel zu produzieren. Und schliesslich würde eine Phase der Forschung anlaufen; das wäre bestimmt eine faszinierende Aufgabe.

**orion** *Immer liest man von einer möglichen Kolonialisierung des Roten Planeten. Doch wie realistisch ist der Aufbau einer Marsbasis aus heutiger Sicht? Die «Biosphären-Experimente» in der Wüste von Arizona haben ja gezeigt, wie schwierig es ist, ein funktionierendes Ökosystem «künstlich» herzustellen und zu erhalten.*

**Schwarz:** Aus meiner Sicht stellt sich grundsätzlich die Frage, weshalb der Mars überhaupt kolonialisiert werden soll. Bemannte Marsforschung, ja gerne. Es gibt viel über den Roten Planeten herauszufinden, was uns im Verständnis der Bildung des Sonnensystems und der Erde weiterbringt. Aber Millionen von Auswanderern? Wer ausser Aussteiger und Abenteurer würden für immer auf den Mars ziehen wollen? Und oft hört man den Spruch, dass die Menschheit zur multiplanetaren Spezies werden muss, wenn sie langfristig überleben will. Die grösste Bedrohung der Menschheit ist der Mensch selber. Oder ein riesiger Asteroid, der das Leben auf der Erde auslöschen könnte. Statt sich aus dem Staub zu machen, wäre es wohl die weit bessere Lösung, Abwehrmassnahmen gegen planetare Killer zu entwickeln.

**orion** *Schon fast abenteuerlich muten Vorstellungen an, den Roten Planeten dereinst wieder ergrünen zu lassen. Gehören solche Ideen nicht ins Reich höchster Fantasiekunst?*

**Schwarz:** Terraforming ist – wenn es denn überhaupt funktioniert – ein extrem langwieriger Prozess, der Jahrhunderte, wenn nicht Jahrtausende dauern könnte. Wir sprechen hier immerhin von einem ganzen Planeten, der

von einem lebensfeindlichen Ort zu einem blühenden Paradies verwandelt werden soll!

Rasch ein unterirdisches Kraftwerk in Gang zu setzen, um wenige Minuten später ohne Raumanzug frische Luft zu atmen, wie das *Arnold Schwarzenegger* im Kultfilm «Total Recall» getan hat, ist und bleibt definitiv Science Fiction. Zudem: Ein solcher planetarer Umwandlungsprozess wäre wesentlich aufwendiger, als hier auf der Erde dafür zu sorgen, dass die Umwelt erhalten bleibt.

**orion** *Zum Schluss noch eine ethische Frage: Es werden ernsthaft «Einweg-Flüge» in Erwägung gezogen, und es gibt erstaunlich viele Bewerber, sogar aus der Schweiz! Wie stellt sich ein Raumfahrtexperte zu solchen «One-way-Reisen»?*

**Schwarz:** Im ersten Moment tönt es nach einem tollen Abenteuer, zum Mars zu fliegen und dort zu siedeln. Gestützt werden diese Vorstellungen durch Filme wie «Der Marsianer»; wir fiebern beim Überlebenskampf von *Mark Watney* vom bequemen Kinossessel aus mit und stopfen Popcorn in uns rein, während *Watney* Kartoffeln anpflanzt. Diese Bilder mischen sich mit der romantischen Vorstellung der Siedler in der Pionierzeit von Amerika.

Auch wenn das Leben der amerikanischen Siedler wesentlich härter war, als wir es uns heute vorstellen können, so war dies im Vergleich zu einer möglichen One-Way-Mission zum Mars reines Zuckerschlecken.

Sie müssen sich vergegenwärtigen: Der Mars hat keine atembare Atmosphäre; wenn immer Sie also nach draussen gehen, müssen Sie einen Raumanzug tragen. Der Boden ist giftig. Es gibt keine Wiese, durch die Sie jemals barfuss schreiten könnten – nicht einmal das kleinste Pflänzchen existiert. Sie machen bei ihrer Marsbehausung nie die Fenster auf, lassen frische Luft rein und lauschen dem Vogelgezwitscher. Stattdessen leben Sie in einer engen Blechbüchse, wo Sie kaum Privatsphäre haben. Und wenn Sie alt werden – falls Sie nicht vorher an einer Krebserkrankung aufgrund der Strahlenbelastung während der Reise gestorben sind –, dann haben Sie kein Pflegepersonal, das sie medizinisch versorgt und liebevoll umsorgt.

Ich frage mich ernsthaft, welcher vernünftige Mensch freiwillig einen One-Way-Trip zum Mars antreten möchte. Mit einer Rückfahrkarte sähe ich einem Marsflug schon etwas entspannter entgegen, auch wenn die Risiken sehr hoch bleiben würden. <

Harald Lesch,  
Professor für  
Physik

«Es gibt zurzeit keine Antriebssysteme, um Menschen ausserhalb des Schweresystems irgendwo hinzubringen.»

# Mars-Missionen 2020: Hebt auf Mars bald ein Helikopter ab?

2020 ist wieder ein Marsjahr. Im kommenden Oktober überholt die Erde den Roten Planeten noch einmal recht eng. Für geplante Marsflüge öffnet sich daher ein günstiges Startfenster. So sind auch im neuen Jahr diverse Marsmissionen geplant, die wir hier kurz vorstellen.

Zwischen Mitte Juli und September wird ein neuer Rover auf die Reise geschickt, dessen Ankunft voraussichtlich im Februar 2021 erfolgen soll. Die Mars 2020-Mission beinhaltet gleich zwei Roboter auf dem Mars, einen fahrenden auf sechs Rädern und einen fliegenden. Es wird nicht nur ein Rover landen, sondern mit dem Mars Helicopter zum ersten Mal auch ein Fluggerät, eine Drohne. Die dünne Marsatmosphäre stellt hohe Anforderungen an die Flugfähigkeit dieses Gerätes. Der Mars Helicopter ist klein und bringt nur rund 1.8 Kilogramm auf die Waage. Sein würfelförmiger Rumpf hat eine Kantenlänge von etwa zehn Zentimetern.

Der grosse Rover, der seine Technologie zumeist seinem Vorgängermodell «Curiosity» verdankt, soll nach Spuren des Lebens suchen und Proben zur Rückführung auf die Erde vorbereiten.

Mit der Sonde «Hope» starten auch Vereinigten Arabischen Emirate eine Marsmission, die ab 2021 zum Ziel hat, die Atmosphäre und Klima des Roten Planeten zu untersuchen. Der Start des Orbiters soll mit der japani-

schen Trägerrakete H-II im kommenden Sommer erfolgen. Vor allem will man der Frage ein Stück näher kommen, warum sich die Marsatmosphäre derart verflüchtigte und damit das Vorkommen von flüssigem Wasser verhindert.

Ebenfall im Juli kommenden Jahres plant die Volksrepublik China ihre Marsmission 2020. Es wird ein Orbiter, ein Landegerät und ein Rover auf die Reise geschickt. Die Forschungsbereich sind vielfältig: Es geht einmal um die Topographie und die Aufzeichnung geologischer Zusammensetzung des Marsgesteins. Weiter will man herausfinden, wie die Wasserverteilung im Marsregolith aussieht. Wie auch bei früheren Missionen ist auch bei den Chinesen eine Wetterstation dabei, welche die Ionosphäre, das Weltraum- und Oberflächenwetter näher erforschen soll und auch jahreszeitliche Änderungen aufzeichnet. Dann will man auch das Innere des Roten Planeten noch besser verstehen und misst sein Magnet- und Schwerfeld. <

## Sternenblick im Zellertal (Bayerischer Wald)



**URLAUB  
UNTER  
STERNEN**

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

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

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



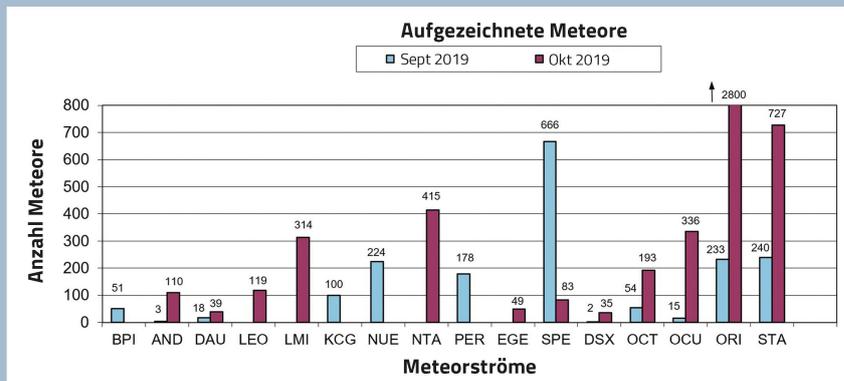


Abbildung 1: Der Mars-Hubschrauber der NASA könnte 2021 das erste Fluggerät auf einem fremden Planeten werden – unlängst hat er seine ersten Flugtests absolviert.

Bild: NASA/JPL-Caltech

## Swiss Meteor Numbers 2019

Fachgruppe Meteorastronomie FMA (www.meteore.ch)



### September 2019 Total: 7949

| 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 135 | 132 | 321 | 539 | 378 | 14  | 174 | 99  | 199 | 181 |
| 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  |
| 230 | 457 | 582 | 448 | 190 | 318 | 258 | 292 | 112 | 285 |
| 21  | 22  | 23  | 24  | 25  | 26  | 27  | 28  | 29  | 30  |
| 283 | 13  | 197 | 540 | 196 | 94  | 197 | 116 | 426 | 442 |

Anzahl Sporadische: 5853 Anzahl Sprites: 43  
 Anzahl Feuerkugeln: 7  
 Anzahl Meldeformulare: 1

### Oktober 2019 Total: 14035

| 1   | 2   | 3    | 4   | 5   | 6    | 7    | 8   | 9   | 10  |
|-----|-----|------|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|
| 608 | 162 | 475  | 533 | 406 | 305  | 350  | 442 | 183 | 633 |
| 11  | 12  | 13   | 14  | 15  | 16   | 17   | 18  | 19  | 20  |
| 916 | 710 | 730  | 592 | 137 | 595  | 488  | 275 | 55  | 134 |
| 21  | 22  | 23   | 24  | 25  | 26   | 27   | 28  | 29  | 30  |
| 54  | 313 | 1153 | 57  | 863 | 1630 | 1292 | 20  | 0   | 0   |
| 31  |     |      |     |     |      |      |     |     |     |

Anzahl Sporadische: 8427 Anzahl Sprites: 81  
 Anzahl Feuerkugeln: 33  
 Anzahl Meldeformulare: 16

| ID  | Beobachtungsstation                | Methode | Kontaktperson            | 09/2019 | 10/2019 |
|-----|------------------------------------|---------|--------------------------|---------|---------|
| ALT | Beobachtungsstation Altstetten     | Video   | Andreas Buchmann         | 124     | 230     |
| BAU | Beobachtungsstation Bauma          | Video   | Andreas Buchmann         | 17      | 0       |
| BOS | Privatsternwarte Bos-cha           | Video   | Jochen Richert           | 2662    | 4028    |
| BUE | Sternwarte Bülach                  | Foto    | Stefan Meister           | 0       | 3       |
| EGL | Beobachtungsstation Eglisau        | Video   | Stefan Meister           | 112     | 5       |
| FAL | Sternwarte Mirasteilas Falera      | Video   | José de Queiroz          | 251     | 458     |
| GNO | Osservatorio Astronomica di Gnosca | Video   | Stefano Sposetti         | 1966    | 4060    |
| GOR | Sternwarte Stellarium Gornergrat   | Foto    | P. Schlatter / T. Riesen | 0       | 3       |
| LOC | Beobachtungsstation Locarno        | Video   | Stefano Sposetti         | 1344    | 3203    |
| MAI | Beobachtungsstation Maienfeld      | Video   | Martin Dubs              | 235     | 430     |
| MAU | Beobachtungsstation Mauren         | Video   | Hansjörg Nipp            | 307     | 453     |
| PRO | Beobachtungsstation Prosito        | Video   | Viola Romerio            | 0       | 0       |
| SCH | Sternwarte Schafmatt Aarau         | Foto    | Jonas Schenker           | 1       | 3       |
| SON | Sonnenturm Uecht                   | Foto    | T. Friedli / P. Enderli  | 1       | 3       |
| TEN | Beobachtungsstation Tentlingen     | Foto    | Peter Kocher             | 1       | 1       |
| VTE | Observatoire géophysique Val Terbi | Video   | Roger Spinner            | 977     | 1234    |
| WET | Beobachtungsstation Wettswil a. A. | Video   | Andreas Schweizer        | 0       | 0       |
| WOH | Beobachtungsstation Wohlen BE      | Foto    | Peter Schlatter          | 0       | 2       |

| Video-Statistik 09/2019 | Meteore | Beob.     |
|-------------------------|---------|-----------|
| Einzelbeobachtungen:    | 5068 =  | 83% 5068  |
| Simultanbeobachtungen:  | 1040 =  | 17% 2881  |
| Total:                  | 6108 =  | 100% 7949 |

| Video-Statistik 10/2019 | Meteore | Beob.      |
|-------------------------|---------|------------|
| Einzelbeobachtungen:    | 8409 =  | 81% 8409   |
| Simultanbeobachtungen:  | 1974 =  | 19% 5626   |
| Total:                  | 10383 = | 100% 14035 |

Mittwoch, 4. Dezember 2019, 19:30 Uhr MEZ\*

**«Der steinige Weg ins All»**

Referent: *Men J. Schmid*

Ort: Werk 1: Fabrikstrasse 7, 9200 Gossau, SG

Veranstalter: Stadtbibliothek Gossau SG und SpaceScience.

Internet: [www.spacescience.ch/vortraege/vortraege-besuchen](http://www.spacescience.ch/vortraege/vortraege-besuchen)

Sonntag, 8. Dezember 2019, 17:00 Uhr – 18:00 Uhr MEZ\*

**Der Stern von Bethlehem**

Ort: Planetarium SIRIUS, Schwanden ob Sigriswil

Veranstalter: Astronomische Vereinigung Berner Oberland

Internet: [www.sternwarte-planetarium.ch/](http://www.sternwarte-planetarium.ch/)

\* Weitere Vorführungen, passend zur Adventszeit, entnehmen Sie der obigen Website

Donnerstag, 12. Dezember 2019, 19:30 Uhr MEZ\*

**«ARIANE: Die Erfolgsstory der ESA»**

Referent: *Men J. Schmid*

Ort: Werk 1: Fabrikstrasse 7, 9200 Gossau, SG

Veranstalter: Stadtbibliothek Gossau SG und SpaceScience.

Internet: [www.spacescience.ch/vortraege/vortraege-besuchen](http://www.spacescience.ch/vortraege/vortraege-besuchen)

Donnerstag, 19. Dezember 2019, 19:30 Uhr MEZ\*

**«Die ESA Präsenz im Sonnensystem»**

Referent: *Men J. Schmid*

Ort: Werk 1: Fabrikstrasse 7, 9200 Gossau, SG

Veranstalter: Stadtbibliothek Gossau SG und SpaceScience.

Internet: [www.spacescience.ch/vortraege/vortraege-besuchen](http://www.spacescience.ch/vortraege/vortraege-besuchen)

Freitag, 27. Dezember 2019, 19:30 Uhr MEZ\*

**«Von Giotto zu Rosetta»**

Referent: *Men J. Schmid*

Ort: Werk 1: Fabrikstrasse 7, 9200 Gossau, SG

Veranstalter: Stadtbibliothek Gossau SG und SpaceScience.

Internet: [www.spacescience.ch/vortraege/vortraege-besuchen](http://www.spacescience.ch/vortraege/vortraege-besuchen)

Freitag, 24. Januar 2020, 20:00 Uhr MEZ

**Almahata Sitta**, ein Film über den ersten Asteroiden, den man vor seinem Aufprall auf die Erde entdeckte

Präsentation: *Erich Deiss*, AGB

Ort: Restaurant Tomate-Birkenhof, Wettingen

Veranstalter: Astronomische Gesellschaft Baden

Internet: [baden.astronomie.ch](http://baden.astronomie.ch)

Samstag, 18. Januar 2020, 19:00 Uhr MEZ

**Astronomische Jahresvorschau 2020,**

Referenten: *Markus Burch*, Astronomische Gesellschaft Luzern und *Marc Horat*, Planetarium Verkehrshaus

Ort: Planetarium des Verkehrshauses der Schweiz in Luzern

Veranstalter: Astronomische Gesellschaft Luzern

Internet: [www.verkehrshaus.ch/planetarium](http://www.verkehrshaus.ch/planetarium)

Hinweis: Der Anlass ist öffentlich, Eintritt Fr. 22.- / 15.-

Sichern Sie sich Ihre Tickets frühzeitig

[www.verkehrshaus.ch/planetarium](http://www.verkehrshaus.ch/planetarium) oder 041 375 75 75

Beachten Sie, dass der Anlass wieder um 19:00 Uhr MEZ startet. Grund ist, dass *Marc Horat* und *Markus Burch* die Show auch

dieses Jahr ab dem Luzerner Planetarium live in einige Gross-

planetarien im deutschsprachigen Raum kommentieren.

Donnerstag, 5. März 2020, 20:00 Uhr MEZ

**«Auch wir sind Sternenstaub» – Was uns die Raumsonde ROSETTA über unsere Herkunft erzählt**

Referentin: Prof. *Kathrin Altwegg*, Physikalisches Institut Universität Bern

Ort: Neue Kantonsschule Aarau, Schanzmättelstr. 32, 5000 Aarau

Veranstalter: Astronomische Vereinigung Aarau

Internet: [www.sternwarte-schafmatt.ch](http://www.sternwarte-schafmatt.ch)

**Wichtiger Hinweis**

Veranstaltungen wie Teleskoptreffen, Vorträge und Aktivitäten auf Sternwarten oder in Planetarien können nur erscheinen, wenn sie der Redaktion rechtzeitig gemeldet werden. Für geänderte Eintrittspreise und die aktuellen Öffnungszeiten von Sternwarten sind die entsprechenden Vereine verantwortlich. Der Agenda-Redaktionsschluss für die Februar-Ausgabe (Veranstaltungen Februar und März 2020) ist am 15. Dezember 2019.

**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](http://www.larrosa.ch)

Jeden Freitag- und Samstagabend, 21:30 Uhr MEZ

**Sternwarte «Mirasteilas», Falera**

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

Internet: [www.sternwarte-mirasteilas.ch](http://www.sternwarte-mirasteilas.ch)

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

**Schul- und Volkssternwarte Bülach**

Besuchen Sie die Sternwarte Bülach an einem schönen Freitagabend.

Internet: [sternwartebuelach.ch](http://sternwartebuelach.ch)

Jeden Mittwoch, ab 19:30 Uhr MEZ (Winter), nur bei gutem Wetter

**Sternwarte Rotgrueb, Rümlang**

Im Sommerhalbjahr finden die Führungen ab 20:30 Uhr statt. Sonnenbeobachtung: Jeden 1. und 3. Sonntag im Monat ab 14:30 Uhr (bei gutem Wetter)

Internet: [sternwarte-ruemlang.ch](http://sternwarte-ruemlang.ch)

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

**Sternwarte Hubelmatt, Luzern**

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

Internet: [sternwarte-hubelmatt](http://sternwarte-hubelmatt.ch)

Jeden Donnerstag, Februar/März (siehe Stadtanzeiger)

**Sternwarte Muesmatt, Muesmattstrasse 25, Bern**

Nur bei guter Witterung (Sekretariat AIUB 031 631 85 91)

Während der Winterzeit, mittwochs von 19:30 bis ca. 21:30 Uhr MEZ

**Sternwarte Eschenberg, Winterthur**

Achtung: Führungen nur bei schönem Wetter!

Internet: [www.eschenberg.ch](http://www.eschenberg.ch)

Jeden Freitag, ab 20:00 Uhr (1. Oktober – 31. März) /

21:00 Uhr (1. April – 30. September)

**Sternwarte Schafmatt (AVA), Oltingen, BL**

Eintritt: Fr. 10.– Erwachsene, Fr. 5.– Kinder.

Bei zweifelhafter Witterung: Telefon-Nr. 062 298 05 47 (Tonbandansage)

Internet: [www.sternwarte-schafmatt.ch](http://www.sternwarte-schafmatt.ch)

Jeden Mittwoch, ab 20:00 Uhr MEZ (nur bei gutem Wetter)

**Sternwarte Uitikon**

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

Für Gruppen und Schulen Auskunft 079 387 69 09

Internet: [www.uitikon.ch/freizeit-kultur/sternwarte.html](http://www.uitikon.ch/freizeit-kultur/sternwarte.html)

Jeden Freitagabend, im Februar und März (ab 20:00 Uhr MEZ)

**Sternwarte – Planetarium SIRIUS, BE**

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

Internet: [www.sternwarte-planetarium.ch](http://www.sternwarte-planetarium.ch)

Jeden Freitag bei klarem Himmel: Sommerzeit 20:00 – 22:00 Uhr)

**Beobachtungsstation des Astronomischen Vereins Basel**

Auskunft: Telefon 061 422 16 10 (Band)

Internet: [astronomie-basel.ch](http://astronomie-basel.ch)

Jeden Mittwoch, ab 19:00 Uhr MEZ

**Sternwarte & Planetarium Kreuzlingen**

Ort: Breitenrainstrasse 21, CH-8280 Kreuzlingen

Internet: [www.avk.ch](http://www.avk.ch)

**Planetarium Kreuzlingen**

Mittwoch: 14:45 Uhr MEZ und 16:15 Uhr und 19:00 Uhr MEZ

Samstag: 15:00 Uhr MEZ und 16:45 Uhr MEZ

Sonntag: 14:00 Uhr MEZ und 15:45 Uhr MEZ

Zusätzliche Vorführungen werden auf der Homepage publiziert.



**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)**

Öffentliche Führungen

**Stiftung Jurasternwarte, Grenchen, SO**

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

Öffentliche Führungen (einmal monatlich, siehe Link unten)

**Sternwarte «ACADEMIA Samedan»**

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

Jeden Samstagabend, 19:30 Uhr (Dezember & Januar)

**Sternwarte Schaffhausen**

Internet: [www.sternwarte-schaffhausen.ch](http://www.sternwarte-schaffhausen.ch)

Les visites ont lieu (mardi soir) durant l'hiver dès 20:00 heures (en été 21:00 heures)

**Observatoire de Vevey (SAHL) Sentier de la Tour Carrée**

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

Tel. 021/921 55 23

Les visites publiques, consultez: [www.obs-arbaz.com](http://www.obs-arbaz.com)

**Observatoire d'Arbaz – Anzère**

Il est nécessaire de réserver à l'Office du tourisme d'Anzère au 027 399 28 00, Adultes: Fr. 10.–, Enfants: Fr. 5.–.



**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.

## IMPRESSUM

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

«ORION» erscheint bereits seit 1943, ursprünglich diente die Fachzeitschrift vorrangig als Informationsplattform der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft SAG. Seit 2007 richtet sich das Heft nicht nur an fortgeschrittene Amateur-Astronomen, sondern auch an Einsteiger. Sechsmal jährlich in den Monaten Februar, April, Juni, August, Oktober und Dezember berichtet «ORION» vielfältig, erklärt aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse in verständlicher Sprache und erreicht somit eine breite Leserschaft.

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

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

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

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

Les auteurs sont responsables des articles publiés dans cette revue.

### Redaktion / Rédaction

Thomas Baer t.baer@orionmedien.ch

### Co-Autoren / Co-auteurs

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

### Korrektoren / Correcteurs

Sascha Gilli sgilli@bluewin.ch  
Hans Roth hans.Roth@alumni.ethz.ch

### Druck und Produktion / Impression et production

medienwerkstatt ag  
produktionsagentur für crossmedia und print  
www.medienwerkstatt-ag.ch

### Anzeigenverkauf / les ventes annonces

ORIONmedien GmbH  
+41 (0)71 644 91 14  
Mediendaten finden Sie unter:  
orionmedien.ch/ueber-uns/#insetate

### Abonnement / Abonnement

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

### Einzelverkauf / La vente au détail

Einzelheftpreis / Exemplaire prix  
CHF 10.50 / € 9.90\*

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

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

### Verwaltung und Abo-service /

#### Administration et service d'abonnement

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

### Herausgeber / éditeur



### Auflage / Tirage

1'900 Exemplare / 1'900 exemplaires

ISSN 0030-557 X

© ORIONmedien GmbH  
Alle Rechte vorbehalten / Tous droits réservés

## Vorschau ORION 1/20



2020 ist wieder einmal ein Schaltjahr mit einem 29-tägigen Februar. Was viele aber nicht wissen; nicht der 29., sondern der 24. Februar ist der eigentliche Schalttag. Wir erzählen die ganze Geschichte und erläutern die Schaltregeln. Dann werfen wir einen Blick zu einem Exoplaneten, in dessen Gas-hülle seltene Erden entdeckt wurden. Einen astronomischen Aufsteller bietet das morgendliche Zusammentreffen von Mars, Jupiter und Saturn Mitte März. Ein weiteres Thema ist der «Tagmond». Immer wieder kommt es vor, dass es Leute verwirrt, wenn sie am heiterhellen Tag plötzlich den Mond sehen. Dabei ist die Sache himmelsmechanisch eigentlich gar nicht so schwierig zu verstehen. Unser Nachtgestirn kann sich halt ab und zu auch an den Taghimmel verirren.

Redaktionsschluss für die Februar-März-Ausgabe: 15. Dezember 2019

## INSERENTEN

|  |    |                                       |    |
|--|----|---------------------------------------|----|
| Zumstein Foto Video, CH-Bern             | 2  | Pension Thomas Breu, D-Drachselried   | 40 |
| Astro Optik Kohler, CH-Luzern            | 7  | Larrosa Precision Optics, CH-Rothrist | 43 |
| Sahara Sky, MA-Zagora                    | 16 | Urania Sternwarte, CH-Zürich          | 43 |
| Athos Star Campus, E-La Palma            | 26 | ORIONmedien GmbH, CH-Sulgen           | 43 |
| KOSMOS-Verlag, D-Stuttgart               | 29 | Wyss-ProAstro, CH-Zürich              | 45 |
| Teleskop Service, D-Putzbrunn-Solalinden | 36 | Engelberger AG, CH-Stansstad          | 46 |

# Vixen® News

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

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

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

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



Teleskop SXP-AX 103S



Parallaktische Montierung SXP mit Starbook TEN



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

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

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

Die neu entwickelte Okularkonstruktion verringert Geisterbilder und Lichthöfe.

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

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

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



**Vixen SG 2.1X42 Ultra-Weitwinkel Fernglas für Himmelsbeobachtung**

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



**Vixen Polarie Star Tracker**

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

Wir senden Ihnen gerne den aktuellen Vixen Prospekt mit Preisliste.

**proastro Kochphoto proastro**

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

**Vixen**

**CELESTRON**

**bader  
planetarium**



## Das perfekte Teleskop für die Astro-Fotografie

### ROWE-ACKERMANN Schmidt Astrograph

Die RASA Optiken sind ausgezeichnet für die Astrofotografie. Dank der extrem hohen Lichtstärke von 2.0 respektive 2.2 können Deepsky Aufnahmen auch ohne Auto-Guiding gemacht werden. 20x kürzere Belichtungszeit als mit Blende f/10. Mit den kurzen Brennweiten haben Sie grosse Gesichtsfelder.

Neu ist diese Optik auch in einer 8" und 14" Version erhältlich.



RASA 11" auf CGX Montierung



RASA 8" auf CGX Montierung



Bei den RASA Optiken wird die Kamera vorne auf der Schmidtplatte ein- oder angesetzt. (Kamera nicht inbegriffen)



Scharfeinstellung mit Feintrieb

| Modell   | Brennweite | Lichtstärke | UPE<br>nur Optik | mit CGX<br>Montierung | mit CGX-L<br>Montierung |
|----------|------------|-------------|------------------|-----------------------|-------------------------|
| RASA 8"  | 400mm      | f/2.0       | Fr. 2'690.00     | Fr. 5'690.00          |                         |
| RASA 11" | 620mm      | f/2.2       | Fr. 5'490.00     | Fr. 8'490.00          | Fr. 10'290.00           |
| RASA 14" | 790mm      | f/2.2       | Fr. 19'900.00    | Fr. 22'690.00         | Fr. 24'990.00           |

#### Fachberatung in Ihrer Region

**Bern:** Photo Vision Zumstein  
www.foto-zumstein.ch  
Tel. 031 310 90 80

**Genève:** Optique Perret  
www.optique-perret.ch  
Tel. 022 311 47 75

**Herzogenbuchsee:**  
Kropf Multimedia  
www.fernglas-store.ch  
Tel. 062 961 68 68

**Lausanne:**  
Astromanie P. Santoro  
www.astromanie.ch  
Tel. 021 311 21 63

**Zürich:** Kochphoto  
www.proastro.ch  
Tel. 044 211 06 50

