**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft
**Band:** 81 (2023)
**Heft:** 2

**Heft**

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

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

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

**Download PDF:** 20.08.2025

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

# Auf den Spuren der ersten Galaxien

orion 2/23

Herausgeberin: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
SAG SAS
orion medien
in Zusammenarbeit mit ORIONmedien GmbH

RAUMFAHRT
16
JUICE-Mission: Wie man eine Weltraum-sonde baut

IM GESPRÄCH
30
Audrey Vorburger: Auf zu den Monden der Gasplaneten

AKTUELLES AM HIMMEL
40
Brillante Venus in der langen Dämmerung

NACHGEDACHT – NACHGEFRAGT
45
Was ist der «wahre» Mittag?

ZUMSTEIN FOTO VIDEO

# SONNENBEOBACHTUNG

CHF 119.00

**CELESTRON ECLIPSMART 10X42 SONNEN-FERNGLAS**
SKU: A145739

CHF 1589.00

**DAYSTAR SOLAR SCOUT 60MM, CHROMOSPHÄRE**
SKU: A135444

CHF 4358.00

**CORONADO SONNENTELESKOP ST 70/400 SOLARMAX III BF10**
SKU: A135993

CHF 27.90

**BAADER ASTROSOLAR SONNENFILTER 20X30CM**
SKU: A039883

Profitiere bis zum 31. Juli 2023 von 10% Rabatt auf unser Sonnenteleskope-Sortiment!

**Rabattcode: SONNE10**

Herausgeberin: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
SAG SAS
in Zusammenarbeit mit: ORIONmedien GmbH
orion medien

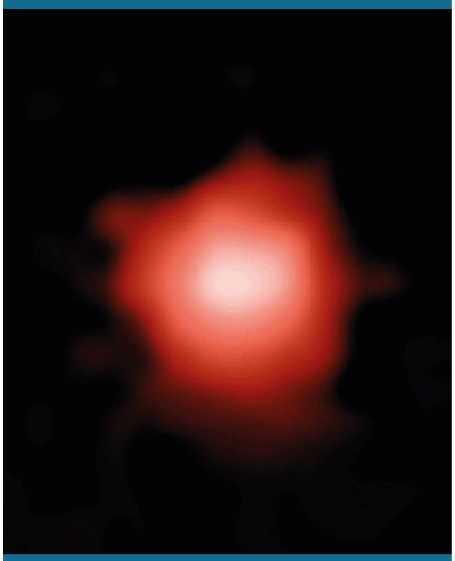


**Bild:** NASA / JWST

**TITELBILD**

GLASS-z13 (auch kurz GL-z13) ist eine Galaxie, die im Juli 2022 vom James-Webb-Weltraumteleskop im Rahmen des Beobachtungsprogramms Grism Lens-Amplified Survey from Space entdeckt wurde. Sie ist derzeit eine der ältesten jemals entdeckten Galaxien, die nur 300 bis 400 Millionen Jahre nach dem Urknall entstanden ist.

**EDITORIAL**
James Webb Teleskop – Müssen wir bald die Theorie des Universums neu schreiben? 2

**IM FOKUS**
Auf der Spur der ersten Galaxien 4

**IM FOKUS**
Universum aus dem Supercomputer 14

**RAUMFAHRT**
Wie man eine Weltraumsonde baut 16

**RAUMFAHRT**
Die Sonde fliegt eigentlich mit einer veralteten Software 20

**KOSMOLOGIE**
Wo wir enden werden 24

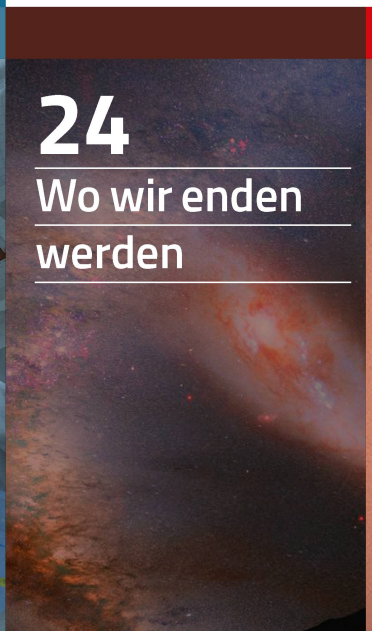
**IM GESPRÄCH**
Auf zu den Monden der Gasplaneten 30

**AKTUELLES AM HIMMEL**
Brillante Venus in der langen Dämmerung 40

**NACHGEDACHT – NACHGEFRAGT**
Was ist der «wahre» Mittag? 45

**THEMEN AUS DEN FACHGRUPPEN**
Maximum des 25. Aktivitätszyklus in Sicht 52

**THEMEN AUS DEN SEKTIONEN**
Sternwarte Épendes 60



# **JAMES WEBB TELESKOP** – MÜSSEN WIR BALD DIE **THEORIE DES UNIVERSUMS** NEU SCHREIBEN?

## LIEBER LESER, LIEBE LESERIN

Seitdem das James Webb Teleskop (JWST) seine Arbeit aufgenommen hat, kommen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus dem Staunen kaum mehr heraus. Eine Sensationsbeobachtung jagt die nächste. Natürlich durfte man einiges vom JWST erwarten, zumal es im Unterschied zum Hubble-Weltraumteleskop gänzlich im Infrarotbereich zwischen 600 und 28'000 nm beobachtet. Nichtsdestotrotz übertreffen die Bilder und Daten die Erwartungen bei weitem. Neben der Beobachtung von Exoplaneten (siehe auch ORION 4/22) blickt das Fernrohr weit in die Anfänge unseres Universums, genauer, zu den ersten Sternen und Galaxien. In dieser Ausgabe geht *Barbara Vonarburg* im FOKUS auf Spurensuche nach diesen uralten Galaxien, die kurz nach dem Urknall entstanden sind. Inzwischen wurden Galaxien entdeckt, die es nach den geltenden Theorien so gar noch nicht geben dürfte. Natürlich müssen die Daten noch überprüft werden, um allfällige Irrtümer oder Fehlinterpretationen auszuschliessen.

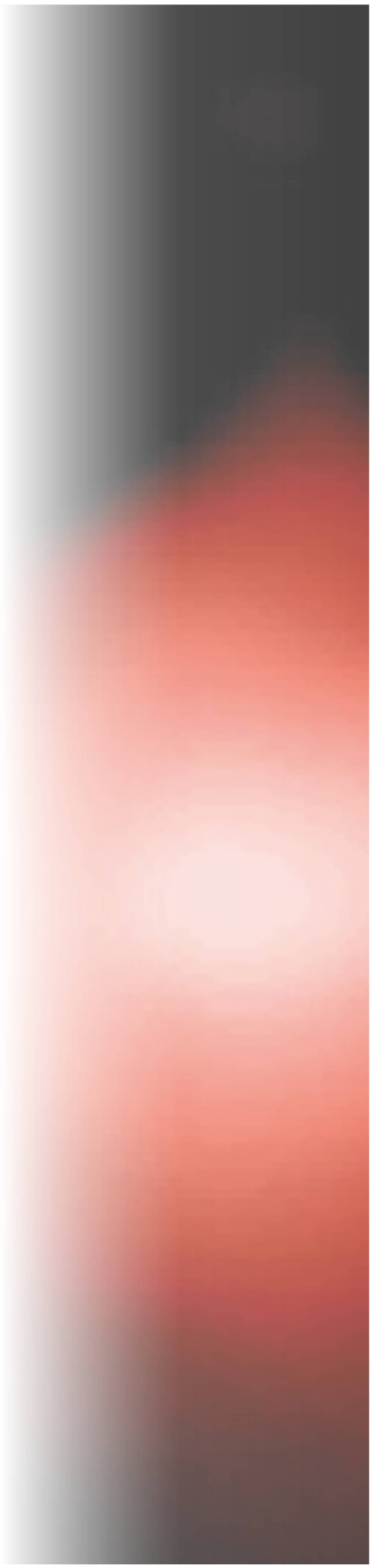
Was uns das JWST derzeit demonstriert, ist, wie Wissenschaft in der Praxis funktioniert. Aufgrund von Bildern oder Daten werden Theorien aufgestellt. So etwa haben wir eine Vorstellung, wie sich unser Universum seit dem Urknall entwickelt haben könnte. Theorien haben jedoch nur solange Bestand, bis sie durch neue Beobachtungen widerlegt werden. So kommt die Kosmologie wohl nicht darum herum, schon in den nächsten Wochen, Monaten und Jahren viele Rätsel zu lüften und alte Theorien entweder gänzlich über Bord zu werfen, um- oder gar neu zu schreiben.

Die neue Generation von Weltraumteleskopen, auch das für 2027 geplante Large UV Optical Infrared Surveyor, kurz LUVOIR, gewähren uns Tiefblicke, die bislang noch unmöglich waren. Wir nähern uns den Phänomenen kurz nach dem Urknall immer mehr, und die Frage wird einst lauten: Wie nah können wir mit unseren technologischen Möglichkeiten dereinst an die Anfänge unseres Universums «sehen»? Wo liegen die Grenzen des Machbaren?

Ich persönlich vergleiche es gerne mit der Kurve einer Exponentialfunktion, die sich immer mehr der Null-Ordinate nähert, diese aber nie ganz erreichen wird. Sicher wird es möglich sein, mit noch leistungsstärkeren Weltraumteleskopen noch mehr Licht und Strahlung einzufangen, doch wahrscheinlich setzt uns die Technik irgendwann eine Grenze, auch wenn wir diese da und dort immer wieder optimieren und verfeinern können.

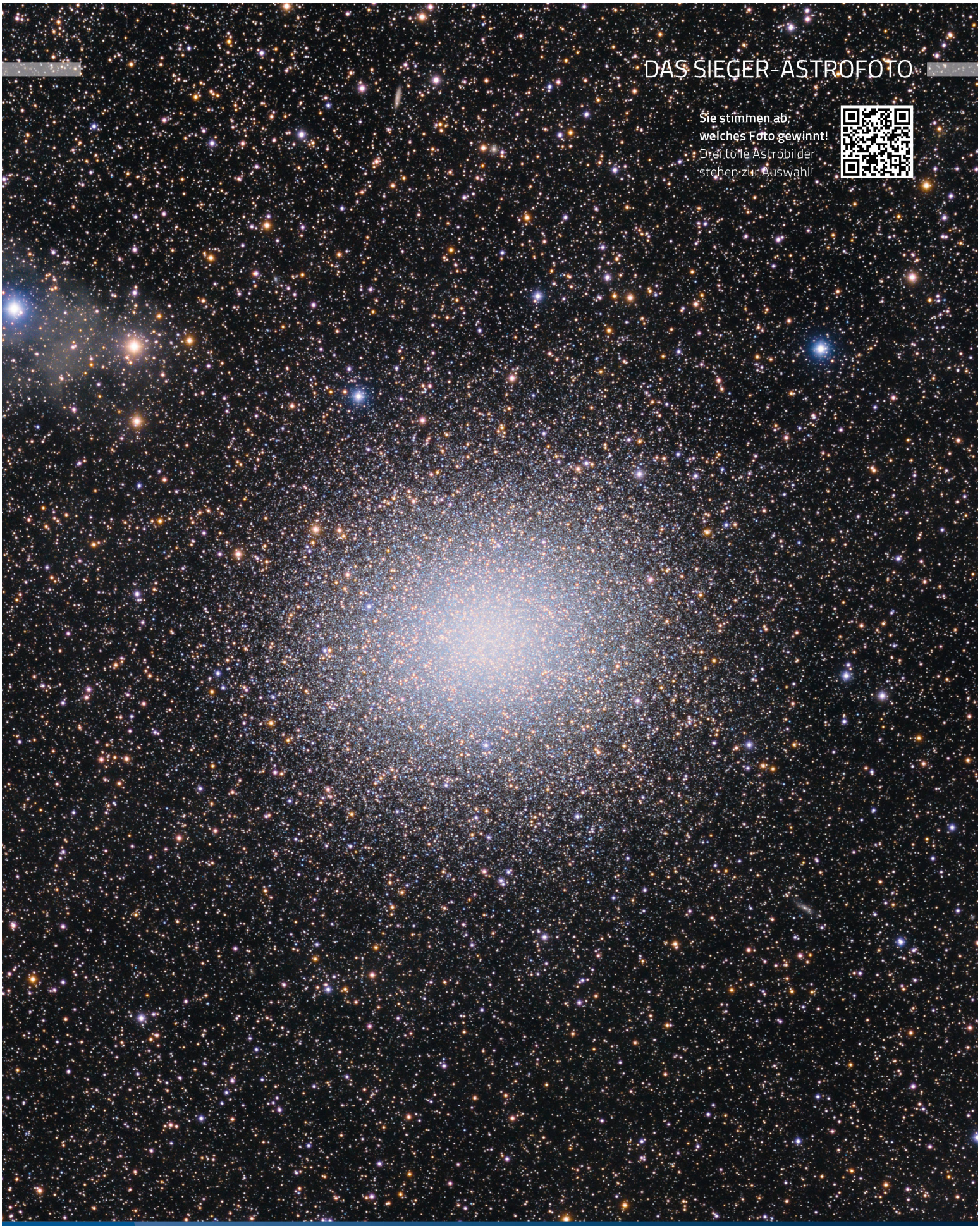
So oder so dürfen wir gespannt sein, was uns das JWST in nächster Zeit noch so alles offenbart. Kosmologisch stehen uns garantiert spannende Momente bevor.

*Thomas Baer*
*Redaktion ORION*



Editorial

**Sie stimmen ab, welches Foto gewinnt!** Drei tolle Astrobilder stehen zur Auswahl!



# Omega Centauri (Fabian Neyer)

Omega Centauri ist der hellste Kugelsternhaufen, den wir am Sternenhimmel von der Südhalbkugel aus schon mit blossem Auge als kleines Nebelfleckchen erkennen können. Die Aufnahme entstand mit einem TEC APO 110FL (Flattener und f/5.6) auf einer AstroPhysics 1200 GoTo-Montierung mit Astrodon RGB-Filtern (RGB = 70-100-65 Minuten, total: 3.9 Stunden)

## Man nennt sie «Grüne Erbsen»

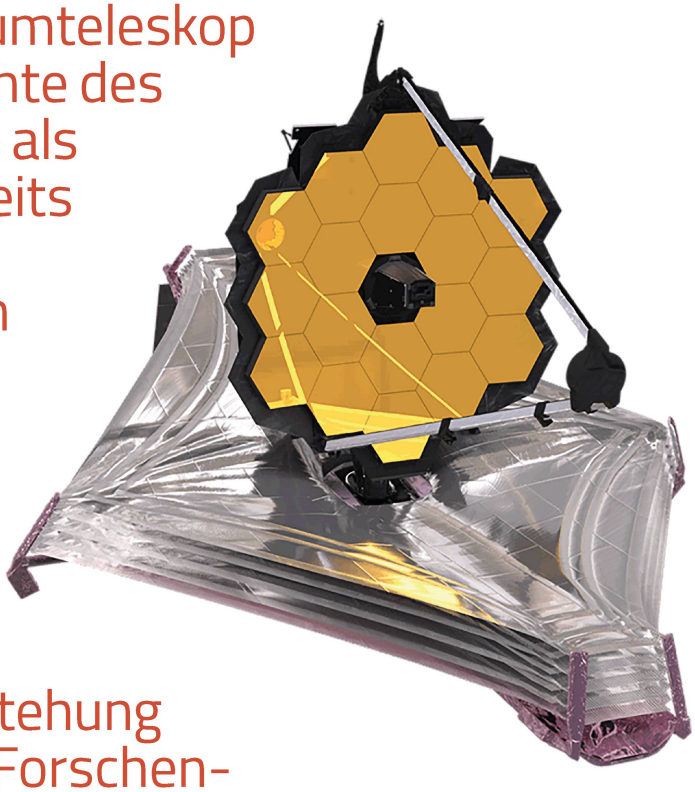
# Auf der Spur der ersten Galaxien

von Barbara Vonarburg

Abell 2744 ist das Beobachtungsziel des «UNCOVER»-Programms, das von einem internationalen Team durchgeführt wird. Auf dem Bild, aufgenommen vom James-Webb-Weltraumteleskop, sind schätzungsweise 50'000 Infrarot-Quellen zu sehen. Die hellen, weissen, von einem diffusen Nebel umgebenen Quellen sind die Galaxien des Pandora-Haufens, die als Gravitationslinse wirken und viel weiter entfernte Lichtquellen sichtbar machen. Diese erscheinen auf dem Bild rot und oft als längliche Bögen, weil sie durch die Gravitationslinse verzerrt werden. Bei vielen dieser Quellen handelt es sich um Galaxien aus dem frühen Universum.

Bild: NASA, ESA, CSA, I. Labbe (Swinburne University of Technology), R. Bezanson (University of Pittsburgh), A. Pagan (STScI)

# Das James-Webb-Weltraumteleskop kann weiter in die Geschichte des Universums zurückblicken als bisher möglich. Es hat bereits Hunderte von Galaxien gefunden, die in der ersten Milliarde Jahren nach dem Urknall entstanden sind, darunter viele sogenannte «Green Peas» – grüne Erbsen. Diese kompakten Galaxien mit ihrer intensiven Sternentstehung sind ein Spezialgebiet der Forschenden an der Universität Genf.



Als das Universum mit dem Urknall vor 13.8 Milliarden Jahren seinen Anfang nahm, war es in einer ersten Phase ungeheuer heiss. Es bestand aus einem dichten Plasma aus geladenen Teilchen, bis es sich nach etwa 380'000 Jahren genügend ausgedehnt und abgekühlt hatte, so dass sich aus den Elektronen, Protonen und Neutronen neutrale Wasserstoff- und Heliumatome formen konnten. Noch bevor die ersten Sterne entstanden, durchlief das Universum eine Zeitspanne, welche die Fachleute als dunkles Zeitalter bezeichnen. Denn das neutrale Gas absorbierte Licht wie ein dichter Nebel. Dies änderte sich erst, als energiereiche Strahlung die intergalaktischen Wasserstoffatome wieder in Elektronen und Protonen aufspaltete, also wieder ionisierte. Dieser Prozess wird denn auch kosmische Reionisation genannt.

*«Die ersten Sterne und Galaxien entstanden und wuchsen in den ersten paar hundert Millionen Jahren nach dem Urknall»,* sagt *Daniel Schaerer*, Professor an der Universität Genf: *«Eine Milliarde Jahre nach dem Urknall war die Phase der Reionisation abgeschlossen.»* Doch welche Quellen lieferten damals die ungeheuren Energiemengen, die es zur Reionisation der intergalaktischen Materie brauchte? Diese Frage wird seit langem heftig debattiert. *Schaerers* vielversprechendste Kandidaten tragen einen Namen, der nicht gerade Grosses erahnen lässt: «Green Pea Galaxies», auf Deutsch Grüne-Erbsen-Galaxien.

## DAS FRÜHE UNIVERSUM IST VOLLER GRÜNER ERBSEN

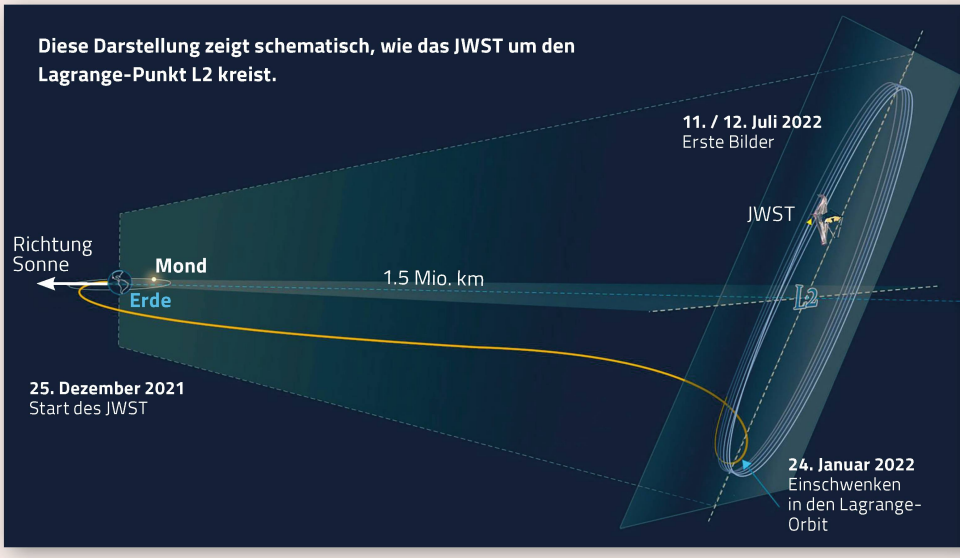
Entdeckt wurden diese Sternsysteme erstmals im Jahr 2007 von Amateurforschenden, die im Rahmen des Citizen-Science-Projekts «Galaxy Zoo» halfen, Galaxien in einer Online-Datenbank zu klassifizieren. Sie stiessen dabei auf eine Anzahl Objekte, die durch ihre geringe Grösse und ihre leuchtend grüne Farbe auffielen und tauften

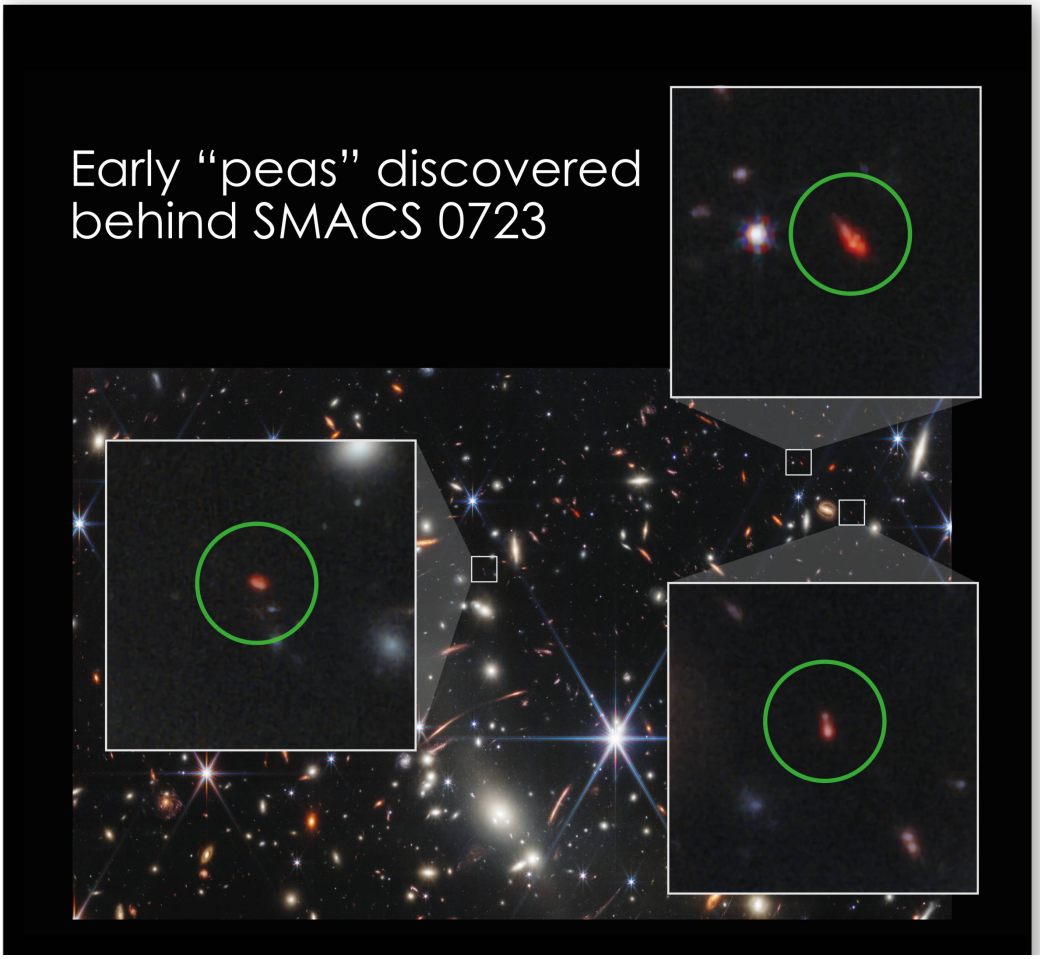
ASTRONOMIE EINFACH ERKLÄRT!

# Warum kreist das JWST im Langrange-Punkt L2?

Das James Webb-Teleskop kreist bekanntlich nicht wie das Hubble-Weltraumteleskop in einem Orbit um die Erde. Man hat es ca. 1.5 Millionen km weit von der Erde im sogenannten Lagrange-Punkt 2 [L2] positioniert. Dieser befindet sich in der Verbindungslinie Sonne – Erde, respektive in dessen Verlängerung. Streng genommen befindet sich das Teleskop aber nicht genau an diesem Punkt, sondern auf einer Bahn um ihn herum. Diese Bahn ist dabei grösser als die Bahn des Mondes um die Erde! Dieser Punkt bietet für Weltraumteleskope einen wesentlichen Vorteil, da ein Körper beim Umlauf um die Sonne die Orientierung in Bezug zur Erde beibehält. Seit dem 24. Januar 2022 befindet sich das JWST in einem sogenannten «Halo-Orbit» um diesen Punkt.
Die Lagrange-Punkte werden auch Librationspunkte genannt, abgeleitet vom lateinischen Begriff libra «Waage» oder *librare*, was so viel heisst wie «das Gleichgewicht halten». In einem Zweikörpersystem wie Erde und Sonne gibt es fünf solcher Punkte. Am ehesten stellt man sich diese Punkte wie Wellenberge oder Wellentäler vor. Einst hat jemand dies wie ein Herbstblatt in einem Wasserstrudel verglichen, das dort unendlich lange seine Kreise zieht, ohne dass irgendeine äussere Kraft es beeinflusst.

Das JWST braucht für eine Runde sechs Monate und entfernt sich dabei bis zu 800'000 km vom L2. Diese Bahn ist so berechnet, dass immer nur sehr wenig Schub aus den Steuerdüsen nötig ist, um das Teleskop auf korrektem Kurs zu halten. Nach den Keplerschen Gesetzen müsste James Webb in grösserer Entfernung von der Sonne langsamer als die Erde um die Sonne ziehen und daher allmählich hinter unserem Planeten zurück bleiben. Doch das Zusammenspiel der Kräfte am L2 führt dazu, dass auch das JWST in genau einem Jahr die Sonne umkreist. Das Teleskop tanzt gewissermassen durch das All. Während es im Gleichschritt mit der Erde um die Sonne zieht, macht es alle sechs Monate eine Runde um den Lagrange-Punkt und blickt dabei in die Tiefen des Weltalls.




**Der Galaxienhaufen SMACS 0723 aufgenommen mit dem James-Web-Weltraumteleskop. Die drei eingekreisten Objekte sind weit entfernte Galaxien, die durch den davor liegenden Galaxienhaufen vergrössert und verzerrt wurden. Sie gleichen den «Green Pea Galaxies», den Grüne-Erbsen-Galaxien, die auch im lokalen Universum vorkommen, aber hier sehr selten sind.**

**Bild: NASA, ESA, CSA, and STScI**

diese neue Klasse von Galaxien deshalb auf den Namen «Green Peas». Maschinelle Detektionsalgorithmen hatten die kompakten Objekte zuvor irrtümlich als Sterne klassifiziert. Die «Green Peas» sind zwar rund zwanzigmal kleiner als unsere Milchstrasse und haben hundertmal weniger Masse, doch sie produzieren Sterne etwa hundertmal schneller, als man aufgrund ihrer Masse erwarten würde. *«Im heutigen Universum sind diese Objekte sehr selten, im frühen Universum sind sie hingegen die Norm, wie die Beobachtungen mit dem James-Webb-Teleskop klar zeigen»,* sagt *Schaerer*: *«Die typische Galaxie 500 Millionen bis eine Milliarde Jahre nach dem Urknall ist eine Green Pea.»*

Mit dem Hubble-Teleskop hat *Schaerers* Gruppe im Rahmen eines internationalen Teams Galaxien dieser Klasse im lokalen Universum bereits früher untersucht und dabei im Jahr 2016 eine interessante Entdeckung gemacht: Bei der starken Sternentstehung wird UV-Strahlung produziert, die so intensiv ist, dass ein Teil davon die Galaxie verlassen kann. *«Auch in einer normalen Galaxie entsteht UV-Strahlung»,* erklärt der Astrophysiker: *«Deren Photonen haben genug Energie, um lokal den Wasserstoff zu ionisieren und so die schönen Nebulae zu erzeugen.»* Entweichen können diese Photonen aus einer Galaxie wie unserer Milchstrasse aber nicht. Anders bei den «Green Peas». Die Hubble-Daten zeigten, dass diese Galaxien tatsächlich ionisierende Photonen mit einer ungeheuren Intensität ausstossen.

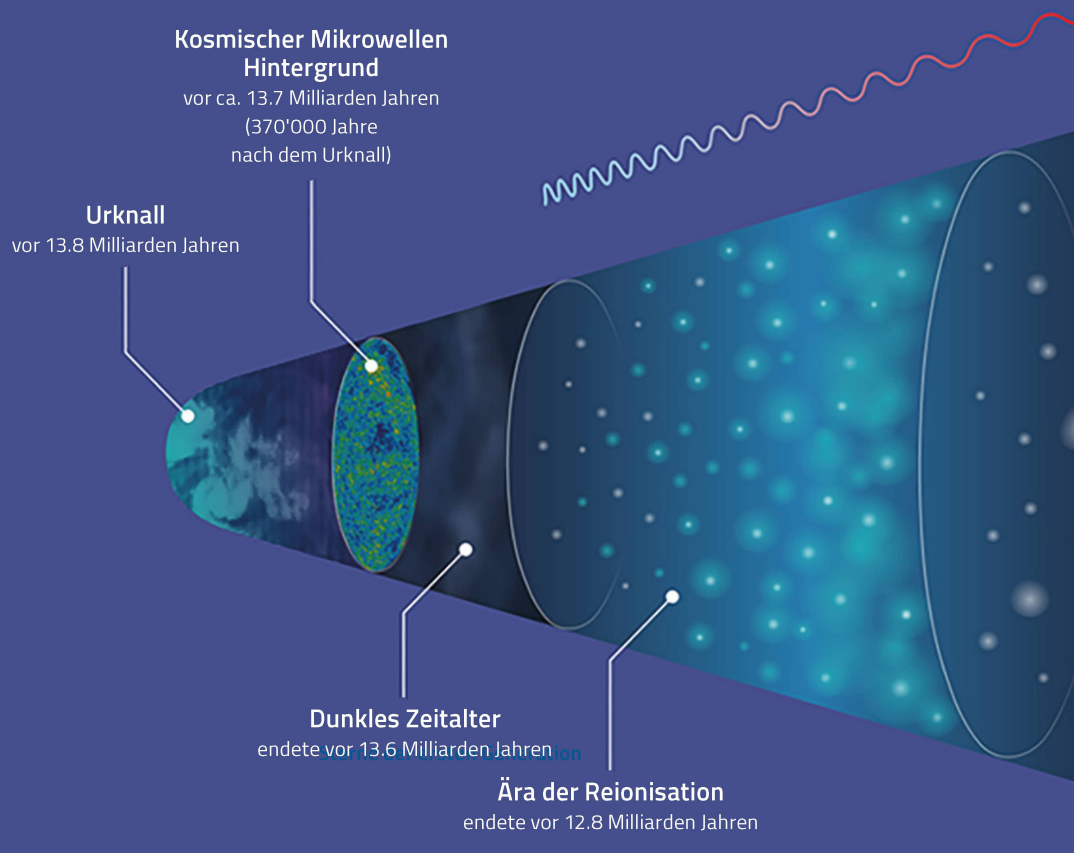
### PROBLEM FAST GELÖST

*«Wenn es im frühen Universum viele dieser «Green Peas» gibt und sie denjenigen gleichen, die wir mit dem Hubble-Teleskop im lokalen Universum untersucht haben, dann haben wir das Problem der kosmischen Reionisation gelöst»,* sagt der Astrophysiker. Um das gesamte intergalaktische Medium zu reionisieren, müssten im Durchschnitt zehn bis zwanzig Prozent der in den Grüne-Erbsen-Galaxien produzierten UV-Strahlung

ASTRONOMIE EINFACH ERKLÄRT!

## Reionisierungsepoche

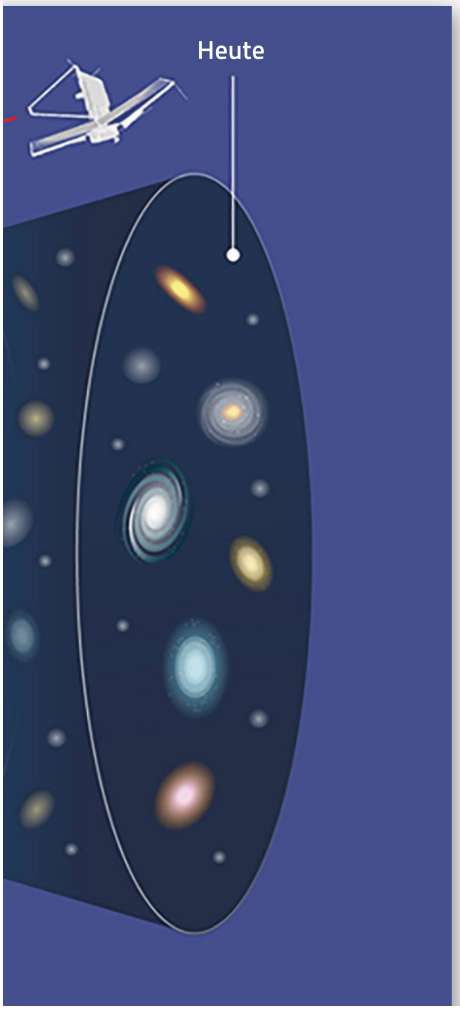
Direkt nach dem Urknall waren die Temperatur und die Energie einzelner Teilchen so hoch, dass Teilchen nicht miteinander interagieren konnten; Protonen und Elektronen existierten nebeneinander. Erst ca. 380'000 Jahre nach dem Urknall kühlte das Universum soweit ab, dass Elektronen von Protonen eingefangen wurden. Aus diesem Prozess entstanden die Wasserstoff- und Heliumatome; das Universum wurde «neutral». Aus diesen Atomen konnten sich die ersten Sterne bilden. Diese regten das neutrale kosmische Wasserstoffgas an. Diese Epoche wird daher «Phase der Reionisation» bezeichnet. Das übrige neutrale Gas wird heute als «Kosmisches Netz» bezeichnet, aus dem vermutlich die ersten Galaxien entstanden.



# «IM HEUTIGEN UNIVERSUM SIND DIESE OBJEKTE SEHR SELTEN, IM FRÜHEN UNIVERSUM SIND SIE HINGEGEN DIE NORM» DANIEL SCHAERER

ins Universum entweichen. Mit weiteren James-Webb-Beobachtungen will man nun die Spektren der frühen Galaxien messen und versuchen abzuschätzen, wie viel ionisierende Strahlung in den Objekten selbst absorbiert und wie viel ausgestossen wird. *«Bis jetzt sieht alles gut aus, aber es braucht noch mehr Daten»,* sagt *Schaerer.*

Er selbst leitet ein Programm, das die Grundlage für eine bessere Interpretation der Daten aus dem frühen Universum liefern soll. Denn wieviel UV-Strahlung aus den Galaxien entweicht, lässt sich während der Reionisation in den ersten Milliarde Jahren aus fundamentalen Gründen nur indirekt bestimmen. Schaerer und sein international zusammengesetztes Team untersuchen nun mit dem James-Webb-Teleskop Galaxien in einer Entfernung, die der Zeit zwei Milliarden Jahre nach dem Urknall entspricht. Diese Beobachtungen wollen die Forschenden mit den Daten vergleichen, die sie bei «Green Peas» zehn Milliarden Jahre nach dem Urknall bereits gesammelt haben. *«Wenn wir feststellen, dass das, was bei zehn Milliarden Jahren geschieht, auf die gleiche Weise auch bei zwei Milliarden Jahren passiert, dann können wir die von uns entwickelten*




**Schematisches Diagramm zur Entwicklung des Universums. Das Universum befand sich in einem neutralen Zustand ab rund 400'000 Jahren nach dem Urknall bis zu dem Zeitpunkt, als energiereiche Strahlung begann, den Wasserstoff zu ionisieren. Eine Milliarde Jahre nach dem Urknall war die Reionisation abgeschlossen. Das Diagramm ist nicht massstabsgetreu.**

**Quelle: NASA, ESA, Joyce Kang (STScI) oder NAOJ**

ASTRONOMIE EINFACH ERKLÄRT!

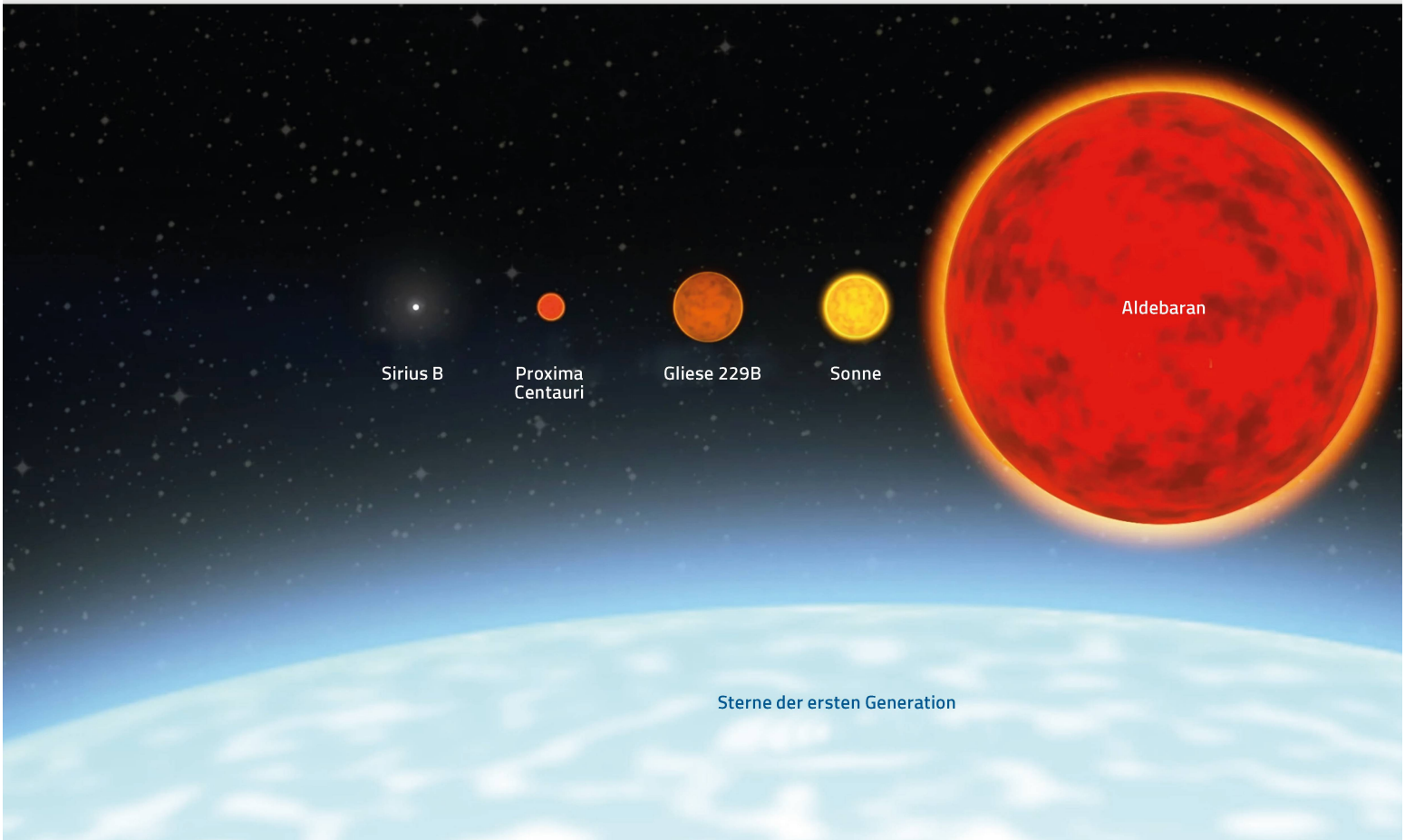
# Galaxien, die es gar nicht geben dürfte

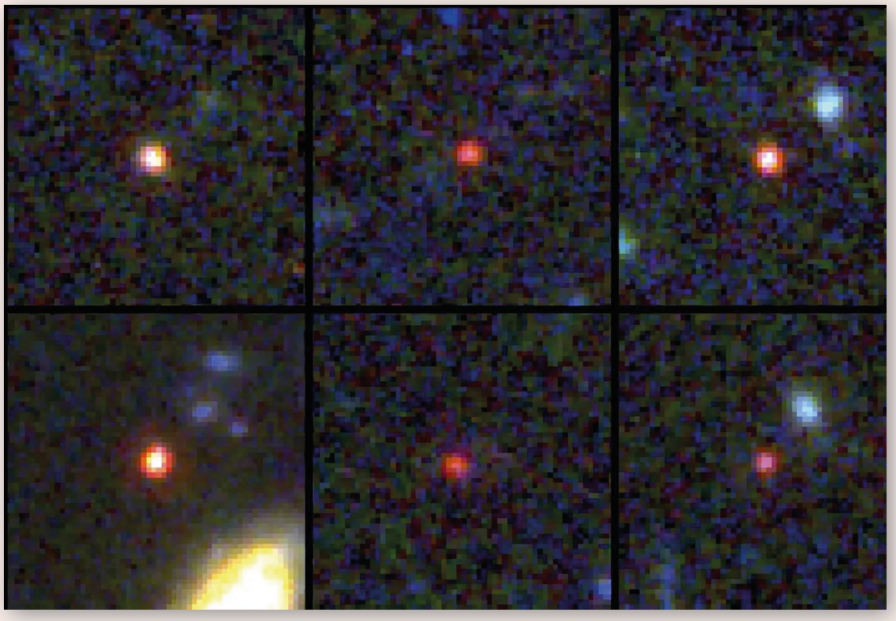
Astronomen haben mit dem James-Webb-Teleskop Galaxien entdeckt, die für ihr Alter viel zu massereich sind. Konkret handelt es sich um sechs Galaxien aus der Frühzeit des Universums, die gemäss heute gängiger Theorien so gar nicht existieren dürften. Natürlich stellt sich in diesem Zusammenhang die drängende Frage: Braucht es eine fundamental neue Physik oder müssen aktuelle Modelle grundlegend neu überdacht werden, wie manche glauben?
Die Astronomen gingen bislang davon aus, dass sich die ersten Sterne erst rund 400 Millionen Jahre nach dem Urknall bildeten. In diesem Stadium dehnte sich das Universum innert kürzester Zeit extrem schnell aus. Stabile Atome konnten sich erst nach etwa 300'000 bis 400'000 Jahren bilden. Während des sogenannten «dunklen Zeitalters» mussten sich die Gase erst abkühlen. Erst jetzt konnten sich die ersten Sterne bilden, und rund 1 Milliarde Jahre nach dem Urknall Galaxien aus Sternen, Gas- und Staubwolken formieren, die immer grösser und massereicher wurden; so die Theorie.
Nun haben Forscher auf Bildern des James Webb Teleskops vom vergangenen Juli rote Punkte entdeckt, die auf Galaxien hindeuten, die ungewöhnlich gross und hell sein müssen. Das rote Licht deutet darauf hin, dass es sich um sehr alte Objekte handeln muss. Wir sprechen von der Rotverschiebung, denn wie Schallwellen werden auch Lichtwellen aufgrund der Ausdehnung des Universums gedehnt, wodurch sie rötlich erscheinen.
Die brennende Frage stellt sich nun, wie sich so kurz nach dem Urknall, also nach etwa 500 bis 700 Millionen Jahre, Galaxien mit rund zehn Milliarden Sonnenmassen bilden konnten. Sie sollen bereits 100 Mal mehr Masse haben, als man für dieses frühe Stadium des Universums vermutete. Eine mögliche Erklärung für diese merkwürdigen Galaxien wäre, dass die Materie-Dichte im jungen Universum etwa zwei- bis fünfmal grösser gewesen sein könnte als bisher angenommen. Möglich ist aber auch, dass die Galaxien auf eine andere, bisher unbekannte Weise entstanden sein könnten. Derzeit werden Folgemessungen durchgeführt, um einerseits zu bestätigen, dass es sich bei den beobachteten Punkten tatsächlich um Galaxien handelt, und andererseits, um alternative Erklärungen auszuschliessen. Obwohl die Daten darauf hindeuten, dass es sich wahrscheinlich um Galaxien handelt, kursieren weitere Theorien, etwa, dass sich einige dieser Objekte als supermassereiche Schwarze Löcher entpuppen.

*Methoden auch auf den Zeitraum von 500 Millionen bis eine Milliarde Jahre nach dem Urknall ausdehnen»,* fasst *Schaerer* zusammen: *«Das hört sich zwar etwas technisch an, wir werden daraus aber viel lernen können.»*

### WARTEN AUF SPEKTROSKOPISCHE MESSUNGEN

Generell entdeckte das James-Webb-Teleskop im frühen Universum viel mehr und hellere Galaxien als erwartet, darunter einige mit mehr als zehn Milliarden Sonnenmassen. *«Wie innerhalb einer astronomisch kurzen Zeit von nur ein paar Millionen*



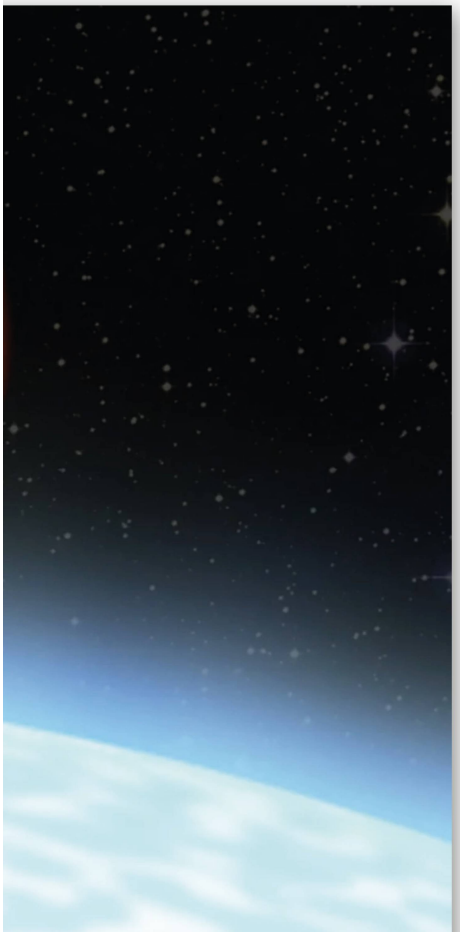


**Die sechs roten Punkte könnten Galaxien aus der Frühzeit des Universums sein. Die unten links abgebildete Galaxie dürfte so viele Sterne enthalten wie unsere eigene Milchstrasse.**

**Bild: NASA / ESA**

*Jahren so viele Sterne produziert werden konnten, weiss man bisher nicht»,* sagt *Schaerer.* Dass man deshalb aber gleich das kosmologische Standardmodell ersetzen muss, glaubt er nicht. Denn noch gibt es grosse Unsicherheiten in den Daten (siehe Interview mit *Robert Feldmann*). Gespannt warten die Astrophysiker und Astrophysikerinnen auf die Messung der Spektren der Galaxien, die eine genaue Entfernungsbestimmung erlaubt.

Wo bereits spektroskopische Messungen gemacht wurden, zeigen diese, dass in den sehr weit entfernten, frühen Galaxien neben Wasserstoff und Helium auch bereits



**Die grössten Sterne im heutigen Universum sind ein paar hundert Mal massereicher als unsere Sonne. Die ersten Sterne könnten bis zu 100'000 Sonnenmassen gehabt haben.**

**Quelle: Merrill Sherman/Quanta Magazine**

**Vergleich J122052+491255 und 04590: Die Grüne-Erbse-Galaxie (links) wurde vom «Sloan Digital Sky Survey» aufgenommen und befindet sich 170 Millionen Lichtjahre von uns entfernt. Das Infrarot-Bild (rechts) zeigt eine Grüne Erbse, entdeckt vom James-Webb-Weltraumteleskop. Ihr Licht brauchte 13.1 Milliarden Jahre, um uns zu erreichen.**

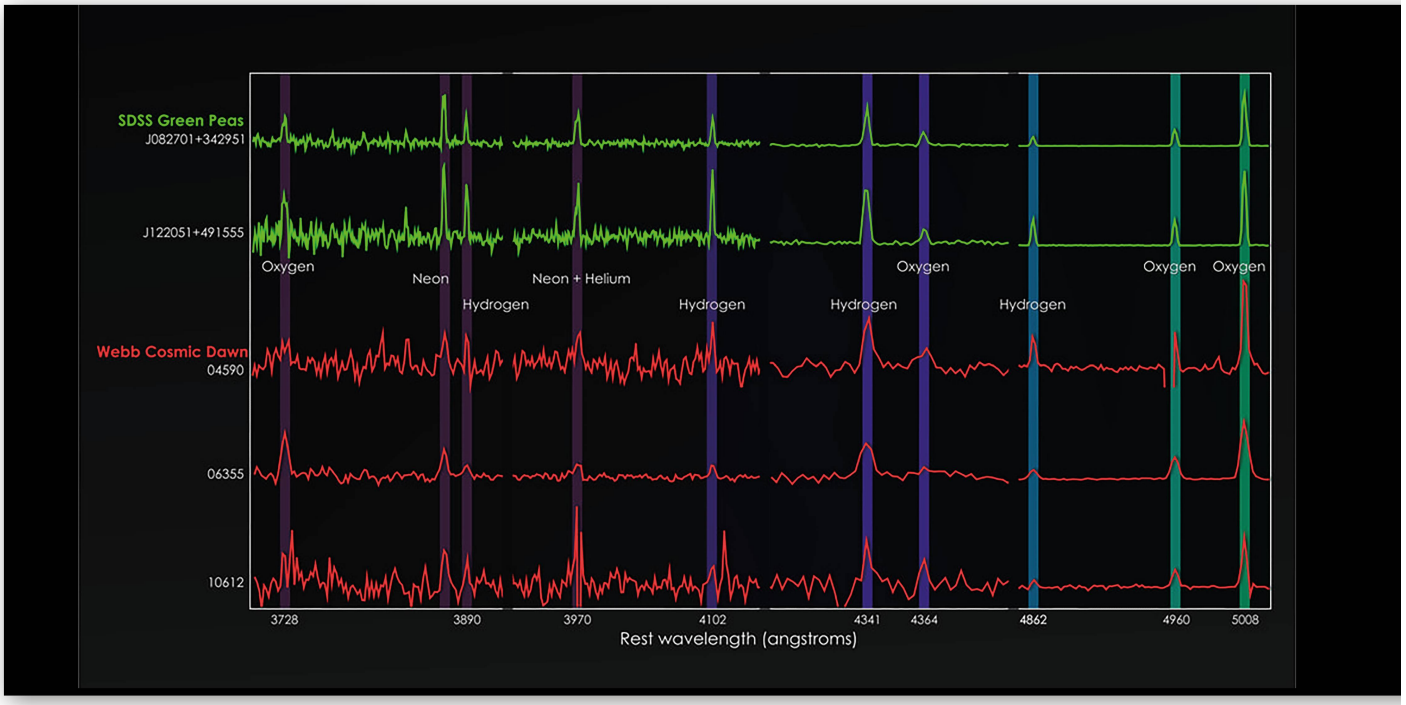
**Bild: SDSS und NASA, ESA, CSA und STScI**

Sauerstoff, Kohlenstoff und Stickstoff vorhanden sind. Dort müssen bereits Supernova-Explosionen stattgefunden haben, bei denen diese schwereren Elemente produziert wurden. *«Dies ist also nicht die erste Generation von Sternen, die wir sehen»,* sagt *Schaerer.* Die Fachleute teilen die Sterne in drei Populationen ein – eine Klassifizierung, die auf den deutschen Astronomen *Walter Baade* zurückgeht. Die meisten Sterne in unserer Milchstrasse, so auch die Sonne, gehören zur Population I. Sie haben einen relativ grossen Anteil an schweren Elementen, die in früheren Sterngenerationen entstanden sind. Sterne der Population II sind älter und haben weniger schwere Elemente. Die ersten Sterne, die kurz nach dem Urknall nur aus Wasserstoff und Helium entstanden sind, bilden die Population III.

Obwohl noch keine Sterne der Population III gesichtet wurden, weiss man, dass es sie geben musste, denn der Urknall produzierte keine schwereren Elemente als Wasserstoff und Helium. *«Die erste Frage ist, ob man sie überhaupt erkennen kann»,* sagt Schaerer, *«die zweite, wie lange sie existierten.»* Eine Antwort auf die erste Frage lieferte der Astrophysiker bereits im Jahr 2002 – bestimmte Vorhersagen, die noch immer als Referenz benutzt werden. Weil diese Sterne viel heisser sind als normale und keine schwereren Elemente enthalten, ist auch ihr Spektrum anders. Es zeigt charakteristische Spektrallinien von Helium und Wasserstoff, deren Präsenz die Existenz der ersten Sterne enthüllen würde. Vor allem die Signatur von vollständig ionisiertem Helium, sogenanntem Helium II, wäre ein starker Hinweis. Die Antwort auf die zweite Frage zeigt aber, dass es schwierig ist, diese Objekte zu finden. Denn die erste Sternengeneration muss sehr kurzlebig gewesen sein.

## SPEKULATIONEN UND WETTEN

Im Dezember 2022 veröffentlichte eine Forschungsgruppe um *Xin Wang* von der «University of Chinese Acadamy of Science» in Peking eine Arbeit, in der sie angab, mit




**Ein Vergleich der Spektren von «Grean Pea»-Galaxien in der Nähe (grün) und in grosser Distanz (rot). Korrigiert man bei den weit entfernten Galaxien die Streckung der Wellenlängen, die durch die Expansion des Universums über Jahrmilliarden verursacht wurde, zeigt sich eine verblüffende Ähnlichkeit.**

**Bild: NASA's Goddard Space Flight Center/Rhoads et al. 2023**

dem James-Webb-Teleskop die charakteristische Signatur von Helium II im Spektrum einer Galaxie entdeckt zu haben, die 620 Millionen Jahre nach dem Urknall existiert hatte. *«Präsenz von Population-III-Sternen?»* hiess es im Titel des Papers, das *Wang* auf der Plattform «arxiv.org» publizierte, bevor es von Experten begutachtet wurde. Das Fragezeichen steht offenbar zu Recht. *«Eine sehr spekulative Publikation»,* urteilt *Schaerer.*

Tatsächlich werden in Astronomie-Kreisen Wetten abgeschlossen, ob man die ersten Sterne im Universum je entdecken werde. *«Manche sagen, das James-Webb-Teleskop werde diese Population-III-Sterne nie sehen; andere meinen, es könnte schon morgen soweit sein»,* erzählt *Schaerer.* Die Schwierigkeit werde wahrscheinlich darin bestehen, alternative Erklärungen auszuschliessen, wofür man wohl viel Zeit aufwenden müsse. Denn bei einer so wichtigen Entdeckung dürften keine Zweifel bestehen. Er selbst gibt sich optimistisch und meint: *«Ich denke, man wird die ersten Sterne in den nächsten Jahren finden.»* <

## Vorgänge besser verstehen

# Universum aus dem Supercomputer

**Die ersten Galaxien entstanden im Zentrum von Halos aus dunkler Materie. Dies geht aus dem aktuellen Standardmodell der Kosmologie hervor. Robert Feldmann, Professor an der Universität Zürich, erstellt mithilfe von Hochleistungsrechnern Simulationen der Vorgänge im Universum.**

Das Interview führte **Barbara Vonarburg**

**orion** *Wie sind die ersten Galaxien entstanden?*

**Robert Feldmann** Nach dem Urknall war die Materie im Universum fast vollständig homogen verteilt, aber nicht ganz. Es gab schon relativ früh kleine Dichteschwankungen. In den Bereichen mit etwas höherer Dichte war die Schwerkraft stärker. Deshalb wurde Materie aus der Umgebung und den Bereichen mit etwas geringerer Dichte angezogen. Die Dichteschwankungen wurden dadurch immer stärker, bis die Materie kollabierte und sich sogenannte Dark-Matter-Halos, also Dunkle-Materie-Haufen, bildeten.

**orion** *Diese Halos bestanden also aus dunkler Materie?*

**Feldmann** Ja, wie heute waren damals 85 Prozent der Materie im Universum dunkle Materie, von der wir nicht wissen, worum es sich eigentlich handelt. Nur 15 Prozent sind normale Materie, also Wasserstoff, Helium und ein paar schwerere Elemente.

Die ersten Dunkle-Materie-Haufen bildeten sich schon frühzeitig, in den ersten 100 Millionen Jahren nach dem Urknall. Anschliessend fiel dann auch das gewöhnliche Gas, das aus Wasserstoff und Helium bestand, in die Dunkle-Materie-Haufen. Zuerst heizte sich dieses Gas auf. Dann passierte etwas Neues, das sehr interessant ist: Das Gas konnte diese Temperatur in Form von Strahlung wieder abgeben. Es kühlte sich ab und konnte so immer weiter zum Zentrum des Dunkle-Materie-Haufens fallen. Dort bildete es dann die Galaxien. Wann, wie, und wie viele Galaxien gebildet wurden, verstehen wir Astrophysiker noch nicht genau. Aber dies ist der grundlegende Prozess.

**orion** *Mit dem James-Webb-Weltraumteleskop (JWST) wurden Galaxien entdeckt, die 600 Millionen Jahre nach dem Urknall bereits eine Masse von mehr als zehn Milliarden Sonnenmassen aufwiesen. Dies stürze das Standardmodell der Kosmologie in eine Krise, wird behauptet. Stimmt das?*

**Feldmann** Das bleibt abzuwarten. Nach unseren gegenwärtigen Modellen sind solche massereichen Galaxien extrem selten. Die Entdeckung mit dem JWST scheint momentan tatsächlich im Widerspruch zu unserer Theorie zu stehen. Allerdings müssen die Massen und das Alter

**ZUR PERSON** Robert Feldmann, Universität Zürich
*Robert Feldmann ist seit 2016 Professor am Institut für Computerwissenschaften der Universität Zürich und Fachmann für computergestützte Astrophysik. Seine Forschungsgebiete sind die Entstehung und Entwicklung von Galaxien, die Strukturbildung und die physikalischen Prozesse im interstellaren Medium. Ein wesentlicher Teil seiner Forschung stützt sich auf modernste Hochleistungsrechner und Datenanalysen.*

der Galaxien erst noch bestätigt werden. Die ersten Beobachtungen basieren auf sogenannten photometrischen Daten. Damit kann man nicht ausschliessen, dass einige dieser Galaxien doch später entstanden sind oder eine kleinere Masse haben. Erst wenn man das Spektrum der Galaxien anschaut, ist eine genaue Bestimmung möglich.

**orion** *Was, wenn die Entdeckung dieser frühen, äusserst massereichen Galaxien tatsächlich bestätigt wird?*

**Feldmann** Es kann sein, dass man dann die Modelle anpassen muss. Vielleicht wandeln diese frühen Galaxien kosmisches Gas viel effizienter in Sterne um. Oder es gibt Überlegungen, dass sich die sogenannte dunkle Energie im frühen Universum anders verhält als gegenwärtig angenommen. Die dunkle Energie ist keine Materie, aber auch da wissen wir – wie bei der dunklen Materie – nicht, was genau es ist. Bis jetzt können wir nicht sagen, ob diese Entdeckungen darauf hinweisen, dass wir ein grosses Loch in unserem fundamentalen Verständnis der Galaxienentstehung haben.

**orion** *Sie sind Mitglied des internationalen Teams, das ein JWST-Programm namens «UNCOVER» durchführt. Die Abkürzung steht für «Ultradeep NIRSpec and NIRCam ObserVations before the Epoch of Reionization», zu deutsch etwa «Hochempfindliche Beobachtungen des Universums vor der Reionisierungsepoche mit NIRSpec und NIRCam». Was ist das Besondere an diesem Programm?*

**Feldmann** Der Hauptunterschied zu anderen JWST-Programmen ist, dass die Beobachtung auf einen Galaxienhaufen fokussiert ist. Dieser heisst offiziell Abell 2744 und wird auch Pandora-Galaxienhaufen genannt. Wir nutzen diesen sehr massereichen Galaxienhaufen als Gravitationslinse, de facto als ein extra Teleskop, das es uns erlaubt, noch viel tiefer in den Raum zu schauen. Das heisst, wir können sehr leuchtschwache Galaxien entdecken, welche sich, von uns aus gesehen, weit hinter dem Galaxienhaufen befinden. Von den JWST-Programmen, die momentan laufen, ist «UNCOVER» wahrscheinlich dasjenige, das die frühesten Galaxien entdecken und spektroskopisch bestätigen kann.

**orion** *Was ist Ihre Aufgabe bei «UNCOVER»?*

**Feldmann** Als Theoretiker erstelle ich Modelle dieser Galaxien und schaue dann, ob die Beobachtungen und die Modelle zusammenpassen oder ob ein grosser Unterschied besteht. Der letztere Fall ist besonders interessant, da er auf eine Lücke in unserem theoretischen Verständnis hinweisen kann.

**orion** *Was ist der aktuelle Stand des Programms?*

**Feldmann** In einer ersten Phase nimmt das Programm Bilder in verschiedenen Wellenlängen auf – vom Galaxienhaufen sowie seiner Umgebung und den Galaxien, die sich hinter dem Haufen befinden und weit in der Vergangenheit existieren. Da haben wir schon erste Papers auf dem Preprint-Server arxiv.org veröffentlicht.

Die zweite Phase des Programms läuft später in diesem Jahr an. Da werden wir auch Spektren von vielen Galaxien in unserem Beobachtungsfeld messen. Die Spektren sind sehr wichtig, um Rückschlüsse auf die Eigenschaften dieser Galaxien zu ziehen.

**orion** *Für Ihre Arbeiten benötigen Sie grosse Rechenkapazitäten. Wo führen Sie Ihre Berechnungen durch?*

**Feldmann** Für die grossen Simulationen nutze ich den Supercomputer im Swiss National Supercomputing Centre (CSCS) in Lugano. Zusätzlich stellt die Universität Zürich Rechenkapazitäten bereit. Der Rechenaufwand hängt von der Auflösung der Simulation ab. In der Regel simuliert man nicht nur eine einzelne Galaxie, sondern einen repräsentativen Ausschnitt des Universums mit vielen Galaxien. Je nachdem, wie gross dieser Ausschnitt ist, beträgt die Rechenzeit Stunden, einen Tag, oder auch Monate.

**orion** *Inwiefern verwenden Sie Methoden der künstliche Intelligenz?*

**Feldmann** Diese spielen eine immer wichtigere Rolle. In «UNCOVER» verwenden wir künstliche neuronale Netze und Machine-Learning-Methoden, um die Galaxieneigenschaften aus den Bildern und später auch aus den Spektren genau zu bestimmen. Wir entwickeln aber auch sogenannte Emulatoren, die es ermöglichen, den Rechenaufwand von Analysen und Simulationen zu reduzieren. Der Einsatz dieser Methoden ist eine Revolution, die alle Bereiche der Gesellschaft erfasst hat – auch die Astrophysik. <

## JUICE: Ein Blick «hinter die Kulissen»

# Wie man eine Weltraumsonde baut

**Administration, Konstruktion, Mechanik, Elektronik, Softwareentwicklung, Wissenschaft und Projektleitung: Für den Bau von Weltrauminstrumenten müssen, wie bei komplexen Puzzles, unterschiedlichste Bestandteile zu einem Ganzen zusammengefügt werden. Wie funktioniert das?**

Beitrag: **Sophie Krummenacher**

Am 13. April 2023 tritt die ESA-Raumsonde JUICE ihre rund achtjährige Reise zum Jupiter an. Dort soll sie unter den kilometerdicken Eisschichten der eisigen Monde des Riesenplaneten nach Leben suchen. Für diese herausfordernde Aufgabe wurden in jahrelanger Arbeit komplexe Instrumente entwickelt – auch an der Universität Bern. Stellvertretend für die etwa 40 Mitarbeitenden des hiesigen Physikalischen Instituts, die am Bau von Instrumenten für JUICE beteiligt waren, geben einige von ihnen einen Einblick in ihren Arbeitsprozess.

### AUCH FÜR DIE REISE INS ALL BRAUCHT ES DIE NÖTIGEN PAPIERE

*«Wenn das Päckli kaputt geht, ist alles kaputt»*, sagt *Susanne Wüthrich*, seit zehn Jahren Projektassistentin bei der Abteilung für Weltraumforschung und Planetologie am Physikalischen Institut der Universität Bern und zuständig für Transporte und Administration. Bei jeder Lieferung eines Fluginstruments fiebert sie mit: *«Wenn eine Kleinigkeit nicht stimmt, riskiert man, dass das Instrument Wochen beim Zoll festsitzt.»*

In einem internationalen Projekt wie JUICE werden Bauteile oder Instrumente europaweit transportiert. Exportdeklaration, Spezialbewilligung, Steuererlass: *Wüthrich* geht dem nach und klärt ab, was notwendig ist für eine reibungslose Abwicklung. Da sich Regelungen und Anforderungen immer wieder ändern, wie zum Beispiel wegen des Brexits, bleibt sie stets auf dem neusten Stand. Jedes Mal, wenn ein Instrument ankommt, atmet sie wieder auf, weil man die notwendigen Bauteile *«nicht im Bauhaus kaufen kann»*. Sie empfindet es als Sechser im Lotto, in einer Umgebung

**Abbildung 1:** Ein Grund für eine kleine Feier: die erfolgreiche Fertigstellung des NIM-Instruments im August 2020.

**Bild:** Universität Bern

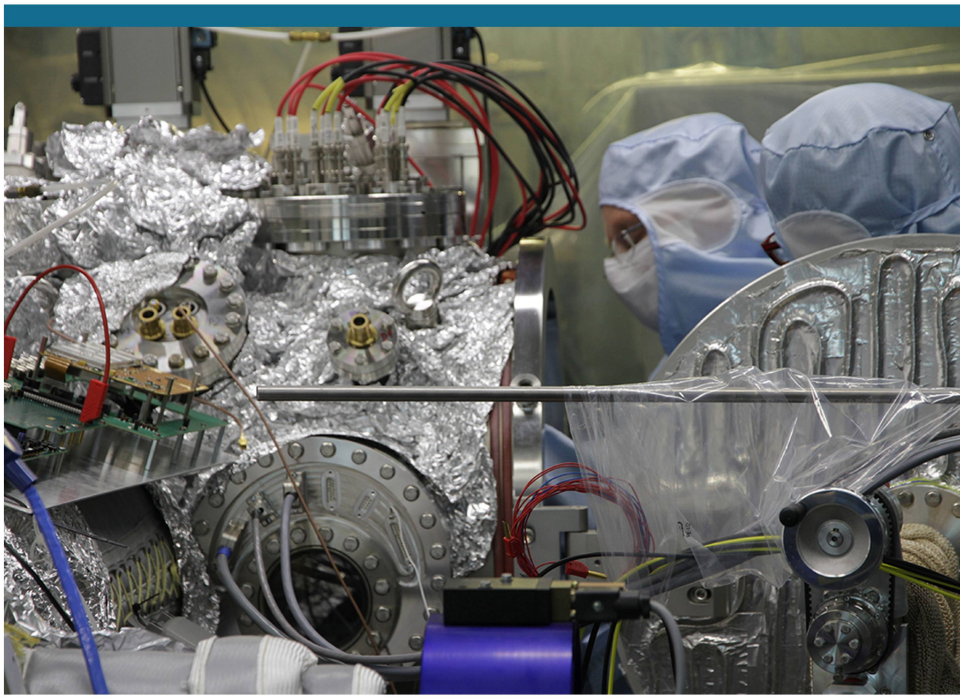


**Abbildung 2:** Die Menschen hinter JUICE: *Martina Föhn* und *Harald Mischler* bauen das Massenspektrometer NIM in eine Testanlage ein.

**Bild:** Universität Bern

zu arbeiten, in der *«verschiedene Teams das gleiche Ziel verfolgen».*

### SCHRAUBEN MIT VORNAMEN KENNEN

*Martina Föhn* war für das Design des Neutral and Ion Mass Spectrometers NIM zuständig, mit dem die Atmosphäre der Eismonde von Jupiter untersucht werden soll. NIM wurde am Physikalischen Institut der Universität Bern entwickelt und gebaut. Föhn hat Tests durchgeführt, um sicherzustellen, dass das Instrument während seiner Reise im Weltall zuverlässig funktionieren wird. Bei Weltrauminstrumenten werden jeweils zwei identische Kopien gebaut: Das Flugmodell fliegt ins Weltall, während das Referenzmodell im Labor bleibt, um allfällige Tests während der Mission durchführen zu können. Beim Bau des Flugmodells dauerte es drei Monate, bis es funktionierte: *«Jedes Instrument hat seinen eigenen Charakter. Gerade wenn es nicht funktioniert, lernt man es so gut kennen, dass man mit der Zeit gewisse Schrauben sozusagen mit Vornamen kennt.»*

Auch für *Harald Mischler*, dem stellvertretenden Werkstattsleiter, gab es *«einiges an Kopfzerbrechen und viele Stunden beim Auseinanderbauen, Flicken und wieder Testen.»* Das Referenzmodell baute das Team um *Föhn* anfangs Dezember 2020: *«Am 21. Dezember schaltete ich das Instrument zum ersten Mal an – und es funktionierte! Das war für mich das beste Weihnachtsgeschenk des Jahres.»*

Sinnbildlich für die enge Zusammenarbeit zwischen den Beteiligten erzählt *Föhn*, dass sie bei gewissen Testphasen im Büro der Elektronikerinnen und Elektroniker *«praktisch einen eigenen Arbeitsplatz hatte»*. Dass gewisse Arbeiten nur im Labor weitergeführt werden konnten, hat dazu geführt, dass Mitarbeitende des NIM-Teams Sonderbewilligungen erhielten, um während des Lockdowns am Physikalischen Institut weiterzuarbeiten. *Harald Mischler* erinnert sich an diese Wochen, während derer er mit einem kleinen Team in einem komplett leeren Institut arbeitete: *«Fast abgeschottet von allen anderen zu arbeiten, hat uns sehr zusammengeschweisst.»*

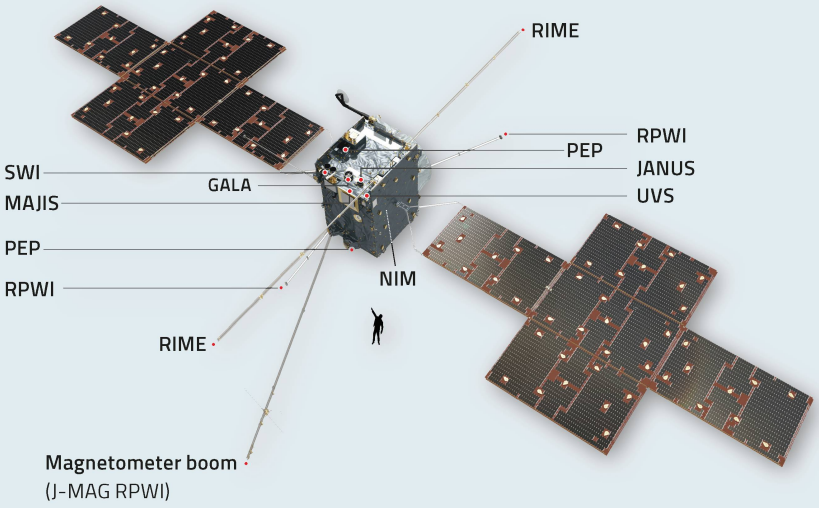
### ELEKTRONIK UND SOFTWARE

*Matthias Lüthi*, seit 2014 zuständig für Konzept und Bau der Steuerelektronik des Massenspektrometers NIM, mit welchem das Instrument betrieben wird, ist fasziniert vom *«Zusammenspiel von kleinsten Strömen, hohen Spannungen, diffiziler Mechanik und komplexer Software».* Er arbeitet zusammen mit *Severin Oeschger*, der für die elektrische Hochspannung zuständig ist: *«Vor meiner Anstellung im Projekt JUICE bedeutete Hochspannung, dass ich einfach viel Platz brauche. Jetzt haben wir 14 verschiedene Hochspannungen auf einer Fläche von 13 x 13 cm und 4 cm Höhe eingebaut.»*

Entscheidend für die Anstellung *Oeschger*, des Elektronikers im NIM-Team, war neben seinen Kompetenzen die Erfahrung, die er aus dem CHEOPS-Projekt mitnehmen konnte. Sein handwerkliches Geschick, das er seiner Lehre und dem Fachhochschulstudium verdankt, sieht er als ideale Ergänzung zum wissenschaftlichen Umfeld: *«Es ermöglicht mir, aus dem eher theoretischen Konstrukt der Forschenden schlussendlich ein real funktionierendes Messgerät zu entwickeln. Dies gibt ihnen die Möglichkeit, ihren Fragen und Zielen näher zu kommen – auch unter sehr harschen Bedingungen.»*

*Oeschger* stimmt *Lüthi* zu, wenn dieser sagt: *«Bei einem solchen Projekt braucht es viel Ausdauer. Dafür sind dann teilweise auch sehr ausgefallene Lösungen möglich.»* Auf solche Lösungen musste *Michael Althaus* mehr als einmal zurückgreifen. Er hat die Software für NIM ent-

## JUICE (Jupiter Icy Moons Explorer)




**RIME** Radar für die Eismonderforschung: Das Instrument benutzt eine 16-Meter-Antenne und soll damit die Eisoberfläche durchdringen und bis zu 9 km unter der Eisoberfläche messen können.

**GALA** Der Ganymed-Laserhöhenmesser soll die Topographie und die Verformungen, Hebungen und Senkungen der Oberfläche durch die Gezeitenkräfte beobachten.

**SWI** Submillimeterwelleninstrument zur Untersuchung der Temperaturstruktur, Zusammensetzung und Dynamik der Stratosphäre und Troposphäre von Jupiter und der Exosphären und Oberflächen der Eismonde.

**MAJIS** Hyperspektral abbildendes Spektrometer: Es soll die Eigenschaften der Troposphäre auf Jupiter erkunden und die Eise und Mineralien auf der Oberfläche der Eismonde näher bestimmen.

**PEP** Teilchenspektrometer zur Messung von Dichte und Richtung von neutralen und geladenen Teilchen, thermalem Plasma und neutralen Gasen im Jupitersystem.

**RPWI** Radio- & Plasmawellenuntersuchung: Erforscht Radioemissionen und das Plasma in der Umgebung Jupiters und der Eismonde.

**JANUS** Optische Kamera zur Kartierung der Eismonde.

**UVS** Das abbildende UV-Spektrometer soll die Zusammensetzung und Dynamik der Exosphären der Eismonde, die Aurora auf Jupiter und die Zusammensetzung und Struktur der oberen Atmosphäre untersuchen.

**NIM** Massenspektrometer der Universität Bern

wickelt, und dabei musste er stets im Auge behalten, dass *«es nicht reicht, sich nur auf das eigene Instrument zu konzentrieren».* Stattdessen, so der Softwareingenieur, *«muss bei vielem auch das gesamte komplexe System, also JUICE, aber auch die eigentliche Kommandierung durch die Mission Control bei der ESOC in Darmstadt mit einbezogen werden.»* Nach dem Launch am 13. April 2023 gibt es für ihn noch *«einen grösseren Brocken Arbeit mit der Inbetriebnahme des Instruments».*

### PRAKTISCH VON NULL WIEDER ANFANGEN

Nach 17 Jahren in der Entwicklung von Weltrauminstrumenten ist *Daniele Piazza,* Leiter Konstruktion, auch in diesem Projekt mit neuen Herausforderungen

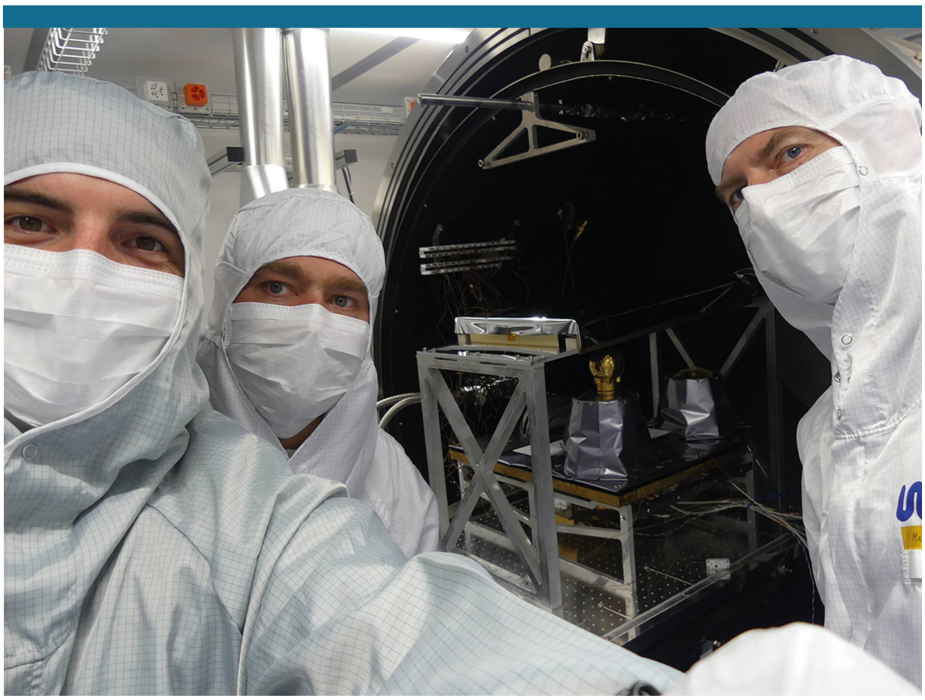


**Abbildung 3:** Mitarbeitende der Weltraumforschung und Planetologie (*Thierry de Roche, Michael Gerber, Matthias Lüthi*) in einem Reinraum mit dem Massenspektrometer NIM, das an der Universität Bern gebaut wurde.

**Bild:** Universität Bern / Thierry de Roche

konfrontiert. Bei JUICE ist es insbesondere die im Jupiter-System herrschende hochenergetische Strahlung, die die grössten Probleme bereitet. Diese kann beispielsweise Funktion und Zuverlässigkeit der Elektronik beeinträchtigen, die deshalb in einem massiven Gehäuse untergebracht werden muss. Dank seiner hohen Dichte stellte Wolfram die effizienteste Lösung für die Realisierung des Gehäuses dar. Umso wichtiger ist die Abschirmung der Detektoren, deren Signale von der Strahlung sonst gestört würden. Um den nur ein Zentimeter kleinen Detektor des NIM Spektrometers zu schützen, wurde ein Kilogramm Wolfram gebraucht – viel Gewicht für ein Instrument, das anschliessend ins Weltall fliegen wird!

Die ungewöhnlich hohe Masse der Hardware hat *Piazza* und sein Team, in Zusammenarbeit mit der Firma, die die Raumsonde gebaut hat, dazu veranlasst, *«die ganze Architektur zu revolutionieren – obwohl das Design des Instruments bereits fortgeschritten war»*, sagt er stolz. Das Instrument wurde nicht wie üblich auf eine eigene Struktur integriert, die anschliessend an der Raumsonde angeschraubt wird. *Piazza* erzählt: *«Die Firma hat uns einen Teil des Satelliten bereitgestellt und wir haben alle unsere Sensoren und die Elektronikbox auf diesem Paneel integriert. Das war eine sehr grosse Verbesserung, weil wirklich sehr viel Masse eingespart werden konnte.»* Dass diese aufwändigere, aber effizientere Lösung erst spät im Entwicklungsprozess angegangen wurde, hängt mit dem komplexen Vorgehen beim Bau von Forschungsraumsonden zusammen. Viele Partner sind involviert und es gibt dementsprechend viele Schnittstellen. Als das Konstruktionsteam der Universität Bern mit der Entwicklung des Instruments begann, war es noch nicht klar, welche Firma die Raumsonde bauen würde. Erst als die Firma ausgewählt wurde, konnte die Arbeit *«praktisch von Null wieder anfangen»*, so *Piazza*.

**Abbildung 4:** Das Massenspektrometer NIM beim Zusammenbau am Physikalischen Institut der Universität Bern.

**Bild:** Universität Bern / Martina Föhn

## JUPITER ETWAS NÄHERKOMMEN

*«Durch dieses Projekt ist mir Jupiter, trotz der riesigen Entfernung, etwas nähergekommen: Bei klarem Himmel werde ich mich in Zukunft bestimmt immer wieder dabei erwischen, wie ich nach Jupiter Ausschau halte»*, sagt *Mikko Kotiranta*, Projektmanager am Institut für Angewandte Physik (IAP) der Universität Bern für das Submillimeter Wave Instrument SWI. Das SWI ist mit einem Teleskop ausgestattet, das kein sichtbares Licht, sondern Wärmestrahlung im Bereich der Submillimeterwellenlängen messen kann. Das ist wichtig, um etwa die Temperaturverteilung in Jupiters Atmosphäre und die Oberflächen- eigenschaften von dessen Eismonden zu vermessen. Ein Team von vier Personen hat die Optik dafür an der Universität Bern entworfen. Ihre Rolle dabei war es unter anderem, höchstgenau zu ermitteln, wie breit der Teleskopstrahl ist und wohin er zeigt – dies zu wissen, ist zwingend für zuverlässige Messungen. Eine knifflige Aufgabe bei einem unsichtbaren Strahl. Diese Aufgabe lösten die Wissenschaftler mit komplexen Simulationen und einem neuartigen, für das SWI entwickelten Prüfstand.

*Karl Jacob*, heute Co-Investigator für das SWI und früher Doktorand an der Universität Bern, hatte die Gelegenheit, für sechs Monate am Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung (MPS) in Göttingen am Flugmodell zu arbeiten. In Erinnerung bleibt ihm, wie er *«nach einer intensiven Testphase mit enormem Zeitdruck und unerwarteten Zwischenfällen mit den anderen Teammitgliedern auf ein Bier anstossen konnte.»*

Im Jahr 2031 wird JUICE voraussichtlich ihr Ziel erreichen. Gut möglich, dass die dann gewonnenen Erkenntnisse bahnbrechend sein werden – und die Universität Bern wird daran massgeblich beteiligt sein. *«Das wird den Jupiter hoffentlich nicht nur mir näherbringen, sondern uns allen»*, sagt *Kotiranta*. <

JUICE: Wie funktionieren Software-Upgrades?

# Die Sonde fliegt eigentlich mit einer «veralteten» Software

**Die Computer-Software entwickelt sich, wie wir wissen, unglaublich schnell. Wie begegnet und arbeitet man in einem Projekt wie JUICE mit diesen Upgrades? In der Tat «fliegt» eine Mission, der eine jahrelange Planungsphase vorangeht, im Prinzip mit einer bereits «veralteten» Software, wenn die Sonde auf die Reise geschickt wird. ORION hat bei Expertinnen und Experten nachgefragt.**

Das Interview führte: **Thomas Baer**

**orion** *Die Vorlaufszeit, also die ganze Planung einer Mission, wie die von JUICE, startet meist ein Jahrzehnt oder länger vor dem Start. Man programmiert und fliegt dann ein solches Unterfangen mit der aktuell verfügbaren Software. Wie wir aber wissen, entwickelt sich die Software-Branche rasend schnell. Wie läuft dies bei Weltraum-Missionen mit evtl. Updates ab? Welche Probleme kann es unter Umständen geben?*

**Matthias Lüthi, System Engineer** Grundsätzlich sind Software-Updates auch nach dem Launch möglich. Zugelassen werden sie aber nur, falls der Bedarf klar belegt ist (z. B. Behebung eines kritischen Fehlers; deutliche Verbesserung der «Science-Performance»). Zusätzlich muss mit ausgiebigen Tests das korrekte Verhalten der neuen Software-Version nachgewiesen werden. Während das eigentliche Update meist nur wenige Minuten dauert, benötigt die ganze Vorbereitung viel Arbeitsaufwand. Probleme beim Updaten können v. a. durch Störungen in der Funk-Kommunikation entstehen, wenn z. B. ein Teil der neuen Software nicht korrekt an den Satelliten übermittelt wird. Um zu verhindern, dass solche Probleme zu einem Ausfall des Instruments führen, sind verschiedene Kontrollmechanismen implementiert: Zum einen werden die übermittelten Daten mit Checksummen geschützt und bei Bedarf mehrmals übermittelt, bis das gesamte Update-Datenpaket korrekt auf dem Satelliten empfangen wurde. Das eigentliche Update wird erst ausgeführt, wenn das Update-Datenpaket vollständig und korrekt empfangen wurde. Meistens verfügt ein Instrument noch über eine fixe «Notfall-» oder «Fallback-» Software, die minimale Funktionalität garantiert, damit ein Update wiederholt werden kann, falls etwas schieflaufen sollte.

Soweit zum Mechanismus eines allfälligen Updates. Bezüglich der sich rasch verändernden Software-Branche gilt es aber festzuhalten, dass dies v. a. einen Einfluss auf die FPGA (Field Programmable Gate Array)-Softwareentwicklung und weniger auf die eigentliche Flugsoftware hat: Dabei spielt die sogenannte «Flight Heritage» eine grosse Rolle. Diese bewirkt nämlich, dass oft bereits bei der Entwicklung, der beim Launch aktiven Software veraltete Hardware und Werkzeuge zum Einsatz kommen, da sie bereits in anderen Missionen erfolgreich eingesetzt wurde. Demgegenüber stehen die verbesserten Fähigkeiten neuster Technologien, die zwar die Entwicklung vereinfachen würden, sich aber noch nicht im Weltall beweisen konnten und somit als zu grosses Risiko eingeschätzt werden. Alte Hard- und Software bedeutet aber auch, dass die zugehörigen Entwicklungswerkzeuge alt sind und somit schon vor dem Launch teilweise nicht mehr mit den aktuellsten Betriebssystem-Versionen kompatibel sind. In solchen Fällen müssen dann parallel zur modernen Büroinfrastruktur entsprechende alte Plattformen unterhalten werden, um die Entwicklung garantieren zu können. Im Falle von NIM bedeutet dies z. B., dass auch noch in 10 Jahren die Möglichkeit bestehen muss, FPGA-Entwicklungstools, die unter Windows 7 (dessen technischer Support im Jahre 2020 ausgelaufen ist) laufen müssen, ausführen zu können.

Um obige Erläuterungen zur «Flight Heritage» zu illustrieren, ein konkretes Beispiel aus dem NIM-Projekt: Das zentrale Steuerelement von NIM ist ein programmierbarer Baustein, ein sog. FPGA. Als das Design der Steuerelektronik von NIM gegen Ende 2014 konkrete Formen annahm, kam gerade ein FPGA neuster Generation auf den Markt, der speziell für den Einsatz im Weltraum und unter hoher Strahlenbelastung entwickelt worden war.

*«Als das Design der Steuerelektronik von NIM gegen Ende 2014 konkrete Formen annahm, kam gerade ein FPGA neuster Generation auf den Markt, der speziell für den Einsatz im Weltraum und unter hoher Strahlenbelastung entwickelt worden war.»*

**Matthias Lüthi, System Engineer**

Nach langen Diskussionen mit der ESA musste das NIM-Team schliesslich nach 2 Jahren klein beigeben und auf ein alternatives Produkt zurückgreifen, das bereits im Jahre 2005 auf dem Markt erschienen war (und unterdessen, im Herbst 2022, abgekündigt wurde!). Dieser FPGA ist zwar «by Design» weniger strahlungstolerant, hatte sich aber bereits in verschiedenen Weltraum-Missionen bewährt und somit «Flight Heritage» erworben, was dem neuen Produkt damals abging. Entsprechend dem Alter des FPGAs wurden auch Updates der zugehörigen Entwicklungssoftware bereits im Jahre 2013 eingestellt, was die oben beschriebene Notwendigkeit für ein Entwicklungssystem mit Windows 7 erklärt.

**Michael Althaus, Software Engineer** Die Data Processing Unit (DPU), auf welcher die Instrumentensoftware ausgeführt wird, ist beim NIM Instrument redundant vorhanden. Auch die Flugsoftware selbst ist mehrfach redundant abgespeichert und durch Checksummen geschützt. Damit wird sichergestellt, dass grundsätzlich immer eine lauffähige Konfiguration vorhanden ist und nur ein gültiges Image zur Ausführung gelangt. Im Notfall könnte man die Instrumentensoftware sogar direkt vom Spacecraft On-Board Computer laden.

Grundsätzlich enthält die Flugsoftware beim Start alle notwendigen Funktionen, um die Mission zu erfüllen. Das heisst, Updates nach dem Start werden nur gut begründet getätigt. Die Unterstützung der Flugsoftware über die gesamte Missionsdauer und der Erhalt der Werkzeuge zur Erzeugung wird durch Virtualisierung sichergestellt. Alle benötigten Komponenten sind in entsprechenden Software Paketen (sogenannten Containern) abgelegt.

**orion** *Wie wird vor dem Launch eigentlich die gesamte Software getestet, damit auch alle Instrumente funktionieren? Geschieht dies an einem Prototypen oder an der «fliegenden» Sonde?*

**Lüthi** Abschliessende Tests werden grundsätzlich am Spacecraft EM (Engineering Model) durchgeführt. Dieser Prototyp umfasst sowohl EMs aller beteiligten Instrumente als auch relevante Teile des Satelliten. Physisch steht dieses Modell in Toulouse bei Airbus; betrieben wird es (meist remote) von ESA und Airbus Personal. Im Fall von NIM fängt das Softwaretesting aber schon viel früher an:

*«Im Notfall könnte man die Instrumentensoftware sogar direkt vom Spacecraft On-Board Computer laden.»*

**Michael Althaus, Software Engineer**

Ein sogenanntes SDM (Software Development Model) simuliert die wichtigsten Parameter der NIM-Hardware und ermöglicht so das Testen der NIM-Applikationssoftware ohne eigentlicher Sensor-Hardware. Das SDM besteht aus der Leiterplatine, die die Steuerelektronik enthält und dessen FPGA mit einer speziellen Version programmiert ist.

Zum Testen der Software im Zusammenspiel mit der NIM Sensor-Hardware, existiert das NIM-GRM (Ground Reference Model), welches weitgehend identisch zum Flugmodell ist. Bis vor kurzem diente es als Ersatzmodell (als «Flight Spare»), welches im Falle eines Defekts des Flugmodells mit diesem ausgetauscht worden wäre. Das NIM-GRM wird während der ganzen Missionsdauer als Referenzmodell im Labor zur Verfügung stehen, um Abläufe zu testen, Kalibrationen durchzuführen und die vom Flugmodell gelieferten Spektren zu verifizieren.

Da NIM nicht direkt als Instrument auf dem JUICE-Satelliten montiert ist, sondern Teil der PEP-Lo Sensorsuite ist, gibt es auch noch ein PEP-Lo NU GRM (Particle Environment Package Low Nadir Unit), welches über eine zentrale Stromversorgung und Recheneinheit für die vier angeschlossenen Instrumente dient. Auf diesem Modell wird v. a. das Zusammenspiel der verschiedenen Sensor Application Softwares getestet, bevor die Gesamtsoftware für den Einsatz auf dem Spacecraft bzw. dessen EM freigegeben wird. Im Gegensatz zum NIM-GRM ist das PEP-Lo NU GRM nicht voll funktionsfähig, sondern simuliert gewisse Parameter mit spezieller Hardware und/oder FPGA-Funktonalität.

**Althaus** Die Flugsoftware besteht auch aus Testfunktionen (sogenannte Unit-Tests), welche bereits beim Erstellen des Binärcodes (Kompilieren) die Funktionalität testet. Dazu kommt der sogenannte Full Functional Test (FFT), welcher auf den unterschiedlichen Instrumenten ausgeführt werden kann und die meisten relevanten Funktionen des Systems automatisch testet.

*orion Bei einem internationalen Projekt müssen, wie aus dem Bericht hervorgehen, unzählige Mosaiksteinchen zusammengefügt und koordiniert werden. Wo laufen bei einem solchen Projekt wie JUICE alle Fäden*

*«Instrumententests haben während der Cruise-Phase Vorrang.»*
**André Galli, Project scientist**

*zusammen? Wer hat den gesamten Überblick und wie läuft es genau ab, wenn es zu allfälligen Verzögerungen kommt?*

**Lüthi** Im Falle von JUICE laufen die Fäden bei der ESA zusammen. Für die wissenschaftlichen Instrumente ist aber auch Airbus als Hersteller des Satelliten ein sehr wichtiger Ansprechpartner. Bezüglich Verzögerungen ist der genaue Ablauf sehr von der aktuellen Phase des Projekts abhängig. Die Begleitung durch die ESA-Projektleitung ist aber in jedem Fall sehr eng, und gerade in den letzten Phasen vor dem Launch können bereits kleinste Verzögerungen den Termin gefährden. Im schlimmsten Fall muss daher damit gerechnet werden, dass ein in einem Instrument aufgetretenes Problem nicht mehr behoben werden kann.

**orion** *Wenn man eine Mission wie JUICE plant, beschreitet man «Neuland». Die meisten Instrumente werden z. T. als Prototypen gebaut. Inwiefern fliessen Erfahrungswerte aus früheren Missionen in die Entwicklung neuer Instrumente mit ein und wie etwa testet man solche Geräte unter den hochenergetischen Bedingungen, die im Umfeld von Jupiter vorherrschen?*

**Lüthi** Nicht nur im Bereich von Bauteilen oder Software ist «Flight Heritage» ein Thema; auch für ein gesamtes Instrument, bzw. Teile davon, versucht man möglichst auf Bewährtes aus anderen Missionen zurückzugreifen. Meist gelingt dies nicht 1:1, da jede Mission ihre eigenen Rahmenbedingungen mitbringt und eine bereits existierende Lösung z. B. zu schwer ist, zuviel Platz oder Strom braucht oder die Anforderungen an die Strahlungstoleranz nicht erfüllt. Die hochenergetischen Bedingungen beim Jupiter hatten in der Tat grossen Einfluss auf das Design von NIM: Der Detektor muss sehr gut abgeschirmt sein, um Fehlmessungen zu verhindern. Ähnliches gilt auch für die Elektronikbauteile, wobei es dazu zwei Ansätze gibt: Einerseits werden Bauteile mit möglichst hoher Strahlungstoleranz verwendet und andererseits wird die Strahlung durch Abschirmung minimiert. Insbesondere zur Optimierung der Detektorabschirmung gab es für NIM mehrere Messkampagnen (am Paul Scherrer Institut und am Inselspital Bern), um die durch Simulation ermittelten Werte zu verifizieren.

**orion** *Nach dem Launch wird JUICE von Darmstadt aus überwacht. Wie aus dem Text hervorgeht, wird die Inbetriebnahme der Instrumente noch einen grösseren «Brocken» darstellen. Was genau ist hier die Herausforderung?*

*«Zudem nutzen wir die Zeit mit dem NIM-GRM, alle möglichen Messungen noch vor Ankunft von JUICE im Jupitersystem im Labor zu simulieren.»*
**Audrey Vorburger, Lead scientist**

**Lüthi** In der Near Earth Commissioning Phase (NECP), welche kurz nach dem Start erfolgt, geht es darum, NIM nach dem Start zum ersten Mal in Betrieb zu nehmen und zu verifizieren, dass das Instrument den Start schadlos überstanden hat. Im Gegensatz zu den letzten Tests vor dem Start, welche weitgehend automatisch durchgeführt wurden, können während der Inbetriebsetzung gewisse Tests interaktiv (mit Einwegsignallaufzeiten bis zu ca. 90 Sekunden!) durchgeführt werden. Dadurch wird es möglich, nicht nur ein einfaches Pass/Fail-Resultat zu bekommen, sondern wichtige Parameter manuell zu überprüfen, bevor der nächste Schritt ausgelöst wird. Dabei geht es v. a. darum, das Risiko von Schäden zu minimieren, falls sich durch den Start das Systemverhalten in unbekannter Art verändert haben sollte. Leider wird sich NIM während der NECP nicht vollständig testen lassen, da durch das erwartete Ausgasen des Satelliten (und der darauf montierten Instrumente), das Risiko zu gross ist, die für den Betrieb von NIM nötigen Hochspannungen soweit hochzufahren, dass eine effektive Messung eines Massenspektrums möglich wäre. Nach aktueller Planung werden die ersten vollständigen Messungen von NIM demnach erst nach dem Venus-Vorbeiflug von JUICE erfolgen (d. h. 2026).

**orion** *Bis 2031, wenn JUICE Jupiter erreichen wird, vergehen weitere acht Jahre. Was geschieht eigentlich in dieser «Zwischenzeit» und was passiert genau, bevor JUICE im nächsten Jahrzehnt ihre Forschungsarbeit aufnehmen kann.*

**Lüthi** NIM wird auch während der sog. Cruise Phase wiederholt in Betrieb genommen werden (ca. 2x pro Jahr). Dabei geht es darum, die «Gesundheit» des Instruments zu überprüfen und zugleich auch die «Signatur» des JUICE-Satelliten kennenzulernen, damit diese später in den bei Jupiter aufgenommenen Massenspektren herausgerechnet werden kann. Zudem gilt es auch die Unterschiede zwischen dem Verhalten

des Flugmodells und vom NIM-GRM im Detail herauszuarbeiten und bei Bedarf allfällige Updates der Applikationssoftware zu machen.

**André Galli, Project scientist** Einige Instrumente werden auch die Gelegenheit für wissenschaftliche Messungen nutzen, um beispielsweise neutrale Teilchen vom Rand des Sonnensystems und vom Interstellaren Medium zu messen, doch haben Instrumententests während der Cruise Phase Vorrang vor wissenschaftlichen Messungen.

**Audrey Vorburger, Lead scientist** Zudem nutzen wir die Zeit mit dem NIM-GRM, alle möglichen Messungen noch vor Ankunft von JUICE im Jupitersystem im Labor zu simulieren. Die Geschwindigkeit, mit der JUICE an den Satelliten vorbeifliegt, bewegt sich zum Beispiel zwischen etwa einem und acht Kilometern pro Sekunde. Dieser Faktor 8 Unterschied wirkt sich auch auf das Messverhalten von NIM aus, was wir im Labor eingehend charakterisieren werden, damit wir dann die tatsächlichen Flugdaten auch korrekt interpretieren können. <

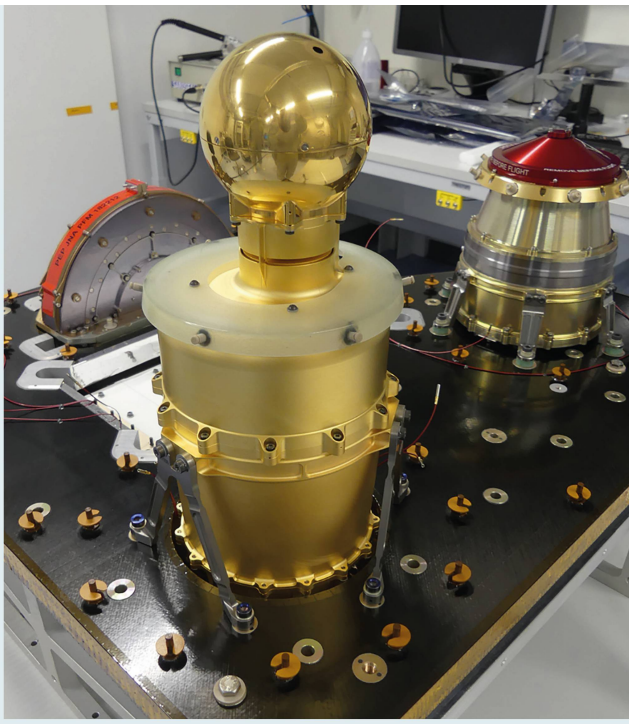


**Abbildung 1:** Das Massenspektrometer NIM, das als Teil von PEP an Bord der Raumsonde JUICE die Reise zu Jupiter antreten wird.

**Bild:** Universität Bern / Andreas Riedo

## Gefragte Berner Expertise

Der Instrumentenbau für Weltraummissionen hat eine lange Tradition an der Universität Bern. So verfügt man in Bern beispielsweise über ausgewiesene Expertise auf dem Gebiet der Massenspektronomie. Für die JUICE-Mission wurde das Neutral and Ion Mass Spectrometer (NIM) unter der Leitung von Prof. *Peter Wurz*, Direktor des Physikalischen Instituts der Universität Bern, in Bern entwickelt und gebaut. Es ist Teil des 'Particle Environment Package' (PEP), welches aus sechs unterschiedlichen Spektrometern besteht. Das Massenspektrometer NIM wird die chemische und isotopische Zusammensetzung und Verteilung der Teilchen in den Atmosphären von Jupiters Eismonden sowie die physikalischen Parameter dieser Atmosphären untersuchen. *Wurz* sagt: *«Die Erkenntnisse, wie der Jupiter und seine Monde entstanden sind und wie sie sich entwickelt haben, sind ein wichtiger Beitrag zum Verständnis der Entstehung des Sonnensystems im Allgemeinen.»*

ASTRONOMIE EINFACH ERKLÄRT!

## Eine fiktive Reise durch Raum und Zeit

# Wo wir enden werden

**Der Weg unseres Universums ist vorgezeichnet. Was uns erwarten würde, wenn wir alles miterleben könnten, zeigt die nachfolgende Reise an die Grenzen der Zeit und der Vorstellungskraft.**

Beitrag: **Luca Berti (erschienen in Meridiana, Januar 2023)**

In der kosmischen Agenda stehen die Termine bereits fest: Alles ist geschrieben, und es ist nur noch eine Frage der Zeit, wie es weitergeht. Das Problem ist, dass wir einige dieser Verkettungen noch nicht kennen und uns bestimmte Elemente fehlen, um uns des Schicksals der Erde, des Sonnensystems und des Kosmos absolut sicher zu sein. Es ist ein bisschen wie bei einem Spaziergang im Nebel: Wir können den Weg vor uns gut sehen, aber nach ein paar Metern verschwimmt alles. Wenn wir gut sind, können wir aber die Umrisse des Ziels erahnen.

Der Tatsache tut keinen Abbruch, dass es faszinierend ist, über das Schicksal der Dinge in einer Zeit zu sinnieren, das wir Menschen selbst nicht mehr erleben werden. Begeben wir uns also auf eine grossartige kleine Reise durch den Nebel der Zukunft, um mit unserer Vorstellungskraft zu ergründen, was wir mit unseren eigenen Augen nie sehen werden. Eine kleine Vorwarnung: Die Geschichte geht nicht gut aus. Aber was zählt, ist die Reise.

### 3'000 NACH CHRISTUS

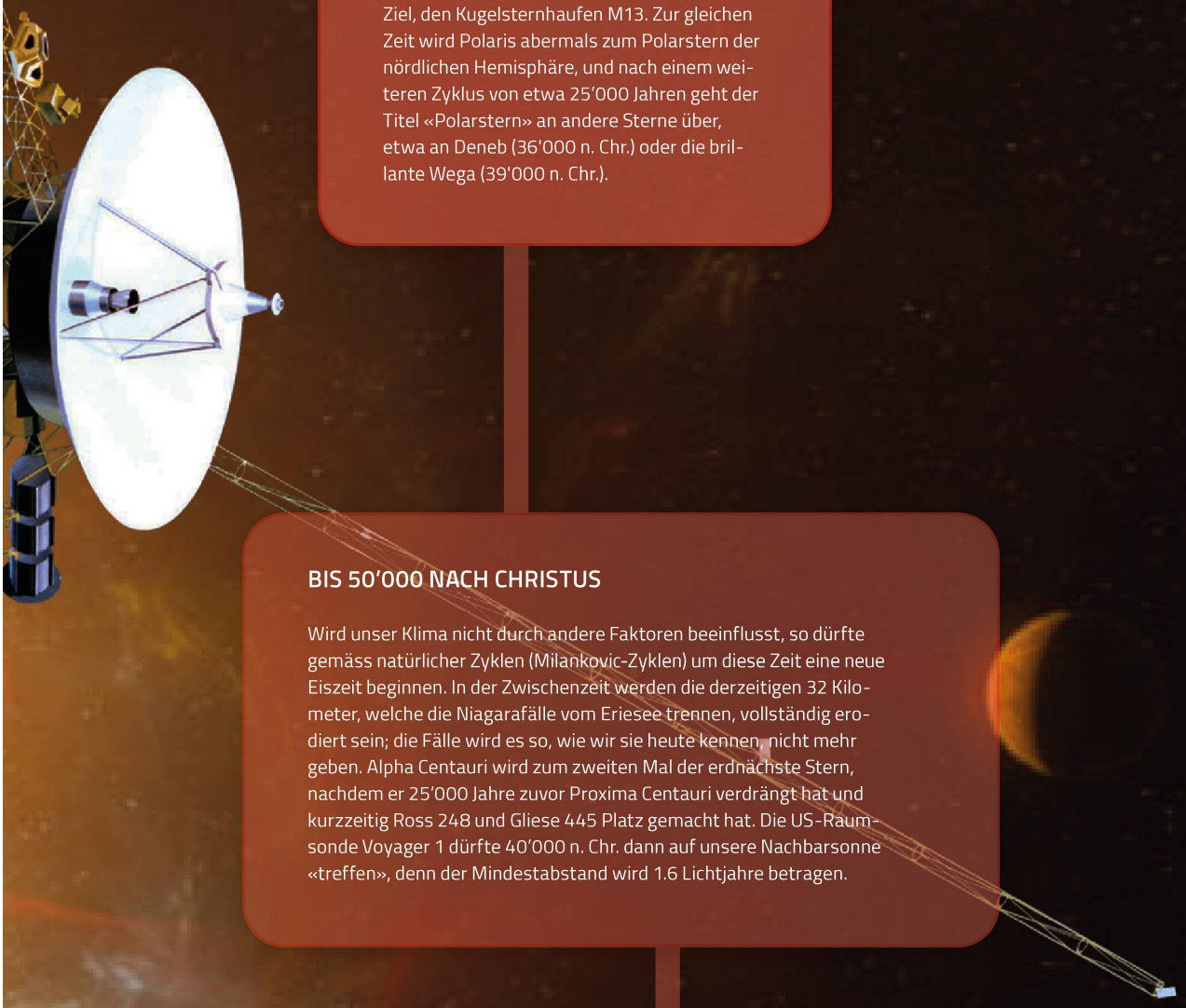
Angenommen, die menschliche Zivilisation würde heute verschwinden, wären in den nächsten tausend Jahren die allermeisten Spuren, die von unserer Anwesenheit zeugen könnten, bereits verschwunden: Städte wären zu Ruinen verfallen, ebenso Brücken, Dämme und andere Artefakte. Wenig bliebe als Zeugnis unseres einstigen Daseins übrig: 29 % des von der Menschheit produzierten Kohlendioxids wären vor 2100 noch in der Atmosphäre, ebenso radioaktive Abfälle, die wir irgendwo verbunkert haben.

### 4'385 NACH CHRISTUS

Komet Hale Bopp wird die Erde erneut besuchen und eine unweigerlich veränderte Erde vorfinden. Ihre Bewohner werden sich nach einem neuen Nordstern umsehen: Errai oder Alrai, ein Stern dritter Grössenordnung im Sternbild Cepheus. In der Zwischenzeit wird sich der magnetische Norden aller Wahrscheinlichkeit nach in Richtung des geografischen Südpols bewegen, ein eigenartiges Phänomen, das jedoch mit einer gewissen Regelmässigkeit auftritt. Insgesamt geht man davon aus, dass es in einer Zeitspanne von 83 Millionen Jahren 183 solche Veränderungen gegeben hat. Das bedeutet; im Durchschnitt findet alle 450'000 Jahre eine solche Polumkehr statt, obwohl die Geschichte darauf hindeutet, dass die Dauer solcher Umkehrungen rein zufällig ist.

## 27’000 NACH CHRISTUS

Das am 16. November 1974 vom Arecibo-Radioteleskop gesendete Signal erreicht sein Ziel, den Kugelsternhaufen M13. Zur gleichen Zeit wird Polaris abermals zum Polarstern der nördlichen Hemisphäre, und nach einem weiteren Zyklus von etwa 25’000 Jahren geht der Titel «Polarstern» an andere Sterne über, etwa an Deneb (36'000 n. Chr.) oder die brillante Wega (39'000 n. Chr.).



## BIS 50’000 NACH CHRISTUS

Wird unser Klima nicht durch andere Faktoren beeinflusst, so dürfte gemäss natürlicher Zyklen (Milankovic-Zyklen) um diese Zeit eine neue Eiszeit beginnen. In der Zwischenzeit werden die derzeitigen 32 Kilometer, welche die Niagarafälle vom Eriesee trennen, vollständig erodiert sein; die Fälle wird es so, wie wir sie heute kennen, nicht mehr geben. Alpha Centauri wird zum zweiten Mal der erdnächste Stern, nachdem er 25’000 Jahre zuvor Proxima Centauri verdrängt hat und kurzzeitig Ross 248 und Gliese 445 Platz gemacht hat. Die US-Raumsonde Voyager 1 dürfte 40’000 n. Chr. dann auf unsere Nachbarsonne «treffen», denn der Mindestabstand wird 1.6 Lichtjahre betragen.

## BIS 100’000 NACH CHRISTUS

An einem Himmel, dessen uns heute vertrauten Sternbilder aufgrund der Bewegung der Sterne nicht mehr wiederzuerkennen sind, wird der grösste derzeit bekannte Stern der Milchstrasse in einer der spektakulärsten Supernovae der gesamten galaktischen Geschichte explodieren. Es handelt sich um VY Canis Majoris mit einem Radius, der jenen unserer Sonne um das 1'400-fache übertrifft. Zum Grössenvergleich: Würde man den Riesenstern anstelle der Sonne platzieren, wären alle Planeten bis zu Saturn innerhalb dieses Giganten, dessen «Oberfläche» gar die Umlaufbahn des Uranus übertreffen würde. Aufgrund seiner enormen Grösse würde VY Canis Majoris seinen Brennstoff so schnell verbrennen, dass seine Lebenserwartung nur einige Millionen Jahre betragen wird, während unsere Sonne rund 10 Milliarden Jahre erreicht.
Von der Erde aus betrachtet ist VY Canis Majoris ein Stern der neunten Grössenklasse. Wenn er dereinst explodiert, würde man ihn mit blossem Auge deutlich am Himmel sehen. Die dabei entstehende Strahlung wird seine nähere Umgebung vollständig «sterilisieren». Glücklicherweise sind wir mehr als 4’000 Lichtjahre von diesem Giganten entfernt, in sicherer Distanz.
Doch eine weitere Gefahr droht uns durch die Erde selbst: Im Durchschnitt bricht alle 100’000 Jahre einer der zwanzig bekannten Supervulkane (einschliesslich desjenigen unter dem Yellowstone-Park) aus und würde unseren Planeten komplett verändern.

## UM 296’000 NACH CHRISTUS

Die am 20. August 1977 gestartete Sonde Voyager 2 wird in einer Distanz von etwa 4.7 Lichtjahre an Sirius vorbeifliegen. Bis dahin wird die «Goldene Schallplatte», auf der die Geräusche unseres Planeten aufgezeichnet sind, zusammen mit ihrem Zwilling an Bord von Voyager 1 wahrscheinlich das einzige noch sicht- und hörbare Zeugnis menschlicher Zivilisation sein. 99 % der von Menschenhand geschaffenen Bauwerke auf der Erde werden bis dahin zu Staub zerfallen sein; nur die steinernen Monumente, wie die Pyramiden, Monolithen und der Mount Rushmore, werden stehen bleiben. In der Zwischenzeit wird der $CO_2$-Gehalt wieder das vorindustrielle Niveau erreicht haben.

## ZWISCHEN 1 MILLION UND 1.4 MILLIONEN JAHREN IN DER ZUKUNFT

Inzwischen dürfte Beteigeuze im Sternbild Orion als Supernova geendet haben, und weitere 200’000 Jahre später werden selbst die Pyramiden von Gizeh vollständig erodiert sein, während sich Glasflaschen, die nach einem Grillfest irgendwo liegengeblieben sind, endgültig zersetzt haben.
Der Rote Zwerg Gliese 710 wird die Sonne in 1.1 Lichtjahren Entfernung passieren und dabei die Oortsche Wolke durchqueren, die das Tagesgestirn in 0.3 und 3.2 Lichtjahren umgibt. Der nahe Vorbeiflug wird eine Welle von Kometen in Richtung des inneren Sonnensystems schleudern und das Risiko von Einschlägen erhöhen (wohl um nicht mehr als 5 %). Angesichts der enormen Entfernung wird es jedoch eine ganze Weile dauern, bis der «Kometen-Tsunami» eintrifft. Gliese 710, ein Stern der neunten Grössenklasse, wird bei seinem nahen Vorbeiflug so hell wie Antares am Himmel leuchten.

## ZWISCHEN 7.2 UND 10 MILLIONEN JAHREN IN DER ZUKUNFT

In 7.2 Millionen Jahren zeugt auch der Mount Rushmore nicht mehr von der menschlichen Zivilisation, da er unwiederbringlich erodiert sein wird. In etwa 8.4 Millionen Jahren dürfte der NASA-Satellit LAGEOS, der 1976 in die Umlaufbahn gebracht wurde, um bestimmte Aspekte der allgemeinen Relativitätstheorie zu überprüfen und die Geodynamik der Erde zu untersuchen, in die Erdatmosphäre eintreten. Im Inneren des Satelliten werden die Lebewesen auf der Erde, sofern noch welche leben, eine Platte vorfinden, die sie an die Existenz einer einstigen menschlichen Zivilisation erinnert. Auch auf dem Mars wird sich Spektakuläres abspielen: Der Mond Phobos wird durch die Gezeitenkräfte des Planeten vollständig zerstört. So werden sich feine Ringe aus den Trümmern bilden.

## ZWISCHEN 110 UND 150 MILLIONEN JAHREN IN DER ZUKUNFT

Die Helligkeit der Sonne wird um 1 % an Leuchtkraft zunehmen, und auf der Erde wird es zunehmend wärmer. In der Zwischenzeit werden die Gravitationswechselwirkungen (insbesondere zwischen Erde und Mond) den Tag auf 25 Stunden verlängert haben, ganz zur Freude derjenigen, die nie etwas in 24 Stunden erledigen können.

## ZWISCHEN 250 MILLIONEN UND 1 MILLIARDE JAHREN IN DER ZUKUNFT

Wenn die Sonne eine volle Umdrehung um das galaktische Zentrum vollzogen haben wird – wir werden also ungefähr wieder dort stehen, wo wir heute sind – wird Pangäa, der Superkontinent der Dinosaurier, zurückgekehrt sein: Zu diesem Zeitpunkt werden alle Kontinente wieder zu einem einzigen zusammengewachsen sein.
Die zunehmende Entfernung des Mondes von der Erde wird in 600 Millionen Jahren keine totalen Sonnenfinsternisse mehr möglich machen; er wird zu weit von der Erde entfernt stehen, als dass sein Kernschatten die Erdoberfläche noch treffen kann. In der Zwischenzeit wird die Erde höchstwahrscheinlich von einer gewaltigen und verheerenden Gammastrahlungseruption einer nahen Supernova bestrahlt, die unseren Planeten sterilisiert. Dies muss uns nicht mehr kümmern, denn spätestens dann wird eine der drei Arten der Photosynthese gar nicht mehr möglich sein und 99 % aller zu diesem Zeitpunkt noch vorhandenen Arten ausgelöscht haben. In 800 Millionen Jahren wird es mehrzelliges Leben nicht mehr geben. Innerhalb von einer Milliarde Jahren wird die Sonneneinstrahlung um 10 % zugenommen haben, was zum Verdunsten aller Ozeane führt.

**Der gewaltige Ausbruch des Untersee-Vulkans vor Tonga im Pazifik aus dem All fotografiert.**

**Bild: NASA**

## ZWISCHEN 1.1 UND 15 MILLIARDEN JAHREN IN DER ZUKUNFT – DER TOD UNSERER SONNE

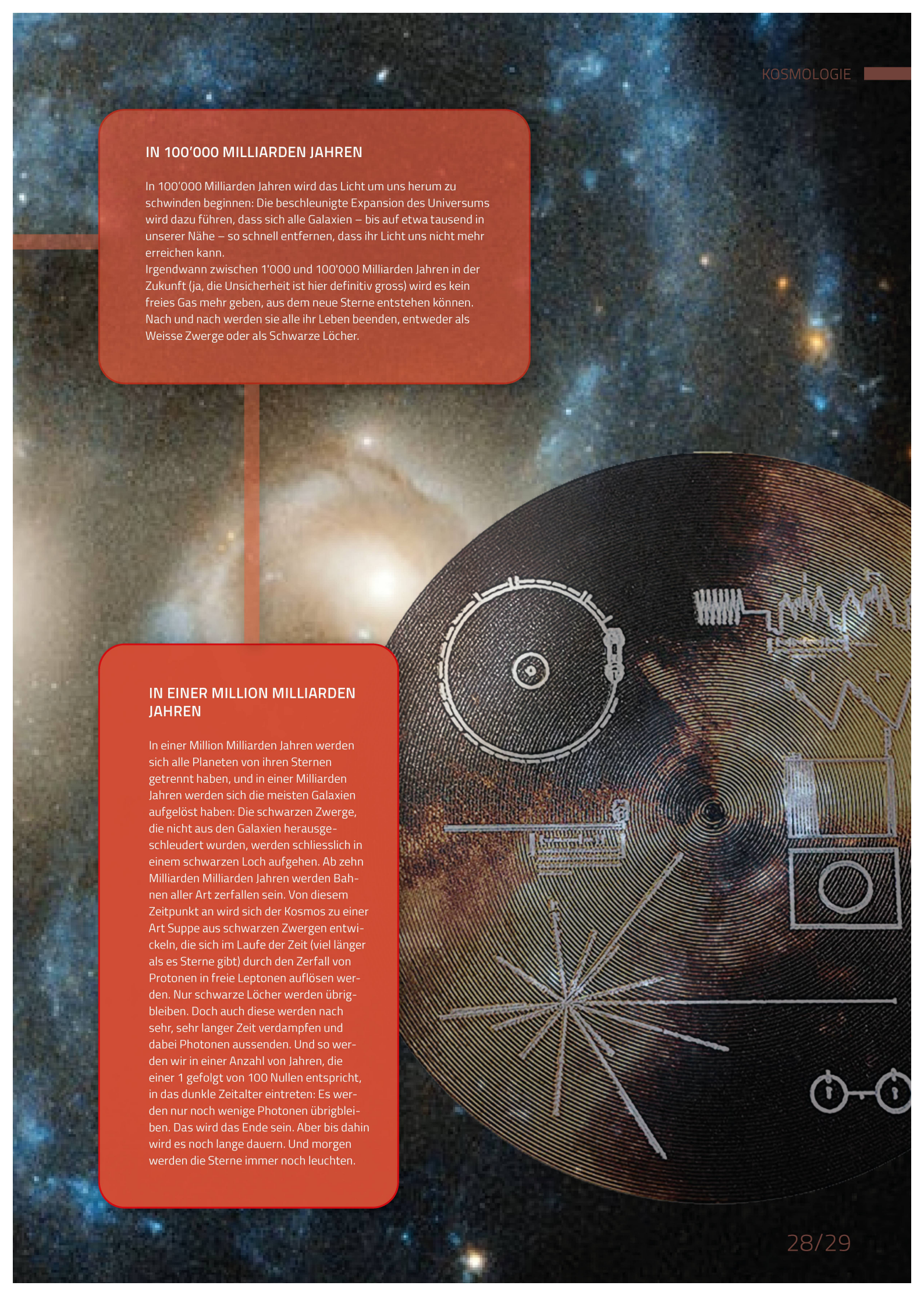
Diese Epoche steht ganz im Zeichen des Todeskampfes unserer Sonne. In 1.6 Milliarden Jahren, wenn unser Stern immer heisser wird, übernimmt Mars den neuen «place to be»; die habitable Zone weitet sich aus, und auf dem Roten Planeten steigen die Temperaturen in den «angenehmen» Bereich.
Auf der Erde wird es indessen ungemütlich. In 2.3 Milliarden Jahren wird der äussere Kern der Erde seine Rotationsbewegung einstellen. Die Erde verliert ihr Magnetfeld und der letzte Schutz gegen die schädlichsten Strahlen der Sonne fällt weg. 500'000 Jahre später, in 2.8 Milliarden Jahren, wird die Oberflächentemperatur der Erde 147 Grad Celsius betragen: Unser Planet wird zu einem Backofen. 3.5 Milliarden Jahre in der Zukunft werden die Bedingungen auf der Erde denen auf der Venus sehr ähnlich sein, mit Tagen, an denen die Höchsttemperatur 460 Grad übersteigt.
In diesem Chaos könnte die Milchstrasse nach einer Kollision mit der Grossen Magellanschen Wolke, welche die Masse des Schwarzen Lochs im Zentrum unserer Galaxie stark erhöhen wird, in rund 4 Milliarden Jahren mit der Andromeda-Galaxie kollidieren, obwohl neuere Messungen besagen, dass die beiden Galaxien unter Umständen aneinander vorbeiziehen könnten. Im Falle einer Kollision sind direkte Zusammenstösse zwischen Sternen angesichts der grossen interstellaren Entfernungen sehr unwahrscheinlich (ORION berichtete). Allerdings werden die beiden Galaxien durch Gravitationswechselwirkungen verzerrt, bevor sie in 7 Milliarden Jahren vollständig verschmelzen. Nach dieser Kollision könnte schon bald neues Leben entstehen, da sich die Rohstoffe für die Bildung neuer Sterne verbinden und Hunderte von Millionen neuer Sterne mit dazugehörigen Planeten und vielleicht neuen Zivilisationen entstehen.
In der Zwischenzeit wird die Sonne ihre Agonie fortsetzen: Nachdem ihr der Wasserstoff ausgegangen ist, wird sie beginnen, schwerere Elemente zu «verbrennen», bis sie sich – in 7.9 Milliarden Jahren – um das 256-fache ausdehnt und Merkur, Venus und vielleicht sogar die Erde einschliesst. In 8 Milliarden Jahren wird die Sonne zu einem Weissen Zwerg (mit 54 % ihrer heutigen Masse) und in 14.4 Milliarden Jahren weiter «auskühlen», sodass sie am Himmel der Erde (den es dann ohnehin nicht mehr geben wird) praktisch unsichtbar wird.
Und auch die Gaswolken, aus denen andere Sterne entstehen können, werden verschwunden sein: keine neuen Geburten, aber auch keine Nebel, die die Astronomen in dieser fernen Zukunft bewundern können.

## AB 20 MILLIARDEN JAHREN

Es wird eine weitgehend ruhige Zeit sein, vorausgesetzt, dass der «Big Rip», d. h. das Ende des Universums durch Atomisierung, nicht eintritt. Die Theorie, die feststellt, wie sich die Expansion des Universums zu beschleunigen scheint, sagt voraus, dass dies in etwa 20 Milliarden Jahren zum Zerfall aller Materie in subatomare Teilchen führen könnte. Zuerst würden sich die Galaxien trennen, dann die Sterne selbst. Einige Monate vor dem Ende sind die Planeten an der Reihe, ihre Systeme zu verlassen, und dann werden auch sie aufgelöst. Einen Bruchteil vor dem Ende werden auch die Atome zerstört werden. Dann gibt es nur noch Dunkelheit und eine unendliche Entfernung zwischen allem. Kurz gesagt, nichts besonders Interessantes mehr.
Vorausgesetzt, dass dies nicht geschieht, werden die Galaxien, die unsere Lokale Gruppe bilden, innerhalb von 100 Milliarden Jahren zu verschmelzen beginnen. Ein Prozess, der 900 Milliarden Jahre dauern wird.

## IN 100’000 MILLIARDEN JAHREN

In 100’000 Milliarden Jahren wird das Licht um uns herum zu schwinden beginnen: Die beschleunigte Expansion des Universums wird dazu führen, dass sich alle Galaxien – bis auf etwa tausend in unserer Nähe – so schnell entfernen, dass ihr Licht uns nicht mehr erreichen kann.
Irgendwann zwischen 1'000 und 100'000 Milliarden Jahren in der Zukunft (ja, die Unsicherheit ist hier definitiv gross) wird es kein freies Gas mehr geben, aus dem neue Sterne entstehen können. Nach und nach werden sie alle ihr Leben beenden, entweder als Weisse Zwerge oder als Schwarze Löcher.



## IN EINER MILLION MILLIARDEN JAHREN

In einer Million Milliarden Jahren werden sich alle Planeten von ihren Sternen getrennt haben, und in einer Milliarden Jahren werden sich die meisten Galaxien aufgelöst haben: Die schwarzen Zwerge, die nicht aus den Galaxien herausgeschleudert wurden, werden schliesslich in einem schwarzen Loch aufgehen. Ab zehn Milliarden Milliarden Jahren werden Bahnen aller Art zerfallen sein. Von diesem Zeitpunkt an wird sich der Kosmos zu einer Art Suppe aus schwarzen Zwergen entwickeln, die sich im Laufe der Zeit (viel länger als es Sterne gibt) durch den Zerfall von Protonen in freie Leptonen auflösen werden. Nur schwarze Löcher werden übrigbleiben. Doch auch diese werden nach sehr, sehr langer Zeit verdampfen und dabei Photonen aussenden. Und so werden wir in einer Anzahl von Jahren, die einer 1 gefolgt von 100 Nullen entspricht, in das dunkle Zeitalter eintreten: Es werden nur noch wenige Photonen übrigbleiben. Das wird das Ende sein. Aber bis dahin wird es noch lange dauern. Und morgen werden die Sterne immer noch leuchten.

## Dr. Audrey Vorburger: Aktuelle und zukünftige Weltraummissionen der ESA

# Auf zu den Monden der Gasplaneten

**Die Schweizer Astrophysikerin Audrey Vorburger definiert als Mitglied im Fachkomitee der ESA «Moons of the Giant Planets» das Missionsziel der nächsten grossen ESA-Mission mit. ORION konnte mit der Wissenschaftlerin sprechen.**

Das Interview führte: **Helen Oertli**

Dr. *Audrey Vorburger* arbeitet als Physikerin und Planetenforscherin am Physikalischen Institut der Universität Bern. Sie befasst sich hauptsächlich mit den Eismonden der Gasplaneten in unserem Sonnensystem. Durch Simulationen und massenspektrometrische Messungen erforscht sie deren Beschaffenheit, um mehr über den Ursprung unseres Sonnensystems und die Möglichkeit von Leben abseits der Erde zu erfahren. Letztes Jahr wurde sie in das Fachkomitee «Moons of the Giant Planets» der ESA gewählt und hilft mit, die wissenschaftlichen Ziele der nächsten «Large-Class Mission» der ESA zu definieren. ORION erhält im Interview mit der Schweizer Astrophysikerin einen Einblick in die Arbeit des Fachkomitees.

**orion** *Frau Vorburger, seit 2022 sind Sie Mitglied des Fachkomitees «Moons oft the Giant Planets». Wie verlief das Auswahlprozedere?*

**Dr. Audrey Vorburger** Die vorhandenen Plätze im Komitee wurden für diese Arbeit zum ersten Mal kompetitiv vergeben. Bisher wurden bei der Besetzung solcher Komitees renommierte Wissenschaftler und Forscherinnen jeweils «berufen». Dieses Mal verlief dies jedoch andere. Alle europäischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler konnte sich für die Mitgliedschaft im 12-köpfigen Experten-Teams mit einem Plädoyer, in welchem man auf vier Seiten darstellen durfte wieso man für diese Arbeit geeignet ist, bewerben.

Interessanterweise sind die Ländergruppen recht gleichmässig vertreten und auch der Anteil von Männern und Frauen ist ausgeglichen. Wobei explizit darauf hingewiesen wurde, dass kein Mitglied als Vertreter einer geographischen Region oder aufgrund demographischer Faktoren ausgewählt worden ist. Es ist schön zu sehen, dass bei einem solchen Auswahlverfahren Frauen zur Hälfte vertreten sind – nicht, weil sie Frauen sind oder nicht, sondern weil sie gut sind.

**ZUR PERSON** Dr. Audrey Vorburger, Astrophysikerin
*Audrey Vorburger ist Mitglied des Fachkomitees L4 «Moons of the Giant Planets», das die Mission definiert welche auf den Monden der Gasplaneten nach potenziellen Lebens-Räumen und -Signaturen suchen wird.*

## Das Fachkomitee

Durch ein Fachkomitee wurde 2019 von rund 100 gesammelten sogenannten «white papers» die Themengebiete der drei nächsten grossen ESA Missionen L4 - L6 (L steht für «large class») ausgewählt. Diese lauten:

- Die Monde der Gasplaneten und die Suche nach potenziellen Lebens-Räumen und -Signaturen
- Die Erforschung von gemässigten Exoplaneten und unserer Milchstrasse
- Die Untersuchung des frühen Universums

**orion** *Wie setzt sich das Fachkomitee zusammen?*

**Vorburger** Das 12-köpfige Team ist fachlich divers zusammengesetzt: Astrobiologie, Atmosphärenphysik, Plasmaphysik, Geophysik, Geochemie und Geologie; alle relevanten Fachgebiete sind vertreten. Besonders ist, dass beinahe alle Mitglieder sowohl eine Expertise auf einem bestimmten wissenschaftlichen Gebiet als auch in einer spezifischen Technologie haben. Meine Expertisen sind die chemische Zusammensetzung der Atmosphären und Oberflächen und den darin enthaltenen potenziellen Spuren von Leben, sowie die Massenspektrometrie. Ich denke, dass diese duale Expertise genau das ist, was gesucht wurde, weil man so ein kleineres Team bilden konnte, das sowohl die wissenschaftlichen als auch die technologischen Expertisen abdecken kann.

**orion** *Hilft diese Dualität auch in der Diskussion?*

**Vorburger** Ja, definitiv. Dank dieser Dualität wissen alle Mitglieder, was technologisch möglich ist. Jemand, der rein wissenschaftlich arbeitet, würde vielleicht Vorschläge machen, die ausserhalb des technisch möglichen Rahmens liegen. Die technologischen Möglichkeiten und Einschränkungen im Hinterkopf zu haben, hilft uns unsere Diskussion gezielt führen zu können.

**orion** *Was sind die Aufgaben dieses Fachkomitees?*

**Vorburger** Unsere konkrete Aufgabe ist, eine genaues Missionsprofil zu definieren. Dabei haben wir uns als wissenschaftliches Ziel die Suche nach möglichen Lebensräumen und Spuren von Leben auf den Monden der Gasplaneten gesetzt. Für diese Suche kommen sowohl das Jupiter-System als auch das Saturn-System in Frage. Jupiter ist näher als Saturn und damit besser erreichbar, dafür ist die Strahlung bei Jupiter stärker, was einen Einfluss auf die Dimensionierung der Mission hat – die benötigte zusätzliche Abschirmung bringt Gewicht mit sich, welche dann für Instrumente fehlen würde. Zudem sind bereits zwei Missionen zu Jupiter und seinen Monden in Bearbeitung: Die ESA-Mission JUICE (Launch: April 2023), mit dem Haupt-Ziel Ganymed, und die NASA-Mission Europa Clipper (Launch: Oktober / November 2024), mit dem Haupziel Europa. Die Neptun- und Uranus-Systeme wären theoretisch auch mögliche Ziele, jedoch sind diese sehr weit entfernt, was zu extrem langen Missions-Zeiten führen würde.

Weiter diskutieren wir darüber, wie wir denn mögliche Spuren von Leben detektieren würden. Genügt es im Vorbeiflug die Atmosphäre zu messen, oder aber braucht es eine Landung, um Bodenproben zu entnehmen? Sind flüssige, gasförmige oder feste Proben am vielversprechendsten? Welcher Art der Probenentnahme nötig ist, ist auch davon abhängig zu welchem Mond wir fliegen. Dank der NASA-Mission Cassini wissen wir zum Beispiel, dass die riesigen Geysire auf dem Saturn-Mond Enceladus Ozeanproben in die Atmosphäre befördern, wo wir sie im Vorbeiflug mittels Massenspektrometrie auf die chemische Zusammensetzung untersuchen könnten.

**orion** *Zu welchem Entscheid sind Sie gelangt?*

**Vorburger** Nun… darüber darf ich leider auf Grund von «non-disclosure agreements» keine detaillierten Auskünfte geben. In zwei Jahren wird diese Mission ausgeschrieben, worauf ein kompetitives Auswahlverfahren folgt. Wer jetzt schon Eckpunkte zur Mission wüsste, wäre da im Vorteil. So viel kann ich Ihnen aber sagen: Die JUICE und die Europa Clipper Missionen fliegen beide zu den Galileischen Monden, entnehmen Proben der Atmosphären und untersuchen die Oberflächenzusammensetzungen mittels Spektroskopie. Der Konsens ist jedoch, dass für die Entdeckung von möglichem Leben dort noch weitere Untersuchungen nötig wären. Des Weiteren ist eine Sample Return-Mission von dieser Distanz momentan technologisch gesehen eher unrealistisch. Man müsste dazu die entnommenen Proben über 8 Jahre Rück-Flugzeit gekühlt halten, was ein enorm aufwändiges Unterfangen wäre. Jegliche Analysen müssten daher wohl vor Ort stattfinden.

**orion** *Die Krux bei diesen Missionen scheint zu sein, dass diese zu lange dauern, als dass man die Resultate, beispielsweise der JUICE-Mission, abwarten könnte, bevor man die nächste Mission definiert.*

**Vorburger** Ja, genau. Am liebsten würden wir erst erfahren, welche Resultate die JUICE und Europa Clipper Missionen bringen, bevor wir das Missionsprofil der nächsten grossen ESA-Mission festlegen. Leider ist dies jedoch nicht möglich, da die Entwicklungs- und Flugzeiten zu lange sind, als dass wir die Resultate dieser beiden Missionen abwarten könnten. Immerhin haben wir die Messungen der NASA- Juno-Mission, welche im Juni 2021 an Ganymed und im September letzten Jahres an Europa vorbeigeflogen ist, und dort die Ionen in den Umgebungen der Monde gemessen hat.

**orion** *Was gibt es weiter zu beachten bei der Definition der Mission?*

**Vorburger** Was auch berücksichtigt werden muss, sind beispielsweise die Umlaufbahnen der Monde. Auf Enceladus, zum Beispiel, herrschen wie auf der Erde Jahreszeiten. Um nun die Geysire, die sich dort am Südpol befinden, beobachten zu können, müssen diese von der Sonne beleuchtet werden, sprich es muss am Südpol lokal «Sommer» sein. Enceladus hat eine Umlaufszeit von fast 30 Erd-Jahren, was zwar zu einem sehr langen möglichen Missions-Zeitfenster führt, welches sich dafür aber auch nur alle 30 Jahre öffnet. Wir müssen daher in unseren Überlegungen die Planeten- und Mond-Konstellationen genau miteinbeziehen. Darüber hinaus gibt es Fragen zu

Weiter auf S. 34

## ESA-Missionen im Sonnensystem

Zahlreiche wissenschaftliche Missionen der ESA erforschen unser Sonnensystem, um die Fragen zur Erde in ihrem Kontext zu klären, die Wechselwirkungen eines Planeten zu seinem Stern zu verstehen und nach Spuren von Leben zu suchen. Die ESA hat Raumsonden zu den nächsten Nachbarn der Erde – Mars und Venus – geschickt, um zu verstehen, warum sie sich so unterschiedlich entwickelt haben. Die Raumsonde der europäisch-japanischen Mission BepiColombo ist seit 2018 unterwegs zu Merkur, um den innersten Planeten des Sonnensystems besser zu verstehen lernen. Ende 2025 soll das Raumschiff den Orbit von Merkur erreichen. Die nächste ESA-Mission startet bereits diesen Frühling: Die Raumsonde JUICE fliegt zum Jupiter und seinen ozeanhaltigen Monden.

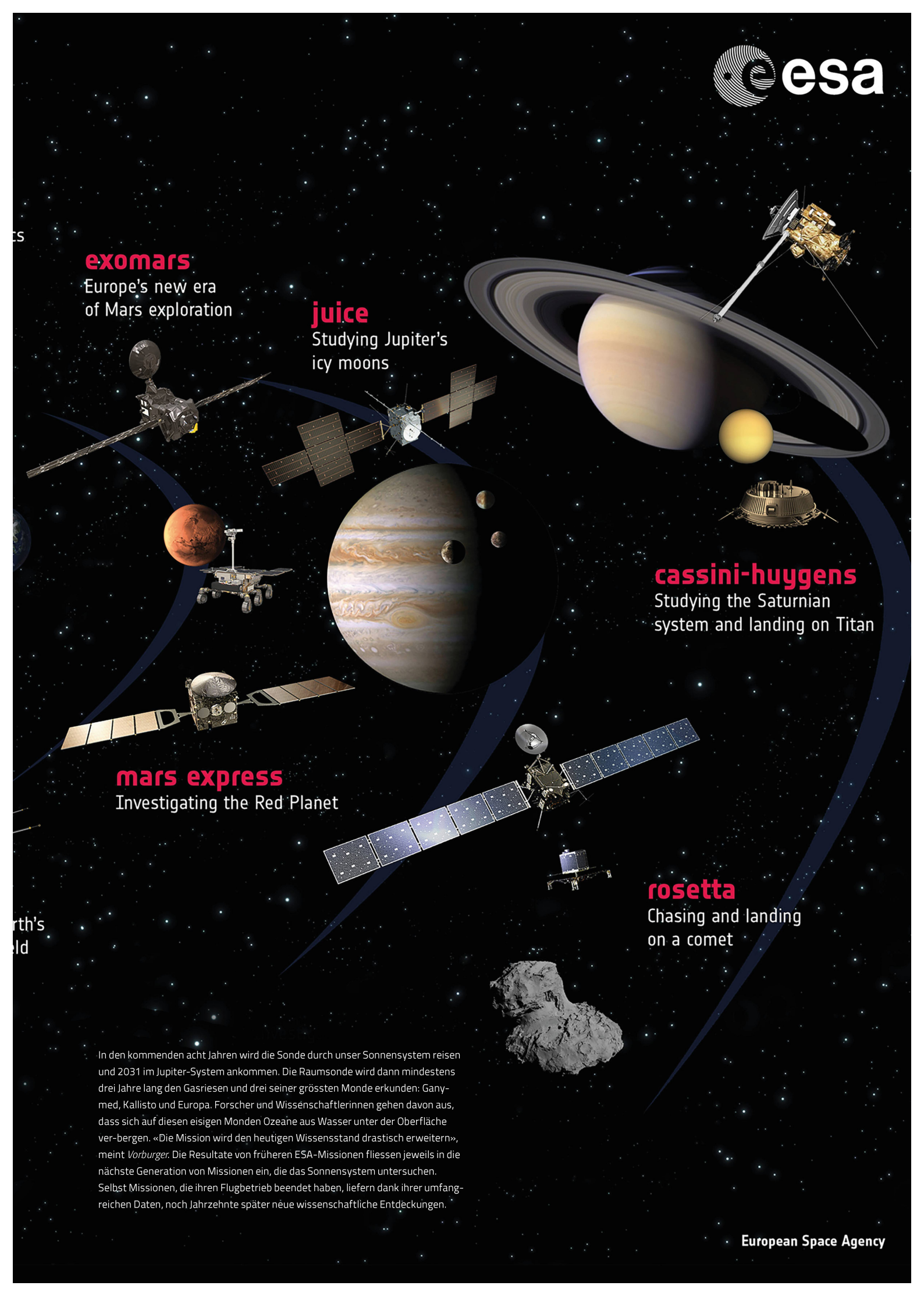

esa
exomars
Europe's new era
of Mars exploration
juice
Studying Jupiter's
icy moons
cassini-huygens
Studying the Saturnian
system and landing on Titan
mars express
Investigating the Red Planet
rosetta
Chasing and landing
on a comet
In den kommenden acht Jahren wird die Sonde durch unser Sonnensystem reisen und 2031 im Jupiter-System ankommen. Die Raumsonde wird dann mindestens drei Jahre lang den Gasriesen und drei seiner grössten Monde erkunden: Ganymed, Kallisto und Europa. Forscher und Wissenschaftlerinnen gehen davon aus, dass sich auf diesen eisigen Monden Ozeane aus Wasser unter der Oberfläche ver-bergen. «Die Mission wird den heutigen Wissensstand drastisch erweitern», meint *Vorburger.* Die Resultate von früheren ESA-Missionen fliessen jeweils in die nächste Generation von Missionen ein, die das Sonnensystem untersuchen. Selbst Missionen, die ihren Flugbetrieb beendet haben, liefern dank ihrer umfang-reichen Daten, noch Jahrzehnte später neue wissenschaftliche Entdeckungen.
European Space Agency

**Abbildung 1:** Die Raumsonde JUICE bei Jupiter, hier in einer künstlerischen Darstellung mit den Eismonden.

**Bild:** ESA

den möglichen Flug-Trajektorien selbst. Wie nahe können wir zum Beispiel an einem Mond vorbeifliegen, ohne die Mission durch einen Absturz zu gefährden? Eine Mission dieser Grössenordnung kostet immerhin rund eine Milliarde Euro und ist oft eine einmalige Gelegenheit. Allzu wagemutig darf so eine Mission also nicht gehandhabt werden. Und dennoch soll das Missionsprofil möglichst vielversprechend sein... Zur Erarbeitung einer Lösung, die es uns ermöglicht, unsere wissenschaftlichen Missionsziele zu erreichen, aber die sich auch sicher umsetzen lässt gibt es daher eine enge Zusammenarbeit zwischen den ESA-Ingenieuren und uns Wissenschaftlern.

**orion** *Es sind zig verschiedene Faktoren zu beachten...*

**Vorburger** Ja, Technologie und Wissenschaft sind zwar wichtig, aber eben auch die Himmelsmechanik oder zum Beispiel die Politik sind von Bedeutung. Genau das finde ich aber auch extrem spannend. Es wird beispielsweise immer mal wieder die Frage diskutiert, ob die ESA nicht mit der NASA zusammenarbeiten will, um auf deren Nuklear-Antrieb oder deren Trägerrakete zurückgreifen zu können. Dies würde einerseits die Flugzeit erheblich verkürzen, und andererseits die Nutzlast erheblich vergrössern. Ich denke jedoch, dass die ESA vor allem bei einer solchen «flagship mission», vorerst lieber unabhängig bleiben will. Wir erleben gerade in der jetzigen Zeit, wie sich die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Raumfahrtagenturen kritisch entwickeln kann. Man wird deshalb vorsichtig beim Planen von Missionen, welche auf der Kooperation zwischen verschiedenen Raumfahrt-Nationen beruhen, vor allem bei grösseren und langfristigen Missionen.

**orion** *Was ist der nächste Schritt?*

**Vorburger** Wir haben im letzten Herbst der ESA ein erstes mögliches Missionsprofil inklusive einer möglichen Instrumentierung geliefert, welche die ESA-Experten nun auf die technische Realisierbarkeit prüfen. Die Überprüfung der ESA dauert etwa zwei Monate, dann werden wir sehen, ob sich unsere Vorstellungen technisch realisieren lassen würden. Wenn ja, dann können wir dieses Profil entweder verfeinern oder noch andere mögliche Missionsprofile erarbeiten. Wenn nein, dann müssen wir nochmals zurück ans Reissbrett. Das Ziel ist es ein konkretes Missionsprofil zu erarbeiten, welches sowohl die höchste Chance verspricht, die Frage nach Leben abseits der Erde zu beantworten, welches aber auch den technischen Möglichkeiten entspricht, die heutzutage realisierbar sind.

**orion** *Raumfahrt-Missionen sind von enormer Komplexität. Und dabei geht es oft nur um eine Frage: Gibt es Leben? Wieso ist diese Frage so wichtig?*

**Vorburger** Diese Frage beantworten zu wollen, liegt sicher in der wissenschaftlichen Neugierde der Menschen begründet; in einem Bestreben, alles um uns herum erforschen und verstehen zu wollen. Mir geht es jedenfalls so. Sollten wir tatsächlich Leben auf einem der Monde der Gasplaneten finden, dann würde dies unsere Sichtweise über den Ursprung des Lebens sicherlich revolutionieren. Vier astronomische Einheiten von der Erde entfernt, hätte sich das gefundene Leben mit ziemlicher Sicherheit unabhängig von unserem Leben entwickelt, was wiederum bedeuten würde, dass Leben relativ leicht zu erzeugen und daher in unserem Universum weit verbreitet ist. <

# Wir bauen dein Teleskop -

Jedes Teleskop wird vor Versand getestet - Carbontuben aus Deutschland - Keine Massenproduktion
Komplettsysteme mit abgestimmten Korrektoren & Okularauszügen

# ONTC

Carbon Fibre Newtonian Telescopes Made In Germany

# UNC

Gleich Code scannen
und online ansehen!

> **Beste Lagerung des Haupt- und Fangspiegels durch Fassungen aus Deutschland***
nach unseren Angaben gefertigt

> **Freie Auswahl des Okularauszuges***
Optimale Konfigurierung für Astrofotografie
oder Beobachtung

* nur bei ONTC möglich

teleskop_service TeleskopServiceRansburg teleskop-service TeleskopService

www.teleskop-express.de

Teleskop-Service
Faszination Weltall & Natur

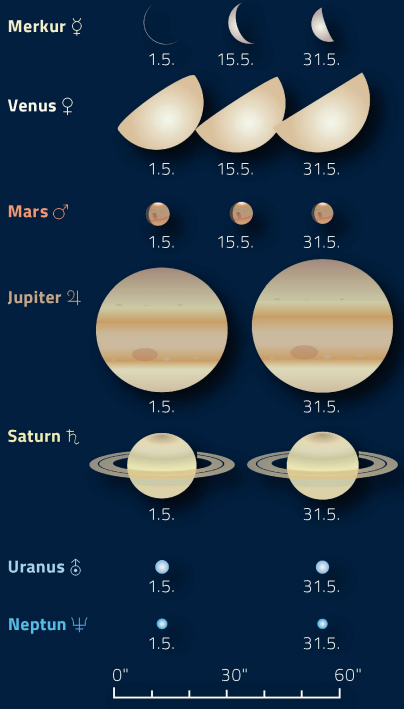
Teleskop-Service Ransburg GmbH | Von-Myra-Straße 8 | DE-85599 Parsdorf | info@teleskop-service.de | www.teleskop-express.de | +49 89 - 99 22 875 0

# DER STERNENHIMMEL IM MAI 2023

## Der Mondlauf im Mai 2023

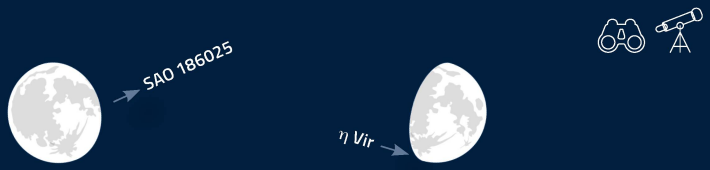
| Datum | Zeit | | | | | Ereignis |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3. Mi | 04:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 4½° nordwestlich von Spica, α Virginis (+0.8mag) |
| 4. Do | 04:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 2½° nördlich von Spica, α Virginis (+0.8mag) |
| 5. Fr | 17:12 MESZ | | | | | **Halbschatten-Mondfinsternis bis 21:34 MESZ (Grösse: 0.989)** |
| | 19:34 MESZ | | | | | **Vollmond**, Waage (Dm. 31' 25") |
| | 22:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 2¾° südöstlich von Zubenelgenubi, α Librae (+2.8mag) |
| 7. So | 04:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 6¾° westlich von Antares, α Scorpii (+0.9mag) |
| 8. Mo | 04:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 7¼° östlich von Antares, α Scorpii (+0.9mag) |
| 12. Fr | 16:28 MESZ | | | | | **Letztes Viertel**, Steinbock (Dm. 32' 18") |
| 13. Sa | 05:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 8° südwestlich von **Saturn** ♄ (+1.0mag) |
| 14. So | 05:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 8° südöstlich von **Saturn** ♄ (+1.0mag) |
| 19. Fr | 17:53 MESZ | | | | | **Neumond, Stier (30' 52")** |
| 20. Sa | 21:30 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | Schmale Sichel, 27 Stunden nach Neumond, 6¾° ü. H. |
| 21. So | 22:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 3¼° südöstlich von Al Nath, β Tauri (+1.6mag) |
| 22. Mo | 22:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 8½° westlich von **Venus** ♀ (−4.2mag) |
| 23. Di | 22:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 3¼° nordöstlich von **Venus** ♀ (−4.2mag) |
| | 22:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 4° sw. von Pollux, β Gem (+1.2mag), 5¾°s. von Kastor, α Gem (+1.6mag) |
| 24. Mi | 22:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 9° w. von Pollux, β Gem (+1.2mag), 12¾°sö. von Kastor,α Gem (+1.6mag) |
| | 22:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 3° nördlich von **Mars** ♂ (+1.5mag) |
| 26. Fr | 22:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 5¼° nordwestlich von Regulus, α Leonis (+1.3mag) |
| 27. Sa | 17:22 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | **Erstes Viertel**, Löwe (Dm. 29' 39") |
| | 22:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 8¾° nordöstlich von Regulus, α Leonis (+1.3mag) |
| 30. Di | 23:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 8¾° nordwestlich von Spica, α Virginis (+0.9mag) |

## Die Planeten, ihre Phasen und scheinbaren Grössen




## Sternbedeckungen durch den Mond im Mai 2023

(Die Monde sind lagerichtig dargestellt)

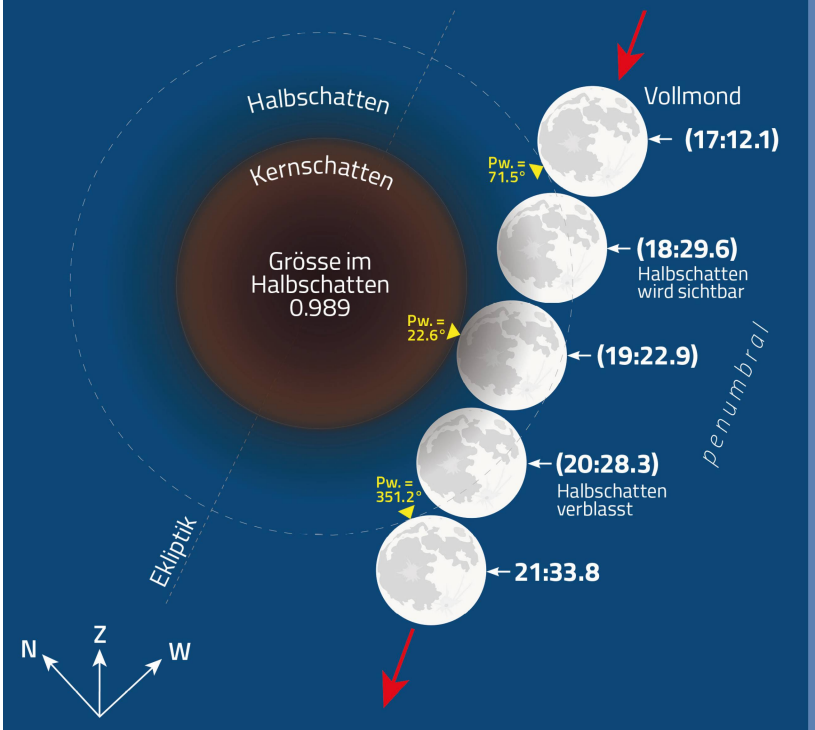



9. Mai 2023
**Austritt von SAO 186025 (+6.0mag)**
Austritt: 01:10.2 MESZ
Pw. = 243.1° (dunkler Rand)
Der Eintritt erfolgt vor Mondaufgang

30. Mai 2023
**Zaniah, η Vir, SAO 138721 (+3.9mag)**
Eintritt: 03:16.2 MESZ (Der Mond steht im Untergang!)
Pw. = 178.8° (dunkler Rand)
Der Austritt erfolgt erst nach Monduntergang

## Sichtbarkeiten der Planeten

| | |
|---|---|
| **Merkur** ☿ | unsichtbar, ab dem 20. Mai 2023 evtl. mit dem Fernglas tief am Horizont erkennbar (grösste westl. Elongation am 29. Mai 2023) |
| **Venus** ♀ | Abendhimmel |
| **Mars** ♂ | Abendhimmel |
| **Jupiter** ♃ | Morgenstunden |
| **Saturn** ♄ | Morgenhimmel |
| **Uranus** ♅ | unsichtbar |
| **Neptun** ♆ | Morgenhimmel, jedoch nur teleskopisch |




## Halbschattenfinsternis bei Mondaufgang kaum wahrnehmbar

Rein von der Grösse her wäre die Halbschatten-Mondfinsternis am Abend des 5. Mai 2023 durchaus wahrnehmbar, taucht der Mond doch fast ganz in den Halbschattenkegel der Erde ein und verfehlt den Kernschatten nur ganz knapp. Doch leider geht der Mond an diesem Abend bei uns erst gegen 20:44 Uhr MESZ auf, womit der grösste Teil dieser Finsternis bereits vorüber ist, wenn wir den Vollmond zu Gesicht bekommen. Obwohl der Erdtrabant noch rund eine Dreiviertelstunde im Halbschatten steht, wird man dennoch nichts mehr von der Finsternis sehen. Der Halbschatten ist nach aussen hin schon so stark vom Sonnenlicht aufgehellt, dass er den vollen Mond kaum mehr verdüstern mag. Ausserdem steht die Halbschattenfinsternis kurz vor ihrem Ende.

**Abbildung 1:** Der grösste Phase der Halbschatten-Mondfinsternis am 5. Mai 2023 ist bereits vorbei, wenn der Mond hierzulande aufgeht.

**Bild:** Thomas Baer, ORIONmedien

**Die Feuerrad-Galaxie**

Über der Deichsel des Grossen Himmelswagens können wir in klaren und mondscheinlosen Nächten die Galaxie M101, auch Feuerrad-Galaxie genannt, teleskopisch beobachten. Ihre Entfernung beträgt rund 21 Millionen Lichtjahre [Lj.], ihr Durchmesser 170'000 Lj. Sie wurde 1781 vom französischen Astronomen *Pierre Méchain* entdeckt und später von *Charles Messier* als Nr. 101 in seinen gleichnamigen Katalog aufgenommen.

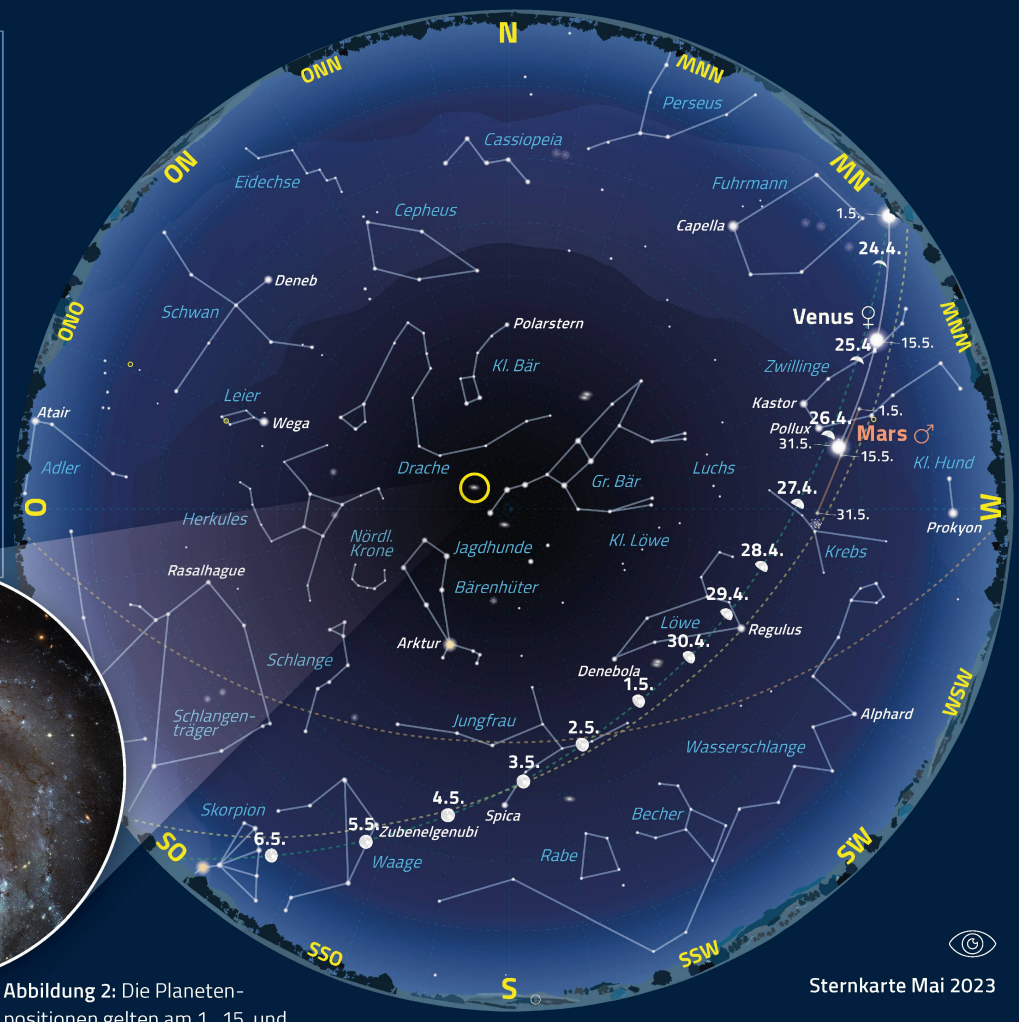
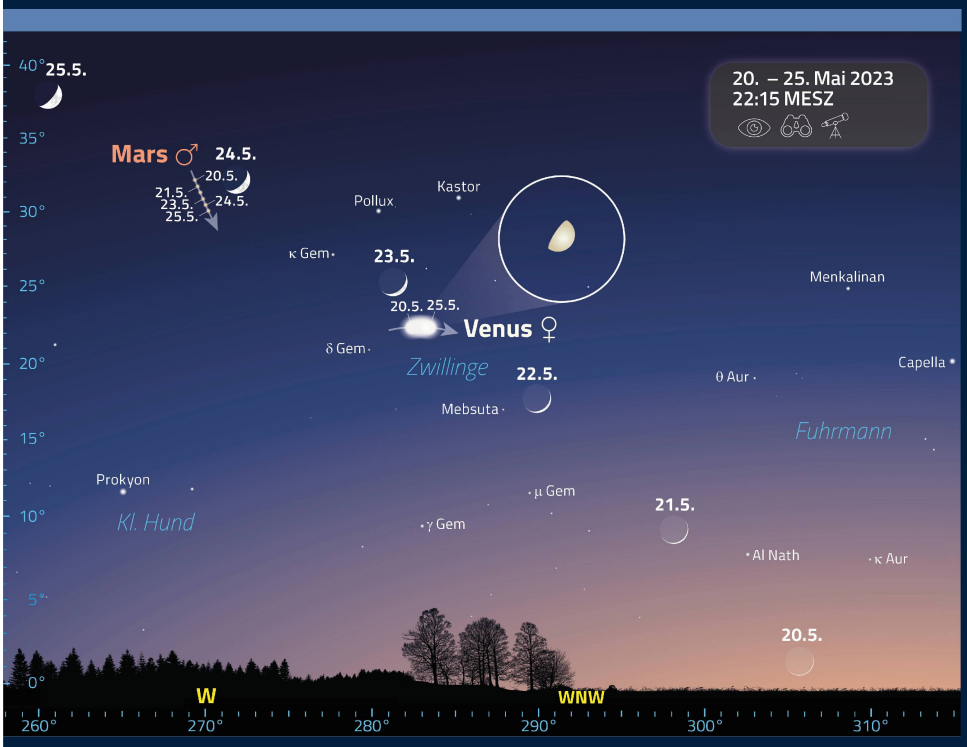



**Abbildung 2:** Die Planetenpositionen gelten am 1., 15. und 31. Mai 2023, Mondpositionen: 23 h MESZ

**Grafik:** Thomas Baer, ORIONmedien

**Sternkarte Mai 2023**

1. Mai 2023, 24 h MESZ
15. Mai 2023, 23 h MESZ
31. Mai 2023, 22 h MESZ




## Venus und Mars gemeinsam am Abendhimmel

Schon in der Abenddämmerung zieht die helle Venus die Blicke auf sich. Brillant begleitet sie uns fast bis Mitternacht durch die bereits kurzen Mainächte. Ihre scheinbare Helligkeit nimmt merklich auf $-4.4^{mag}$ zu. Sie entfernt sich im Laufe des Monats von Al Nath im Stier und wandert ab dem 8. Mai 2023 durch die Zwillinge und passiert am 7. nur knapp 3° nördlich den Sommerpunkt.
Ihr voraus eilt der leicht rötliche Mars. Er startet seine Wanderschaft ebenfalls in den Zwillingen, wechselt ab dem 17. dann ins Sternbild Krebs. Er wird von der Venus allerdings nicht eingeholt. Einen hübschen Himmelsanblick erwartet uns am 23. Mai 2023 gegen 22:15 Uhr MESZ. Das «Mondhörnchen» steht direkt über Venus und westlich von Mars.

**Abbildung 3:** Venus und Mars sind nach Sonnenuntergang im Westen zu sehen. Vom 20. bis 25. Mai 2023 taucht auch die zunehmende Mondsichel auf.

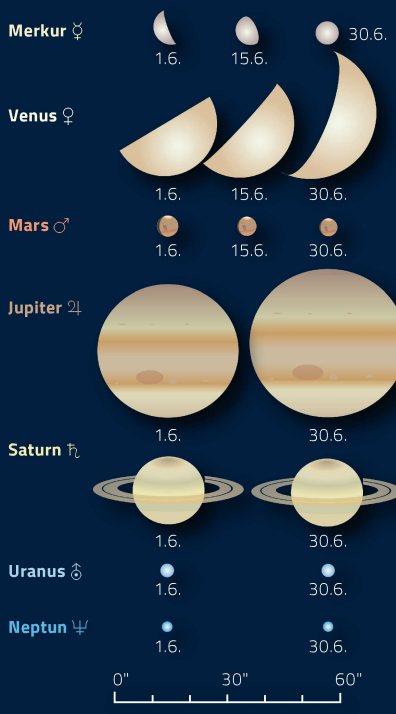
**Grafik:** Thomas Baer, ORIONmedien

# DER STERNENHIMMEL IM JUNI 2023

## Der Mondlauf im Juni 2023

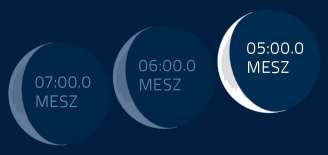
| Datum | Zeit | | | | | Ereignis |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3. Sa | 23:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | ¾° nördlich von Antares, α Scorpii (+0.9mag) |
| 4. So | 03:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 1½° östlich von Antares, α Scorpii (+0.9mag) |
| | 05:42 MESZ | | | | | **Vollmond, Schlangenträger** (Dm. 32' 18") |
| 6. Di | 00:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 2° südwestlich von φ Sagittarii (+3.2mag) |
| 10. Sa | 04:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 4¼° südöstlich von **Saturn** ♄ (+0.9mag) |
| | 21:31 MESZ | | | | | **Letztes Viertel, Wassermann** (Dm. 32' 07") |
| 14. Mi | 04:30 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 1¼° westlich von **Jupiter** ♃ (−2.1mag) |
| 16. Fr | 05:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | Schmale Sichel 49¾ h vor Neumond, 9° ü. H. |
| | 05:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 3° südlich der Plejaden |
| 17. Sa | 05:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | Sehr schmale Sichel 25¾ h vor Neumond, 4¾° ü. H. |
| | 05:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 5¼° nordöstlich von **Merkur** ☿ (−0.8mag) |
| 18. So | 06:37 MESZ | | | | | **Neumond, Stier** (30' 06") |
| 19. Mo | 22:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | Sehr schmale Sichel 37¼ h nach Neumond, 8° ü. H. |
| 21. Mi | 22:30 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 4½° nordwestlich von **Venus** ♀ (−4.4mag) |
| | 22:30 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 8½° nordwestlich von **Mars** ♂ (+1.7mag) |
| 22. Do | 22:30 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 8° nordöstlich von **Venus** ♀ (−4.4mag) |
| | 22:30 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 4¼° nordöstlich von **Mars** ♂ (+1.7mag) |
| | 22:30 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 8¼° nordwestlich von Regulus, α Leonis (+1.3mag) |
| 23. Fr | 22:30 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 4¼° nordöstlich von Regulus, α Leonis (+1.3mag) |
| 25. So | 22:30 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 1¼° nordöstlich von Zavijava, β Virginis (+3.8mag) |
| 26. Mo | 09:50 MESZ | | | | | **Erstes Viertel, Jungfrau** (Dm. 30' 03") |
| | 22:30 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 1¾° südlich von Porrima, γ Virginis (+2.8mag) |
| 27. Di | 23:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 2° nordwestlich von Spica, α Virginis (+1.2mag) |
| 28. Mi | 23:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 1¾° südlich von Dschubba, α Scorpii (+2.3mag) |
| | 23:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 6½° westlich von Antares, α Scorpii (+0.9mag) |

## Die Planeten, ihre Phasen und scheinbaren Grössen




## Sternbedeckung und eine nahe Planetenbegegnung im Juni 2023

(Die Monde sind lagerichtig dargestellt)




**Jupiter**

14. Juni 2023
**Jupiter (−2.4mag)**
Nahe Begegnung zwischen der abnehmenden Mondsichel und Jupiter.

24. Juni 2023
**SAO 118735, XZ 16890 (+5.8mag)**
Eintritt 22:07.2 MESZ
Pw. = 109.6° (dunkler Rand)
Austritt 23:12.6 MESZ
Pw. = 317.7° (heller Rand)

## Sichtbarkeiten der Planeten

**Merkur** ☿ Zu Monatsbeginn tief am Morgenhimmel (bis ca. 15. Juni 2023), dann unsichtbar
**Venus** ♀ Abendhimmel (Mitte Monat durchquert sie M44, grösste östliche Elongation am 4. Juni 2023)
**Mars** ♂ Abendhimmel (Anfang Monat durchquert er M44)
**Jupiter** ♃ Morgenhimmel
**Saturn** ♄ ganze zweite Nachthälfte
**Uranus** ♅ Morgenhimmel, teleskopisch
**Neptun** ♆ ganze zweite Nachthälfte, teleskopisch

## Der Mond «klopft an» bei Jupiter

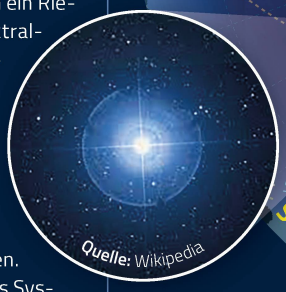
Der grösste Planet des Sonnensystems ist inzwischen am Morgenhimmel zu sehen. Er durchläuft das Sternbild des Widders und erklimmt immer höhere Deklinationen, was sich auch auf die Aufgänge des Planeten positiv auswirkt. Dieser erscheint jetzt immer früher und geht Ende Monat schon eine Stunde nach Mitternacht über die Horizontlinie. Die Juninächte sind sehr kurz, und um die Sommersonnenwende herum wird es nur noch knapp zwei Stunden wirklich dunkel. Am frühen Morgen des 14. Juni 2023 lohnt sich gegen 04:15 Uhr MESZ ein Blick an den Osthimmel. Die schmale abnehmende Mondsichel steht nur 1½° westlich von Jupiter, was etwa drei Mondbreiten entspricht. Drei Stunden später – inzwischen ist längst Tag – kann man durch ein Fernrohr den Planeten weniger als ½° südlich der Mondsichel sehen.

**Abbildung 4:** Am frühen Morgen des 14. Juni 2023 kommt es zu einer engen Begegnung zwischen dem Mond und Jupiter.

**Bild:** Thomas Baer, ORIONmedien

### Der «Kopf der Schlange»

Ras Alhague oder auch Rasalhague ist der Alphastern des Schlangenträgers, übersetzt «Kopf der Schlange». Lustigerweise trägt der Schlangenträger selbst die Schlange, welche in den Schlangenschwanz (Serpens Cauda) und den Schlangenkopf (Serpens Caput) unterteilt ist. Der Stern Rasalhague selber bildet die Nordspitze des Sternbildes, also in den meisten historischen Darstellungen den Kopf des Schlangenträgers. Der Stern selbst ist ein Doppelstern, dessen Hauptstern ein Riesenstern vom Spektraltyp A5 ist. Sein Begleiter wurde erst durch Schwankungen der Eigenbewegung entdeckt und hat eine Masse von etwa 0.85 Sonnenmassen. Die Umlaufszeit des Systems beträgt 8.62 Jahre, wobei die beiden Sterne rund 7 Astronomische Einheiten voneinander entfernt sind; eine Entfernung zwischen Jupiter- und Saturndistanz.



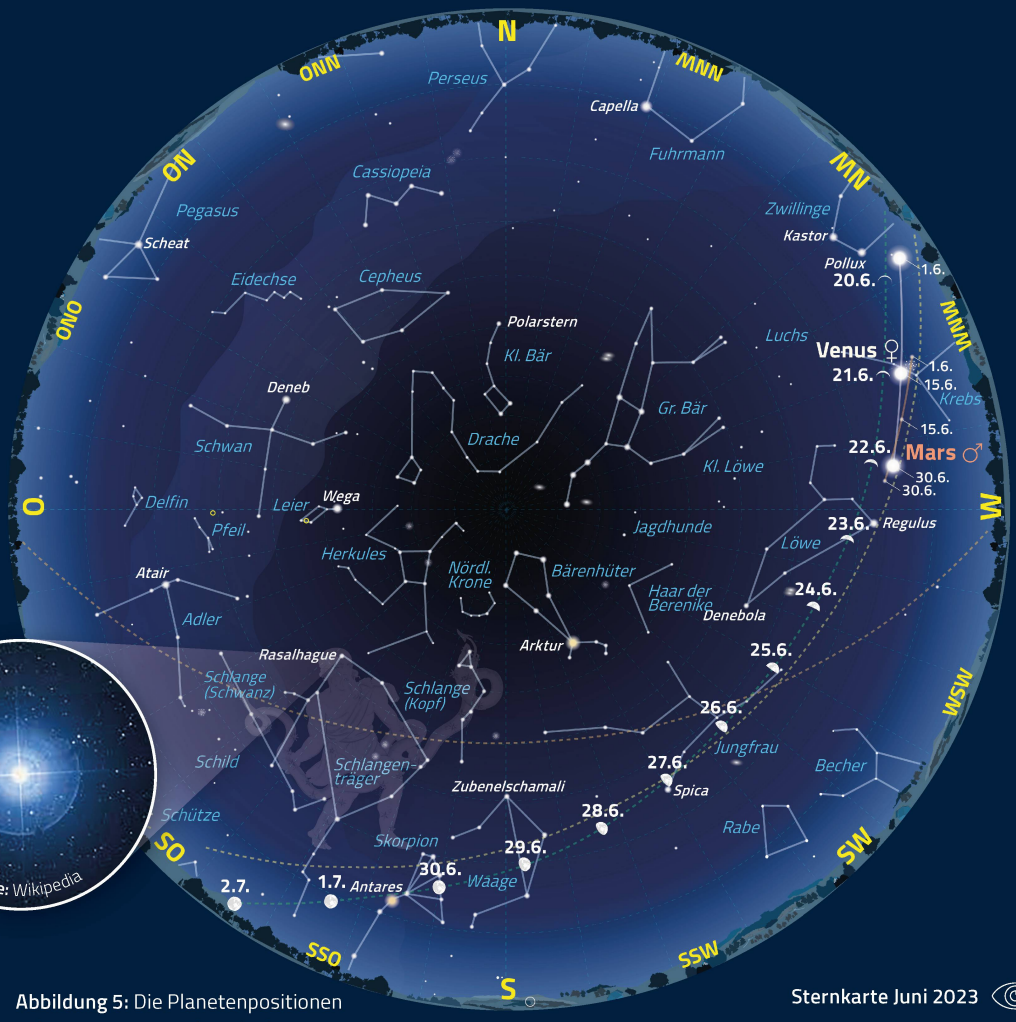
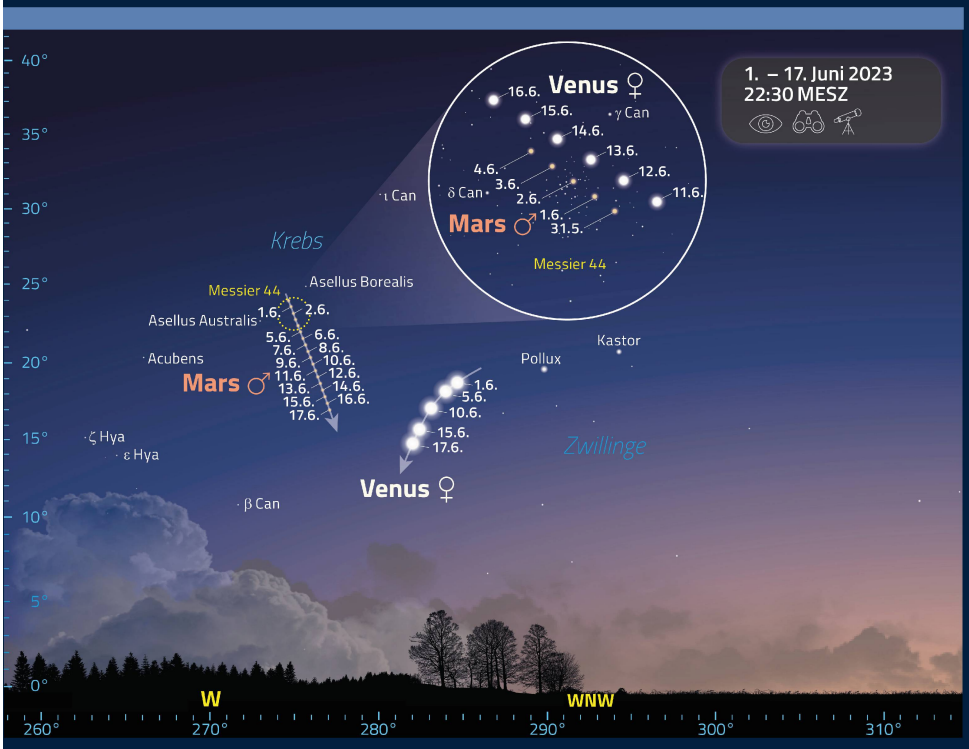




**Abbildung 5:** Die Planetenpositionen gelten am 1., 15. und 30. Juni 2023, Mondpositionen: 23 h MESZ

**Grafik:** Thomas Baer, ORIONmedien

**Sternkarte Juni 2023**

1. Juni 2023, 24 h MESZ
15. Juni 2023, 23 h MESZ
30. Juni 2023, 22 h MESZ




## Venus und Mars durchqueren die Krippe nacheinander

Ein auffälliges Gestirn ist Mars längst nicht mehr, und Venus stellt ihn durch ihre Leuchtkraft ohnehin in den Schatten. Am 2. Juni 2023 durchwandert der Rote Planet knapp nördlich am Zentrum des offenen Sternhaufens M44 vorbei, ein lohnender Anblick mit einem Feldstecher.

Nur elf Tage nach Mars streift auch der helle «Abendstern» am Nordrand der Krippe vorbei. Venus eilt wie schon im Mai dem Roten Planeten hinterher, kehrt allerdings schon um, ohne ihn erreicht zu haben. Überhaupt wird Mars nun allmählich ein immer schwierigeres Beobachtungsobjekt, weil er einerseits nur noch zwischen +1.6$^{mag}$ und +1.7$^{mag}$ lichtschwach ist und ausserdem immer tiefer absinkt, wenn es dunkel genug wäre.

**Abbildung 6:** Kurz nacheinander durchqueren Venus und Mars den offenen Sternhaufen M44.

**Bild:** Thomas Baer, ORIONmedien

# Brillante Venus in der langen Dämmerung

ASTRONOMIE EINFACH ERKLÄRT!

**Anfang Juni 2023 erreicht die Venus ihre grösste östliche Elongation und kann nach Sonnenuntergang bis über Mitternacht hinaus beobachtet werden. Während sie in den beiden ersten Sommermonaten noch als «Abendstern» brilliert, wechselt sie im August an den Morgenhimmel und ist dann bis ins nächste Jahr hinein als «Morgenstern» zu sehen.**

Text: **Thomas Baer**

Schon lange bevor es richtig dunkel wird, kann man in diesem Frühjahr hell im Westen die Venus leuchten sehen. Nicht selten geraten Laien in helle Aufregung, wenn sie den «Glanzpunkt» entdecken, der manchmal in Horizontnähe in den Regenbogen flackern kann, und ihn womöglich für ein UFO halten.

Tatsächlich erreicht die Venus wegen ihrer stark reflektierenden Wolkenhülle von allen Planeten die stärkste Leuchtkraft; in der Astronomie sprechen wir von der Albedo, dem Rückstrahlvermögen. Der Begriff ist vom lateinischen «albus» abgeleitet, was «weiss» bedeutet. Unterschieden wird dabei eine sphärische Albedo, die das Verhältnis des von einer Kugeloberfläche in alle Richtungen reflektierten Lichts zur auf den Kugelquerschnitt einfallenden Strahlung angibt, und der geometrischen Albedo (Ver-

## Ein paar Kuriositäten zu Venus

Info

Als einziger Planet im Sonnensystem rotiert Venus retrograd, das heisst von Westen nach Osten. Die Sonne geht also im Westen auf und im Osten unter. Nach der Definition der Internationalen Astronomischen Union IAU liegt der Nordpol eines Planeten auf derselben Seite der Ekliptik wie der Nordpol der Erde. So betrachtet steht Venus «auf dem Kopf». Ihre geringe Achsenneigung von 2.64° wird daher oft mit 177.36° angegeben.

Die Eigenrotation des Planeten ist mit 243.025 Tagen unglaublich langsam und gar länger als die Venus für einen Sonnenumlauf (224.701 Tage) benötigt. Weil aber die Eigenrotation gegen die Umlaufbewegung verläuft, dauert ein Venus-Tag «nur» 116¾ Erdentage. Würde Venus wie alle anderen Planeten rotieren, hätte sie zur Sonne eine fast gebundene Rotation; dann würde sie der Sonne stets dieselbe Seite zuwenden, so wie der Mond unserer Erde immer das gleiche Antlitz zeigt.

Die mächtige $CO_2$-Atmosphäre, welche für die extrem hohen Temperaturen 710 bis 770 K (+437 °C bis +497 °C) ist, erzeugt an der Oberfläche einen Druck von 92 bar! Dies wäre vergleichbar mit dem Druck in etwa 910 m Meerestiefe. Verglichen mit der Atmosphäre der Erde, ist die Gashülle um Venus 90 Mal «schwerer»! Und trotz ihrer Nähe zur Sonne ist es auf der Oberfläche des Planeten ähnlich düster wie an einem bedeckten Wintertag bei uns. Vom einfallenden Sonnenlicht dringen nur etwa 2 % bis zur Oberfläche durch; der grosse Rest wird reflektiert. Und was die Sichtweite auf dem Planeten anbelangt, müssen wir uns am besten einen trüben Hochnebeltag mit einer Sichtweite von ca. 3 km vorstellen.

## Am Morgenhimmel 2023

**Abbildung 7:** Ende August 2023 taucht Venus wieder am Morgenhimmel auf. Wir sehen hier naturgetreu die Situation von der Sternwarte Bülach aus.

**Bild:** Thomas Baer, ORIONmedien

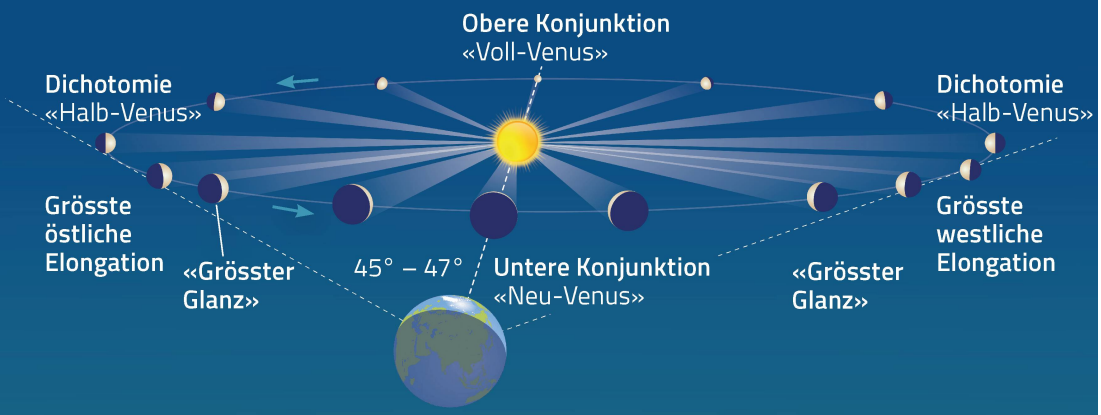



**Abbildung 8:** Hier wird der Lauf der Venus um die Sonne schematisch gezeigt und die einzelnen Begriffe erklärt.

**Bild:** Thomas Baer, ORIONmedien

hältnis einer voll bestrahlten Fläche zu einer diffus reflektierenden, absolut weissen Scheibe gleicher Grösse bei senkrechtem Lichteinfall). Bei der sphärischen Albedo liegen die Werte zwischen 0 (vollständige Absorption, also dunkel) und 1 (vollständige Reflexion, hell) . Damit wir den Albedowert von Venus von 0.77 einordnen können, ziehen wir bekannte Elemente heran. Frischer Schnee reflektiert mit dem Wert 0.8 – 0.9, Wolken mit 0.6 – 0.9, ein Feld mit etwa 0.3, Rasen zwischen 0.18 und 0.23, Asphalt nur noch mit 0.15, eine Wasserfläche gar nur noch mit 0.05.

### «GRÖSSTER GLANZ» NICHT ZUM ZEITPUNKT DER ELONGATION

Die scheinbare Helligkeit messen wir in Magnitude [mag]. Hierzu empfehlen wir den Beitrag ab Seite 45 in der letzten ORION-Ausgabe, der sich mit der absoluten und scheinbaren Helligkeit von Objekten beschäftigt. Venus kann zwischen –3.6mag und –4.8mag hell werden.

Am kommenden 24. Juni 2023 erreicht die Venus mit 45° 24' ihre grösste östliche Elongation. Gleichentags erscheint uns der «Abendstern» genau halb beleuchtet. Interessanterweise nimmt die scheinbare Helligkeit von Venus bis zum 7. Juli 2023 noch weiter auf –4.7mag zu; erst jetzt strahlt sie im «grössten Glanz». Das Venusscheibchen ist jetzt bereits 35.7" gross, aber sichelförmig beschienen. Die beschienene Fläche in Kombination mit dem grösseren scheinbaren Durchmesser ergibt die maximale Flächenhelligkeit.

Am 13. August 2023 zieht die Venus während ihrer unteren Konjunktion an der Sonne vorbei. Dies bedeutet gleich auch der Übergang vom «Abend-» zum «Morgenstern». Ende August, Anfang September 2023 können wir Venus erstmals wieder in der Morgendämmerung ausmachen.

### BIS INS NEUE JAHR «MORGENSTERN»

Grob können wir sagen, dass Venus rund alle sechs Monate abwechselnd als «Abend-», dann wieder als «Morgenstern» an unserem Himmel erscheint. So verweilt der innere Nachbarplanet noch bis ins neue Jahr hinein am Morgenhimmel und wird dabei immer kleiner und voller beleuchtet. <

## Am Abendhimmel 2023

**Abbildung 9:** Von Mai bis ins letzte Juli-Drittel 2023 können wir Venus als «Abendstern» über dem westlichen Horizont sehen, hier dargestellt zum Zeitpunkt der bürgerlichen Abenddämmerung.

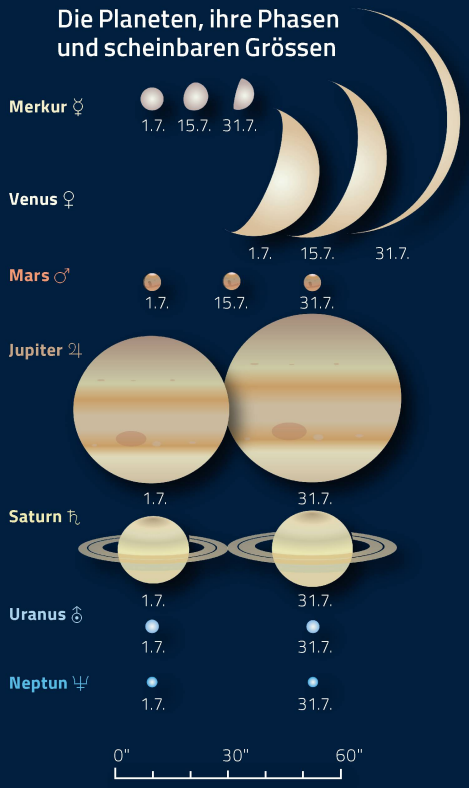
**Bild:** Thomas Baer, ORIONmedien

# DER STERNENHIMMEL IM JULI 2023

## Der Mondlauf im Juli 2023

| Datum | Zeit | | | | | Ereignis |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Sa | 23:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 7¾° östlich von Antares, α Scorpii (+0.9mag) |
| 3. Mo | 13:39 MESZ | | | | | **Vollmond, Schütze** (Dm. 33' 00") |
| 6. Do | 03:26 MESZ | | ✓ | ✓ | | 37 Capricorni (+5.7mag) nur 25" vom nördlichen Mondrand entfernt |
| 7. Fr | 03:30 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 4° südwestlich von **Saturn** ♄ (+0.8mag) |
| 10. Mo | 03:48 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | **Letztes Viertel, Fische** (Dm. 31' 44") |
| 11. Di | 04:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 9½° westlich von **Jupiter** ♃ (−2.3mag) |
| 12. Mi | 04:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 3¾° östlich von **Jupiter** ♃ (−2.3mag) |
| 13. Do | 04:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 3¾° südwestlich der Plejaden |
| 14. Fr | 04:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 8½° nördlich von Aldebaran, α Tauri (+0.8mag) |
| 15. Sa | 04:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 1¼° südlich von Al Nath, β Tauri (+1.6mag) |
| 16. So | 05:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | Schmale Sichel 39½ h vor Neumond, 8° ü. H. |
| 17. Mo | 05:15 MESZ | | ✓ | ✓ | | Sehr schmale Sichel 16 h vor Neumond, 2½° ü. H. |
| | 20:32 MESZ | | | | | **Neumond, Zwillinge** (Dm. 29' 34") |
| 18. Di | 21:30 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | Sehr schmale Sichel 22½ h nach Neumond, 5¾° ü. H. |
| | 21:30 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 8½° nordwestlich von **Merkur** ☿ (−0.5mag) |
| 19. Mi | 21:30 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | Schmale Sichel 35¾ h nach Neumond, 10° ü. H. |
| | 21:30 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 4° nordöstlich von **Merkur** ☿ (−0.4mag) |
| | 21:30 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 11½° nordwestlich von **Venus** ♀ (−4.4mag) |
| | 21:30 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 17° westlich von **Mars** ♂ (+1.8mag) |
| 20. Do | 21:30 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 6¾° nördlich von **Venus** ♀ (−4.4mag) |
| | 21:30 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 6° nordwestlich von **Mars** ♂ (+1.8mag) |
| | 21:30 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 3° nördlich von Regulus, α Leonis (+1.3mag) |
| 21. Fr | 21:30 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 6° östlich von **Mars** ♂ (+1.8mag) |
| 24. Mo | 22:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 5½° nordwestlich von Spica, α Virginis (+1.2mag) |
| 25. Di | 22:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 6¾° östlich von Spica, α Virginis (+1.2mag) |
| 26. Mi | 00:07 MESZ | | | | | **Erstes Viertel, Jungfrau** (Dm. 30' 33") |
| 28. Fr | 22:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 1¼° östlich von Antares, α Scorpii (+0.9mag) |
| 30. So | 22:00 MESZ | ✓ | ✓ | ✓ | | 1¾° südlich von φ Sagittarii (+3.2mag) |

## Die Planeten, ihre Phasen und scheinbaren Grössen




## Sichtbarkeiten der Planeten

| | |
|---|---|
| **Merkur** ☿ | Ab dem 10. Juli 2023 am Abendhimmel bis zum Monatsende (am 14. Juli 2023 bei M44, am 28. Juli 2023 nahe bei Regulus) |
| **Venus** ♀ | Abendstunden |
| **Mars** ♂ | Abendstunden |
| **Jupiter** ♃ | Ab Mitternacht, ganze zweite Nachthälfte |
| **Saturn** ♄ | Ab den späten Abendstunden, ganze Nacht |
| **Uranus** ♅ | Morgenhimmel, teleskopisch |
| **Neptun** ♆ | Ab dem späten Abend, ganze Nacht, teleskopisch |

## Sternbedeckungen durch den Mond im Juli 2023

(Die Monde sind lagerichtig dargestellt)

2. Juli 2023
**SAO 186328, XZ 24651 (+4.5mag)**
Eintritt 21:38.9 MESZ
Pw. = 35.5° (dunkler Rand)
Austritt 22:17.8 MESZ
Pw. = 334.0° (heller Rand)

5. Juli 2023
**35 Cap, SAO 190349 (+5.8mag)**
Eintritt 22:48.8 MESZ*
Pw. = 99.7° (heller Rand)
Austritt 23:43.7 MESZ
Pw. = 228.7° (dunkler Rand)

* Der Eintritt erfolgt noch vor Mondaufgang und ist daher nicht zu beobachten.

27. Juli 2023
**SAO 183637, XZ 21513 (+5.8mag)**
Eintritt 22:48.5 MESZ
Pw. = 175.2° (dunkler Rand)
Austritt 23:18.7 MESZ
Pw. = 223.2° (heller Rand)

**Weitere Tabellen, Beobachtungstipps und Grafiken auf** orionportal.ch

**Abbildung 10:** Die abnehmende Mondsichel zusammen mit η Leonis, hier in einer Aufnahme vom 23. September 2022 gegen 05:20 Uhr MESZ. Kurz vor 05:00 Uhr MESZ schrammte der Löwenstern nahe am nördlichen Mondrand vorbei. Entlang einer nördlichen Grenzlinie, die von Brescia über Klagenfurt nach Graz bis Szombathely verlief, wurde der Stern streifend bedeckt.

**Bild:** Thomas Baer

## Ein Planetentrio am Abendhimmel

Die Tage von Venus und Mars sind gezählt; sie verabschieden sich nun vom Abendhimmel. Merkur gesellt sich auch noch dazu, und so haben wir zum Ausklang des Spätsommers noch einmal ein illustres Trio in der Dämmerung nach Sonnenuntergang. Ein Feldstecher sollte man vielleicht dabeihaben, denn die drei Planeten stehen gegen 22:00 Uhr MESZ nicht mehr allzu hoch über dem westlichen Horizont und sind davor ohnehin noch nicht so gut zu sehen, mit Ausnahme der hellen Venus. Vor allem für Merkur wird es «eng». Obwohl er sich bis zum Monatsletzten auf 26° östlich von der Sonne entfernt, kriecht er förmlich dem westnordwestlichen Horizont entlang und kann sich kaum aus den hellen Bereichen der Dämmerung befreien. Auch das Zusammentreffen mit dem Löwenstern Regulus am 29. Juli dürfte, wenn überhaupt, nur noch teleskopisch verfolgt werden können. Theoretisch kann man am Abend des 18. die hauchdünne Mondsichel nur einen knappen Tag nach Neumond erstmals wieder am Abendhimmel erspähen. Die Suche dürfte sich ab 21:30 Uhr MESZ lohnen, auch am besten mittels Feldstecher oder Teleskop. Sicher aber wird man die Mondsichel abends darauf im Westnordwesten über Merkur entdecken. Am 20. steht sie dann direkt über Venus und etwas nordwestlich von Mars.

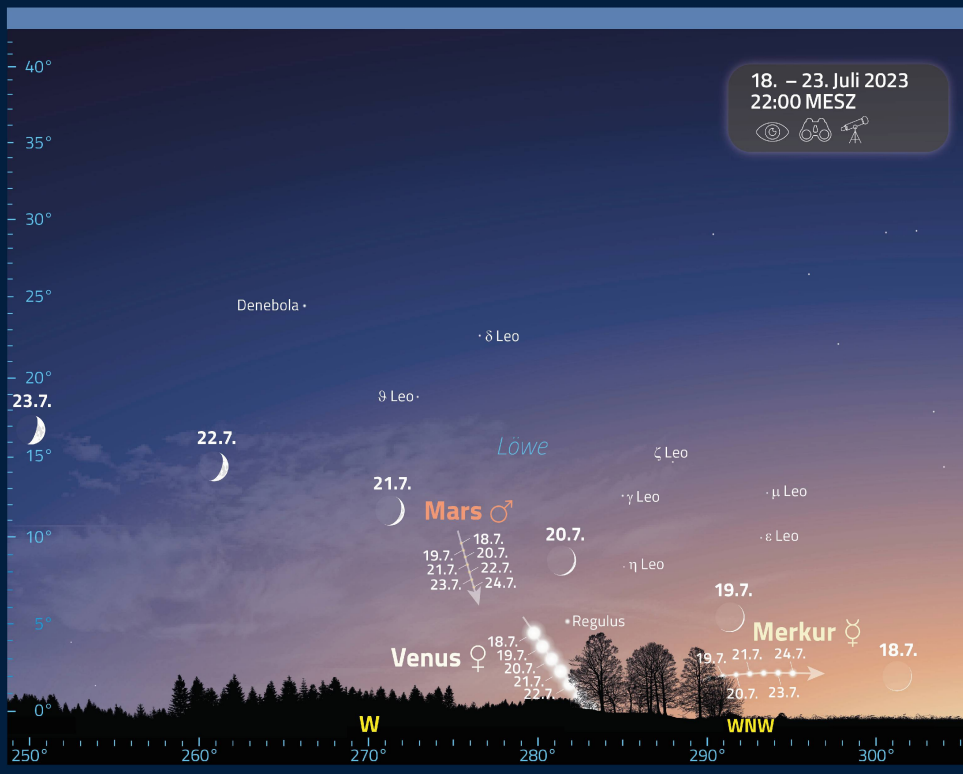



**Abbildung 11:** Venus, Mars und Merkur sind im letzten Juli-Drittel gemeinsam am Abendhimmel in der hellen Dämmerung zu sehen. Die schmale zunehmende Mondsichel ist ab dem 18. ebenfalls in dieser Himmelsgegend zu sehen.

**Grafik:** Thomas Baer, ORIONmedien

### Der Erdschein im Mond

Ab dem 13. Juli 2023 können wir die abnehmende Mondsichel morgens gegen 05:00 Uhr MESZ in östlicher und später in nordöstlicher Richtung sehen. Dabei nimmt die Intensität des Erdscheins auf der dunklen Seite des Mondes täglich zu. Es ist dies das von der Erde auf die Mondnachtseite reflektierte Sonnenlicht. So wie der Vollmond die irdischen Nächte aufhellt, erhellt aus der Mondperspektive die volle Erde die Mondnacht. Je näher die Mondsichel in Richtung Sonne rückt, was am 16. und 17. Juli 2023 der Fall sein wird, desto deutlicher ist dieser fahle aschgraue Widerschein neben der immer dünneren Mondsichel zu sehen. Bereits die Babylonier stellten das Erdlicht dar und erkannten die Kugelform des Mondes, ganz unabhängig von seiner Beleuchtung. Die erste korrekte Erklärung des Phänomens wird *Leonardo da Vinci* zugeschrieben (zwischen 1506 und 1510). Andere Beobachter glaubten damals, der Mond selbst könnte schwaches Licht aussenden.

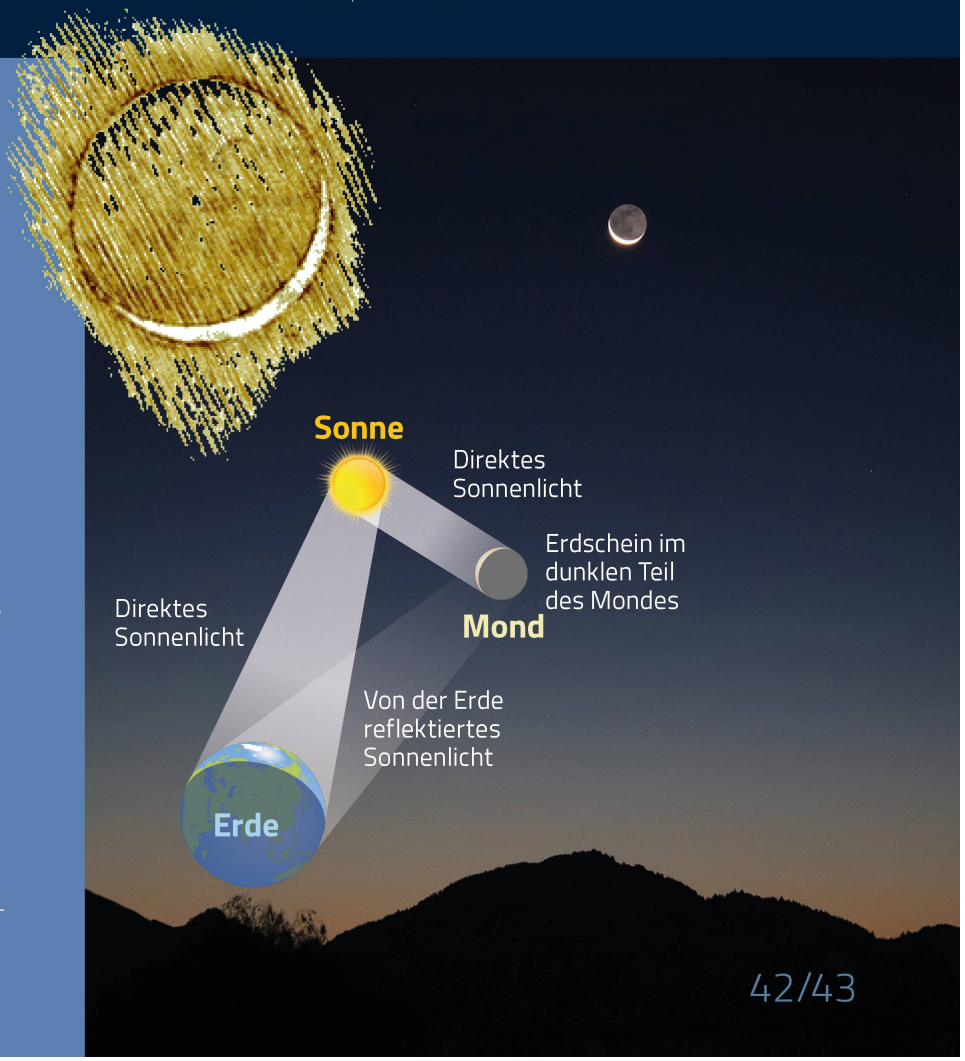



**Abbildung 12:** Das aschgraue Licht im sonnenabgewandten Teil des Mondes ist bei der zu- und abnehmenden Mondsichel zu sehen.

**Bild:** Thomas Baer / Leonardo da Vinci, Codex Leicester

# DER STERNENHIMMEL IM JULI 2023

**Die schwierigen Deep Sky-Objekte im Sternbild Schütze**

Für die Beobachtung der südlichen Sternbilder des Tierkreises sind die Monate Juli, August und September prädestiniert. Dann stehen Skorpion, Schütze und Steinbock nach Einbruch der Nacht am höchsten über unserem Horizont. Vor allem im Sternbild des Schützen gibt es eine Vielzahl an schönen Objekten zu entdecken, etwa den Adlernebel (M16), den Omeganebel (M17), die offenen Sternhaufen M18 und M21, den Trifidnebel (M20), den Kugelsternhaufen M22 und den Lagunennebel (M8).
Es ist nicht einmal ihre recht tiefe Position als vielmehr die zunehmende künstliche Aufhellung unseres Nachthimmels durch die vielen Lichter, die es zunehmend schwierig macht, diese interessanten Objekte in unseren Gegenden überhaupt noch zu sehen. Nichtsdestotrotz sollte man sich die Gelegenheit nicht nehmen lassen, den Schützen zu durchforsten.

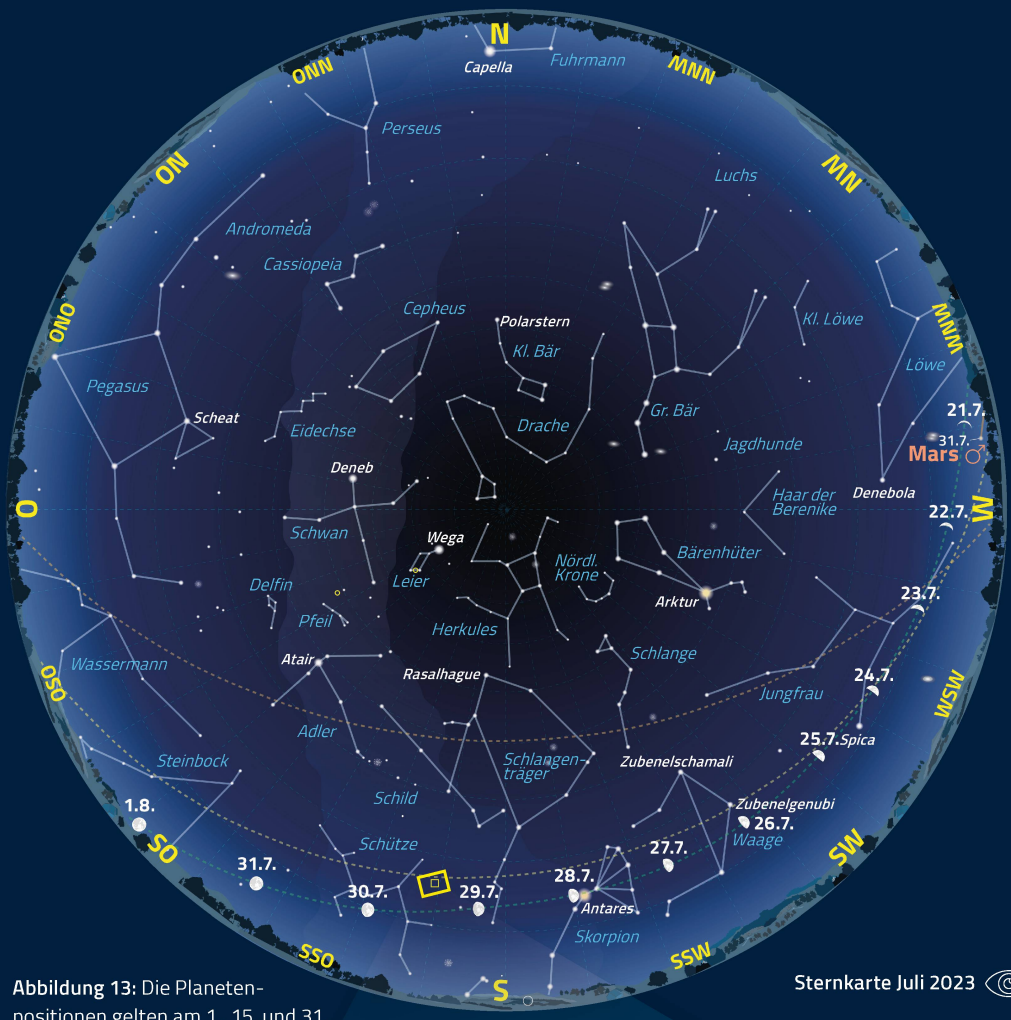



**Abbildung 13:** Die Planetenpositionen gelten am 1., 15. und 31. Juli 2023, Mondpositionen: 23 h MESZ

**Grafik:** Thomas Baer, ORIONmedien

**Sternkarte Juli 2023**

1. Juli 2023, 24 h MESZ
15. Juli 2023, 23 h MESZ
31. Juli 2023, 22 h MESZ

## Der Lagunennebel

Diese Struktur aus Emissions- und Reflexionsnebel mit einer Helligkeit von +6.0$^{mag}$ trägt auch die NGC-Nummer 6523. Mit einer Winkelausdehnung von 90' × 35' ist der Lagunennebel etwa einen Monddurchmesser breit und ca. anderthalb Mondbreiten lang. Durch ein Teleskop kann man natürlich nur die helleren und zentralen Gebiete dieses Sternentstehungsgebiets wahrnehmen, die äusseren Bereiche, die auf Fotografien filigran in Erscheinung treten, bleiben dem Auge indessen verborgen. Das Objekt gliedert sich in mehrere Molekülwolken, Gebiete also, in denen neue Sonnen entstehen.
Reizvoll ist auch der im Zentrum des Nebels eingebettete junge offene Sternhaufen NGC 6530, der aus dem Material des Nebels entstanden ist und ihn jetzt zum Leuchten anregt (siehe Abbildung 14).

**Abbildung 14:** Der Lagunennebel ist bei klaren Sichtverhältnissen in mondscheinlosen Nächten auch bei uns trotz Lichtverschmutzung noch teleskopisch zu sehen.

**Bild:** Wikipedie / MPG/ESO-2.2-m-Teleskop

12 Uhr ist selten dann,
wenn die Sonne im Süden steht

ASTRONOMIE EINFACH ERKLÄRT!

# Was ist der «wahre» Mittag?

**Wenn die Sonne am höchsten im Süden steht, dann ist Mittag. So zumindest haben wir es einst in der Schule gelernt. Doch wenn wir die Situation einmal genauer unter die Lupe nehmen, dann stellen wir bald fest, dass die «Mittagsfrage» so einige Ungereimtheiten mit sich bringt. Oft sind es banale Alltagsfragen, die uns gehörig ins Grübeln bringen können.**

Beitrag: **Thomas Baer**

Unsere Erde rotiert in 23 Stunden, 56 Minuten und 4 Sekunden einmal um ihre eigene Achse. Schon hier kommen viele Laien ins Rätseln, denn in der Schule hatten sie ja einst gelernt, dass der Tag 24 Stunden hat. Was ist also mit diesen knapp 4 Minuten, die wir täglich eigentlich «zu früh» wieder an der Ausgangsposition ankommen? Spinnen wir die Überlegung einmal weiter, so haben wir nach 15 ganzen Erdrotationen à 23.934 Stunden eine ganze Stunde gewonnen, nach einem Monat wären es rund zwei Stunden und nach 12 Monaten ein ganzer Tag.

Doch halt! Vergessen wir nicht, dass die Erde jeden Tag auch ein Stück auf ihrer Bahn um die Sonne zurücklegt, im Durchschnitt ein knappes Winkelgrad pro Tag. So wird die etwas «zu schnelle» Erdrotation genau wieder kompensiert. Stellen wir uns einmal vor, wir beobachten die Sonne genau im Süden, so macht sie auch 24 Stunden später wieder im Süden Halt. Dies lässt sich recht leicht nachvollziehen. Dividieren wir nämlich die 24 Stunden durch 360° (eine ganze Erdrotation), so erhalten wir 0.067 Stunden. Diese mit 60 Minuten multipliziert, erhalten wir genau 4 Minuten! Sprich das 1°, das die Erde täglich auf ihrer Umlaufbahn zurücklegt, entspricht genau den 4 Minuten, die unsere Erde «zu schnell» rotiert. So haben wir das mathematische Problem gelöst und verstehen jetzt, warum der Tag 24 Stunden hat.

## DAS STAUNEN BEIM ABLESEN DER SONNENUHRZEIT

Wer aber schon eine Sonnenuhr genau studiert hat und die abgelesene Uhrzeit mit der Zeit auf dem Natel verglichen hat, war vielleicht etwas irritiert. Wir können dies an einem Beispiel zeigen: Am 1. Februar um 12:00 Uhr MEZ zeigt der Schatten einer Sonnenuhr auf 11:21 Uhr, und wenn die Sonne genau im Süden steht – gemäss Definition ist dann nämlich Mittag – steht der Schatten bei 12:39 Uhr. Natürlich geht die Sonnenuhr nicht falsch, noch ist sie «ausser

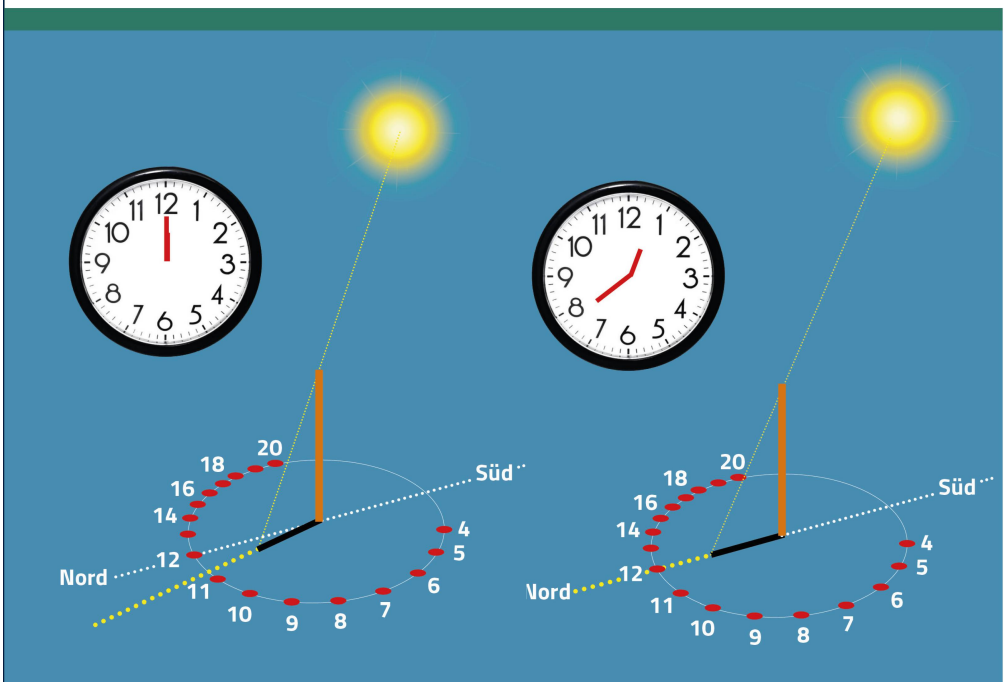



**Abbildung 1:** Am 1. Februar 2023 hätte der Schattenwurf einer Sonnenuhr um 12:00 Uhr MEZ erst 11:21 Uhr angezeigt, und wenn die Sonne genau im Süden gestanden hätte, wäre es bereits 12:39 Uhr MEZ gewesen.

**Grafik:** Thomas Baer

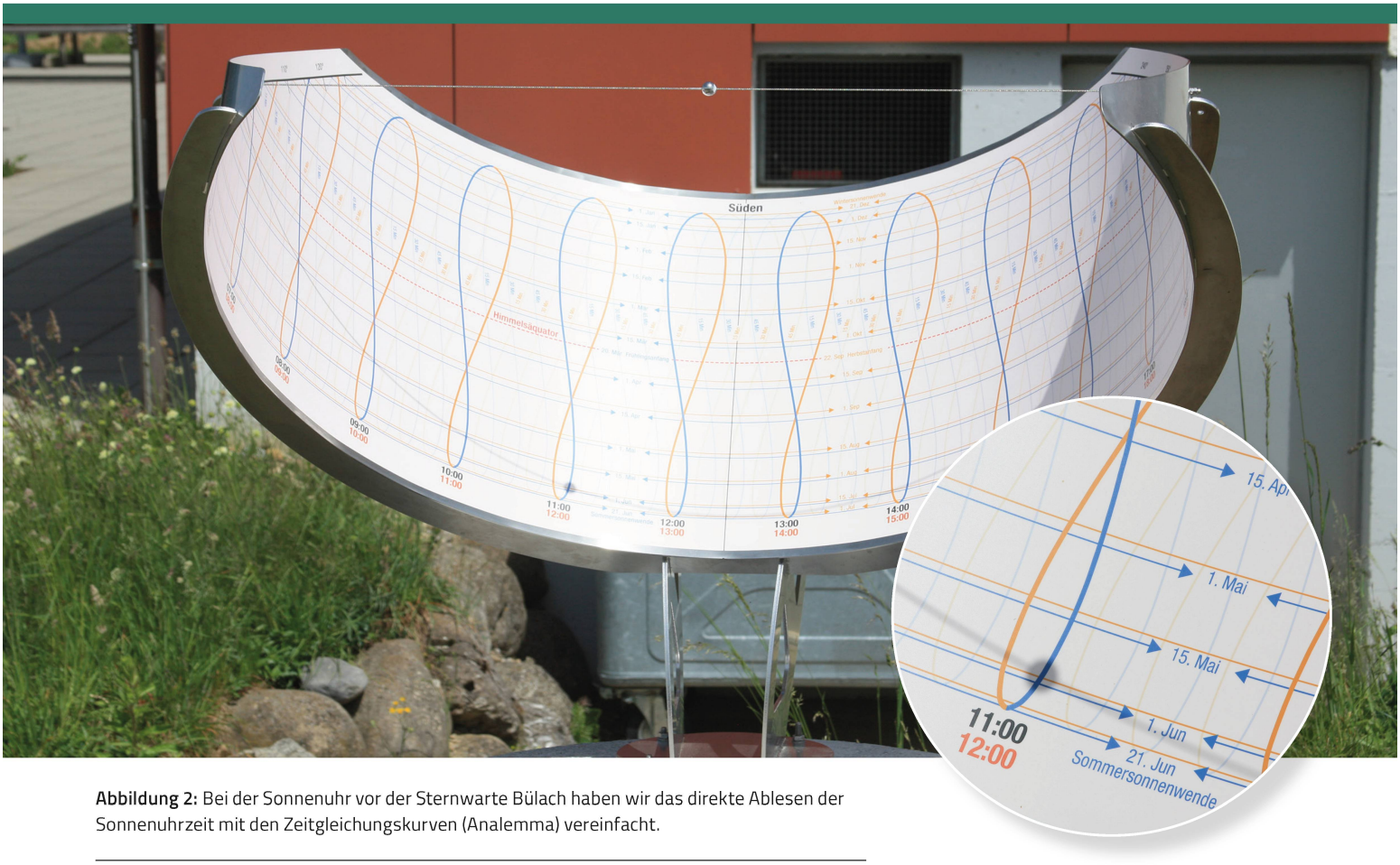



**Abbildung 2:** Bei der Sonnenuhr vor der Sternwarte Bülach haben wir das direkte Ablesen der Sonnenuhrzeit mit den Zeitgleichungskurven (Analemma) vereinfacht.

**Bild:** Thomas Baer

Betrieb», wie einst der Winterthurer Sternwarteleiter mithören konnte, als ein Dreikäsehoch seinen Papa fragte, warum denn die Sonnenuhr an der Fassade des Observatoriums eine falsche Uhrzeit anzeige. Die lapidare Antwort des Vaters nach längerem ringen um eine Antwort, sie sei ausser Betrieb!

Eine Sonnenuhr zeigt eben stets die «wahre Ortszeit» [WOZ] an und nicht unsere Uhrzeit, die an die Zonenzeit gebunden ist. Wie bereits geschrieben, ist für

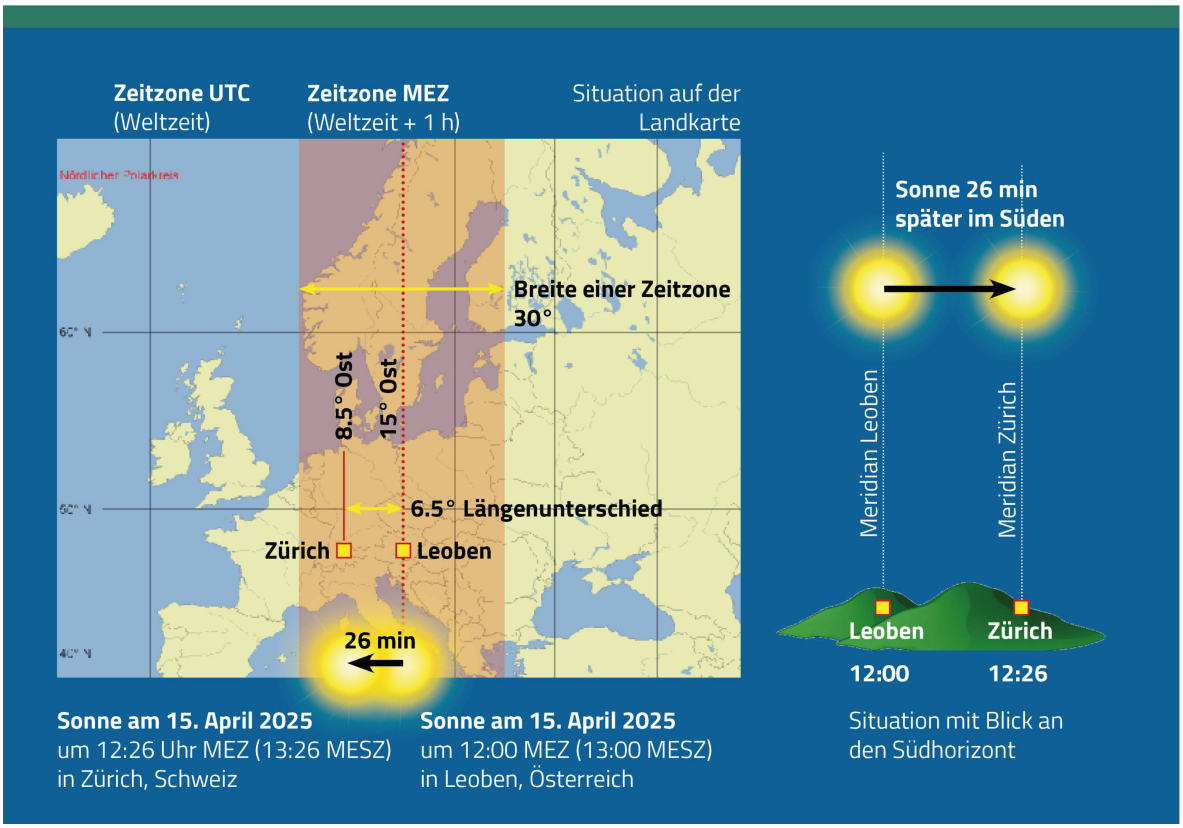



**Abbildung 3:** Zürich liegt 6.5° westlich des 15. östlichen Längengrads (Mitte der Mitteleuropäischen Zeitzone MEZ). Somit verspätet sich hier der «wahre Mittag» stets um 26 Minuten.
Warum wurde hier das Jahr 2025 gewählt? Mit dem Schalttag 2024 wird die «Sonne» wieder an die «richtige Position» gerückt. So steht sie am 15. April 2025 um 12:00 Uhr MEZ exakt im Meridian.

**Infografik:** Thomas Baer

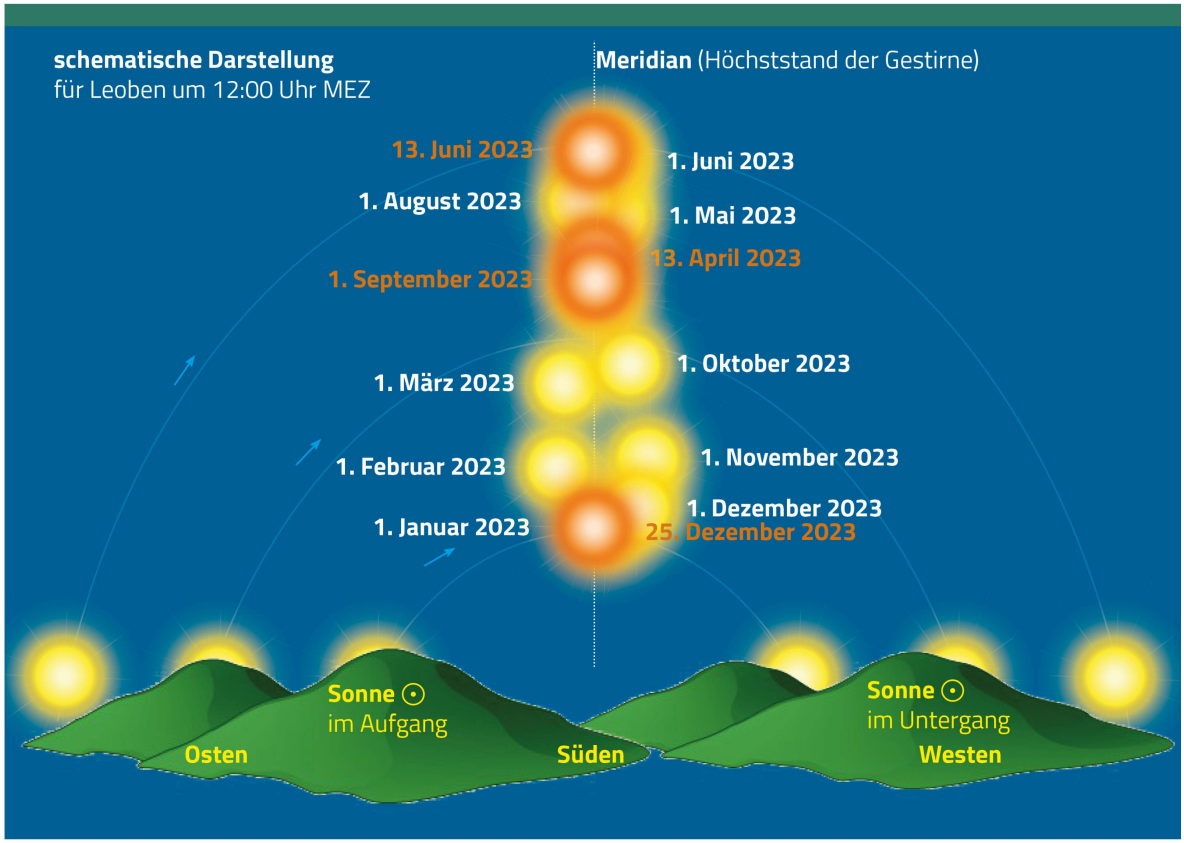



**Abbildung 4:** Nur viermal im Jahr ist auch in Leoben auf dem 15. östlichen Längengrad (Sommerzeit hier einmal nicht berücksichtigt) wirklich um 12:00 Uhr MEZ auch «wahrer Mittag» (Sonne genau im Meridian).

**Infografik:** Thomas Baer

jeden Längengrad dann Mittag, wenn die Sonne genau im Südmeridian (auf der Südhalbkugel im Nordmeridian) steht, also den höchsten Punkt ihres Tagbogens über dem Horizont erreicht hat. Anders erklärt: Jeder Ort hat gemäss seines Längengrads, auf dem er sich befindet, im Vergleich mit seinem östlichen oder westlichen Nachbarort eine kleine zeitliche Differenz. Wenn also Zürich die Sonne im Meridian hat und den «wahren Mittag» erlebt, so dauert es in Genf, das rund 1° weiter westlich liegt, genau 4 Minuten, bis auch in der Calvin-Stadt die Sonne exakt im Süden steht.

### DAS PROBLEM MIT DER «WAHREN ORTSZEIT»

So schön Sonnenuhren anzusehen sind, so unpraktisch sind oder waren sie, als in Mitteleuropa das Eisenbahnzeitalter eingeläutet wurde und die ersten Fahrpläne erstellt werden mussten. Damals gab es im Deutschen Reich noch die Hamburger-, die Berliner- oder Münchner-Zeit, und in der Schweiz galten die Pariser-, die Berner- und die Genfer-Zeit. Innert Kürze hätte wohl beim Eisenbahnfahren ein ziemliches Zeitendurcheinander geherrscht, wären die Fahrpläne nach der «wahren Ortszeit» angegeben worden. In Amerika war man, wie so oft, mit der Idee einer sogenannten Zonenzeit weit fortgeschritten. Man unterteilte 1883 den amerikanischen Kontinent in gleichmässige Zeitabschnitte. So galt innerhalb eines jeden Abschnitts dieselbe Zeit. In Europa dauerte es länger: Im Deutschen Reich wurde die Mitteleuropäische Zeitzone MEZ erst 1893 gesetzlich abgesegnet. In der Schweiz verstrich noch ein weiteres Jahr, bis auch hierzulande von der bis dahin geltenden «Berner-Zeit» Abschied genommen und die Zonenzeit eingeführt wurde.

Jede Zeitzone ist 30° breit. Für die Mitteleuropäische Zeitzone bedeutet dies, dass der wahre Mittag nur auf dem 15. östlichen Längengrad einigermassen um 12:00 Uhr stattfindet. Weiter östlich passiert die Sonne den Meridian zu früh, westlich davon zu spät. Auch dies können wir schön veranschaulichen, wenn wir einmal Leoben in der Steiermark (fast auf 15° Ost) mit Zürich (8.5° Ost) vergleichen. Wenn Leoben Mittag hat, so dauert es in Zürich noch ganze 26 Minuten länger, bis das Tagesgestirn genau im Süden steht (6.5° x 4 min). Diese Zeitdifferenz – dies nur am Rande angemerkt – muss man auf einer Sternkarte, die auf 15° Ost geeicht ist, korrigieren (addieren), wenn man etwa die Auf- und Untergangszeiten von Sternen korrekt ablesen will.

### SELBST IN LEOBEN IST MITTAG NUR VIERMAL IM JAHR GENAU UM 12:00 UHR

Wenn wir die Sonne über ein ganzes Jahr einmal genau beobachten, sprich, ihre Positionen Tag für Tag um 12:00 Uhr festhalten könnten, würden wir sehen, dass sie in gewissen Monaten einmal vorauseilt, dann wieder zurückbleibt. Nur an vier Ter-

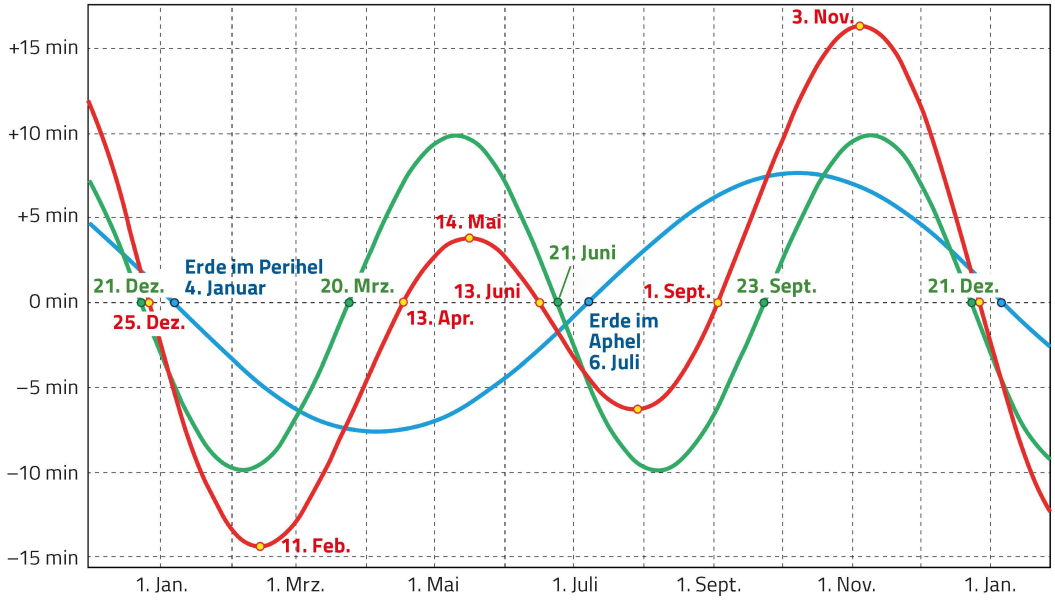



**Abbildung 5:** Die Zeitgleichung (rote Kurve) für das Jahr 2023. Wir sehen, dass die Abweichungen zwischen «wahrer Ortszeit» [WOZ] und «mittlerer Ortszeit» [MOZ] im Februar und November am grössten ist. Wenn die Zeitgleichung 0 min beträgt, dann stimmen WOZ und MOZ überrein. An diesen Tagen muss man eine Sonnenuhr nicht korrigieren. Die grüne Kurve zeigt die schiefe der Erdachse, die blaue Kurve die Exzentrizität der Erdbahn.

**Grafik:** Thomas Baer

minen im Jahr ist auf dem 15. östlichen Längengrad Mittag effektiv um 12:00 Uhr, nämlich am 25. Dezember, am 13. April, am 13. Juni und am 1. September.

Die Ursache für diese Abweichung ist schnell gefunden. Wie eingangs beschrieben, umkreist die Erde unsere Sonne in einem Jahr einmal, aber nicht auf einer Kreisbahn, sondern auf einer Ellipse. So standen wir der Sonne am 4. Januar 2023 am nächsten und werden am 6. Juli 2023 am weitesten von ihr entfernt sein. Dies hat nun eine Auswirkung auf die Bahngeschwindigkeit der Erde; diese ist nicht gleichmässig, sondern variiert zwischen 30.29 km/s (oder 109'044 km/h) in Sonnennähe (Perihel) und 29.29 km/s (105'444 km/h) in Sonnenferne. Gleichzeitig aber rotiert die Erde stets gleichmässig um ihre Achse. Die Überlagerung der ungleichen Bahngeschwindigkeit mit der gleichmässigen Rotation sorgt nun dafür, dass die Sonne einmal etwas eher den Meridian passiert, dann wieder verspätet. Besonders eilig hat sie es jeweils Mitte November; dann steht sie fast 16½ Minuten zu früh im Mittag. Mitte Februar dagegen nimmt sie es gemütlich: Die «Verspätung» des Mittags beträgt jetzt etwas mehr als 14 Minuten; dies immer im Vergleich zu einer mit konstanter Geschwindigkeit um die Sonne wandernden Erde. Wir sprechen von der «Mittleren Ortszeit» [MOZ].

## WAS IST DENN DIE SOMMERZEIT?

Seit Beginn der 1980er-Jahre fügen wir künstlich stets am letzten Märzwochenende eine zusätzliche Stunde ein. Die Effekte kennen wir; abends bleibt es länger hell, und der Mittag wird in den frühen Nachmittag hinein verschoben. Einst glaubte man, mit dieser sommerlichen Zeitumstellung, die in Mitteleuropa bis zum letzten Oktoberwochenende gilt, vor allem energietechnische Vorteile zu gewinnen. Doch dies erwies sich schon rasch als Mär; aber die Sommerzeit ist dennoch geblieben, obwohl diese unserem Biorhythmus völlig widerspricht.

Eigentlich ist die Mitteleuropäische Normalzeit [MEZ], die für unsere Zeitzone ideale Zeit, denn da erfolgen die Sonnenaufgänge, die Meridiandurchgänge (Sonnenhöchststand) und die Sonnenuntergänge zu den Zeiten, wie sie eigentlich «normal» wären.

Seitdem jährlich die Uhren vor- und im Herbst wieder zurückgestellt werden, ist eine hitzige Debatte entbrannt. 2018 liess *Jean Claude Juncker*, der damalige EU-Kommissionspräsident innerhalb der Europäischen Union, über die Abschaffung der Zeitumstellung abstimmen. Die Umfrage war alles andere als repräsentativ, denn von den 84 % EU-Bürgern, die für eine Abschaffung stimmten, waren die meisten aus Deutschland!

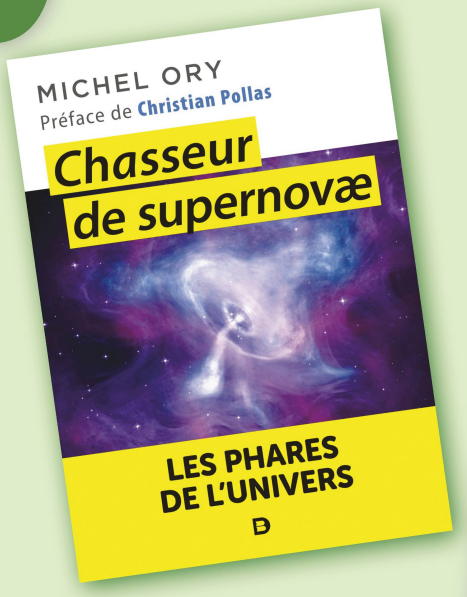
Und so kam, wie es kommen musste: Die Diskussion entbrannte, ob man bei einer Abschaffung der Zeitumstellung die Europäische Normal- oder die dauerhafte Sommerzeit [MESZ] beibehalten möchte. Während die osteuropäischen Staaten eher für eine dauerhafte Sommerzeit waren, wollen die westeuropäischen Länder wie Spanien und Portugal die Normalzeit, denn mit einer dauerhaften Sommerzeit hätten wir selbst in der Schweiz das Problem, dass im Winterhalbjahr die Sonne erst nach 09:00 Uhr MESZ aufginge, in Spanien sogar erst gegen 10:00 Uhr MESZ! <

### Sie wählen aus – wir berichten

In der Rubrik «Nachgedacht – nachgefragt» greifen wir astronomische Fragen von Leserinnen und Lesern auf. In jeder ORION-Ausgabe schlagen wir drei Themen vor, über die auf der ORION-Website via QR-Code (oben) abgestimmt werden kann. Die Frage mit den meisten Stimmen wird im nächsten Heft behandelt. Zur Auswahl für ORION 3/23 stehen folgende Themen:

- Können wir das Kreuz des Südens einst in Zürich sehen?
- Verliert die Erde ihren Mond?
- Kennen andere Kulturen andere Sternbilder?

Tipp




**ORY Michel, Chasseur de supernovae**
**1. Auflage: Erschienen am 21. März 2023**
**208 Seiten, mit Karikaturen von Pitch Comment**
**Taschenbuch, 15 x 1.4 x 21 cm, 385 g**
**Herausgeber: DE BOECK SUP**
**Preis: EUR 20.50**
**ISBN 978-2807347649**

Supernovae sind nicht nur aussergewöhnliche himmlische Spektakel; sie spielen eine wichtige Rolle in der ständigen Entwicklung des Universums. Wie schaffen es diese Sterne, in der Dämmerung ihres Lebens in wenigen Sekunden zu implodieren, um das Universum neu zu besäen und dabei eine Schockwelle auszulösen, die der Stärke von mehr als 1'000 Atombomben entspricht? Seit den 1930er-Jahren mussten viele Physiker mobilisiert und Hunderte von Supernovae geduldig beobachtet werden, um zu verstehen, dass der Kosmos – den wir ruhig und friedlich erleben – alles andere als beschaulich ist.

Dieses farbenfrohe kleine Buch befasst sich mit dem Tod von Sternen, einer Thematik, die physikalisch für viele von uns die Grenzen des Vorstellbaren sprengt. *Michel Ory*, der selber zwei Supernovae entdeckt hat, schafft es allerdings, uns auf die «Jagd» nach diesen kosmischen Explosionen mitzunehmen, und räumt dabei so manchem Profi-Astronomen, aber auch dem einfachen Amateur, der sich mit diesen alternden Sternen beschäftigt, einen Ehrenplatz ein.

Mit Leidenschaft geschrieben, steckt das gelungene, fast comicartig anmutende Taschenbuch voller praktischer Ratschläge. Eine hochkomplexe Materie wird einfach verständlich vermittelt, ohne physikalischen Formeln, sondern in einer Sprache, die auch ein Laie versteht.

Das Vorwort schrieb der Astronom *Christian Pollas*, ein Spezialist auf dem Gebiet Supernovae. Die zahlreichen Fotos wurden sowohl von Profis als auch von Amateuren aufgenommen. Zusätzliche Illustrationen stammen vom Karikaturisten *Pitch Comment*. Diese lockern das in kurze überschaubare Kapitel gegliederte Taschenbuch spielerisch auf und machen regelrecht neugierig.

Das Buch ist in französischer Sprache erschienen; vielleicht ein guter Grund, sich auf unsere schöne zweite Landessprache einzulassen. <

(Rezension: *Thomas Baer*)

# ASTRONOMIE für KIDS

## Räuber Hotzenplotz und die Mondrakete

Schwarzer Hut mit roter Feder, grosse Nase, sieben Messer und eine Pfefferpistole: Wer kennt nicht den Räuber Hotzenplotz? Ab April treibt der mürrische Räuber sein Unwesen im Verkehrshaus Planetarium. Gelingt es Kasperl und Seppel, den Unhold einzufangen? Im Planetarium wirst du es erfahren. Es erwartet dich eine Show mit liebevoll animierten Bildwelten im Ganzkuppelformat, Surround-Sound sowie ein lehrreicher Exkurs über die Raumfahrt.

## Wie eine Maus zum Mond reiste

Astronomisches Bilderbuch im Verkehrshaus Planetarium

Was meinst du? Könnte der Mond aus Käse sein? Davon sind die Mäuse in der Planetarium-Show «Armstrong – Die abenteuerliche Reise einer Maus zum Mond» überzeugt. Doch der kleine Mäuserich Armstrong glaubt nicht daran und möchte den anderen beweisen, dass dies nicht so ist. Schließlich macht er sich daran, in seiner Dachkammer eine Rakete zu bauen, um als erste Maus zum Mond zu fliegen. Wird er es schaffen? Und was für Abenteuer warten auf den mutigen kleinen Mäuserich? Finde es im Verkehrshaus Planetarium in Luzern heraus und begleite Armstrong auf seiner abenteuerlichen Reise durch dieses animierte Bilderbuch. Am Schluss erwartet dich zudem ein Live-Teil, in dem dir das Personal noch weitere spannende Details zum Mond erklärt.

DIE SPANNENDE GESCHICHTE VON ARMSTRONG DES AUTORS TORBEN KUHLMANN GIBT ES AUCH ALS QUALITATIV HOCHWERTIGES BILDERBUCH IM VERKEHRSHAUS SHOP IN LUZERN. DAS IDEALE GESCHENK FÜR GEMÜTLICHE LESEABENDE MIT DER FAMILIE.

**KUHLMANN Torben, Armstrong – Die abenteuerliche Reise einer Maus zum Mond**

**Hardcover / 21.5 x 28 cm**
**Seitenzahl: 128**
**NordSüd Verlag AG**
**Preis: € D 22.00 / € A 22.70 / CHF 28.90**
**ISBN: 978-3-314-10348-3**

WENN DU DIESEN QR-CODE EINLIEST, ERFÄHRST DU VIEL MEHR ÜBER DAS PLANETARIUM UND ARMSTRONG. HIER KANNST DU AUCH GLEICH TICKETS KAUFEN!

## Informationen zur Vorführung

| | |
|---|---|
| Dauer | 50 min (inkl. Liveteil) |
| Genre | Kinder / Animation / Raumfahrt |
| Sprache | Deutsch |
| Übersetzung | Englisch (Kopfhörer); Live-Teil nur in Deutsch |
| Empfohlenes Mindestalter | 5 Jahre |

SONNENBEOBACHTUNG:
DEUTLICHER **ANSTIEG** DER **SONNENAKTIVITÄT**

# MAXIMUM DES 25. AKTIVITÄTSZYKLUS IN SICHT

Beitrag: Dr. Thomas K. Friedli

Seit dem letzten Minimum im Dezember 2019 sind auf der Sonne immer mehr Aktivitätsgebiete sichtbar geworden. Nun mehren sich die Anzeichen, dass das nächste Maximum bald erreicht werden wird. Ideale Bedingungen also, um mit entsprechend ausgerüsteten Teleskopen die Sonne zu beobachten und den täglichen Wechsel der Aktivitätsphänomene zu verfolgen.

Die Überwachung der Sonnenaktivität ist eine überaus spannende und faszinierende Angelegenheit. Jeder Beobachtungstag ist einzigartig, jede versäumte Beobachtung kann nicht nachgeholt werden (Abbildung 1).

## DIE FACHGRUPPE SONNE DER SAG

Im Februar 1978 wurde eine Fachgruppe Sonne der SAG gegründet. Die Entwicklung, Durchführung und Auswertung gemeinsamer Beobachtungsprogramme erwiesen sich in der Folge jedoch als ziemlich schwierig. Erst ab 1986 konnte ein langzeittaugliches Programm für die Bestimmung der Wolfschen Sonnenfleckenrelativzahl etabliert werden. Seither wurde viel Zeit und Energie in die Ausbildung der Beobachter und in die solarstatistische Auswertung dieses überregionalen Überwachungsprogramms gesteckt.

## DIE RUDOLF WOLF GESELLSCHAFT

*Rudolf Wolf* (1816 – 1893) begann im Januar 1849 in Bern mittels eines originalen 83/1320 mm Fraunhoferrefraktors ein tägliches Überwachungsprogramm der Sonnenaktivität, welches nach seinem Wechsel von Bern nach Zürich auch an der von ihm begründeten Eidgenössischen Sternwarte fortgeführt wurde. Nach der endgültigen Schliessung der Beobachtungsstation auf der Semper-Sternwarte im Dezember 1995 konnte die Rudolf Wolf Gesellschaft die täglichen Standardbeobachtungen am historischen Fraunhoferrefraktor nahtlos weiterführen. Damit eröffnete sich der Sonnengruppe der SAG die einmalige Möglichkeit, ihre eigenen Beobachtungen auf die originale Wolfsche Skala zu kalibrieren. Sie fusionierte daher mit der Rudolf Wolf Gesellschaft, welche ihrerseits im Jahr 2000 als 40. Sektion der SAG beitrat.

### UMFANGREICHER URLISTENKATALOG

In jahrelanger Arbeit wurden die zahlreich vorhandenen originalen Beobachtungsreihen von freiwilligen Helfern bis 1986 zurück nacherfasst und in einer Datenbank gespeichert. Dieser öffentlich zugängliche Urlistenkatalog der Einzelbeobachtungen ist eine Spezialität der Rudolf Wolf Gesellschaft. Sein Wert ist weniger darin begründet, dass er erstaunlich viele Einzelbeobachtungen umfasst, welche nun nach neuesten statistischen Methoden zu einer gemeinsamen Beobachtungsreihe verarbeitet werden können, als vielmehr darin, dass er Beobachtungen von unterschiedlichen Instrumenten und von Beobachtern mit ganz unterschiedlicher Erfahrung und Ausbildung enthält. Dadurch kann versucht werden, diese Faktoren in die Kalibrierung miteinzubeziehen. Derartige Erkenntnisse sind insbesondere für die Rekonstruktion der Sonnenaktivität im 17. und 18. Jahrhundert wertvoll, da dort nur wenige Beobachtungsreihen vorliegen, deren Qualität ohne entsprechende Vergleichsmöglichkeiten nur schwierig beurteilt werden kann.

### INSTRUMENTELLE VORAUSSETZUNGEN

Das tägliche Beobachtungsprogramm und die Datenerfassung sind so angelegt, dass innerhalb von maximal 30 Minuten alle Messgrössen erfasst werden können. Dadurch ist das Beobachtungsprogramm auch für werktätige Amateure durchführbar, da nicht nur an den Wochenenden oder in den Ferien, sondern während der Gültigkeit der Sommerzeit auch am Abend beobachtet werden kann. Für die erfolgreiche Teilnahme ist weder ein grosses und teures Teleskop noch ein Hochschulstudium oder eine technisch-mathematische Ausbildung vonnöten. Es haben im Laufe der Jahre denn auch schon Schüler, Hausmänner, Managerinnen und Rentner am visuellen Beobachtungsprogramm der Rudolf Wolf Gesellschaft teilgenommen. Wir empfehlen Neubeobachtern, für die täglichen Beobachtungen einen 4 Zoll Refraktor mit Helioskop zu verwenden (Abbildung 3). Dies liefert den besten Beobachtungsgenuss und ist langfristig vollständig wartungs- und verschleissfrei. Da auch keine äquatoriale Ausrichtung der Montierung und keine motorische Nachführung benötigt werden, sind diese Instrumente in der Regel rasch verfügbar und überall einsetzbar, insbesondere auch auf Balkonen, Terrassen etc. Einzige Vorgabe, die wir explizite machen, ist eine Beobachtungsvergrösserung um 64-fach. Auch sollte die Sonnenscheibe bei der Beobachtung vollständig sichtbar sein. Ein modernes Weitwinkelokular erfüllt diese Vorausset-

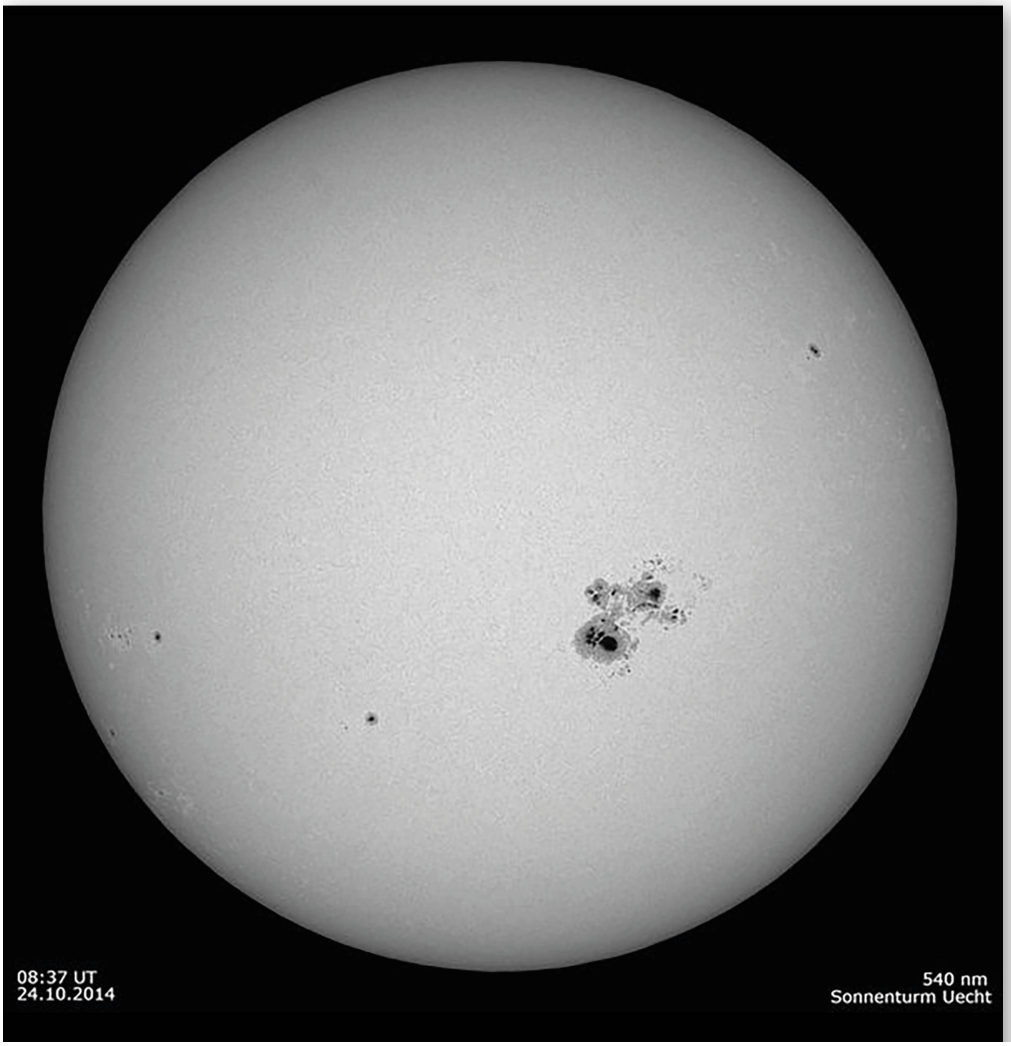



**Abbildung 1:** Die Photosphäre der Sonne im grünen Licht bei 540 nm Wellenlänge am 24. Oktober 2014 um 08:37 UT. Aufnahme am TeleVue NP-101 Refraktor des Sonnenturms Uecht in Niedermuhlern. Baader 2" Cool-Ceramic Savety Herschelprisma mit Baader 2" ND Graufiltern und Baader 2" Solar Continuum Filter. Canon 550D DSLR mit 5184 x 3456 Pixeln und einer Auflösung von 0.62 Bogensekunden pro Pixel. LiveView Fokussierung und Waveletfilterung in MaxIm DL 5. Zu sehen sind mehrere Aktivitätsgebiete mit dunklen Sonnenflecken und hellen Fackelfeldern.

**Bild:** Patrick Enderli

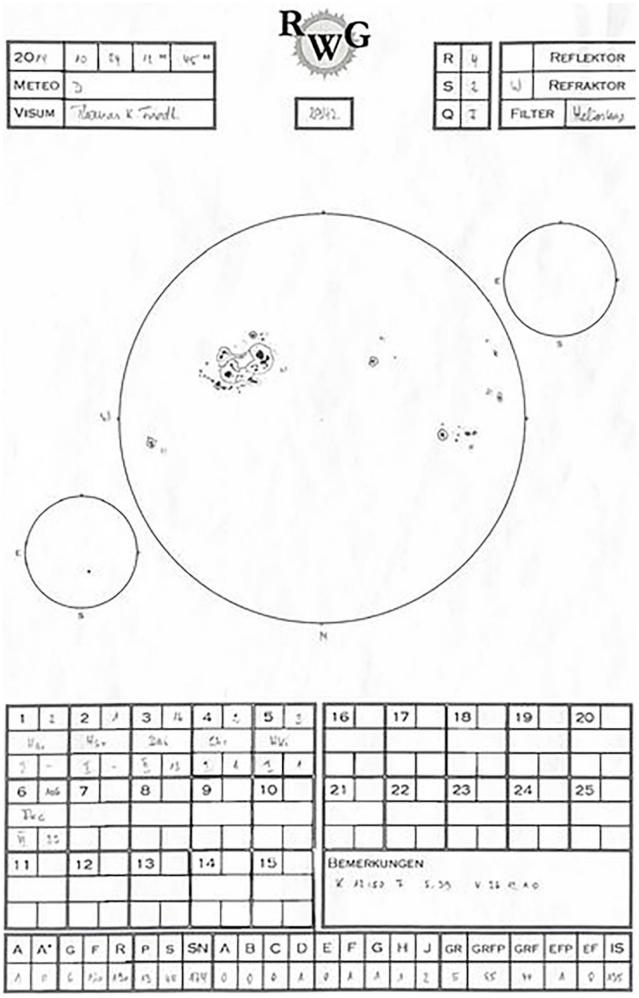



**Abbildung 2:** Tagesprotokoll vom 24. Oktober 2014. Beobachtung von Dr. *Thomas K. Friedli* am historischen 83/1320 mm Fraunhoferrefraktor Rudolf Wolfs mit Merzschem Polarisationshelioskop und 64-facher Vergrösserung. Gegenüber Abbildung 1 ist die Skizze um 180 Grad zu drehen.

**Bild:** Dr. Thomas K. Friedli

zungen meistens mühelos. In regelmässigen Abständen führen wir zudem Einführungskurse durch und veranstalten gemeinsame Teleskoptreffen, um die Tauglichkeit der neuesten Geräte am Markt beurteilen zu können.

## DAS TAGESPROTOKOLL

Herzstück der täglichen Beobachtung ist die Beobachtungsskizze mit der Erfassung der Aktivitätsindikatoren für jedes einzelne Aktivitätsgebiet (Abbildung 2). Die Charakterisierung der Tagesaktivität erfolgt nicht nur anhand einer einzigen Zahl, sondern anhand unterschiedlicher Teilindices. Dies ermöglicht insbesondere die retrospektive Kalibrierung der selbst bestimmten Sonnenfleckenrelativzahlen auf die originale Wolfsche Skala.

Für die tägliche Erfassung am Instrument wird beginnend mit dem Ostrand der Sonnenscheibe jedes Aktivitätsgebiet erst einmal abgezeichnet, wobei es weniger darauf ankommt, jedes Detail quasifotografisch festzuhalten als vielmehr in einer typähnlichen Skizze wiederzugeben. Dabei sollte der Sonnenbeobachter ähnlich wie ein Kartograph das Wesentliche eines Aktivitätsgebietes wiedergeben, ohne sich in Details zu verlieren. Eine Nachzählung der Anzahl Flecken anhand der erstellten Skizze ist in der Regel nicht möglich und auch gar nicht erwünscht. Von jedem Aktivitätsgebiet wird sodann die Anzahl Einzelflecken gezählt und die Entwicklungsklasse nach dem leicht modifizierten Klassifikationsschema von *Patrick McIntosh* bestimmt. Schliesslich wird noch gezählt, wie viele Penumbrae und wie viele Einzelflecken ausserhalb der Penumbrae in jedem Aktivitätsgebiet auftreten.

In einem hohen Aktivitätsmaximum treten bis zu 25 Aktivitätsgebiete gleichzeitig auf. Gegenwärtig befinden wir uns in einem nicht so starken Aktivitätszyklus und können trotz Maximumsphase durchschnittlich nur etwa 10 Aktivitätsgebiete gleichzeitig beobachten. Nach der Erfassung werden die Ergebnisse direkt in die gemeinsame Datenbank der Rudolf Wolf Gesellschaft eingegeben. Die ausgefüllten Tagesprotokolle verbleiben beim Beobachter. Die eingegangenen Beobachtungen werden von *Marcel Bissegger* zu den provisorischen Swiss Wolf Numbers vereinigt und monatlich veröffentlicht.

**Abbildung 3:** Zwei azimutal montierte langbrennweitige Fraunhofer Refraktoren auf einem Hartholzstativ. Für die Sonnenbeobachtung wurden beide Refraktoren mit einem Helioskop ausgerüstet und mit einem Weitwinkelokular mit einer Vergrösserung um 64 versehen.

**Bild:** Dr. Thomas K. Friedli

Einmal jährlich werden die gesammelten Beobachtungen in den öffentlich zugänglichen Urlistenkatalog der Rudolf Wolf Gesellschaft aufgenommen. Dort werden sie anhand der Standardbeobachtungen vom Autor am historischen 83/1230 mm Fraunhofer Refraktor von *Rudolf Wolf* kalibriert und gemeinsam mit den anderen Beobachtungen zu den definitiven Swiss Wolf Numbers vereinigt. Abbildung 4 zeigt den Verlauf der beobachteten und der ausgeglichenen Monatsmittel der kalibrierten definitiven Sonnenflecken-

**Abbildung 4:** Beobachtete und ausgeglichene Monatsmittel der Swiss Wolf Numbers Version 2.0 von Januar 1996 bis Dezember 2022, basierend auf den Beobachtungen der Rudolf Wolf Gesellschaft.

**Grafik:** Dr. Thomas K. Friedli

relativzahlen der Rudolf Wolf Gesellschaft seit 1986, basierend auf mehr als 75‘000 Einzelbeobachtungen von rund 100 Beobachtern.

### BEOBACHTUNGSAUFRUF

Wie den beigefügten Prognosen bis Juni 2023 zu entnehmen ist, wird die Sonne noch in diesem Jahr in die Maximumsphase des 25. Aktivitätszyklus eintreten. Wir erwarten das Maximum im Laufe der nächsten zwei Jahre. Sonnenbeobachtung lohnt sich nun also ganz besonders! Ich möchte daher die vielen Amateurastronomen animieren, die Sonne regelmässig zu beobachten und ihre Messungen nach unserem Programm zu erfassen und in den gemeinsamen Datenpool einzubringen! Machen Sie daher mit am visuellen Beobachtungsprogramm der Rudolf Wolf Gesellschaft! Unsere Einführungskurse bieten die nötige Grundausbildung. Praktische Erfahrungen können auch an den von *Patrick Enderli* durchgeführten Sonnen-Höcks gesammelt und ausgetauscht werden. Die Teilnahme steht jedem interessierten SAG Mitglied offen.

### DIGITALES BEOBACHTUNGSPROGRAMM

Für diejenigen Amateurastronomen, welche die Sonnenaktivität zusätzlich zur visuellen Beobachtung regelmässig auch auf mehr quantitativer Basis verfolgen möchten, baut die Rudolf Wolf Gesellschaft in Zusammenarbeit mit dem Observatorium Sonnenturm Uecht seit Jahren auch ein digitales Beobachtungsprogramm auf. Dieses basiert auf der Auswertung von täglichen digitalen Aufnahmen der Sonne im Weisslicht und in Ca II K (Abbildung 5). Bestimmt werden hierbei Positionen und Flächen von Sonnenflecken sowie Positionen, Flächen und Helligkeiten von chromosphärischen Fackelgebieten. Auch zu diesem digitalen Programm bietet die Rudolf Wolf Gesellschaft regelmässig Einführungskurse sowie die Gelegenheit zum Erfahrungsaustausch an. <

**DER AUTOR** Dr. Thomas K. Friedli, Rudolf Wolf Gesellschaft
*Dr. Thomas K. Friedli ist Leiter Bereich Mathematik im Bundesamt für Sozialversicherungen (BSV), Bern. In seiner Freizeit beobachtet er die Sonne mit dem historischer Fraunhoferrefraktor von Rudolf Wolf.*

**LINKS & LITERATUR**

- www.rwg.ch
- www.wolfinstitute.ch
- www.sonnenturmuecht.ch

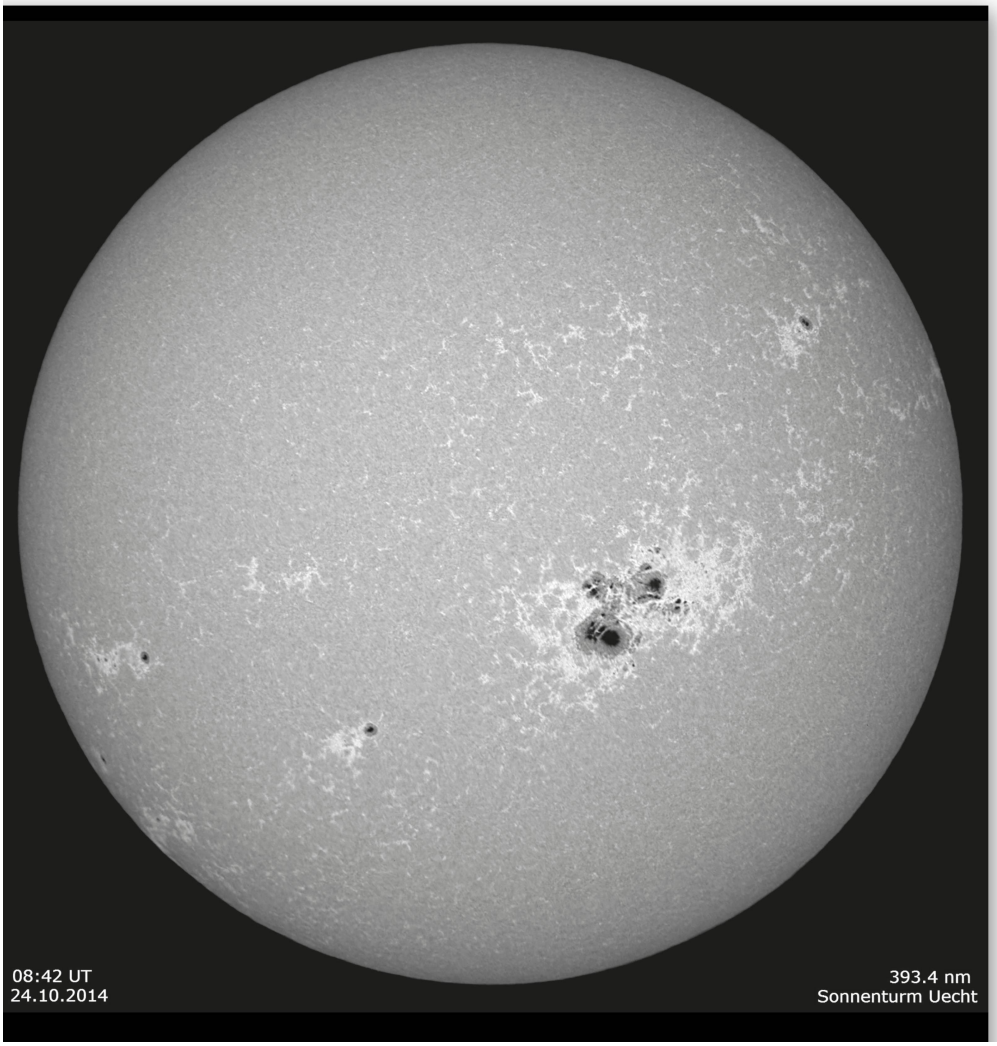
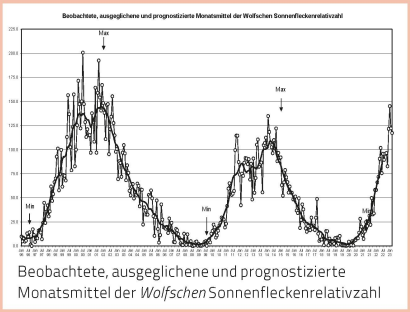



**Abbildung 5:** Die Chromosphäre der Sonne in Ca II K am 24. Oktober 2014 im Maximum des 24. Aktivitätszyklus. Aufnahme mit dem TeleVue NP-101 Refraktor des Sonnenturm Uecht in Niedermuhlern, ausgerüstet mit einem Lunt Ca II K Diagonal Filtermodul (Halbwertsbreite 0.24 nm) und einer Atik 4000 CCD-Kamera mit einer Auflösung von 1.0 Bogensekunden pro Pixel. Zu sehen sind neben den dunklen Sonnenflecken auch chromosphärische Fackelgebiete (Plages) sowie das chromosphärische Netzwerk.

**Bild:** Patrick Enderli

# Swiss Wolf Numbers 2023

*Marcel Bissegger,* Gasse 52, CH-2553 Safnern




Beobachtete, ausgeglichene und prognostizierte Monatsmittel der *Wolfschen* Sonnenfleckenrelativzahl

**Januar 2023** — **Mittel: 140.7**

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 112 | 93 | 117 | 105 | 122 | 145 | 122 | 146 | 133 | 177 | |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | |
| 183 | 231 | 116 | 197 | 209 | 198 | 197 | 208 | 210 | 207 | |
| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
| 182 | 166 | 176 | 161 | 143 | 118 | 94 | 94 | 87 | 59 | 79 |

**Februar 2023** — **Mittel: 134.7**

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 54 | 68 | 79 | 80 | 83 | 138 | 112 | 133 | 150 | 190 |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 190 | 173 | 158 | 182 | 135 | 96 | 96 | 117 | 104 | 121 |
| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | | |
| 121 | 109 | 123 | 129 | 136 | 104 | 137 | 102 | | |

**März 2023** — **Mittel: 107.1**

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 103 | 90 | 123 | 123 | 128 | 162 | 140 | 171 | 180 | 156 | |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | |
| 163 | 142 | 95 | 125 | 106 | 95 | 68 | 43 | 62 | 84 | |
| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
| 69 | 105 | 120 | 156 | 114 | 137 | 125 | 133 | 168 | 89 | 65 |

| 1/2023 | Name | Instrument | Beob. |
|---|---|---|---|
| | Bissegger M. | Refr 100 | 3 |
| | Erzinger T. | Refr 90 | 2 |
| | Friedli T. | Refr 40 | 5 |
| | Friedli T. | Refr 80 | 5 |
| | Früh M. | Refl 300 | 4 |
| | Käser J | Refr 100 | 7 |
| | SIDC S. | SIDC 1 | 17 |
| | Zutter U. | Refr 90 | 8 |

| 2/2023 | Name | Instrument | Beob. |
|---|---|---|---|
| | Bissegger M. | Refr 100 | 9 |
| | Ekatodramis S. | Refr 120 | 4 |
| | Enderli P. | Refr 102 | 4 |
| | Erzinger T. | Refr 90 | 1 |
| | Erzinger T. | Refr 90 | 10 |
| | Friedli T. | Refr 40 | 10 |
| | Friedli T. | Refr 80 | 10 |
| | Früh M. | Refl 300 | 16 |
| | Käser J. | Refr 100 | 13 |
| | Kortschak H. | Refr 125 | 2 |
| | Kortschak H. | Refr 140 | 1 |
| | Meister S. | Refr 125 | 6 |
| | Menet M. | Refr 102 | 1 |
| | SIDC S. | SIDC 1 | 7 |
| | Weiss P. | Refr 82 | 15 |
| | Zutter U. | Refr 90 | 17 |

| 3/2023 | Name | Instrument | Beob. |
|---|---|---|---|
| | Bissegger M. | Refr 100 | 6 |
| | Ekatodramis S. | Refr 120 | 2 |
| | Erzinger T. | Refr 90 | 1 |
| | Erzinger T. | Refr 90 | 6 |
| | Friedli T. | Refr 40 | 4 |
| | Friedli T. | Refr 80 | 4 |
| | Früh M. | Refl 300 | 18 |
| | Käser J. | Refr 100 | 13 |
| | Meister S. | Refr 125 | 6 |
| | Niklaus K. | SDO 2048 | 1 |
| | SIDC S. | SIDC 1 | 7 |
| | Weiss P. | Refr 82 | 15 |

# Swiss Occultation Numbers 2023 (Fachgruppe Sternbedeckungen SOTAS (www.occultations.ch)

**Januar, Februar & März 2023**

| Datum | Asteroid / Mond | Bedeckter Stern | Stationen BUE | CUG | FAI | GNO | HIM | LOC | MCE | MEN | MUZ | SCH | SMA | WET |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 05.01. | (4905) Hiromi | UCAC4 458-038602 | | | | | | | | | O+ | | | |
| 11.01. | 2008 EP34 | TYC 1286-01127-1 | | | | O+ | | | | | | | | |
| 17.01. | (891) Gunhild | TYC 1895-01282-1 | | | | | | | | | O+ | | | |
| 18.01. | (43152) 1999 XM115 | TYC 1335-00660-1 | | | | O+ | | | | | | | | |
| 01.02. | (95859) 2003 FA122 | UCAC4 479-009240 | | | | O+ | | | | | | | | |
| 04.02. | (764) Gedania | UCAC4 520-037672 | | O+ | | O+ | | | | | | | | |
| 08.02. | (1243) Pamela | UCAC4 510-022452 | O+ | | | | | | | | | | | |
| 09.02. | (21262) Kanba | TYC 810-01220-1 | | | | | | | | | | | | O+ |
| 14.02. | (95702) 2002 JY112 | TYC 0659-00240-1 | | | | | | | | | O+ | | | |
| 18.02. | (80079) 1999 JS119 | UCAC4 490-002716 | | O+ | | | | | | | | | | |
| 12.02. | (13244) Dannymeyer | UCAC4 483-044706 | O+ | | | | | | | | | | | |
| 28.02. | (85) Io | UCAC4 455-047902 | | O+ | | O+ | | | | | O+ | | | |
| 05.03. | (221) Eos | TYC 1393-00914-1 | | O+ | | O+ | | | | | | | | |
| 15.03. | (236) Honoria | UCAC4 527-015482 | | | | O+ | | | | | O+ | | | |
| 16.03. | (12392) 1994 WR2 | UCAC4 608-036394 | | | | O+ | | | | | | | | |
| 25.03. | (6230) Fram | UCAC4 562-033163 | | O+ | | O+ | | | | | | | | |
| 27.03. | (331) Etheridgea | UCAC4 477-050079 | | | | O+ | | | | | | | | |

**Stationsinformationen**

**Beobachter**

**BUE** Sternwarte Bülach (S. Meister S. / A. Schweizer)
**CUG** Stat. Cugnasco (A. Manna)
**FAI** Stat. Faido (St. Sposetti)
**GNO** Obs. Gnosca (St. Sposetti)
**HIM** Obs. Himmelried (J. Schenker)
**LOC** Specola Solare Locarno (St. Sposetti)
**MCE** Station Monte Ceneri (St. Sposetti)
**MEN** Station Mendrisio (St. Sposetti)
**MUZ** Station Muzzano (A. Ossola)
**SCH** Sternwarte Schafmatt (J. Käser / J. Schenker)
**SMA** Station St. Margarethen (C. Sauter)
**WET** Station Wettswil (A. Schweizer)

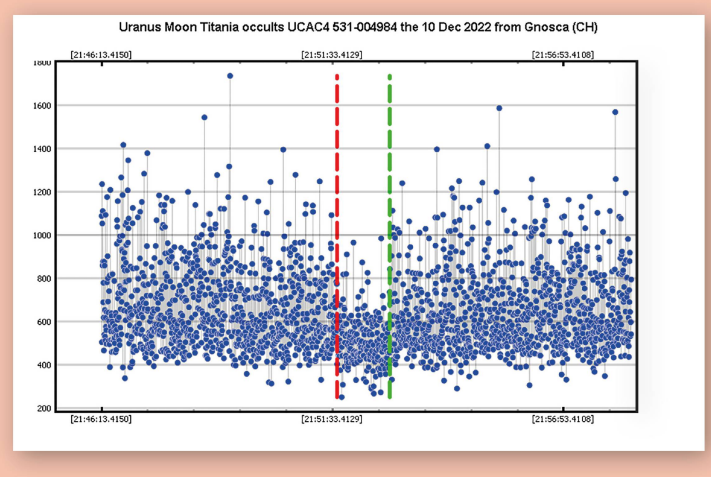



**Abbildung 1:** Am 10. Dezember 2022 bedeckte der Uranusmond Titania (III) den Stern UCAC4 531-004984 während 73.0 Sekunden. Diese Bedeckung konnte durch *Stefano Sposetti* beobachtet und aufgezeichnet werden. Im Diagramm sehen wir, wie die Lichtkurve kurzzeitig sank.

**Lichtkurve:** Stefano Sposetti

# Ein Kometenprojekt

Im vergangenen Januar und Februar konnt man den Kometen C/2022 E3 (ZTF) am Himmel verfolgen. In zahlreichen Medien wurde die Erscheinung gross angekündigt. Von blossem Auge war der Schweifstern jedoch nur von geübten Beobachtern auszumachen. Ein umso schöneres Objekt war er für Schülerinnen und Schüler der Kantonsschule Heerbrugg, die sich im Rahmen eines Praktikumskurses mit den Kometen beschäftigten.

Beitrag: **Benedikt Götz**

An der Kantonsschule Heerbrugg hat die Astronomie einen hohen Stellenwert! Im Rahmen eines Astro-Praktikumskurses, an dem nicht weniger als 13 Lernende teilnahmen, war das Beobachten und Fotografieren des Kometen C/2022 E3 (ZTF) eine willkommene Abwechslung. Die Schülerinnen und Schüler waren daran, sich in einem Kometenprojekt mit dem Thema zu beschäftigen. Vorher hatten sie sich auf das Datensammeln konzentriert. Dabei ist einiges zusammengekommen. Das Bild unten ist vom 25. Januar 2023 und wurde mit einer Canon D6 mit 200 mm Brennweite aufgenommen.

## ASTRONOMIE BEGEISTERT

Die Sternwarte der Kantonsschule Heerbrugg ermöglicht unseren Schülerinnen und Schülern sowie externen Schulklassen, die grosse Welt der Astronomie zu entdecken. Die Sternwarte bietet mit grossen Teleskopen und vielen kleinen mobilen Geräten, Kameras sowie Spektrographen die Möglichkeit, astronomische Fragestellungen auch praktisch im Astrokurs oder für eine Maturaarbeit anzugehen. Daneben gibt es ein modernes digitales Planetarium, um die Sterne förmlich vom Himmel zu holen und viele Wunder des Himmels wetterunabhängig anschaulich zu machen. Ein Planetenweg, der seinen Anfang in der KSH nimmt, führt über informative Tafeln und Modelle bis in den Dorfkern der Gemeinde Au und zeigt die Dimensionen unseres Sonnensystems als Entdeckungsreise. So kann Astronomie anschaulich erlebt werden und spannende Themen wie «woher kommen wir» und «wohin gehen wir» aus Sicht der modernen Astronomie beleuchtet werden. Wer all das genauer wissen möchte, kann den interessanten Astronomie-Kurs an der KSH besuchen, eine Führung buchen oder an den regelmässigen öffentlichen Führungen «Nächte des offenen Daches» teilnehmen.

## EINE NEUE DIMENSION DER STERNBEOBACHTUNG

Ein astronomisches «Geschenk» der besonderen Art gab es auf der Sternwarte der Kantonsschule Heerbrugg bereits vor Weihnachten 2019: Das grosse neue Teleskop, ein CDK20, wurde angeliefert

**Abbildung 1:** Für Astrofotografinnen und Astrofotografen bot der Komet C/2022 E3 (ZTF) ein ästhetisches Sujet. Wir sehen ihn hier am 25. Januar 2023. Beim genauen Hinsehen erkennt man sogar einen Gegenschweif.

**Bild:** Mitglieder des Astro-Praktikumskurses 2022-23 der KSH (Kantonsschule Heerbrugg)

und fachgerecht auf dem Dach der Schule montiert. Ein grosser Lastwagenkran hievte das wertvolle Stück in luftige Höhen, wo es in einem der vorbereiteten Sternwartenhäuschen sein Domizil fand.

In einem grösser angelegten Projekt wurde auf diesen Tag zwei Jahre hingearbeitet, Rückblende: 2017 startete der Förderverein der Sternwarte Heerbrugg ein ambitioniertes Projekt, das die Renovierung und Ersatzbeschaffung des in die Jahre geratenen alten Newton-Fernrohrs vorsah. Man entschied sich für ein modernes Teleskop der Firma Planewave, das durch hochwertige Optik bestach, dazu eine leistungsstarke digitale Montierung von 10-Micron, auf der das neue Gerät dem Lauf der Sterne folgen sollte. Da die Anschaffung den finanziellen Rahmen des Vereins übertraf, wurde ein Sponsoring-Konzept entworfen, das im Jahre 2018 erfolgreich gestartet wurde. Im Herbst stand dann fest, dass die finanziellen Mittel ausreichend waren, das Projekt zu stemmen. Die Bestellung konnte, nach einer Phase der erneuten Evaluierung und durch Beratung diverser Sternwarten mit Erfahrung in diesem Bereich wwie dem Planetarium Kreuzlingen, der Sternwarte Schaffhausen und der Isartalsternwarte bei München, nach der HV des Vereins Anfang 2019 ausgelöst werden.

Nun war Geduld angesagt: Bis das neue Gerät nach Bestellung in den USA gefertigt, verschifft und schlussendlich nach Heerbrugg geliefert werden konnte, vergingen einige Monate des Wartens, aber auch der Vorbereitung der Sternwarte auf das neue Zeitalter in der Astronomie an der KSH. Das alte Fernrohr mit über einer halben Tonne Gesamtgewicht musste abgebaut und in Einzelteilen abtransportiert werden. Ausserdem wurde die Situation auf die Bedürfnisse des neuen modernen Gerätes angepasst. So konnte nun am 10. Dezember 2019 das neue Teleskop quasi durch die Luft mit einem grossen LKW-Kran an seinen Platz segeln. In den folgenden Wochen wurden durch das Sternwartenteam der KSH verschiedene Komponenten für die Beobachtung eingerichtet, bis das Gerät schliesslich seinen Vollbetrieb aufnehmen konnte. Seit dem Frühjahr 2020 ist es für neue Schülergenerationen, externe Klassen, Rheintalerinnen und Rheintaler sowie sowie für grosse und kleine Besucher ein Fenster ins All (ORION berichtete). Durch die moderne Technik ist die Schulsternwarte bereit für Projektarbeiten, Maturaarbeiten sowie für umfassende Sternführungen. <

Führungen sind nach Vereinbarung für Gruppen ab 15 Personen möglich: https://www.ksh.edu/schule/sternwarte/

## Swiss Meteor Numbers 2023

Fachgruppe Meteorastronomie FMA (www.meteore.ch)

**Januar 2023** **Total: 5802**

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 140 | 247 | 44 | 1314 | 117 | 369 | 154 | 124 | 59 | 207 | |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | |
| 70 | 198 | 108 | 200 | 42 | 306 | 175 | 159 | 139 | 263 | |
| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
| 234 | 96 | 112 | 144 | 167 | 42 | 20 | 105 | 186 | 133 | 128 |

Anzahl Sporadische: 3540 Anzahl Sprites: 32
Anzahl Feuerkugeln: 21
Anzahl Meldeformulare: 5

| Video-Statistik 1/2023 | Meteore | | Beob. |
|---|---|---|---|
| Einzelbeobachtungen: | 3887 = | 84% | 3887 |
| Simultanbeobachtungen: | 765 = | 16% | 1915 |
| Total: | 4652 = | 100% | 5802 |

**Februar 2023** **Total: 3578**

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 162 | 100 | 79 | 76 | 81 | 27 | 108 | 95 | 88 | 202 | |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | |
| 236 | 275 | 242 | 290 | 305 | 178 | 128 | 116 | 98 | 187 | |
| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | | | |
| 154 | 52 | 1 | 22 | 58 | 148 | 5 | 65 | | | |

Anzahl Sporadische: 3377 Anzahl Sprites: 1
Anzahl Feuerkugeln: 0
Anzahl Meldeformulare: 0

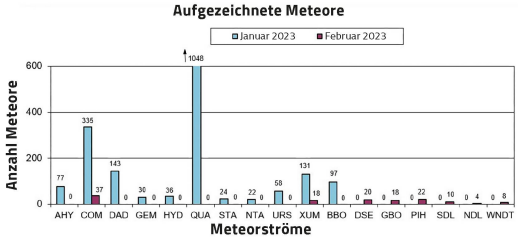
| Video-Statistik 2/2023 | Meteore | | Beob. |
|---|---|---|---|
| Einzelbeobachtungen: | 2287 = | 82% | 2287 |
| Simultanbeobachtungen: | 486 = | 18% | 1291 |
| Total: | 2773 = | 100% | 3578 |

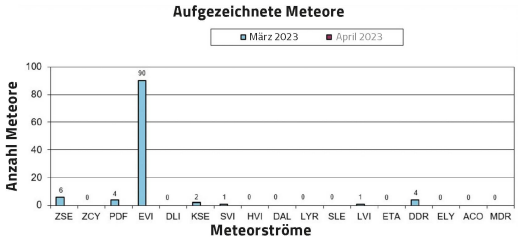
**März 2023** **Total: 2175**

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 112 | 36 | 102 | 108 | 114 | 17 | 28 | 45 | 39 | 0 | |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | |
| 71 | 129 | 28 | 47 | 184 | 169 | 83 | 37 | 13 | 115 | |
| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
| 54 | 125 | 18 | 9 | 65 | 102 | 160 | 110 | 9 | 14 | 32 |

Anzahl Sporadische: 2053 Anzahl Sprites: 8
Anzahl Feuerkugeln: 3
Anzahl Meldeformulare: 2

| Video-Statistik 3/2023 | Meteore | | Beob. |
|---|---|---|---|
| Einzelbeobachtungen: | 1509 = | 85% | 1509 |
| Simultanbeobachtungen: | 267 = | 15% | 666 |
| Total: | 1776 = | 100% | 2175 |

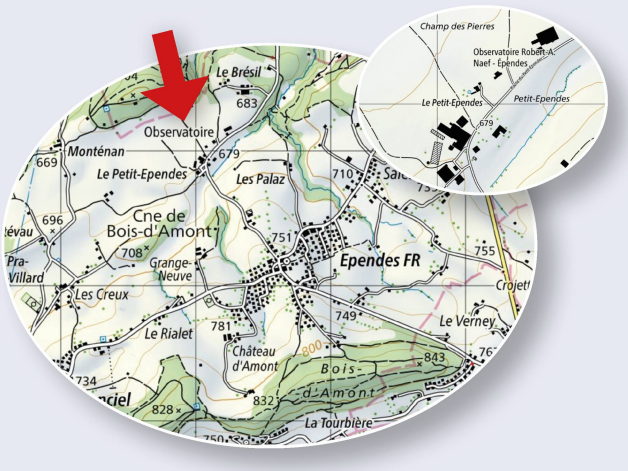



| ID | Beobachtungsstation | Methode | Kontaktperson | 1/23 | 2/23 | 3/23 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ALT | Beobachtungsstation Altstetten | Video | Andreas Buchmann | 91 | 102 | 41 |
| BAU | Beobachtungsstation Bauma | Video | Andreas Buchmann | 15 | 0 | 1 |
| BOS | Privatsternwarte Bos-cha | Video | Jochen Richert | 1322 | 314 | 161 |
| BUE | Sternwarte Bülach | Foto | Stefan Meister | 0 | 0 | 0 |
| EGL | Beobachtungsstation Eglisau | Video | Stefan Meister | 0 | 0 | 0 |
| FAL | Sternwarte Mirasteilas Falera | Video | José de Queiroz | 325 | 146 | 69 |
| GNO | Osservatorio Astronomica di Gnosca | Video | Stefano Sposetti | 2242 | 1428 | 933 |
| HUB | Sternwarte Hubelmatt | Foto | Harald Sandmann | 0 | 0 | 0 |
| LOC | Beobachtungsstation Locarno | Video | Stefano Sposetti | 1167 | 914 | 736 |
| MAI | Beobachtungsstation Maienfeld | Video | Martin Dubs | 213 | 190 | 53 |
| MAU | Beobachtungsstation Mauren | Video | Hansjörg Nipp | 191 | 168 | 57 |
| ONN | Beobachtungsstation Onnens | Foto | Bruno Chardonnens | 0 | 0 | 0 |
| SCH | Sternwarte Schafmatt Aarau | Foto | Jonas Schenker | 1 | 0 | 0 |
| SHA | Sternwarte Schaffhausen | Foto | Rolf Höpli | 0 | 0 | 1 |
| SON | Sonnenturm Uecht | Foto | T. Friedli / P. Enderli | 0 | 0 | 0 |
| TEN | Beobachtungsstation Tentlingen | Foto | Peter Kocher | 2 | 0 | 0 |
| VTE | Observatoire géophysique Val Terbi | Video | Roger Spinner | 233 | 216 | 123 |
| WAN | Beobachtungsstation Wangen SZ | Foto | Erwin Späni | 0 | 0 | 0 |
| WET | Beobachtungsstation Wettswil a. A. | Video | Andreas Schweizer | 0 | 0 | 0 |
| WOH | Beobachtungsstation Wohlen BE | Foto | Peter Schlatter | 0 | 0 | 0 |

# Sternwarte Épendes – Das Observatorium mit einem prominenten Gründervater

Nahe des Weilers Le Petit-Épendes, nicht weit von Freiburg, steht zu Ehren von Robert A. Naef die Sternwarte Épendes Dieses Observatorium wurde 1984 eröffnet. Die Geschichte geht aber weiter zurück.




Text: **Aurelius Robert Baier**

Der Name *Robert Adolf Naef* ist vor allem der älteren Generation ein Begriff. Er war ein Schweizer Bankbeamter, Amateurastronom, Volksbildner und war viele Jahre als Demonstrator an der Uraniasternwarte Zürich tätig. *Naef* ist Mitbegründer der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft SAG-SAS, war lange Jahre Redaktor des ORION sowie Mitarbeiter der Neuen Zürcher Zeitung. Ab 1941 gab er das astronomische Jahrbuch «Der Sternenhimmel» heraus. Dieses zeichnet sich durch seinen praxisgerechten, mit guten Fachartikeln angereicherten Inhalt aus und genoss damals wie heute hohes Ansehen und wird noch heute kurz *«der Naef»* genannt. Mittlerweile erscheint das Werk unter Herausgeberschaft von *Hans Roth* bereits im 83. Jahrgang!

### DIE ROBERT A. NAEF-STIFTUNG

1977 wurde die Stiftung *Robert A. Naef* gegründet mit dem Ziel der Verbreitung der Astronomie in der Bevölkerung. Die Sternwartengründer mit Frau *Daisy Naef* haben sich über ein Inserat von ihr im Orion 33 von 1975 kennengelernt. Damals wollte sie das Teleskop ihres verstorbenen Mannes verkaufen. 1978 wurde

## In eigener Sache

Wo gearbeitet wird, passieren gelegentlich Fehler, so auch der ORION-Redaktion. Im letzten ORION ist im FOKUS «Die Schweizer Astronomieszene» auf der Doppelseite 20/21, welche Sternwarten, Planetarien und andere Ausflugsziele auf einer Schweizer Karte zeigt, die Sternwarte Épendes irrtümlicherweise vergessen gegangen. Selbst das Mehraugen-Prinzip beim Korrigieren und Kontrollieren des Hefts hat diesmal versagt, wofür ich mich in aller Form bei den Freundinnen und Freunden der Sternwarte Épendes entschuldigen möchte. Aus diesem Grund stellen wir das Observatorium in dieser ORION-Ausgabe exklusiv näher vor.

*Thomas Baer*, Redaktion ORION

**Abbildung 1:** Nördlich des Dorfes Épendes, im Süden der Stadt Freiburg, liegt die Sternwarte Robert A. Naef mit einer freien Rundumsicht und dunklem Himmel gegen Süden.

**Bild:** Sternwarte Épendes

die Stiftung als «Einrichtung von öffentlichem Interesse» anerkannt. Nach relativ langer Suche nach einem Terrain wurde die Sternwarte schliesslich 1984 in Épendes eröffnet, nicht zu weit weg von der Bevölkerung, aber doch etwas abgelegen und mit unaufgehellter Sicht nach Süden. Sie bestand aus einem Vortragssaal, einem Büro und der Kuppel mit dem Refraktor von Herrn *Naef*. Acht Jahre später, also 1992, wurde sie um die Beobachtungsterrasse und einem zusätzlichen Raum darunter erweitert.

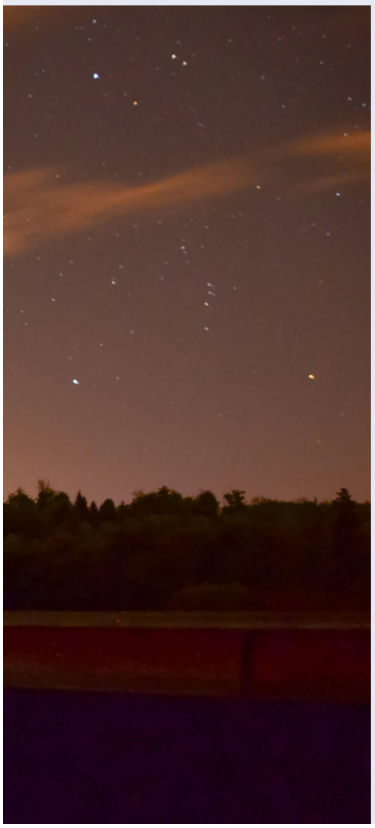


**Abbildung 2:** Die offene Beobachtungsterrasse mit ihren Instrumenten.

**Bild:** Sternwarte Épendes

Seit 1994 kümmert sich der Verein «Freunde und Freundinnen der Sternwarte Épendes» um den Betrieb. Das heisst, der Verein organisiert die öffentlichen Vorführungen, welche jeden Freitagabend für die Beobachtung des Nachthimmels und jeden ersten Sonntag im Monat zur Beobachtung der Sonne stattfinden. Die Hobby-Astronomengruppe Albireo trifft sich alle zwei Wochen an der Sternwarte für praktische Arbeiten oder zur gegenseitigen Hilfestellung in der Astrofotografie und auch die Universität Freiburg bietet Phsyik-Praktika an der Sternwarte an. Ebenfalls gibt es zusätzliche Beobachtungs- und Themenanlässe, je nach Aktualität und Möglichkeiten (Sonnenfinsternisse sowie Anlässe wie der Astronomietag oder die Nuit des étoiles).

## FÜHRUNGEN IN ZWEI SPRACHEN

Seit vielen Jahren kommen jedes Jahr Schulklassen aus dem ganzen Kanton Freiburg in die Sternwarte, welche im Winterhalbjahr jeden Dienstag- und Donnerstagabend ausgebucht ist. Wie alle Führungen werden auch die Schulklassenbesuche in beiden Sprachen angeboten. So hat der Verein ebenfalls einen französischen Namen: Ami(e)s de l'observatoire d'Épendes.

Für die meisten Besuche kommt bei schönem Wetter die Beobachtungsterrasse zum Einsatz. Diese beherbergt einerseits das Keller-Teleskop mit einem Spiegeldurchmesser von 50 cm f/10 (für die Astrofotografie kann der Fangspiegel entfernt werden, was zu einem Öffnungsverhältnis von f3.3 führt) und ein C14 auf einer Eq8 von Skywatcher. Die Knopf-Montierung des Keller-Teleskops wurde während der Pandemie von MagnetDrives mit neuen Motoren und einer neuen Steuerung versehen, welche nun eine Bedienung per Tablet oder Handy sowie eine äusserst genaue Nachführung

ermöglicht. Ebenfalls auf der Beobachtungsterrasse befindet sich der Coelostat, welcher im Raum darunter die Sonne auf eine Leinwand projiziert oder über eine optische Bank das Sonnenspektrum auf einem Schirm darstellt. Der Coelostat wird vorwiegend für die 12 Sonnenführungen im Jahr verwendet. Ebenfalls im Raum unter der Terrasse befindet sich das Planetarium, welches bei schlechtem Wetter zum Einsatz kommt. Die 12 Plätze sind allerdings mittlerweile meist knapp und es müssen häufig zwei Gruppen gebildet werden.

**PLANETENWEG**

Neben den Instrumenten der Sternwarte gibt es einen Planetenweg, welcher von Marly aus zunächst der Ärgera entlang bis zur Sternwarte und dann ins Dorf Épendes führt. Vor der Sternwarte befindet sich die Informationstafel zu Neptun. Der Planetenweg hat einen Massstab von 1:1 Milliarde.

In guten Jahren kommt die Sternwarte auf über 3'000 Besucher. Rund 50 Schulklassen, 20 Ferienpässe, über 50 öffentliche Führungen am Freitag und etwa ein Dutzend individuelle Gruppenreservationen führen zu diesen Zahlen. In den Jahren 2020 und 2021 waren diese Zahlen natürlich erheblich niedriger, wobei das Interesse der Bevölkerung wieder stetig grösser wird.

Nach wie vor können die öffentlichen Führungen dank Spenden kostenlos angeboten werden, so dass der Stiftungszweck bald 40 Jahre nach der Gründung immer noch erfüllt wird und auch Menschen mit schmalem Budget Astronomie erleben können. <

Website: https://observatoire-ependes.ch/de/home

**Abbildung 3:** In der Kuppel thront der Refraktor von *Robert A. Naef*.

**Bild:** Sternwarte Épendes

# Leserbrief zum Artikel «Irdischer Gruss mit himmlischem Absender aus Nördlingen», Orion 1/23, S. 24–28

Mit grossem Interesse habe ich den Artikel «Irdischer Gruss mit himmlischem Absender aus Nördlingen» von *Markus Griesser* gelesen, bin aber in zentralen Punkten aus fachlicher Sicht nicht einverstanden.

Text: **Emil Greber, Dr. sc. nat. ETH (Geologe)**

Im Artikel werden die teils säulenartigen Erosionsgebilde aus Sandsteinen der Oberen Süsswassermolasse (OSM) als diapirartige Bildungen im noch unverfestigten Sand interpretiert. Ein stärkeres Erdbeben, ausgelöst durch den Meteoriteneinschlag im Nördlinger Ries (Bundesland Bayern), soll im wassergesättigten Sediment zu einem Strukturzusammenbruch geführt haben. Dadurch seien kalkreiche Wässer nach oben gepresst worden und hätten dort örtlich zu Zementierungen der bis anhin losen Sande geführt.

Als ich das zum ersten Mal las, musste ich zuerst einmal leer schlucken. Dann fragte ich mich: Wow, haben wir es hier wirklich mit einer geologischen Sensation zu tun, stehen diese Erosionsgebilde tatsächlich in direktem Zusammenhang mit einem Meteoriteneinschlag? Ich muss gestehen, ich kenne diesen geologischen Aufschluss nicht aus eigener Erfahrung. Aber die Knauer auf der Abbildung 1 des Artikels interpretierte ich als in der Praxis arbeitender Geologe prima vista als «normale», herausgewitterte Sandsteinknauer, wie sie praktisch in jedem Molassetobel – meist von der Seite und damit weniger spektakulär – angetroffen werden.

## ERDBEBENTHEORIE UNWAHRSCHEINLICH

Dann erinnerte ich mich, dass mir erst kürzlich ein Artikel über die Chöpfi bei Winterthur in die Hände geraten war: Richtig, der Artikel «Chöpfi und Hard bei Winterthur – zwei Molasse-Spezialitäten», verfasst vom ausgewiesenen Molassespezialisten *Thomas Bolliger* («Geologische Leckerbissen im Kanton Zürich. Ein Querschnitt verschiedener Zeitreisen». – Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich NGZH, 225. Stück, 2023). Auch in diesem Bericht wird auf die «Erdbeben-Hypothese» der im Orion-Artikel zitierten Autoren *Schmieder, Buchner* und *Sach* näher eingegangen. Die Theorie wird dort schliesslich mit sehr guten Argumenten klar abgelehnt.

Im Folgenden möchte ich einige Argumente gegen die «Erdbeben-Hypothese» zusammenfassen; teils stammen sie vom Artikel *Th. Bolliger*, teils handelt es sich um eigene Überlegungen.

- Entgegen der Aussagen der Autoren *Schmieder, Buchner* und *Sach* in den Zeitschriften International Journal of Earth Sciences ((2022) 111:145–147) oder NATURE COMMUNICATIONS ((2021) 12:6731) sind, wie bereits erwähnt, derartige Sandsteinknauer in Schweizer Molassegesteinen keineswegs eine Seltenheit, das Gegenteil ist der Fall.
- Auch die Aussage der – deutschen und mit der Schweizer Molasse wohl weniger vertrauten – Autoren *Schmieder, Buchner* und *Sach*, wonach die Sandsteine strukturlos seien, ist falsch. Gemäss *Th. Bolliger* sind deutlich feine Schichtungen (Kreuz- und Schrägschichtungen) zu erkennen, insbesondere in den Knauern selbst. Das Vorhandensein von solchen Schichtungen schliesst aber eine diapirartige Entstehung infolge Erdbebenerschütterung aus.
- Sandsteinknauer entstehen bei sehr lange andauernden Diageneseprozessen, welche örtlich zu stärkeren Zementierungen oder Konkretionen führen können. Diese härteren Bereiche harren der Verwitterung und Erosion besser als die sie umgebenden, schlechter zementierten und damit weicheren Sedimente. Das Phänomen der Sandsteinknauer lässt sich also kaum auf ein Einzelereignis (wie dem eines heftigen Erdbebens) zurückführen.
- Selbst wenn die Hypothese der genannten Autoren, wonach die teils säulenartigen Sandsteingebilde an der Chöpfi durch einen abrupten Strukturzusammenbruch im losen Sediment entstanden sind, tatsächlich zutreffen würde, so müsste noch immer der direkte Zusammenhang mit dem Meteoriteneinschlag im Nördlinger Ries bewiesen werden. Ein solcher Nachweis der Gleichzeitigkeit der beiden Ereignisse kann aus meiner Sicht kaum je erbracht werden. Der Meteoriteneinschlag lässt sich zwar noch einigermassen genau datieren, anders sieht es aber bei den Sandsteinknauern aus: Molassesandsteine enthalten keine altersdatierbaren Fossilien und Bentonithorizonte (verwitterte vulkanische Asche, datierbare Zirkone enthaltend), welche zuverlässige radiometrische Alter liefern können, sind im Molassebecken zwar auf verschiedenen Niveaus vorhanden, nicht aber an der Chöpfi. Somit bleibt die «Erdbeben-Hypothese» doch extrem hypothetisch.

**Abbildung 1:** Die Polarlichter wurden am 17. März etwa 20km westlich von Tromsø (Norwegen) aufgenommen. Die Blickrichtung ist ungefähr Westen, im Vordergrund das eisfreie Wasser des Grøtfjords. Die Polarlichter erstreckten sich über den gesamten Himmel und erhellten die Landschaft. Das Bild wurde mit einer Canon EOS RP mit 16mm Weitwinkelobjektiv bei ISO 6400 4s belichtet. Anschliessend wurde das Foto mit Topaz DeNoise entrauscht und in Affinity Photo fertig bearbeitet.

**Bild:** Fabian Mathis

# Rückblick auf die 2. SAG-SAS Astronomietagung in Brugg-Windisch

Am 1. April fand mittlerweile zum zweiten Mal die SAG-SAS Astronomietagung in Brugg-Windisch statt. Das neue Tagungs-Format mit Vortragsreihe, Ausstellungen und anschliessender Delegiertenversammlung stiess auch dieses Jahr auf grossen Anklang. Verglichen zum Vorjahr waren gar deutlich mehr Besucher und auch mehr Aussteller im Gebäude 1 auf dem Campus der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) anwesend.

Text: **Roger Spinner & Marc Eichenberger, Vorstand SAG-SAS**

Die Ausstellung öffnete um 09:00 Uhr ihre Pforten, und die Firmen, Vereine, Buchverlage und Fachgruppen waren bereit, das interessierte Publikum zu empfangen und zu beraten. Um 10:00 Uhr eröffnete SAG-SAS Präsident *Christian Wernli* im Audimax die diesjährige Vortragsreihe.

*Polychronis Patapis* von der ETH Zürich gewährte als erster Vortragender einen Einblick in die Inbetriebnahme und den Betrieb des Mid-Infrared Instrument (MIRI) des James Webb Space Teleskops und präsentierte erste wissenschaftliche Ergebnisse. Im darauffolgenden Vortrag beschrieb dann *Nicole Dahinden* wie unbeschreiblich dunkel es im Naturpark Gantrisch sein könnte, wäre da nicht die leider stark zunehmende Lichtverschmutzung.

Nach einer kurzen Mittagspause eröffnete *Martin Gutekunst* den Reigen der vier Kurzvorträge am Nachmittag mit seinem Atmospheric Dispersion Corrector (ADC), der die atmosphärische Streuung korrigiert. Den ADC konnte man direkt am Stand des Referenten begutachten. Danach präsentierten *Richard Walker* und *Hans Braun* auf eindrückliche Weise, wie Messungen der Rotverschiebung bei Galaxien von Messier Objekten bis zu Hohen-z-Quasaren heutzutage mit Amateurmitteln möglich sind. Um das digitale Universum ging es beim dritten Vortrag des Nachmittags. *Erich Strehler* nahm das Publikum mit dem OpenSpaceProject mit auf eine virtuelle Reise durch Raum und Zeit – ein spannendes Projekt zur Visualisierung von wissenschaftlichen, hauptsächlich astronomischen Daten für ein breites Publikum. Den letzten Vortrag des Tages hielt schliesslich *Markus Furger*, Leiter der Fachgruppe für Astronomiegeschichte der SAG-SAS, mit dem Thema «Höhepunkte der islamischen Astronomie». Der Referent blickte auf gut 2'000 Jahre eindrückliche Astronomie-Geschichte zurück.

**Abbildung 1:** Jonas Schenker (links) erhielt die Hans-Rohr-Medaille.

**Bild:** SAG–SAS

**Abbildung 2:** Der neue und der abtretende SAG-SAS-Präsident; *Marc Eichenberger* (links) und *Christian Wernli* (rechts).

**Bild:** SAG–SAS

Vor dem Audimax präsentierten während des ganzen Tages verschiedene Aussteller ihre Fachbereiche. Nebst Fachhändlern für astronomische Instrumente waren die SAG-SAS Fachgruppen Spektroskopie und Radioastronomie, Vertreter von VdS und Kosmos Verlag, der ORIONmedien GmbH, der Internationalen Amateursternwarte (IAS) sowie der Sternfreunde Breisgau e. V. (SFB) anwesend.

Um Punkt 16:00 Uhr eröffnete schlussendlich *Christian Wernli* zum letzten Mal eine Delegiertenversammlung der SAG-SAS – zum letzten Mal deshalb, weil er nach sieben, sehr erfolgreichen Jahren zurücktrat. *Wernli* übernahm das Präsidentenamt der SAG-SAS zu einer Zeit, als die Zukunft der SAG-SAS mehr als ungewiss war und kümmerte sich fortan unermüdlich um den sehr erfolgreichen Wiederaufbau des Dachverbands. In Anerkennung seines grossen Engagements als Präsident der SAG-SAS ernannten ihn die Delegierten zum Ehrenmitglied. Als sein Nachfolger wurde *Marc Eichenberger* einstimmig zum neuen Präsidenten der SAG-SAS gewählt. *Eichenberger* war zuvor 30 Jahre im Vorstand der Astronomischen Gesellschaft Luzern tätig, die letzten neun Jahre als deren Präsident.

Das erste Mal seit über zehn Jahren wurde dieses Jahr wieder die Hans-Rohr-Medaille verliehen – sie ging verdientermassen an *Jonas Schenker*. Er hat den Aufbau und den erfolgreichen Betrieb der astronomischen Fachgruppen der SAG-SAS entscheidend geprägt. Mit grossem Einsatz unterstützt und fördert er deren Aktivitäten und pflegt die zugehörigen nationalen und internationalen Kontakte. <

Montag, 1. Mai 2023, 20:00 Uhr MESZ
**«Bis an den Rand des Universums»**
Referent*: Teddy Durrer* (AGL)
Veranstalter: Astronomische Gesellschaft Luzern AGL
Ort: Wirtschaft zum Schützenhaus in Luzern
Internet: https://sternwarteluzern.ch/

Donnerstag bis Samstag, 18. bis 20. Mai 2023,
jeweils 10:00 – 19:00 Uhr MESZ
**FANTASY 2023 – Space, Science Fiction, Astronomie & Raumfahrt**
Veranstalterin: FantasyCon AG
Ort: Messe Basel, Messeplatz 10, 4005 Basel
Internet: https://fantasybasel.ch/

**Besuchen Sie uns an der FANTASY 2023 in Basel! Das Swiss Space Museum stellt erstmals das JWST-Grossmodell (Massstab 1:4) aus!**

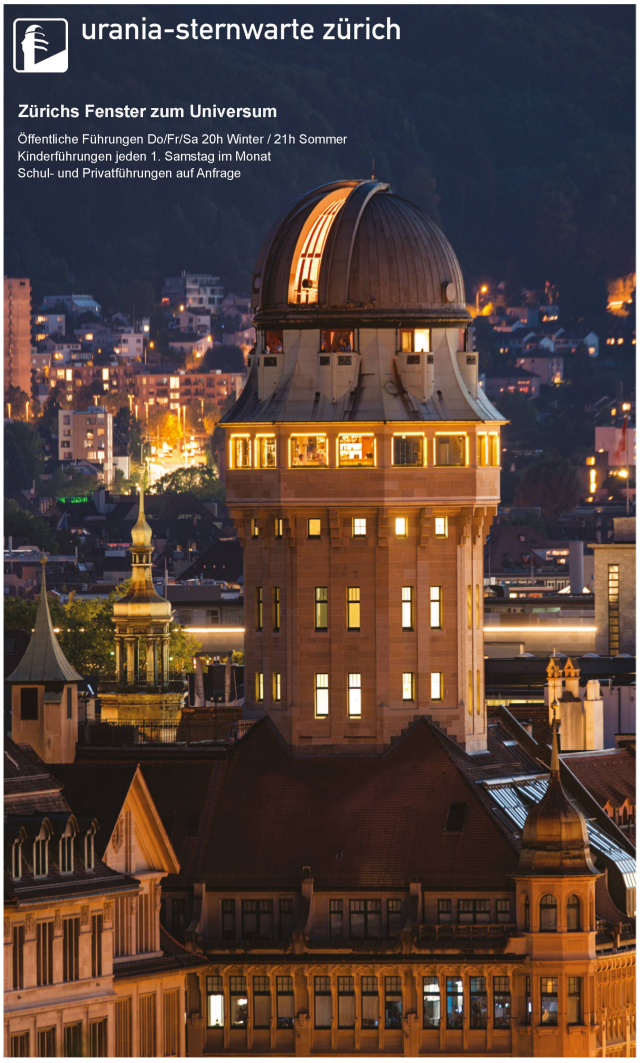
Freitag / Samstag, 19. / 20. Mai 2023
**Frühlings-Teleskoptreffen, Ahornalp BE**
Veranstalter: *Beat Kohler*
Ort: Ahornalp im Emmental / Bergrestaurant Ahornalp
Internet: http://www.teleskoptreffen.ch/

Freitag, 2. Juni 2023, 19:30 Uhr MESZ
**«Die CHEOPS-Mission: Zwischen Entdeckung und Charakterisierung von Exoplaneten»**
Referent: Prof. Dr. *Willy Benz*
Veranstalter: Astronomische Gesellschaft Urania Zürich AGUZ
Ort: Universität Zürich, Rämistrasse 71, 8006 Zürich, Hörsaal KOL-F-104
Internet: https://www.aguz.ch/

Mittwoch, 14. Juni 2023, 19:00 Uhr MESZ
**Astrokurs: Bewegungen im Weltall**
Veranstalter: Astronomische Gesellschaft Berner Oberland
Ort: Sternwarte Planetarium SIRIUS
Internet: https://sternwarte-planetarium.ch/

Sonntage, 18. Juni und 16. Juli 2023, 11:30 Uhr MESZ
**Beobachtung der Sonnenflecken und Protuberanzen**
Veranstalter: Astronomische Vereinigung Aarau
Ort: Sternwarte Schafmatt
Internet: https://www.sternwarte-schafmatt.ch/

Dieser Anlass findet nur bei gutem Wetter statt. Die Telefon-Nr. 062 298 05 47 erteilt am Tag des Anlasses ab 10:00 Uhr Auskunft über die Durchführung.




Samstag, 24. Juni 2023, 21:00 Uhr MESZ
**Astronomie am Samstag –**
**Spezialvorführung: Sommer-Sonnen-Wende**
Veranstalter: Astronomische Gesellschaft Berner Oberland
Ort: Sternwarte Planetarium SIRIUS
Internet: https://sternwarte-planetarium.ch/

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

## IMPRESSUM

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

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

**Redaktion**
Thomas Baer t.baer@orionmedien.ch
Claudia Walder c.walder@orionmedien.ch

**Redaktionsbeirat**
Barbara Vonarburg
Susanne Wampfler
Guido Schwarz
Marc Horat
Jonas Schenker
Marc Eichenberger

**Autoren für diese Ausgabe**
Thomas Baer
Aurelius Robert Baier
Luca Berti
Marc Eichenberger
Thomas K. Friedli
Emil Gerber
Benedikt Götz
Sophie Krummenacher
Fabian Mathis
Helen Oertli
Roger Spinner
Barbara Vonarburg

**Korrektorat**
Sascha Gilli sgilli@bluewin.ch

**Young Astronomers Club**
Elias von Schulthess, Dominic Röschli

**ORION-Website**
Thomas Baer, Helen Oertli, Tomi Schaltegger

**Druck und Produktion**
medienwerkstatt ag
mediendienstleister für crossmedia und print
Steinackerstrasse 8
CH-8583 Sulgen
www.medienwerkstatt-ag.ch

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

**Marketing**
Helen Oertli h.oertli@orionmedien.ch

**Abonnement**
Jahresabonnement (Print) & Zugriff auf das gesamte orionportal.ch
CHF 78.– / € 78.–*
Juniorenabo bis zum 20. Lebensjahr
CHF 36.– / € 35.–*
*inkl. Versandkosten
Mitglieder der SAG: Reduzierter Preis

**Einzelverkauf**
Einzelheftpreis CHF 17.– / € 15.–
(**ohne** Zugriff auf das orionportal.ch)

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

**Herausgeber**

Herausgeberin: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
SAG SAS
in Zusammenarbeit mit ORIONmedien GmbH
medien orion

**Auflage**
1'900 Exemplare

ISSN 0030-557 X

© ORIONmedien GmbH
Alle Rechte vorbehalten

## Vorschau ORION 3/23

Das in Genf situierte CERN ist wohl eines der bedeutendsten, wenn nicht das bedeutendste Forschungsinstitut der Welt, vor allem wenn es um die Teilchenphysik geht. Hier wurde schliesslich das Higgs-Boson-Teilchen zum ersten Mal nachgewiesen und auch das World Wide Web nahm am CERN seinen Anfang. Nach einer längeren Wartungspause ging das Kernstück der Anlage, der «Large Hadron Collider», im Sommer 2022 mit verbesserter Leistung wieder in Betrieb. In der nächsten Ausgabe berichten wir, wie das CERN mit seinem neuen Kernstück Forschung betreibt und wie auch jüngere und frischgebackene Forschende ihren Beitrag zur Wissenschaft leisten können. Neugierig geworden?

Erfahren Sie mehr in der nächsten Ausgabe Anfang August.

**Redaktionsschluss für die Ausgabe August – Oktober 2023: 15. Juni 2023**

## INSERENTEN

**Foto Video ZUMSTEIN,** CH-Bern 2
**ORIONmedien,** CH-Sulgen 23
**Teleskop Service,** D-Parsdorf bei München 35
**Planetarium Luzern,** CH-Luzern 50
**Urania Sternwarte,** CH-Zürich 67
**LARROSA,** CH-Rothrist 67
**Wyss-ProAstro,** CH-Zürich 69
**Engelberger AG,** CH-Stansstad 70

# proastro.ch

Grosse Auswahl an Produkten
rundum Himmelsbeobachtung
und Astrofotografie

Showroom mitten in der
Stadt Zürich mit Celestron und
Vixen Produkten.

Kochphoto AG / Proastro, Börsenstrasse 12, 8001 Zürich
079 516 74 08 / wyastro(at)gmail.com / shop.proastro.ch

CELESTRON

# TELESKOPE FÜR DIE ASTROFOTOGRAFIE

IrisnebelNGC7023. Bild Vaclav Ourednik Alpine Astro Village

## ADVANCED VX

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

## CGX

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

## CGX-L

Die Montierung für die grossen Optiken bis 14"

## MUST-HAVE ZUBEHÖR

FREE CPWI TELESCOPE CONTROL SOFTWARE

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

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

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

Powertanks in diversen Grössen für den netzunabhängigen Betrieb.

Taukappe schützt Ihre Optik vor Feuchtigkeit.

## FACHBEARATUNG IN IHRER REGION:

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