

Erste Schritte am Himmel

Das nächtliche Firmament hält zahlreiche Schätze bereit – für diejenigen, der sie zu finden weiß. Eine Orientierung am Nachthimmel ist aber gar nicht schwer. Alles, was Sie brauchen, ist der Kalender für Sternfreunde und einen klaren, dunklen Himmel.

Der Mond – Wegweiser zu den Planeten

Nur zwei der vielen Objekte am Himmel kennt jeder: die Sonne und den Mond. Aber dann wird es schon schwieriger. Was machen wir, wenn wir gerne die Venus oder den Jupiter sehen möchten? Oder einen der anderen Planeten (= Wandelsterne), die ihre Position unter den Sternen ständig verändern?

Aus den Angaben in diesem Jahrbuch geht hervor, dass die Venus von Ende Januar bis Ende September 2014 als »Morgenstern« zu sehen ist. Wenn uns in jener Zeit vor Sonnenaufgang in der Morgendämmerung ein heller »Stern« über dem östlichen Horizont auffällt, so können wir sicher sein, die Venus vor Augen zu haben. Sie scheint deutlich heller als jeder richtige Stern und auch heller als alle anderen Planeten am Himmel.

Die anderen mit bloßem Auge sichtbaren Planeten Merkur, Mars, Jupiter und Saturn sind nicht ganz so einfach zu erkennen. Allenfalls Mars sticht mit seiner auffallend rötlichen Farbe hervor, aber dann besteht immer noch die

Möglichkeit, dass wir ihn mit dem ebenso gefärbten Stern Antares im Sternbild Skorpion verwechseln. Die beiden Objekte stehen in diesem Jahr am Himmel nicht sehr weit auseinander.

Als Hilfsmittel zur Identifikation eines dieser vier Planeten kann der Mond dienen. In den Monatskapiteln zeigen Grafiken und tabellarische Einträge, wann er an einem Planeten vorüber wandert und wie groß dann der Abstand zwischen beiden Himmelskörpern ist.

Abstände am Himmel messen wir in Grad: Der Vollkreis wird in 360 Grad (°) eingeteilt, ein Grad in 60 Bogenminuten (') und eine Bogenminute wiederum in 60 Bogensekunden ("). Der Mond und die Sonne haben am irdischen Himmel einen Winkeldurchmesser von etwa einem halben Grad, also 30 Bogenminuten. Wenn es dann etwa heißt: »Der Mond steht am Abendhimmel 5° nördlich von Jupiter«, dann werden wir Jupiter leicht erkennen, denn auch er ist wegen seiner großen Helligkeit kaum mit einem anderen Objekt zu verwechseln. Wenn wir Jupiter mit Hilfe des Mondes erstmals erkannt haben, werden wir ihn auch in den folgenden Nächten leicht wiederfinden.

Wenn der Mond aber gerade mal nicht an einem gesuchten Planeten vorüber wandert, dann wäre es gewiss nützlich, wenn wir mit einem Hinweis der Art »Saturn hält sich in diesem Jahr im Sternbild Waage auf« etwas anfangen könnten. Wir müssten also wissen, wo am Himmel wir dieses Sternbild finden, so dass wir ein zusätzliches helles Objekt sofort als Planet erkennen können.

Auch wenn wir einen Stern, eine Galaxie oder einen Nebel aufsuchen wollen, sollten wir uns am Sternenhimmel zurechtfinden können. Die vorrangige Aufgabe des beginnenden Sternfreunds besteht also darin, sich erst einmal mit dem Anblick des gestirnten Himmels sowie dessen jahreszeitlichen Veränderungen vertraut zu machen.

Die Fixsternsphäre

Etwa 3000 Sterne lassen sich mit bloßem Auge am dunklen Firmament erkennen. Sie scheinen unveränderlich an einem Himmelsgewölbe befestigt, dessen Anblick aber in einem festen Tages- und Jahresrhythmus variiert.

Verweilen wir ein oder zwei Stunden unter dem Sternhimmel, so bemerken wir, dass nach und nach im Osten Sterne aufgehen, während im Westen andere Sterne langsam dem Horizont entgegenstreben, um schließlich hinter ihm zu versinken. Dies ist die Folge der täglichen Drehung der Erde um ihre durch den Nord- und den Südpol führende Achse.

Ein Stern, der heute Abend beispielsweise um 21:30 Uhr MEZ aufgeht, wird morgen bereits um 21:26 Uhr MEZ aufgehen, vier Minuten früher als heute. Die Ursache dafür ist, dass die Erde nicht nur um ihre eigene Achse rotiert, sondern zusätzlich die Sonne innerhalb eines Jahres einmal umkreist. Nach Ablauf eines ganzen Monats wird unser Stern also zwei Stunden früher aufgehen als heute. Erst nach genau einem Jahr wird er sich wieder um 21:30 Uhr MEZ über den Osthorizont erheben.

Eine drehbare Sternkarte

Das ideale Hilfsmittel zur schnellen und einfachen Orientierung am Himmel ist eine **drehbare Sternkarte**, die den Anblick des gestirnten Himmels für jede Stunde des Jahres zeigen kann. Wer ein richtiger Liebhaberastronom werden will, kommt an der Anschaffung einer solchen drehbaren Sternkarte nicht vorbei! Es gibt sie in verschiedenen Größen und Ausführungen, und sie lässt sich leicht bedienen (siehe Kasten auf der rechten Seite).

In diesem Jahrbuch ist der sich ändernde Anblick des Firmaments durch einen Satz von zwölf monatlichen Sternkarten dargestellt. Der Zeitraum und die Uhrzeit, für die eine Karte exakt gilt, ist jeweils angegeben. Wollen wir die gleiche



Ekhardt Preuß

Der Mond ist ein guter Wegweiser am Sternhimmel. Hier bildet die abnehmende Mondsichel mit Spika, Jupiter, Venus und Merkur (im Dunst) eine »Himmelsleiter« in der Morgendämmerung.

Orientierung am Himmel – leicht gemacht

Eine drehbare Sternkarte erleichtert die Orientierung am Himmel enorm. Sie besteht aus einer Grundplatte, die alle Sternbilder zeigt, die an einem Beobachtungsort gegebener geografischer Breite im Laufe eines Jahres am Himmel sichtbar sind. Auf dem Rand der Grundplatte ist das Datum aufgetragen. Zusätzlich ist auf der Grundplatte ein durchsichtiges Deckblatt drehbar befestigt. Auf seinem Rand ist die Uhrzeit von 0 bis 24 Uhr aufgedruckt. Dreht man das Deckblatt nun so, dass die Markierung der gewünschten Uhrzeit mit der Markierung eines gewünschten Datums übereinstimmt, dann gibt der ovale Ausschnitt des Deckblatts den ungefähren Anblick des Sternhimmels zu diesem Zeitpunkt wieder.

Der Rand des ovalen Ausschnitts entspricht dem Horizont des Beobachtungsorts. Nahe der Mitte des Ausschnitts befindet sich der Zenit, der Punkt direkt über unseren Köpfen. Um die Sternbilder am Himmel aufzufinden, hält man die Karte so, dass sich die Himmelsrichtung, in die man gerade blickt, unten befindet. Nun ist ein direkter Vergleich der Sterne, welche die Karte zeigt, mit dem Himmelsanblick möglich.

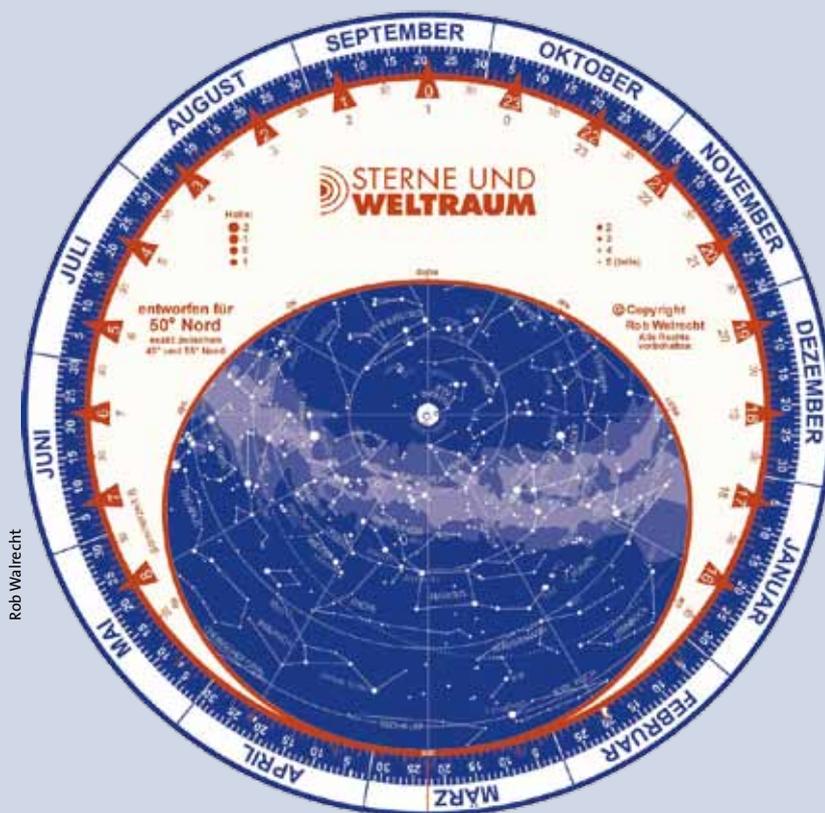
Ein Beispiel: Die hier abgebildete drehbare Sternkarte zeigt den Anblick des Himmels für alle Zeitpunkte, für welche die Uhrzeitmarkierungen (rote Pfeile) mit den Datumsmarkierungen (blaue Skala) übereinstimmen, zum Beispiel für den 22. August, 2 Uhr MEZ, den 21. September, 0 Uhr MEZ, oder den

6. Dezember, 19 Uhr MEZ. Die Karte ist im Bild so orientiert, dass die Südrichtung unten ist. Man erkennt, dass sich das markante Rechteck des Sternbilds Pegasus zu diesen Zeiten gerade hoch über dem Südhorizont befindet, ungefähr in halber Höhe zum Zenit. Hier sollten die Sterne dieses so genannten Herbstvierecks leicht zu erkennen sein.

Die meisten der hierzulande angebotenen drehbaren Sternkarten sind für eine geografische Breite von 50°

Nord berechnet und lassen sich somit in ganz Mitteleuropa (und an allen anderen Orten gleicher geografischer Breite) mit hinreichender Genauigkeit nutzen. Möchte man jedoch zum Beispiel den Sternhimmel über dem Polarkreis oder über der Südhalbkugel der Erde erkunden, so sind Karten für andere geografische Breiten erforderlich, wie sie von manchen Herstellern angeboten werden.

MARTIN J. NEUMANN



Rob Walrecht

Sternkarte einen Monat später benutzen, so verschiebt sich die Gültigkeit um zwei Stunden, etwa von 23 Uhr auf 21 Uhr.

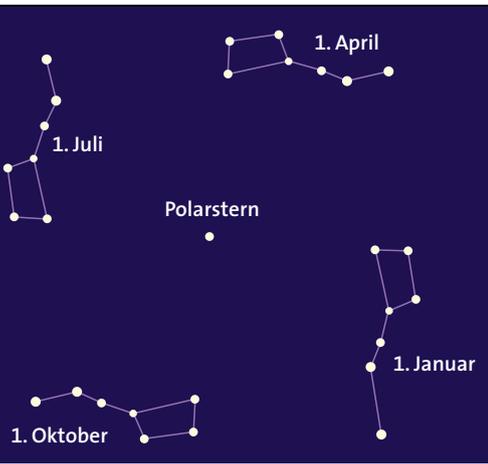
Ob drehbar oder nicht: Eine Sternkarte hat naturgemäß einen Nachteil: Sie ist flach, während die Himmelskugel wie ein Globus gewölbt ist. Die Fixsternsphäre lässt sich also nur mit einer gewissen Verzerrung darstellen – ein Effekt, den wir von Landkarten her kennen. Ein zweiter Nachteil einer solch ebenen Sternkarte ist, dass wir nur die hellsten Sterne darauf verzeichnen können und auch auf die Angabe der Namen der meisten Sterne verzichten müssen. Ihren wichtigsten Zweck erfüllt eine solche Stern-

karte aber recht gut: Sie ermöglicht eine erste Orientierung am Sternhimmel.

Zunächst wird es nicht leicht sein, die Sterne am Himmel mit den Punkten auf der Sternkarte zu identifizieren. Fangen Sie mit den markantesten Sternbildern an! Und besorgen Sie sich ein weiteres Hilfsmittel: eine nicht zu helle **Taschenlampe** – möglichst eine mit rotem, nicht mit weißem Licht! Im Dunkeln weiten sich Ihre Pupillen, und sie können nach einer Eingewöhnungszeit von etwa einer halben Stunde auch weit lichtschwächere Sterne am Firmament erkennen. Durch das grelle Licht einer Weißlicht-Taschenlampe würden sich die Pupillen

wieder zusammenziehen, so dass Ihre Augen weniger lichtempfindlich werden. Rotes Licht vermeidet diesen Effekt.

Nehmen wir nun an, Sie wollen in der ersten Februarhälfte gegen 20 Uhr Ihren ersten Spaziergang am Himmel machen. Sie können dann die Januar-Sternkarte verwenden, die für die erste Januarhälfte um 22 Uhr und für die erste Februarhälfte um 20 Uhr gilt. Sie zeigt, dass über dem Südhorizont etliche Sternbilder mit vielen hellen Sternen versammelt sein müssen. Nun gilt es, diesen Kartenausschnitt mit dem Anblick am Himmel zu vergleichen und die Sterne zu identifizieren.



SuW-Grafik

Suchen wir im Norden die sieben hellen Sterne des Großen Wagens stets zur selben Tageszeit auf (hier 22 Uhr MEZ), so sehen wir, wie er im Laufe eines Jahres einmal um den Polarstern herumwandert, der unmittelbar neben dem Himmelsnordpol steht.

Auffällige Sternbilder

Eines der auffälligsten Sternbilder über dem Südhorizont der Januar-Sternkarte ist der Orion. In seiner Mitte enthält er drei etwa gleich helle Sterne, die in einer geraden Linie stehen und annähernd gleich weit voneinander entfernt sind. Über diesen drei Sternen stehen zwei weitere auffällig helle Sterne, und unter ihnen ebenfalls. Diese Gruppe von insgesamt sieben hellen Sternen über dem Südhorizont werden Sie rasch erkennen.

Damit haben Sie den ersten wichtigen Erfolg errungen. Nun wird Ihnen vielleicht auffallen, dass am Himmel links unterhalb vom Orion ein sehr heller Stern leuchtet. Der Blick auf die Sternkarte zeigt Ihnen, dass dies Sirius im Sternbild Großer Hund ist. Sirius ist der hellste »Fixstern« an unserem Himmel, nur die »Wandelsterne« (= Planeten) Venus, Jupiter und gelegentlich Mars können ihn an Helligkeit übertreffen. Und so geht es weiter: Versuchen Sie nun, andere Sterne im Großen Hund zu identifizieren. Auch das sollte ohne große Mühe gelingen.

Mit etwas Übung werden Sie bald die typischen Wintersternbilder am Himmel erkennen: den Orion, den Großen und den Kleinen Hund, die Zwillinge, den Fuhrmann und den Stier. Besonders helle Sterne dieser sechs Sternbilder – nämlich Rigel, Sirius, Prokyon, die Zwillingsterne Kastor und Pollux, Kapella und Aldebaran – bilden gemeinsam das so genannte **Wintersechseck**. Es ist kein offizielles Sternbild, aber eine sehr markante Konfiguration am Wintersternhimmel.

Zu einer anderen Jahreszeit, wenn die Wintersternbilder nicht am Nachthimmel stehen, können wir als Ausgangspunkt unserer Wanderung den Großen Wagen und den Polarstern wählen. Dazu noch eine Vorbemerkung: Stellen Sie

sich vor, Sie befänden sich am Nordpol unserer Erde. Der **Himmelsnordpol**, die Stelle am Firmament, auf welche die Verlängerung der Erdachse zeigt, befindet sich dann genau über Ihnen im **Zenit**. Und alle für Sie sichtbaren Sterne umkreisen den Himmelsnordpol einmal in 23 Stunden und 56 Minuten, ohne auf- oder unterzugehen. Entfernen wir uns vom Nordpol bis zu einer **geografischen Breite φ** , so steht der Himmelspol nicht mehr im Zenit, sein Abstand zum Nordhorizont gleicht vielmehr dem Winkel φ . Nur noch die Sterne zwischen dem Himmelsnordpol und dem Nordhorizont umkreisen den Himmelspol, ohne auf- oder unterzugehen, sie sind **zirkumpolar**.

Zirkumpolare Sterne

In Mitteleuropa, etwa bei der geografischen Breite $\varphi = 50^\circ$ (beispielsweise in Frankfurt am Main) sind alle Sterne zirkumpolar, die nicht weiter als 50° vom Himmelsnordpol entfernt sind. In diesem zirkumpolaren Teil des Himmels ist auch der Große Wagen, Teil des Sternbilds Großer Bär, angesiedelt – die bekannteste Sternkonfiguration des gesamten Firmaments. Wie sich seine Lage zum Himmelsnordpol im Laufe eines Jahres ändert, zeigt die Grafik oben jeweils für 22 Uhr MEZ.

Der »Große Wagen« besteht aus sieben hellen Sternen: Vier von ihnen bilden den Kasten des Wagens und drei seine Deichsel. Wenn wir die beiden hinteren Sterne des Kastens etwa um das Fünffache ihres Abstands nach Norden verlängern, so stoßen wir auf einen weiteren hellen Stern, der nur knapp ein Grad vom Himmelsnordpol entfernt ist. Es ist der **Polarstern**, der hellste Stern im ansonsten unscheinbaren Sternbild des Kleinen Bären (oder Kleinen Wagens).

Und so geht es weiter: Wenn es Ihnen gelungen ist, zwischen dem Polarstern und dem Großen Wagen auch die Sterne des Kleinen Wagens zu identifizieren, dann können Sie als nächstes nach dem Drachen suchen, der sich zwischen beiden Wagen hindurchwindet. Den »Kopf« dieses Sternbilds bildet ein markantes Viereck, in dessen Nähe ein besonders heller Stern leuchtet, die Wega in der Leier.

Die Wega können wir auch dann finden, wenn der Himmel noch zu hell ist, um die Sterne des Drachen zu sehen. Wenn wir an einem Sommerabend darauf lauern, wann wir den ersten Stern in der Dämmerung erkennen können, so ist dies die Wega, die dann hoch über uns steht. Etwas später werden wir im Westen, etwa auf halber Strecke zwischen dem Horizont und dem Zenit, als zweiten Stern Arktur im Bärenhüter (oft mit dem lateinischen Namen Bootes bezeichnet) aufleuchten sehen. Wenn schließlich auch der Große Wagen sichtbar wird, so können wir uns vergewissern, ob wir wirklich Arktur vor uns haben: Er befindet sich nämlich auf der Verlängerung der Deichsel des Großen Wagens.

Nach einiger Zeit werden Sie so die wichtigsten Sternbilder kennengelernt haben und dann in der Lage sein, die mit bloßem Auge sichtbaren Planeten aufzufinden – sowie viele interessante Sterne und nichtstellare Himmelsobjekte wie Sternhaufen oder Galaxien.



Thomas Wolf

Infolge der Erdrotation ziehen die Sterne ihre Bahn um den nördlichen Himmelspol. Thomas Wolf gelang diese Aufnahme mit einer Canon EOS 550D.



Aktuelle Meldungen vom Astro-Markt sowie Produktneuheiten und Angebote finden Sie in unserem Blog unter: www.astroshop.de/blog

Ihr Astroshop.de Team

Empfehlungen

■ Omegon Sternwarten-Kuppel

Nahezu jeder Astrofotograf und viele andere Teleskopbesitzer wünschen sich eine feste Sternwarte für ihr Teleskop. Doch in der Vergangenheit scheiterte dieser Wunsch meist an den hohen Kuppelpreisen.

Wir bieten Ihnen nun eine 3 Meter Kuppel mit durchdachtem Design zu einem sehr günstigen Preis an. Die Kuppel ist von manueller Ausführung bis hin zur vollautomatisch computergesteuerten Variante erhältlich. Mit 3 Metern Innendurchmesser und einer Maximal-Höhe von 2,40 Metern ist die Kuppel sehr geräumig angelegt.

Die Sternwarte wird aus 6mm Glas-Polyester Laminat hergestellt und bietet einen optimalen Schutz gegen alle Wetterbedingungen. Ein separater Unterbau ist nicht erforderlich – die gesamte Kuppel lässt sich auf einem Basisring drehen.

Diese Kuppel ist auch in den Größen 4m und 5,5m und in anderen Farben erhältlich.



	Artikel-Nr.	Preis
Ø 3m Kuppel	19959	4.165,-
Ø 4m Kuppel	20887	17.255,-
Ø 5,5m Kuppel	20287	29.750,-

■ Omegon Doppelrefraktor Nightstar Halbapo Triplet

STERNE MIT 3-D EFFEKT

Erleben Sie die Beobachtung durch ein gigantisches Großfernglas mit einem plastischem Effekt. Es hat den Anschein, als würden Sterne, Planeten und Kugelsternhaufen direkt vor Ihren Augen schweben. Mit einem kompletten Großfernglas mit 150mm Durchmesser auf beiden Augen und holen Sie sich das Universum vor die Haustür.



Artikel-Nr.: 24091

Preis: 4.550,-

■ Omegon Twinmaster AZ

EINE AZIMUTALE MONTIERUNG FÜR ZWEI TELESKOP

Sie haben nicht nur ein Teleskop? Sie möchten auf Ihrer Montierung Ihr Teleskop und vielleicht auch ein Großfernglas nutzen? Nichts leichter als das mit der Omegon Twinmaster. Diese azimutale Montierung trägt zwei Optiken bis 13kg Teleskopgewicht. Mit Feinbewegungen in beiden Achsen dirigieren Sie zwei Instrumente gleichzeitig.

Ihr Vorteil: doppelter Beobachtungsspaß im Gleichtakt mit nur einer Montierung.



Artikel-Nr.: 33076

Preis: 335,-

Zubehör

■ Omegon pro Super LE Zoom 8-24 Okular

DAS HIGHQUALITY ZOOMOKULAR

Das neue Super LE Zoom 8-24mm bietet Ihnen eine fantastische Schärfe, ein große Augenlinse und 17mm Augenabstand. Über den gesamten Zoom-Bereich: ein exzellenter Kontrast. Das Allround-Talent für Ihre Beobachtungen!



Artikel-Nr.: 32971

Preis: 198,-

■ Omegon Cronus Okular Serie

Die außerordentliche Kontrast- und Schärfleistung macht das Cronus Okular zu Ihrem Begleiter für alle Arten der Beobachtung.

Die Cronus Okulare bieten Ihnen bei allen Brennweiten (2,5/3,2/4/5/6/7/8/9mm) einen großen Augenabstand. Mit 60° Gesichtsfeld nutzen Sie zudem einen Beobachtungs-Komfort, den Sie mit Standard-Okularen nicht haben.



Artikel-Nr.: 32979-32986

Preis: je 49,-

■ Omegon Premium Barlowlinsen

APOCHROMATISCHE BARLOWLINSEN MIT AUSGEZEICHNETER ABBILDUNG

Die Omegon Premium Barlowlinsen stehen für eine hohe optische Qualität. Das vierlinsige Design bietet Ihnen eine sehr gute Farbkorrektur. Damit sehen Sie den Himmel gestochen scharf und in hoher Brillanz.



Artikel-Nr.: 32968-32970, 32973

Preis: ab 115,-

■ Omegon Adapter für iPhone/Smartphone

Sie haben ein Smartphone oder iPhone und wollen es auch am Teleskop nutzen? Schnell eine Erinnerung festhalten, ein Foto von der wunderschönen Mondsichel diesen Abend aufnehmen? Oder ihre Freunde an ihrer letzten Jupiterbeobachtung teilhaben lassen? Das alles geht ganz einfach und schnell mit dem Smartphone Kameraadapter von Omegon.



Artikel-Nr.: 32988

Preis: 29,90

Persönliche Beratung

@ Service@Astroshop.de

+49 8191 94049-1

+49 8191 94049-9

Astroshop.de
c/o nimax GmbH
Otto-Lilienthal-Str. 9
86899 Landsberg am Lech
Direkt an der A96 und B17,
ca. 30min von Augsburg
und München.

Damit wir uns genug Zeit für Sie nehmen können, rufen Sie bitte immer vor Ihrem Besuch bei uns an und vereinbaren einen Termin.
»Danke«

Wir sind Mo-Fr von 9-17 Uhr und jeden 1. Sa im Monat von 10-16 Uhr für Sie da!

Die Namen der Sterne

Der Himmel ist in **88 Sternbilder** aufgeteilt, deren Bezeichnungen in vielen Fällen auf die griechischen Astronomen zurückgehen und im Almagest des Ptolemäus (etwa 90 bis 160 n. Chr.) verzeichnet sind. Im Zeitalter der Entdeckungen kamen nach und nach die südlichen Sternbilder hinzu. Die heute üblichen Begrenzungen der Sternbilder wurden 1928 von Eugène Delporte im Auftrag der Internationalen Astronomischen Union festgelegt.

Viele helle Sterne tragen Eigennamen, von denen aber heute nur noch diejenigen der hellsten Sterne gebräuchlich sind, wie Wega (in der Leier), Arktur (im Bärenhüter) oder Sirius (im Großen Hund). In dem im Jahre 1603 erschienenen Sternatlas »Uranometria« von Johannes Bayer (1572–1625) waren die helleren Sterne der Sternbilder erstmals mit griechischen Buchstaben benannt, wobei versucht worden war, die Reihenfolge der Buchstaben im Alphabet der Reihenfolge der scheinbaren Helligkeiten in den Sternbildern anzupassen. Diese Art der Bezeichnung hat sich bis heute erhalten.

Der hellste Stern eines Sternbilds ist fast immer Alpha (α). Sirius trägt beispielsweise die Bezeichnung Alpha im Großen Hund. Da eine international verständliche Bezeichnung der Sterne eingeführt werden musste, wurden diese griechischen Buchstaben mit den Genitiven der lateinischen Namen der Sternbilder verknüpft. Im Falle von Sirius: Alpha Canis Majoris. Da dies für den täglichen Gebrauch zu umständlich war, wurden statt der vollständigen lateinischen Namen der Sternbilder Abkürzungen aus je drei Buchstaben eingeführt. Sirius wurde fortan als α CMA abgekürzt.

Nun enthalten aber fast alle Sternbilder so viele Sterne, dass die griechischen Buchstaben bald nicht mehr zu ihrer Bezeichnung ausreichten. Daher begann man, die Sterne eines jeden Sternbilds fortlaufend zu nummerieren. Bis auf den heutigen Tag haben sich nur die Nummern der Sterne, die John

Flamsteed 1725 in dem Atlas »Historia Coelestis Britannica« einführte, erhalten. Im aktuellen »Millennium Star Atlas« ist Sirius im Großen Hund zusätzlich zu seinem Eigennamen als 9α CMA bezeichnet.

Später erschienen Kataloge mit Angaben für Hunderttausende von Sternen, so die Bonner Durchmusterung des Nordhimmels (1859 bis 1862), der Henry Draper Catalogue (1918 bis 1924) oder der SAO-Katalog (1966) mit Positionen von 258 997 Sternen. In diesen Katalogen enthaltene Sterne werden mit den laufenden Nummern innerhalb dieser Kataloge zitiert, also etwa BD–11°3567 oder SAO 123456.

Für die Bedürfnisse des Amateurastronomen sind in den meisten Fällen die Bezeichnungen der Sterne mit griechischen Buchstaben nach J. Bayer oder mit den Flamsteed-Ziffern ausreichend. Unverzichtbar ist es aber, das griechische Alphabet und die lateinischen Namen der Sternbilder zusammen mit den erwähnten, aus drei Buchstaben bestehenden Abkürzungen entweder auswendig zu kennen oder doch immer griffbereit zu haben. Die beiden Tabellen auf dieser Seite mögen zum regelmäßigen Nachschlagen dienen.



Bernhard Gotthardt

Sirius im Sternbild Großer Hund ist der hellste Stern am Himmel. Er trägt auch das astronomische Kürzel α CMA (ausgesprochen: Alpha Canis Majoris, nach der Genitivform des lateinischen Sternbildnamens Canis Major).

Namen der Sternbilder¹⁾

Deutscher Name	Lateinischer Name	Abkürzung
Achterschiff	Puppis	Pup
Adler	Aquila	Aql
Andromeda	Andromeda	And
Bärenhüter	Bootes	Boo
Becher	Crater	Crt
Bildhauer	Sculptor	Scl
Chemischer Ofen	Fornax	For
Delfin	Delphinus	Del
Drache	Draco	Dra
Dreieck	Triangulum	Tri
Eidechse	Lacerta	Lac
Einhorn	Monoceros	Mon
Eridanus	Eridanus	Eri
Fische	Pisces	Psc
Füchsen	Vulpecula	Vul
Füllen	Equuleus	Equ
Fuhrmann	Auriga	Aur
Giraffe	Camelopardalis	Cam
Grabstichel	Caelum	Cae
Großer Bär	Ursa Major	UMa
Großer Hund	Canis Major	CMA
Haar der Berenike	Coma Berenices	Com
Hase	Lepus	Lep
Herkules	Hercules	Her
Jagdhunde	Canes Venatici	CVn
Jungfrau	Virgo	Vir
Kassiopeia	Cassiopeia	Cas
Kepheus	Cepheus	Cep
Kleiner Bär	Ursa Minor	UMi
Kleiner Hund	Canis Minor	CMi
Kleiner Löwe	Leo Minor	LMi
Kompass	Pyxis	Pyx
Kranich	Grus	Gru
Krebs	Cancer	Cnc
Leier	Lyra	Lyr
Löwe	Leo	Leo
Luchs	Lynx	Lyn
Luftpumpe	Antlia	Ant
Mikroskop	Microscopium	Mic
Nördliche Krone	Corona Borealis	CrB
Orion	Orion	Ori
Pegasus	Pegasus	Peg
Perseus	Perseus	Per
Pfeil	Sagitta	Sge
Rabe	Corvus	Crv
Schild	Scutum	Sct
Schlange	Serpens	Ser
Schlangenträger	Ophiuchus	Oph
Schütze	Sagittarius	Sgr
Schwan	Cygnus	Cyg
Segel	Vela	Vel
Skorpion	Scorpius	Sco
Steinbock	Capricornus	Cap
Stier	Taurus	Tau
Südlicher Fisch	Piscis Austrinus	PsA
Taube	Columba	Col
Waage	Libra	Lib
Walfisch	Cetus	Cet
Wassermann	Aquarius	Aqr
Wasserschlange	Hydra	Hya
Widder	Aries	Ari
Wolf	Lupus	Lup
Zentaur	Centaurus	Cen
Zwillinge	Gemini	Gem

¹⁾ von Europa aus sichtbar

Das griechische Alphabet (kleine Buchstaben)

α	Alpha	ζ	Zeta	λ	Lambda	π	Pi	φ	Phi
β	Beta	η	Eta	μ	My	ρ	Rho	χ	Chi
γ	Gamma	θ	Theta	ν	Ny	σ	Sigma	ψ	Psi
δ	Delta	ι	Iota	ξ	Xi	τ	Tau	ω	Omega
ϵ	Epsilon	κ	Kappa	\omicron	Omikron	υ	Ypsilon		

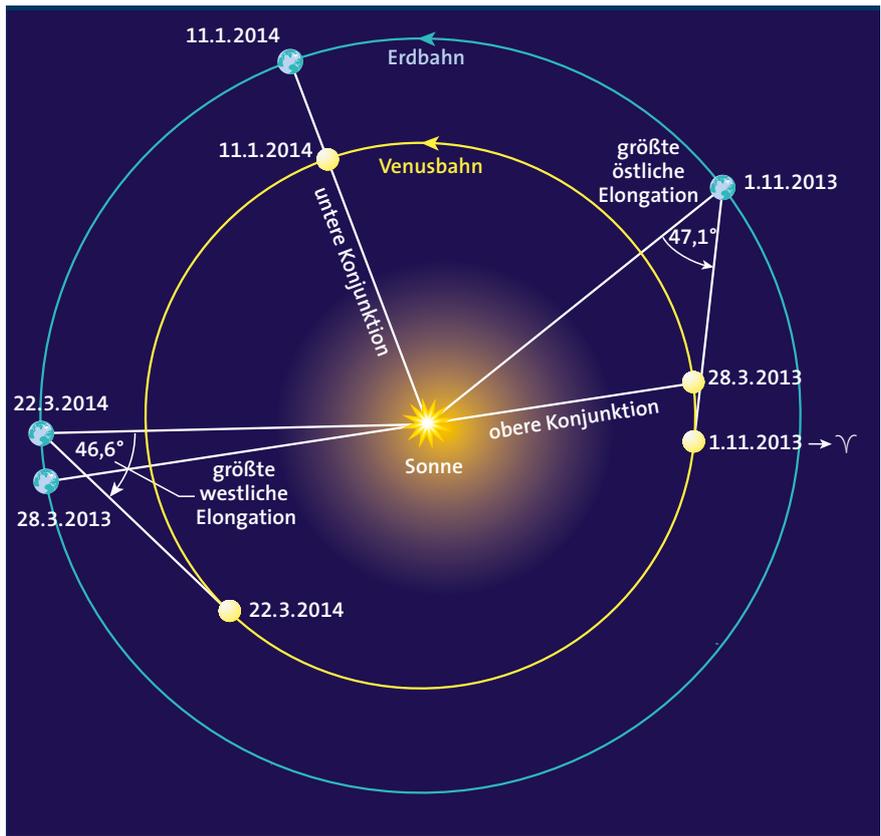
Die scheinbaren Bewegungen der Planeten

Die helleren Planeten unseres Sonnensystems – Merkur und Venus innerhalb der Erdbahn (die »inneren Planeten«) sowie Mars, Jupiter und Saturn (die »äußeren Planeten«) – sehen auf den ersten Blick so aus wie Sterne. (Wer genau hinsieht, wird allerdings bemerken, dass sie in einem ruhigen Licht leuchten, während Sterne funkeln.) Erst nach mehreren Nächten oder gar Wochen fällt auf, dass sie ihren Ort unter den Sternen langsam wechseln. Diese Planetenbewegungen können wir recht leicht verstehen, wenn wir uns die Perspektive klar machen, die wir von der um die Sonne kreisenden Erde haben. Dazu müssen wir eigentlich nur zwischen den inneren und den äußeren Planeten unterscheiden.

Je enger ein Planet die Sonne umkreist, desto kürzer ist seine Umlaufzeit. Vor allem Merkur, aber auch die Venus überholen die Erde daher in ihrem irdnächsten Bahnpunkt und stehen dann in **unterer Konjunktion** mit der Sonne. Die Venus erreicht diese Stellung am 11. Januar 2014 (siehe Grafik rechts). Üblicherweise zieht sie dabei nördlich oder südlich an der Sonnenscheibe vorbei. Aber beim letzten Mal, am 6. Juni 2012, kam es zu einem Durchgang oder Transit vor der Sonnenscheibe.

Vor und nach der unteren Konjunktion erreichen Venus und Merkur jeweils ihre **größte östliche Elongation** (das bedeutet beste Abendsichtbarkeit über dem Westhorizont) beziehungsweise **größte westliche Elongation** (das bedeutet beste Morgensichtbarkeit über dem Osthorizont) von der Sonne. Venus bringt es dabei auf etwa 46° Winkelabstand, bei dem eng und recht schnell umlaufenden Merkur sind maximal 28°. Unser innerster Planet gilt daher zu Recht als sehr schwieriges Objekt, denn bei genügender Tiefe der Sonne unter dem Horizont (mindestens 10°) weist er nur einen geringen oder gar keinen positiven Horizontabstand mehr auf. Dazu wechselt er rasch seine Sonnenseite: fast jeden Monat finden wir ihn in einer anderen Elongation.

Das Gegenstück zur unteren ist die **obere Konjunktion**, wenn der innere Planet auf der uns entgegengesetzten Seite seiner Bahn, fast genau hinter der Sonne steht. Eine ausreichende Zeit vor und nach diesem Zeitpunkt, wenn der Venusabstand noch beziehungsweise schon für



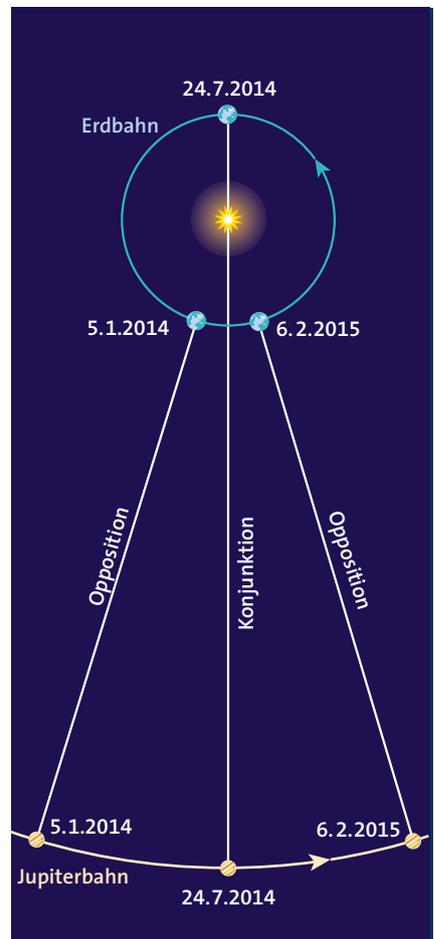
Die besonderen Stellungen der Venus in den Jahren 2013 und 2014

eine Beobachtung ausreicht, könnten wir dann eine kleine, nur gut 10 Bogensekunden (= 10") große Vollvenus beobachten, auf der anderen Seite des inneren Sonnensystems.

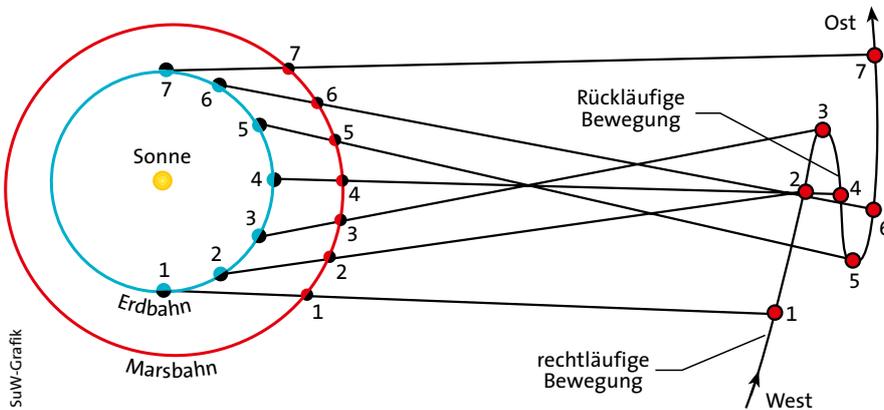
Die äußeren Planeten

Anders verhält es sich mit den äußeren Planeten, die zur Zeit ihrer **Opposition** zur Sonne von der Erde auf der Innenbahn überholt werden (siehe Grafik rechts). Bei den sehr langsam um die Sonne laufenden Riesenplaneten Jupiter und Saturn passiert dieser Überholvorgang fast jedes Jahr. Der recht schnelle, uns viel nähere Planet Mars liefert sich dagegen ein langes Rennen mit der Erde. Er steht nur alle 26 Monate in Opposition und erscheint dann so groß, dass Details auf seiner Oberfläche sichtbar werden. Die nächste Opposition erreicht der »Rote Planet« am 8. April 2014.

Befindet sich Jupiter in Opposition, so ist er während der ganzen Nacht zu beobachten. In Konjunktion steht er auf der anderen Seite der Sonne und ist nicht sichtbar.



Die Bewegungen der Planeten und die Positionen der Gestirne



Bei den äußeren Planeten, wie hier beim Mars, lassen sich Oppositionsschleifen beobachten, wenn die schnellere Erde den langsameren Planeten auf ihrer Bahn überholt.

ne bewegen, denn ihre Bahnen sind nur gering gegen die Erdbahn geneigt. Dieser Winkelabstand senkrecht zur Ekliptik wird **ekliptikale Breite** genannt.

Könnten wir die Sonne zusammen mit den Sternen am Taghimmel beobachten, so würden wir bemerken, wie auch sie einmal pro Jahr exakt auf dieser Ekliptik den gesamten Sternhimmel durchwandert. Ihr Winkelabstand vom **Frühlingspunkt** (das ist der Punkt, in dem die Sonne genau zu Frühlingsbeginn steht, wenn sie den Himmelsäquator von Süd nach Nord überquert) längs der Ekliptik bezeichnet dabei ihre **ekliptikale Länge**. In Wirklichkeit ist es natürlich unser Heimatplanet, der die Sonne umkreist und diese nur scheinbare Bewegung vortäuscht.

Allen Bewegungen der äußeren Planeten gemeinsam ist die **Oppositionsschleife** (siehe Grafik oben): Beginnt die Planetensichtbarkeit am Morgenhimmel, dann sehen wir den äußeren Planeten unter den Sternen gen Osten vorrücken, **rechtläufig** genannt. Dies ist sein eigentlicher Bahnrichtungssinn. Aber wenn die Erde dann zum Überholen auf der Innenbahn ansetzt, kommt es durch den nun wechselnden Blickwinkel zu einer scheinbar entgegengesetzten

Planetenbewegung nach Westen unter den Sternen, **rückläufig** genannt. Diese rückläufige Bewegung kennzeichnet den gesamten Zeitraum um die Opposition. Sie kehrt sich erst wieder in eine rechtläufige Bewegung um, wenn der äußere Planet seine Sichtbarkeitsperiode am Abendhimmel so langsam beendet.

Allen Planeten und dem Mond ist gemeinsam, dass sie sich mit wenigen Grad Abstand entlang der **Ekliptik**, der in den Raum projizierten Erdbahn um die Son-

Die Positionen der Gestirne am Himmel

Mit einem GPS-Empfänger können wir heutzutage mit hoher Genauigkeit feststellen, wo wir uns auf der Erde befinden. Die angezeigten Daten sind die geografische Länge und Breite. In einem ähnlichen Koordinatensystem werden die Positionen der Gestirne angegeben.

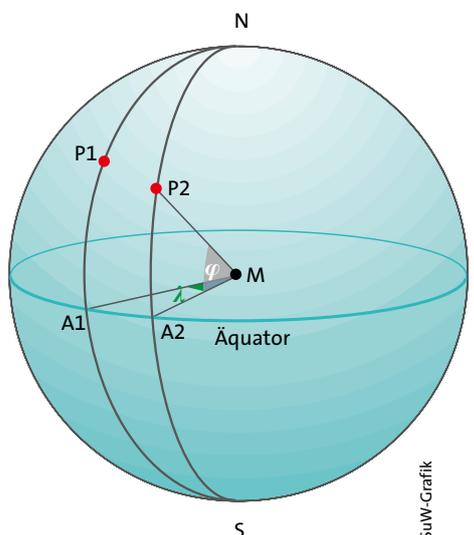
Als Folge der Rotation der Erde um ihre Achse dreht sich das Firmament im Laufe eines Tages scheinbar um uns herum. Wie jeder durch eine Langzeitbeobachtung des nördlichen Sternhimmels nachprüfen kann, umkreisen die Fixsterne einen ruhenden Punkt des Himmels, den **Himmelsnordpol** (siehe Foto auf S. 8), südlich vom Erdäquator entsprechend den **Himmelssüdpol**. Dieses sind die beiden Fixpunkte des himmlischen Koordinatensystems. Als nächstes projizieren wir den irdischen Äquator an den Himmel. Und so, wie wir auf der Erde den Winkel zwischen der Äquatorebene und der Verbindungslinie vom Erdmittelpunkt zu einem Ort der Erdoberfläche als dessen **geografische Breite** φ bezeichnen, so nennen wir den Winkel zwischen der Äquatorebene der Himmelskugel – dem **Himmelsäquator** – und der Sichtlinie vom Erdmittelpunkt zu einem Himmels-

körper dessen **Deklination** δ . Wie auf der Erde die geografische Breite zählen wir die Deklination von $+90^\circ$ am Himmelsnordpol über 0° am Äquator bis -90° am Himmelsnordpol.

Die zweite Koordinate auf der Erde ist die **geografische Länge** λ . Wie ist diese definiert? Am Anfang steht eine willkürliche Definition: Ein bestimmter Ort P1 (die Sternwarte in Greenwich) hat die geografische Länge 0° . Dann betrachten wir den Halbkreis, der vom Nordpol über

diesen ausgewählten Ort P1 zum Südpol der Erde führt (siehe Grafik unten). Alle Punkte auf diesem Halbkreis erhalten ebenfalls die geografische Länge $\lambda = 0^\circ$. Den Schnittpunkt dieses Halbkreises, **Meridian** genannt, mit dem Erdäquator bezeichnen wir mit A1. Die geografische Länge eines beliebigen anderen Ortes P2 erhalten wir nun, wenn wir den Halbkreis durch diesen Ort und durch beide Pole der Erde betrachten. Er schneidet den Erdäquator an einer Stelle

Auf der Erdoberfläche ist die Position eines Ortes P2 durch dessen Winkelabstand φ zum Erdäquator angegeben und durch den auf dem Äquator gemessenen Winkel λ zwischen dem Meridian durch den Ort P2 und jenem durch die Sternwarte Greenwich (P1). φ ist die geografische Breite, λ die geografische Länge.



Das Sternbild Orion mit seinen drei »Gürtelsternen« und der helle Sirius sind gute Wegmarken für die erste Orientierung am winterlichen Himmel.

Plejaden

Jupiter

Aldebaran

Hyaden

Beteigeuze

Orion

Sirius

Ulrich C. Beinert

A2. Dadurch ist der Winkel $\lambda = A1-M-A2$ definiert, den wir die geografische Länge aller Punkte auf dem Halbkreis durch P2, A2, den Nordpol und den Südpol nennen.

Am Himmel wurde ähnlich verfahren, nur bei der Auswahl eines Nullpunkts mussten die Astronomen sich etwas Neues einfallen lassen. Die Wahl fiel auf denjenigen Schnittpunkt der Ekliptik mit dem Himmelsäquator, in dem sich die Sonne zum Frühlingsanfang befindet. Dies ist der **Frühlingspunkt** (oft mit dem Widder-Symbol Υ bezeichnet). Wenn wir einen Halbkreis durch den Nord- und den Südpol und einen bestimmten Stern legen (siehe Grafik unten), so ist

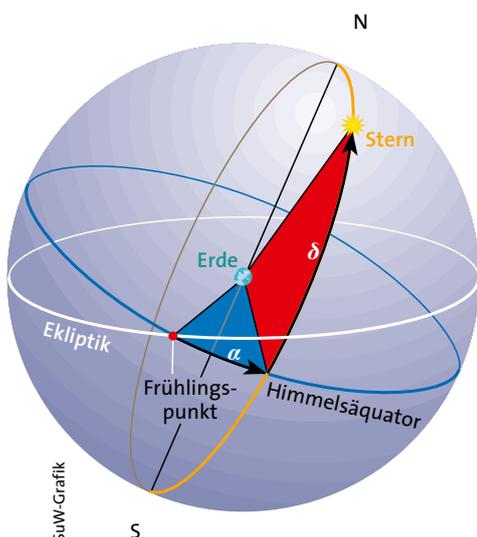
der Abstand des Schnittpunkts dieses Halbkreises mit dem Himmelsäquator vom Frühlingspunkt die gesuchte zweite Koordinate des Sterns, sie wird **Rektaszension** genannt und mit dem griechischen Buchstaben α (Alpha) bezeichnet. Es hat sich eingebürgert, diesen Winkel nicht im üblichen Gradmaß anzugeben, sondern in Stunden, Minuten und Sekunden, wobei 24 Stunden dem Winkel 360° entsprechen. Eine Stunde entspricht dann 15° und vier Minuten einem Grad. Den tieferen Sinn dieser Abmachung werden wir sogleich erfahren.

Zur Zeit des Frühlingsanfangs hat die Sonne per Definition die Rektaszension

0^h . Nach einem halben Jahr schneidet die Bahn der Sonne wieder den Himmelsäquator, es ist Herbstanfang, und die Sonne hat die Rektaszension 12^h . Um 12 Uhr Mittag (Ortszeit) steht die Sonne im Meridian. Zwölf Stunden später, um Mitternacht Ortszeit, finden wir alle Sterne mit der Rektaszension 0^h im Meridian. Nach einer Stunde stehen die Sterne mit der Rektaszension 1^h (näherungsweise) im Meridian und so fort. Bis die Sterne mit der Rektaszension 0^h abermals im Süden stehen, vergehen 23 Stunden und 56 Minuten.

Dieser deutliche Unterschied zum Sonnentag mit exakt 24 Stunden beruht darauf, dass sich die Erde zwar – bezogen auf die Sonne – in 24 Stunden einmal um ihre Achse dreht, wegen ihres Bahnumlaufs um die Sonne aber in Bezug auf den Sternhimmel schon nach 23 Stunden und 56 Minuten wieder ihre Ausgangsstellung erreicht hat.

Nun definieren wir: Ein **Sternstag** hat die Länge von 23 Stunden und 56 Minuten eines Sonnentags. Wir teilen diesen Sternstag auf in 24 Sternstunden mit jeweils 60 Minuten à 60 Sekunden. Sodann beschaffen wir uns eine Uhr, die innerhalb von 23 Stunden und 56 Minuten (Sonnenzeit) 24 Stunden durchläuft. Damit haben wir eine Sternzeituhr zur Hand. Mit Hilfe der für jeden Tag in den



Am Himmel ist die Deklination δ der Winkel zwischen der Blickrichtung von der Erde zu einem Stern und dem Himmelsäquator. Die Rektaszension α ist der auf dem Himmelsäquator gemessene Winkel zwischen dem Frühlingspunkt und dem Schnittpunkt des Meridians durch den Stern mit dem Himmelsäquator.

Positionen der Gestirne, Bahnelemente, Ephemeriden

Monatsübersichten angegebenen Sternzeit können wir sie bei Bedarf stellen (siehe die Tabellen unter »Der Lauf der Sonne«).

Zeigt unsere Sternzeituhr am 21. September 0 Uhr, so wissen wir, dass nun alle Sterne mit der Rektaszension 0^h im Meridian stehen. Nach einer Stunde Sternzeit stehen die Sterne mit der Rektaszension 1^h im Süden usw. Am nächsten Tag gilt dasselbe: 0 Uhr Sternzeit registrieren wir dann aber schon um 23:56 Uhr Ortszeit. Allgemein gilt zu jedem Zeitpunkt: Die kulminierende Rektaszension ist mit der momentanen Sternzeit identisch.

Eine **parallaktische Fernrohrmontierung** sollte so aufgestellt sein, dass ihre »Stundenachse« auf den Himmelpol zeigt, sie also parallel zur Erdachse ausgerichtet ist. Will man nun ein Himmelsobjekt beobachten, dessen Rektaszension und Deklination bekannt sind, so ist die Deklination sofort am Deklinationskreis einzustellen, und danach der »Stundenwinkel« der als Differenz

Sternzeit – Rektaszension definiert ist. Der Teilkreis für den Stundenwinkel muss so justiert sein, dass ein Himmelsobjekt den Meridian beim Stundenwinkel 0^h passiert.

Beträgt der Stundenwinkel eines Sterns beispielsweise 3^h , so sind seit dem Meridiandurchgang des Sterns drei Sternzeitstunden vergangen, der Stern befindet sich also 45° westlich vom Meridian. Bei einem Stundenwinkel von -2^h kann man davon ausgehen, dass der Stern nach Ablauf von zwei Stunden den Meridian erreichen wird. Die Sternzeit ist eine segensreiche Erfindung. Sie ermöglicht es uns, dass wir an einer exakt aufgestellten parallaktischen Montierung jedes Himmelsobjekt mit bekannten Koordinaten ohne Mühe im Fernrohr einstellen können. Das auf der Rektaszension und der Deklination basierende Koordinatensystem ist das »geozentrische äquatoriale System«. Für manche Zwecke sind andere Systeme bequemer.

Das äquatoriale Koordinatensystem scheint gegenüber dem intuitiven horizontalen System (Höhe und Azimut) kompliziert zu sein, hat aber den für Astronomen großen Vorteil, dass seine Koordinaten (Rektaszension und Deklination) unabhängig von Beobachtungsort und Beobachtungszeit sind. Somit können wir interessante Objekte mit einer einzigen Koordinatenangabe auflisten.

Wenn Sie diese Objekte mit dem Fernrohr aufsuchen wollen, hier noch ein guter Praxistipp: Richten Sie die Polachse Ihrer parallaktischen Montierung zu Beginn der Beobachtung auf den Polarstern aus. Suchen Sie sich dann einen Ihnen gut bekannten, helleren Stern unweit des gesuchten Objekts. Berechnen Sie die Koordinatendifferenzen in Rektaszension und Deklination und schwenken Sie ihr Teleskop mit Hilfe seiner Teilkreise oder Koordinatenanzeigen genau um diese Winkel. Dann sollte sich das tabellierte Objekt zumindest schon im Gesichtsfeld Ihres Suchers befinden.

Bahnelemente und Ephemeriden

In einem astronomischen Jahrbuch findet man für viele Monate im voraus Positionen der Planeten und auch etlicher Planetoiden, Zeitpunkte ihres Auf- und Untergangs und vieles mehr. Solche für zukünftige Zeiten berechnete Daten nennt man **Ephemeriden**.

Um die Ephemeriden eines Himmelskörpers im Sonnensystem berechnen zu können, muss man seine **Bahnelemente** kennen. Diese beschreiben die Form seiner Bahn sowie seine Position und Geschwindigkeit für einen bestimmten

Zeitpunkt. Und um diese berechnen zu können, benötigt man viele möglichst genaue Positionsbestimmungen des fraglichen Himmelskörpers. Außerdem muss man die Gesetze kennen, nach denen sich die Himmelskörper bewegen.

Die Gesetze der Planetenbewegung fand Johannes Kepler (1571–1630), wobei er das von Tycho Brahe (1546–1601) zusammengetragene Beobachtungsmaterial verwendete. Das erste keplersche Gesetz besagt, dass jeder Planet sich auf einer elliptischen Bahn um die Sonne bewegt, die in einem der beiden Brennpunkte der Ellipse steht.

Die **große Halbachse** einer Bahnellipse wird mit dem Buchstaben a bezeichnet, die **kleine Halbachse** mit b . Die Bahn eines Himmelskörpers weicht umso mehr von der Kreisform ab, je weiter der Zentralkörper (im Planetensystem die Sonne) vom Mittelpunkt der Ellipse entfernt ist. Dieser Abstand ist das Produkt aus der Halbachse a und der **Exzentrizität** e , die das Maß für die Elliptizität der Bahn ist. Für einen Kreis ist $e = 0$, für die Erdbahn gilt $e = 0,0167$.

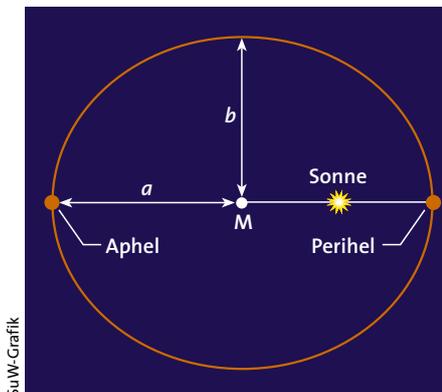
Der sonnennächste Punkt einer Planetenbahn ist $a(1 - e)$ von der Sonne ent-

fernt, er heißt das **Perihel** der Bahn. Der sonnenfernste Punkt, das **Aphel**, wiederum ist $a(1 + e)$ von der Sonne entfernt.

Die Entfernungen von der Sonne werden allgemein mit dem Buchstaben r bezeichnet, wobei im Sonnensystem die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne als Maßeinheit verwendet wird. Dies ist die **Astronomische Einheit**, abgekürzt AE, sie misst knapp 150 Millionen Kilometer.

Die Bahn des Mondes um die Erde ist mit einer Exzentrizität von $e = 0,0549$ wesentlich unrunder als die Bahn der Erde um die Sonne. In Erdnähe, dem **Perigäum**, ist der scheinbare Durchmesser des Mondes daher merklich größer als in Erdferne, dem **Apogäum**.

Das zweite keplersche Gesetz besagt, dass sich ein Planet in Sonnennähe schneller bewegt als in Sonnenferne. Die Erde durchläuft ihr Perihel um den 3. Januar. Im Winter der nördlichen Erdhemisphäre ist die Erde also etwas schneller als im Sommer. Die Zeit zwischen Herbstanfang und dem folgenden Frühlingsanfang ist deshalb sechs Tage kürzer als die Zeit zwischen Frühlingsanfang und dem nächsten Herbstanfang.



SuW-Grafik

Die Bahn eines (hypothetischen) Planeten mit der Exzentrizität $e = 0,5$.

ERWEITERN SIE IHREN HORIZONT.
UND ZWAR INS UNENDLICHE.



In *Sterne und Weltraum* erfahren Sie monatlich alles über Astronomie und Raumfahrt.

***Drei aktuelle Ausgaben von *Sterne und Weltraum* für nur € 5,33 je Heft (statt € 8,20 im Einzelkauf)**

So einfach erreichen Sie uns:

Telefon: 06221 9126-743

www.sterne-und-weltraum.de/miniabo

Fax: 06221 9126-751 | E-Mail: service@spektrum.com

Oder QR-Kode
per Smartphone
scannen und
Angebot sichern!



Die Helligkeiten der Sterne

Schon die Astronomen des Altertums hatten das Bedürfnis, die unterschiedlichen Helligkeiten der Sterne mit Worten zu beschreiben. Sie teilten die sichtbaren Sterne in sechs Klassen ein, wobei die hellsten Sterne in der ersten Klasse landeten und die schwächsten, gerade noch mit bloßem Auge sichtbaren, in der sechsten Klasse. Und unglücklicherweise nannten sie diese Klassen »**Größenklassen**«. Die Bezeichnung »Helligkeitsklassen« wäre sinnvoller gewesen. Von den Größen der Sterne hatte man damals noch keine realistische Vorstellung.

Als die Astronomen in der Lage waren, die Strahlung der Sterne zu messen, fanden sie heraus, dass sie von Sternen der ersten Größenklasse etwa 100-mal mehr Strahlung registrierten als von Sternen der 6. Größenklasse, und dass sich die Strahlungsmengen zweier Sterne benachbarter Größenklassen im Mittel immer um ein und denselben Faktor unterscheiden. Auf diesen beiden Feststellungen basiert unser heutiges System der scheinbaren Helligkeiten der Sterne.

Es ist üblich, die **scheinbare Helligkeit** oder **Magnitude** mit dem Buchstaben m zu bezeichnen und ihre Einheit mit mag. Diese Abkürzung stammt aus dem lateinischen Wort *magnitudo* = Größenklasse. Während die Zahl, welche die Zugehörigkeit eines Sterns zu einer bestimmten Größenklasse bezeichnet, stets ganzzahlig ist, ist die scheinbare Helligkeit eine dezimal unterteilbare Größe, die auch negative Werte annehmen kann. Die scheinbare Helligkeit des Polarsterns ist beispielsweise $m = 2,12$ mag.

Wer sein Fernrohr mit einer CCD-Kamera ausgerüstet hat, kann scheinbare Helligkeiten von Sternen relativ einfach

ableiten. Dazu müssen die Inhalte aller Pixel, die zum Bild eines Sterns beitragen, aufsummiert werden. Diese Summe ist ein Maß für die Strahlungsmenge, welche die CCD-Kamera von diesem Stern während der Belichtungszeit der Aufnahme empfangen hat. Um den Einfluss der Belichtungszeit zu eliminieren, muss sie durch die Dauer der Belichtung dividiert werden. Das Ergebnis ist die Strahlungsmenge pro Zeiteinheit, also ein »**Strahlungsstrom**«. Wir bezeichnen ihn mit dem Buchstaben S .

Den Nullpunkt der individuellen instrumentellen Konfiguration erhält man, wenn ein Stern, dessen scheinbare Helligkeit m_0 bekannt ist, in gleicher Weise beobachtet wird und dessen CCD-Bild nach Division durch die Belichtungszeit den Strahlungsstrom S_0 ergeben hat. Dann besteht zwischen diesen Größen und den scheinbaren Helligkeiten der beiden Sterne die Beziehung

$$m = m_0 - 2,5 \lg S/S_0$$

Gemäß dieser einfachen Gleichung unterscheiden sich die Strahlungsmengen zweier Sterne genau um den Faktor 100, wenn ihre scheinbaren Helligkeiten um 5,0 mag differieren. Unterscheiden sich die scheinbaren Helligkeiten zweier Sterne um 1,0 mag, so empfangen wir von dem helleren 2,512-mal mehr Strahlung als von dem schwächeren.

Nun können wir auch leicht ausrechnen, wie hell die lichtschwächsten Sterne sind, die wir mit einem Fernrohr sehen können. Wenn wir unsere Augen lange genug an die Dunkelheit gewöhnt haben, und wenn der Himmel nicht von Staub und künstlichen Lichtquellen verschmutzt ist, so weisen die Sterne, die wir gerade noch erkennen können, scheinbare Helligkeiten von etwa 6,5 mag auf. Die Pupillen unserer Augen sind maximal weit geöffnet und besitzen dann einen Durchmesser von etwa 8 mm.



Erwin Cief

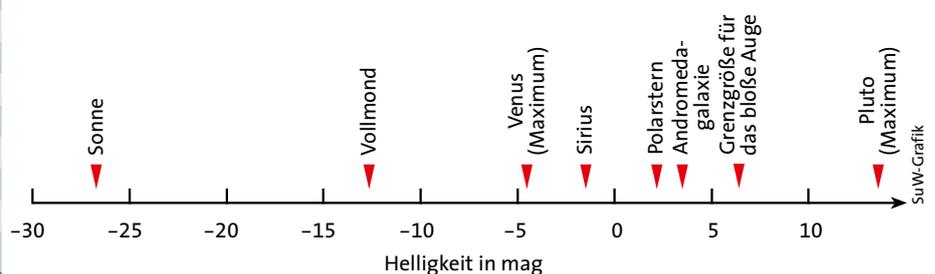
Die Gürtelsterne im Orion sind blaue B-Sterne mit $B-V = -0,2$ mag. Beteiguze ist ein roter M-Stern mit $B-V = +1,8$ mag.

Mit einem mittelgroßen Fernrohr mit einem 80-mm-Objektiv können wir 100-mal mehr Licht sammeln als mit unserem Auge. Dann können wir noch einen Stern erkennen, der 100-mal weniger Licht aussendet als ein 6,5 mag heller Stern, also einen Stern mit der scheinbaren Helligkeit 11,5 mag.

Farben der Sterne

Unsere Augen sind für gelb-grünes Licht am empfindlichsten, das rote Licht der Emissionsnebel können sie jedoch kaum wahrnehmen. Bei den meisten CCD-Kameras liegt das Maximum ihrer Empfindlichkeit im Roten, dagegen sprechen sie kaum noch auf blaues Licht an. Scheinbare Helligkeiten, die mit derart unterschiedlichen Empfängern bestimmt werden, enthalten zwangsläufig farbabhängige Fehler. Diese lassen sich vermeiden, wenn man das Sternlicht durch Filter leitet, bevor es auf den Empfänger trifft. Besondere Bedeutung hat das **UBV-System** erlangt. Nacheinander werden hier bei der Messung der Sternhelligkeiten Standardfilter in den Strahlengang eingebracht, die nur für ultraviolettes Licht (U), blaues Licht (B) und für visuell sichtbares, also gelb-grünes Licht (V) durchlässig

Helligkeit und Strahlungsmenge	
Helligkeitsdifferenz in mag	Verhältnis der Strahlungsströme
0,1	1,096
0,2	1,202
0,5	1,585
1,0	2,512
2,0	6,310
2,5	10,000
5,0	100,000
7,5	1000,000
10,0	10 000,000
15,0	1 000 000,000



sind. Die so gemessenen scheinbaren Helligkeiten werden meist mit U, B, V bezeichnet oder auch mit m_U, m_B, m_V . Diese Messgrößen müssen sodann in ein Standardsystem umgerechnet werden, um mit entsprechenden Messungen anderer Astronomen verglichen werden zu können. Erst die so berechneten U, B und V -Helligkeiten befinden sich im internationalen UBV -System.

Die Differenzen $U-B$ und $B-V$ der scheinbaren Helligkeiten U, B und V eines Sterns, seine so genannten **Farbenindizes**, enthalten Informationen über seinen **Spektraltyp**. Ein Stern mit $B-V = -0,32$ mag ist mit Sicherheit ein blauer O-Stern, während ein roter M-Stern an

einem Farbenindex $B-V \geq 1,60$ mag zu erkennen ist.

Flächenhafte Objekte

In Katalogen von Himmelsobjekten werden nicht nur scheinbare Helligkeiten von Sternen angegeben, sondern auch von flächenhaften Objekten, beispielsweise von Sternhaufen. Solche Angaben sind mit Vorsicht zu benutzen. Wenn wir in einem Fernrohr gerade noch 10 mag helle Sterne sehen können und einen Sternhaufen betrachten wollen, der aus hundert 12 mag hellen Sternen besteht, so haben wir keine Chance, diese Sterne zu erkennen. Könnten wir die Strahlungsmengen aller 100 Sterne zu einem ein-

zigen Sternbild vereinigen, so wäre dieses 7 mag hell, wäre also leicht zu sehen. Wenn also die integrale Helligkeit eines Sternhaufens angegeben wird, so können wir daraus nicht schließen, ob wir ihn im Fernrohr sehen können oder nicht. Wichtiger wäre die meist fehlende Angabe, wie hell die hellsten Sterne des Haufens sind.

Für Galaxien und kugelförmige Sternhaufen kann die Angabe integraler Helligkeiten durchaus sinnvoll sein – dann nämlich, wenn sich ein großer Teil der Gesamthelligkeit des betreffenden Himmelsobjekts in einen fast sternförmig aussehenden Kern konzentriert. Und genau das beobachten wir bei vielen Galaxien und Kugelsternhaufen.

Entfernungen im Weltall

Mit den zunächst unvorstellbar großen Entfernungen im Weltall kann man sich nur mit Mühe vertraut machen.

Einigermaßen vorstellbar ist die Größe der Erde. Ein Flugzeug könnte ihren Äquator innerhalb eines einzigen Tages mit 1,4-facher Schallgeschwindigkeit umrunden. Eine solche Geschwindigkeit ist ja nur wenig größer als die eines Jumbojets und somit hat man auch eine realistische Vorstellung von der Größe der Erde.

Zum Mond ist es dann gar nicht so weit. Seine Entfernung ist nur 9,6-mal so groß wie der Erdumfang – im Mittel 384 400 km. Diese Strecke legt ein Lichtstrahl in nur 1,28 Sekunden zurück.

Nach dem Mond ist die Venus unser nächster Nachbar im Weltall. Während einer unteren Konjunktion ist ihr Abstand von der Erde am kleinsten, beträgt aber immerhin noch etwa 40 Millionen km. Das ist mehr als das Hundertfache der Entfernung des Mondes. Der Lichtstrahl benötigt für diese Strecke etwa 135 Sekunden.

Der nächste Meilenstein ist die Sonne. Sie ist mit 150 Millionen km rund viermal so weit von uns entfernt wie die Venus während einer unteren Konjunktion.

Diese Strecke dient als Entfernungseinheit im Sonnensystem und wird als **Astronomische Einheit (AE)** bezeichnet. Der Lichtstrahl benötigt für diesen Weg $8\frac{1}{3}$ Minuten. Die größten Entfernungen im Planetensystem schrumpfen nun wieder auf handliche Zahlen. Der Zwergplanet Pluto ist etwa 40 AE von unserem Zentralgestirn entfernt – ein Lichtstrahl legt diese Strecke in knapp sechs Stunden zurück.

Außerhalb des Planetensystems befinden sich noch zahllose Brocken aus Eis und Gestein, die bis zu mehrere hundert Kilometer groß sind und aus der Frühzeit des Sonnensystems übriggeblieben sind. Dieser Bereich ist die »Ortsche Wolke«. Hin und wieder gelangt so ein Brocken in das innere Planetensystem und erfreut uns als prächtige Kometenerscheinung.

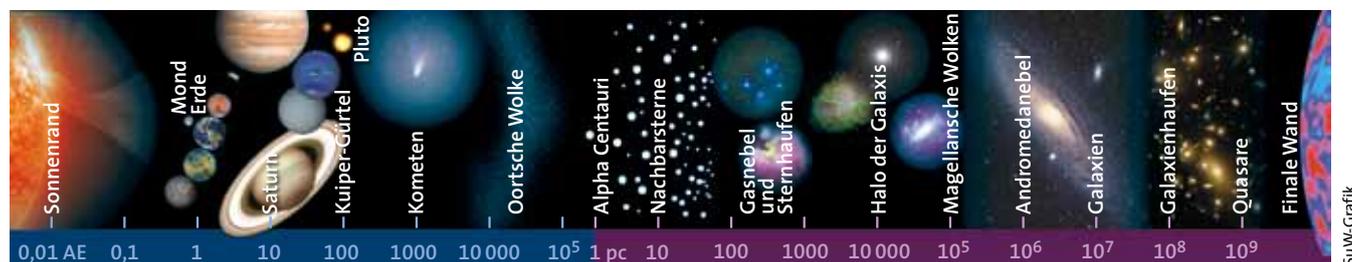
Unser Nachbar unter den Fixsternen ist Alpha Centauri, der hellste Stern in dem weit südlich gelegenen Sternbild Zentaur. Ein Sonnenstrahl muss 250 000 AE zurücklegen, um ihn zu erreichen. Dafür benötigt er vier Jahre. Jetzt hat die Astronomische Einheit ausgedient und wir verwenden nun die Strecke, die ein Lichtstrahl in einem Jahr zurück-

legt, als Entfernungseinheit. Sie heißt **1 Lichtjahr (Lj)**. Eine andere, oft benutzte Einheit ist das **Parsec (pc)**. Von einem 1 pc entfernten Stern aus erschiene der Erdbahnradius unter einem Winkel von einer Bogensekunde. Es gilt: $1 \text{ pc} = 3,26 \text{ Lj}$.

Die lichtschwächsten Sterne, die wir mit bloßem Auge erkennen können, sind bis zu etwa 1000 pc von uns entfernt. Die Entfernung bis zum Zentrum unseres Milchstraßensystems ist knapp zehnmal größer. Der Durchmesser des Milchstraßensystems beträgt etwa 30 000 pc oder 100 000 Lichtjahre.

Das Milchstraßensystem ist eine von vielen Milliarden Galaxien. Nur wenige sind mit bloßem Auge sichtbar, etwa die beiden nur rund 200 000 Lichtjahre entfernten Magellanschen Wolken am Südhimmel. Der nächstgelegene Spiralnebel ist die Andromedagalaxie. Ihr Licht ist etwa 2,3 Millionen Jahre unterwegs, bevor es uns erreicht.

Mit modernen Großteleskopen lassen sich Galaxien bis in Entfernungen von mehreren Milliarden Lichtjahren nachweisen. Das ist etwa fünf Billionen Mal mehr als die Entfernung unserer Sonne.



Das Jahr 2014 im Überblick

Finsternisse

15. April: totale Mondfinsternis. Sie beginnt um 05:54 Uhr MEZ mit dem Eintritt des Mondes in den Halbschatten der Erde und endet um 11:38 Uhr. Die totale Phase dauert von 08:07 bis 09:25 Uhr. Sichtbar ist die Finsternis im Pazifikraum, in Nord- und Südamerika und in Australien. Von Deutschland aus gesehen befindet sich der Mond in jener Zeit unter dem Horizont. Nur von Westeuropa aus lässt sich kurz vor dem Untergang des Mondes noch der (unauffällige) Eintritt in den Halbschatten verfolgen. (→ S. 172)

29. April: ringförmige Sonnenfinsternis. Diese Finsternis ist ein geometrischer Sonderfall: Nur von einer Stelle in der Antarktis ist sie für wenige Sekunden ringförmig; die Sonne steht dann am Nordhorizont. Im südlichen Indischen Ozean und in Australien ist eine partielle Verfinsterung zu sehen. (→ S. 172)

8. Oktober: totale Mondfinsternis. Europa und Afrika liegen außerhalb der Sichtbarkeitszone dieser Finsternis, die mit dem Eintritt in den Halbschatten um 09:16 Uhr MEZ beginnt. Zu sehen ist die Finsternis im Pazifikraum, in Asien, Australien und in Amerika. (→ S. 173)

23. Oktober: partielle Sonnenfinsternis. Nur Nordamerika (mit Ausnahme des Nordostens) und der östlichste Teil von Sibirien kommen in den Genuss einer partiellen Verfinsterung. (→ S. 173)

Planeten

Merkur lässt sich nur während weniger Tage im Jahr entweder kurz vor Sonnenaufgang knapp über dem Osthorizont oder kurz nach Sonnenuntergang tief im Westen in der Dämmerung beobachten. In unseren Breiten erreicht er Anfang Februar und Ende Mai eine moderate Abendsichtbarkeit. Seine beste Morgensichtbarkeit fällt auf Ende Oktober.

Venus begleitet uns von der zweiten Januarhälfte bis Anfang September als Morgenstern im Osten durch den größten Teil des Jahres. Dabei kommt es am 26. Februar zu einer engen Begegnung mit dem Mond, am 18. August zu einer solchen mit Jupiter. Am Jahresende sehen wir sie als Abendstern im Westen.

Mars ist am 8. April in Opposition und erfreut uns mit einer Sichtbarkeit das gesamte Jahr über. Am Jahresanfang, im Sternbild Jungfrau stehend, geht er erst nach Mitternacht auf. Um die Zeit seiner Opposition ist er die ganze Nacht über als helles, rötliches Objekt zu sehen. In der zweiten Jahreshälfte lässt er sich nach Einbruch der Nacht über dem südwestlichen Horizont ausmachen. Eine Beobachtung will dann sorgsam geplant werden, denn zwischen Ende der Dämmerung und seinem Untergang bleibt nur wenig Zeit. Am 27. August steht der Rote Planet 3,5° südlich von Saturn in der Waage, am 27. September 3° nördlich des ebenfalls rot leuchtenden Sterns Antares im Skorpion. Bis zum Jahresende zieht Mars weiter durch die Sternbilder

Schlangenträger und Schütze bis in den Steinbock.

Jupiter steht am 5. Januar in Opposition in den Zwillingen und ist deshalb zunächst die gesamte Nacht zu beobachten. Bis Ende Juni ist er am Abendhimmel zu sehen. Dann ist die Sonne so nahe an hin herangerückt, dass er in ihrem hellen Licht verschwindet. Ab Mitte August erscheint er vor Sonnenaufgang am Morgenhimmel, wo er am 18. August der Venus in nur 13' Abstand im Sternbild Krebs begegnet.

Saturn erreicht am 10. Mai seine Opposition und ist von Jahresanfang bis Ende Oktober im Sternbild Waage zu finden. Im Januar ist der Ringplanet nur am Morgenhimmel zu sehen. Um die Zeit seiner Opposition lässt er sich dann die ganze Nacht hindurch beobachten. Ab Anfang August geht er bereits vor Mitternacht unter und bleibt dann ein Objekt des Abendhimmels. Am 27. August steht Saturn 3,5° nördlich von Mars. Im November bleibt er im hellen Licht der Sonne verborgen und taucht schließlich ab Anfang Dezember am Morgenhimmel wieder auf.

Uranus steht das gesamte Jahr im Sternbild Fische. Von Januar bis Anfang März ist er am Abendhimmel zu sehen, ab Anfang Juni am Morgenhimmel. Seine Opposition erreicht er am 7. Oktober.

Neptun ist bis Mitte Januar am Abendhimmel sichtbar. Gute Sichtbedingungen am Morgenhimmel ergeben sich ab Mai. Am 29. August steht er in Opposition und ist dann die gesamte Nacht zu beobachten. Bis zum Jahresende geht er bereits vor Mitternacht unter.

Weitere Erscheinungen

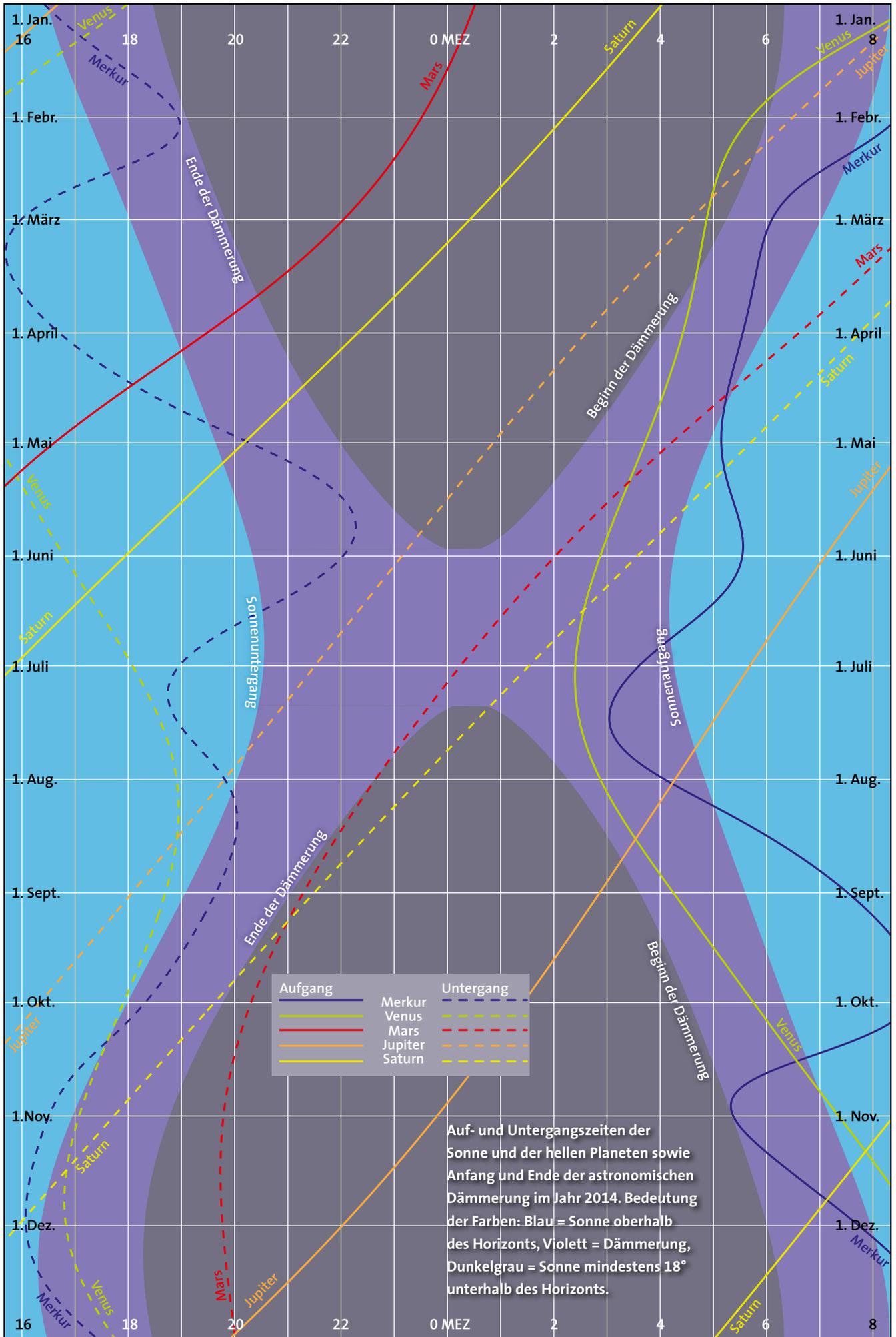
Der Komet C/2013 A1 (Siding Spring), der erstmals aus der Oortschen Wolke in das innere Sonnensystem eingedrungen ist und Anfang 2013 entdeckt wurde, wird am 19. Oktober in nur rund 100 000 Kilometer Abstand am Mars vorbeiziehen.

Über aktuelle Ereignisse informieren wir Sie auch auf unserer Website www.sterne-und-weltraum.de und über twitter.com/Sterne_Weltraum.

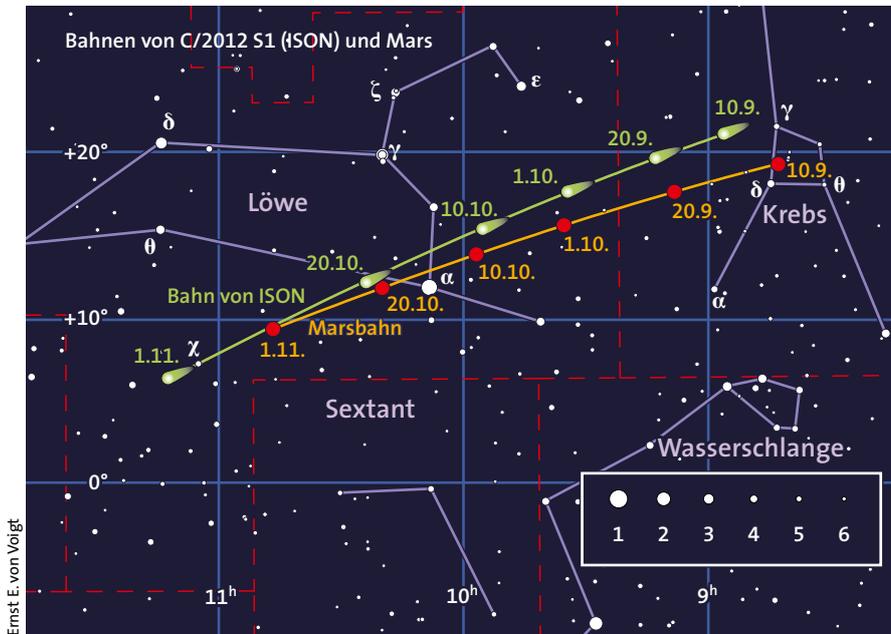
Mondphasen 2014

Neumond		Erstes Viertel		Vollmond		Letztes Viertel	
1. Jan.	12:15	8. Jan.	04:40	16. Jan.	05:53	24. Jan.	06:20
30. Jan.	22:39	6. Febr.	20:23	15. Febr.	00:54	22. Febr.	18:16
1. März	09:00	8. März	14:28	16. März	18:09	24. März	02:47
30. März	19:45	7. April	09:31	15. April	08:43	22. April	08:52
29. April	07:15	7. Mai	04:16	14. Mai	20:16	21. Mai	14:00
28. Mai	19:41	5. Juni	21:39	13. Juni	05:12	19. Juni	19:39
27. Juni	09:09	5. Juli	12:59	12. Juli	12:25	19. Juli	03:09
26. Juli	23:43	4. Aug.	01:50	10. Aug.	19:10	17. Aug.	13:26
25. Aug.	15:13	2. Sept.	12:12	9. Sept.	02:39	16. Sept.	03:06
24. Sept.	07:14	1. Okt.	20:33	8. Okt.	11:51	15. Okt.	20:13
23. Okt.	22:57	31. Okt.	03:49	6. Nov.	23:24	14. Nov.	16:16
22. Nov.	13:33	29. Nov.	11:07	6. Dez.	13:27	14. Dez.	13:52
22. Dez.	02:37	28. Dez.	19:32				

Alle Zeiten in MEZ



Oliver Montenbruck / SuW-Grafik



Im September und Oktober 2013 zieht Komet ISON praktisch im Gleichklang mit dem Planeten Mars durch die Sternbilder Krebs und Löwe.

Im weiteren Verlauf bewegt sich ISON durch die Sternbilder Jungfrau bis Skorpion und – nach dem dichten Vorbeiflug an der Sonne am 28. November – im Dezember steil nach Norden, vorbei an der Nördlichen Krone und Herkules bis in Polnähe. Angedeutet ist die Richtung des Gasschweifs. Der deutlich auffälligere Staubschweif wird merklich von der anti-solaren Richtung nach Osten abweichen.

Komet ISON kommt!

Er stammt aus fernen Weiten und dringt zum ersten Mal in das innere Planetensystem vor – dabei wird der knapp fünf Kilometer große eisige Brocken äußerst nahe an der Sonne vorbeiziehen. Steht uns also eine spektakuläre Kometenerscheinung bevor?

Das astronomische Jahr 2013 neigt sich bald dem Ende zu. Doch gerade die letzten Wochen des Jahres werden für Himmelsbeobachter sehr spannend: Komet C/2012 S1 (ISON) wird am 28. November 2013 in einem Abstand von nur 1,8 Millionen Kilometern – etwas mehr als einen Sonnendurchmesser – an der Sonne vorbeischnappen und wenige Wochen später, wenn er von Europa aus gut sichtbar über den nördlichen Sternhimmel zieht, der Erde auf immerhin 64 Millionen Kilometer nahe kommen. Die Bahngeometrie verspricht also beste Voraussetzungen. Wird sich damit auch der Traum zahlreicher Beobachter erfül-

len, endlich wieder einen hellen Kometen am Himmel zu sehen?

Der letzte »richtige« Komet, der den Himmel über Europa schmückte, war Hale-Bopp, der im April 1997 den sonnennächsten Punkt seiner Bahn durchlief. Über viele Monate hinweg war er mit bloßem Auge zu sehen, und er entwickelte sich prächtig: Seine beiden Schweife, der Staubschweif und der Gasschweif, erstreckten sich zeitweise über einen Winkel von mehr als 30 Grad über den Himmel.

Eine solche Bilderbuchausgabe eines Schweifsterns hat aber eher Seltenheitswert. Nur wenige der zwei bis drei Dutzend Kometen, die jedes Jahr am Himmel zu verzeichnen sind, werden so hell, dass man sie mit dem Fernglas oder gar mit bloßem Auge zu sehen vermag.

Hinzu kommt, dass in den letzten Jahren einige der helleren Vertreter dieser Objektklasse ihre Galavorstellung auf der südlichen Hemisphäre gaben und den nördlichen Globusteil zu vernachlässigen schienen. Beispiele sind Komet McNaught, der erst dann einen prachtvollen Schweif entwickelte, als er für europäische Beobachter unter den Horizont abgetaucht war, und Komet

Lovejoy, der zunächst auf der Südhalbkugel eine enorme Aktivität entfaltete, aber dann zu schwächeln begann, als er den Himmelsäquator nach Norden überquert hatte.

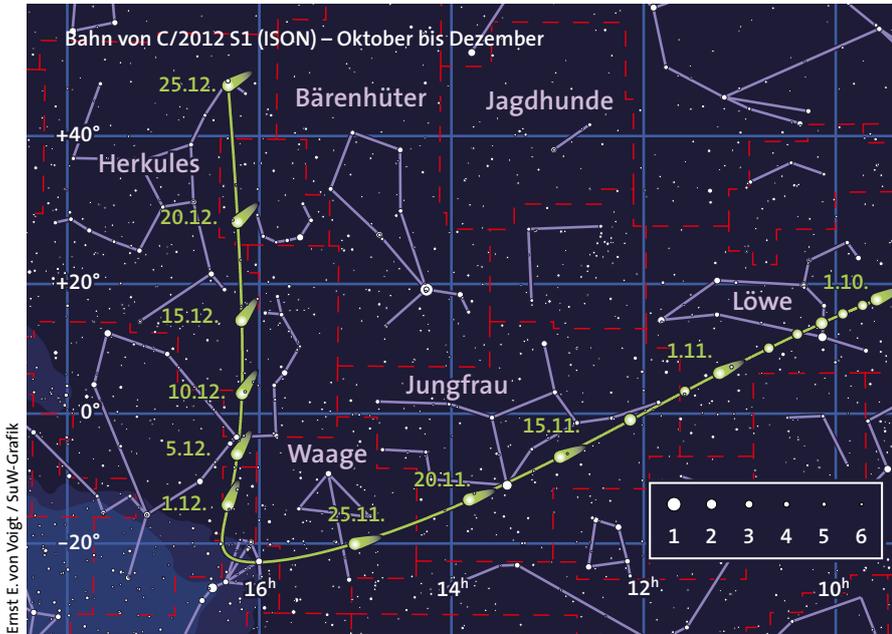
Entdeckung und erste Prognosen

Nun also kommt Komet ISON. Entdeckt haben ihn die beiden Amateurastronomen Witalij Newskij aus Weißrussland und Artjom Nowitschonok aus Russland auf einer Aufnahme, die sie am 21. September 2012 mit einem 40-Zentimeter-Teleskop des »International Scientific Optical Network« (ISON) nahe der russischen Stadt Kislowodsk gewannen. In ihrer Entdeckungsmeldung an das Central Bureau for Astronomical Telegrams sprachen sie nur von einem asteroidenähnlichen Objekt. Erst nachfolgende Beobachter wiesen auf den kometaren Charakter des neu entdeckten Himmelskörpers hin. Deshalb trägt dieser nun nicht den Namen seiner Entdecker, sondern die Bezeichnung C/2012 S1 (ISON).

Bei seiner Entdeckung bildete Komet ISON einen unauffälligen Nebelfleck der Helligkeit 18,8 mag im Sternbild Krebs und war noch rund eine Milliarde Kilometer von der Sonne entfernt. Mit Hilfe

ASTROVIEWS 7 – KOMETEN

Das Video zu den Geheimnissen der Schweifsterne und zu Komet ISON:
www.sterne-und-weltraum.de/astroviews7



Ernst E. von Voigt / SuW-Grafik

Vollmond am Taghimmel nicht gerade spektakulär aussieht. Und er würde noch unscheinbarer wirken, wenn er direkt neben dem gleißenden Licht der Sonne stünde. Der Öffentlichkeit wurde mit diesem Vergleich suggeriert, Komet ISON könne sich zu einem Jahrtausendkometen entwickeln. Denn unweigerlich stellt man sich den Vollmond am dunklen Nachthimmel vor, und dort ist er in der Tat eine imposante Erscheinung.

Aber immerhin: ISON birgt das Potenzial, sich zu einem beeindruckenden Kometen zu entwickeln, der für einige Zeit auch mit dem bloßen Auge zu sehen sein sollte.

Eigenheiten von ISON

Helligkeitsprognosen für Kometen sind stets mit Vorsicht zu genießen. Denn Schweifsterne sind bekanntermaßen unsichere Gesellen, da ihre Helligkeitsentwicklung nicht nur von der Bahn, sondern von vielfältigen Faktoren wie etwa der Größe, der Zusammensetzung und der Beschaffenheit des Kometenkörpers abhängt. In dieser Hinsicht ist jeder Komet ein Individuum. Es gibt zahlreiche Beispiele, bei denen die Helligkeit weit hinter den Vorhersagen zurückgeblieben ist (wie etwa bei C/1973 E1 Kohoutek im Jahr 1973), aber auch welche, bei denen ein Ausbruch die Helligkeit um mehrere Größenordnungen steigerte (wie bei 17P/Holmes im Jahr 2007).

Im Falle von ISON kommt noch eine Besonderheit hinzu: Er bewegt sich auf einer hyperbolischen Bahn, kommt also erstmals in die Nähe der Sonne. Der Kometenkörper dürfte demnach eine seit Jahrmilliarden unveränderte Beschaffenheit und Zusammensetzung haben. Das bedeutet insbesondere, dass seine Oberfläche reich an leichtflüchtigen

von Archivaufnahmen anderer Observatorien, auf denen der Komet zwar abgebildet war, aber zuvor unentdeckt blieb, ließ sich innerhalb weniger Tage die Bahn des Kometen berechnen.

So erkannten die Astronomen rasch, dass Komet ISON am 28. November 2013 der Sonne sehr nahe kommen würde: In einem Abstand von nur 1,8 Millionen Kilometern wird er um ihr Zentrum herumlaufen. Wegen des enormen Durchmessers der Sonne bedeutet dies: Der Komet wird in nur eine Million Kilometer Abstand über die heiße Oberfläche unseres Tagesgestirns hinwegziehen.

Dies lässt in der Tat eine spektakuläre Erscheinung erwarten. Denn je näher der Kern eines Kometen – der einem riesigen schmutzigen Schneeball nicht unähnlich ist – an die Sonne gerät, desto stärker erwärmt sich seine Oberfläche. Unter den Bedingungen des Weltraums schmilzt das dort befindliche eisige Material

nicht, sondern geht direkt vom festen in den gasförmigen Zustand über – es sublimiert. Jedesmal, wenn eine solche Gasfontäne aus der Oberfläche herauschießt, wird Staub mitgerissen. Und von dieser Aktivität hängt es entscheidend ab, wie hell ein Komet wird. Je mehr Staub, desto größer die Koma genannte Staubhülle um den Kometenkörper und desto größer die Fläche, die auftretendes Sonnenlicht zur Erde reflektiert.

Optimistische Prognosen, die für Komet ISON von einer hohen Staubproduktionsrate in Sonnennähe ausgingen, sagten denn auch eine maximale scheinbare Helligkeit von -15 mag voraus. Demnach sollte Komet ISON für einige Stunden in etwa so hell leuchten wie der Vollmond.

Wie nicht anders zu erwarten, griffen verschiedene Medien diesen Vergleich mit dem Vollmond auf – vergaßen dabei aber zu erwähnen, dass auch der

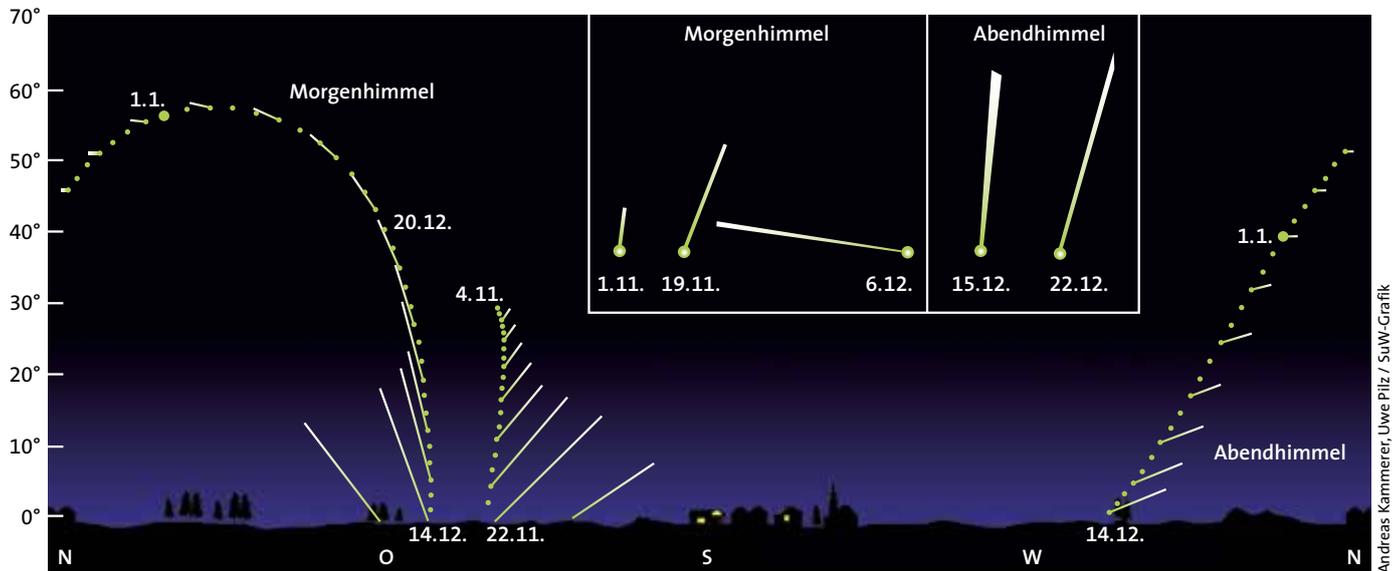
Steckbrief des Kometen ISON

Entdeckung:	21. 9. 2012
Perihelzeit:	28. 11. 2013, 19:40:47 MEZ
Periheldistanz:	0,01246 AE = 1,8 Millionen km
Erdnähe:	27. 12. 2013, 0,43 AE = 64 Millionen km
Umlaufzeit um die Sonne:	unbekannt
Mit Teleskopen sichtbar:	ab Mitte September 2013
Mit bloßem Auge sichtbar:	Mitte November 2013 bis Mitte Januar 2014 (Prognose)
Max. Helligkeit:	27. bis 29. 11. 2013; $-4,5$ mag (Prognose)
Max. Schweiflänge:	um den 5. 12. 2013; 45° (Prognose)
Beste Sichtbarkeit:	4. bis 14. 12. 2013

Bahnelemente

Periheldurchgangszeit T	2013 Nov. 28,77833189
q (AE)	0,01246
e	1,000005
Perihel ω	$345^\circ 5462$
Knoten Ω	$295^\circ 6795$
Inklination i	$62^\circ 2096$
H_0 [mag]/ n	7,5/3,3

Komet ISON



Andreas Kammerer, Uwe Pilz / SuW-Grafik

Substanzen ist. Diese sublimieren bereits in relativ großer Entfernung von der Sonne, was zunächst eine hohe Staubproduktion hervorruft. Daraus könnte man auf eine anhaltend hohe Aktivität und folglich auf eine große Helligkeit in Sonnennähe schließen. Das Problem dabei: Ist der Vorrat an oberflächennahen leichtflüchtigen Substanzen erschöpft, sinkt die Staubproduktion drastisch ab. Wann dies geschieht, ist völlig offen.

Periodisch wiederkehrende Kometen, die bereits mehrfach in Sonnennähe waren, haben eher einen Gleichgewichtszustand in ihrer Staubproduktion erreicht und sind deshalb bezüglich ihrer Helligkeitsentwicklung zuverlässiger abzu-

schätzen. Von Neulingen wie ISON müssen wir uns jedoch überraschen lassen.

Am 13. Juni 2013 konnte übrigens die aktuelle Staubproduktionsrate von Komet ISON gemessen werden: Aufnahmen mit der Infrarotkamera an Bord des Weltraumobservatoriums Spitzer lieferten Hinweise auf die Mengen an Gas und Staub, die der Komet verliert: Demnach strömen von dem knapp fünf Kilometer großen Kern pro Tag 54 000 Tonnen Staub und 1000 Tonnen Gas (zumeist Kohlendioxid und Kohlenmonoxid) ab. Die Länge des Staubschweifs an diesem Tag betrug 300 000 Kilometer (siehe Bild S. 23 oben).

Zu jener Zeit stand ISON im Sternbild Zwillinge und war von der Erde aus nicht

Mitglieder der Fachgruppe Kometen der Vereinigung der Sternfreunde e. V. haben die Sichtbarkeit des Kometen ISON am Abend- und Morgenhimmel simuliert. Die Ansicht gilt für eine geografische Breite von 49 Grad Nord bei einer Sonnentiefe von 15 Grad unter dem Horizont. Eingezeichnet ist jeweils die Orientierung des Gasschweifs. Zusätzlich zeigen die Insets für ausgewählte Tage die Länge und Orientierung des Staubschweifs.

zu sehen, denn die Sonne durchquerte gerade dieses Tierkreissternbild. Der Komet blieb deswegen seit Ende Mai hinter dem Glanz der hellen Sonnenscheibe verborgen. Mit Spitzer indes waren die Beobachtungen möglich, denn der Satellit umkreist nicht die Erde, sondern die Sonne – er folgt unserem Planeten auf seiner heliozentrischen Bahn nach.

Wie geht es mit ISON weiter?

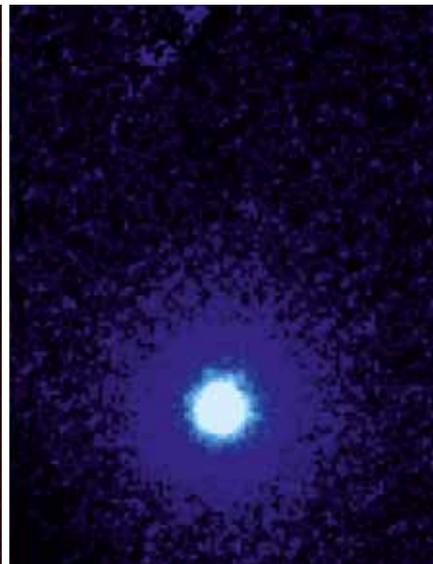
Mit Spannung wurde nun auf das Wiederauftauchen von ISON am Morgenhimmel gewartet, wenn sich der Komet langsam aus dem hellen Sonnenlicht lösen würde. Tatsächlich gelang es Amateurastronomen Mitte August, ISON in der Morgendämmerung zu fotografieren. Die scheinbare Helligkeit betrug etwa +14 mag und lag damit im erwarteten Bereich.

Auf seinem Weg in Richtung des sonnennächsten Bahnpunkts, des Perihels, zieht ISON im September und Oktober 2013 durch die Sternbilder Krebs und Löwe. Ab etwa Mitte September sollte sich ISON mit kleinen Amateurteleskopen und Ferngläsern vor Sonnenaufgang



NASA, JPL / Caltech / UMD

Mit dem Infrarotsatelliten Spitzer gelangen am 13. Juni 2013 diese Aufnahmen des Kometen C/2012 S1 ISON, als er noch rund 500 Millionen Kilometer von der Sonne entfernt war. Im linken Teilbild, das bei einer Wellenlänge von 3,6 Mikrometern entstand, lässt sich ein rund 300 000 Kilometer langer Staubschweif erkennen. Im rechten Teilbild zeigt sich bei einer Wellenlänge von 4,5 Mikrometern eine kugelige Hülle aus neutralem Gas, die im Wesentlichen aus Kohlendioxid und Kohlenmonoxid bestehen dürfte. Die Infrarotaufnahmen wurden farbkodiert, um Details besser sichtbar zu machen.



NASA, JPL / Caltech / JHUAPL / UCF

über dem Osthorizont beobachten lassen. Er hat dann gegen 4 Uhr MEZ (5 Uhr MESZ), wenn die astronomische Dämmerung beginnt, eine Höhe von 18 Grad über dem Osthorizont. Um ihn am Himmel zu finden, kann uns der Planet Mars eine gute Orientierungshilfe sein, denn beide Himmelskörper bewegen sich praktisch im Gleichklang in südöstliche Richtung (siehe Karte S. 20). Mars leuchtet mit einer scheinbaren Helligkeit von +1,6 mag und ist leicht an seiner rötlichen Farbe zu erkennen.

Die länger werdenden Nächte begünstigen die weitere Morgensichtbarkeit. Mitte Oktober steht ISON zu Beginn der astronomischen Dämmerung (5 Uhr MEZ

= 6 Uhr MESZ) bereits in 30 Grad Höhe über dem Osthorizont – und noch immer dient Mars als Aufsuchhilfe, nun sogar unterstützt durch den +1,4 mag hellen Stern Regulus, an dem beide Himmelskörper vorbeiziehen.

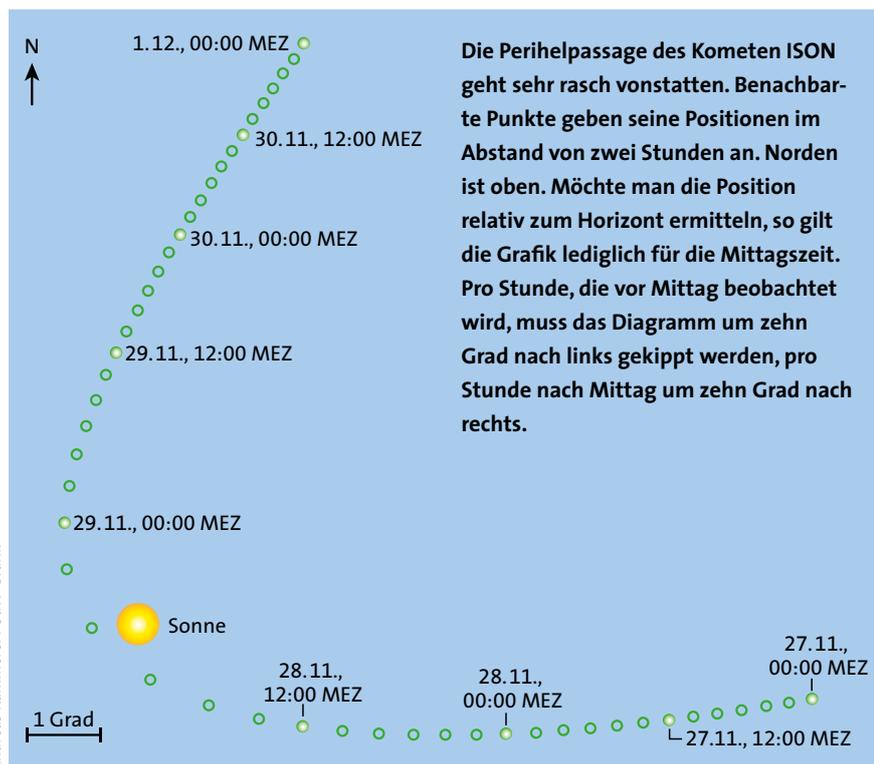
Ab der zweiten Novemberhälfte könnte ISON für das bloße Auge sichtbar werden. Er bewegt sich dann am Himmel rasch in Richtung Sonne. Nach letzten Meldungen kurz vor Drucklegung dieses Jahrbuchs wird eine Maximalhelligkeit von nur noch –4 mag bis –5 mag erwartet. Das wäre etwa so hell wie der Planet Venus im größten Glanz. Für eine Sichtbarkeit am Tag wäre das viel zu wenig. Das weitere Verhalten wird entschei-

dend davon bestimmt, ob der Komet die dichte Sonnenpassage am 28. November 2013 übersteht, und wie sich der Schweif danach entwickelt. Von der Festigkeit des Kerns wird es abhängen, ob er bei der dichtesten Annäherung an die Sonne von Gezeitenkräften zerrissen wird oder unbeschadet davonkommt.

Im letzteren Fall beginnt die beste Sichtbarkeit des Kometen erst noch. Nach der Perihelpassage wird sich ISON am Himmel steil nach Norden bewegen und sich rasch von der Sonne entfernen. Bereits am 2. Dezember könnte er vor Sonnenaufgang deutlich sichtbar am Osthorizont prangen. Und es ist zu erwarten, dass der Schweif erst einige Tage nach der größten Annäherung an die Sonne seine maximale Ausdehnung erreicht.

Aber wie gesagt: Verlässliche Prognosen sind bei ISON nicht möglich. Im Idealfall schmückt zur Adventszeit 2013 ein ansehnlicher Schweifstern unseren Morgenhimmel. Im anderen Extrem werden wir zwar wenig sehen, uns aber wenigstens an den wissenschaftlichen Ergebnissen zahlreicher Beobertungskampagnen erfreuen können. Denn eines ist gewiss: ISON wird der am besten untersuchte Komet der Geschichte sein.

UWE REICHERT



Andreas Kammerer / SuW-Grafik

Weblink

Sonderseite zu Komet ISON:

www.sterne-und-weltraum.de/ison



Erläuterungen zu den Monatsübersichten

Himmelserscheinungen: Die erste Doppelseite einer jeden Monatsübersicht fasst die wichtigsten Ereignisse am Himmel in einem Kalenderblatt zusammen. Dazu gehören die Mondphasen und die **Apsiden** (größte und kleinste Entfernungen des Mondes von der Erde), die Sichtbarkeit besonders schmaler Mondsicheln, die Begegnung des Mondes mit hellen Planeten und die wichtigsten Erscheinungen der Planeten.

Der Lauf der Sonne: Die obere Tabelle enthält die Zeiten für Anfang und Ende der **astronomischen Dämmerung** (Sonne mehr als 18° unter dem Horizont), für den Auf- und Untergang der Sonne für die geografische Länge 10° Ost und die geografischen Breiten 48° , 50° , 52° und 54° sowie für den Meridiandurchgang (**Kulmination**). Für weiter östlich gelegene Orte sind für jedes Grad des Längenunterschieds vier Minuten von den angegebenen Zeiten abzuziehen, für westlich von 10° ö.L. gelegene Orte sind

entsprechend vier Minuten pro Grad zu addieren.

In der zweiten Tabelle sind die **Sternzeit** und die Ephemeriden der Sonne zusammengestellt. Mit Hilfe der Sternzeit ϑ können wir den Stundenwinkel eines Gestirns berechnen. Das ist der Winkel, um den wir ein parallaktisch montiertes Teleskop aus der Südrichtung herausdrehen müssen, um – bei richtig eingestellter Deklination – das Gestirn im Zentrum des Gesichtsfelds zu sehen. Kennen wir die Sternzeit und die Rektaszension α des gesuchten Himmelsobjekts, so ist der gesuchte Stundenwinkel t die Differenz Sternzeit minus Rektaszension. In der Tabelle ist die Sternzeit ϑ_0 für die geografische Länge 0° und für die Zeit 0:00 Uhr UT gegeben. Die Sternzeit an einem Ort mit der Länge λ (in Grad) östlich von Greenwich für einen Zeitpunkt T ist:

$$\vartheta(\lambda, T) = \vartheta_0 + \lambda/15 + T \times 1,002738$$

(wenn ϑ in Stunden gemessen wird). Mit der Division durch 15 verwandeln wir die in Grad angegebene geografische Länge in Stunden, und der Faktor 1,002738 berücksichtigt, dass während eines Sonnentags die Sternzeit um $3^m56^s,555$ weiter als 24 Stunden voranschreitet.

Auf die Sternzeit folgen die Sonnenephemeriden, das heißt die äquatorialen Koordinaten der Sonne (α und δ), und ihre ekliptikale Länge λ . Die ekliptikale Breite der Sonne ist stets $= 0^\circ$. Weiter ist r die Entfernung zur Erde, und X, Y, Z sind die rechtwinkligen Komponenten der Verbindungslinie Erde–Sonne. Dabei ist die X, Y -Ebene die Äquatorebene der Erde und die Z -Richtung die Richtung zum Nordpol. Die X -Achse weist zum Frühlingspunkt, dem Schnittpunkt zwischen dem Himmelsäquator und der Ekliptik. X, Y und Z sind in Astronomischen Einheiten angegeben. Es gilt $X^2 + Y^2 + Z^2 = r^2$.

In der Tabelle folgen der scheinbare Radius R und der **Positionswinkel** P der Sonne. P ist der Winkel zwischen ihrer Rotationsachse und unserer Nord-Süd-Richtung. P wird als positiv bezeichnet, wenn die Rotationsachse der Sonne nach Osten geneigt ist, sonst als negativ. Die

Positionswinkel der Sonne liegen stets zwischen $-26;3$ und $+26;3$, die Extremwerte werden Anfang April und Mitte Oktober erreicht und die Nullstellen Anfang Januar und im Juli.

Ein Punkt auf der Sonnenoberfläche wird mit seiner heliografischen Länge L und Breite B gekennzeichnet. Für den Mittelpunkt der Sonnenscheibe sind L und B in den beiden letzten Spalten angegeben. Ist uns der Nordpol der Sonne zugewandt, so ist B positiv. Die heliografische Länge nimmt täglich um $13;2$ ab, gemäß der synodischen Rotationsdauer der Sonne von 27,2752 Tagen. Diese Rotationsdauer gilt genau für $B = \pm 16^\circ$, zu den Polen hin nimmt sie zu. Bei jedem Nulldurchgang von L beginnt eine neue »**Sonnenrotation**«, die laufend durchnummeriert wird und in der Fußnote der Tabelle verzeichnet ist. Die von Richard Christopher Carrington (1826–1875) eingeführte Zählung der Sonnenrotationen begann am 9. November 1853.

Der Lauf des Mondes: Neben einer tabellarischen Übersicht über die Auf- und Untergangszeiten, den Meridiandurchgang, die Position und die physischen Ephemeriden des Mondes werden sehenswerte Begegnungen unseres Trabanten mit Planeten und hellen Sternen erwähnt.

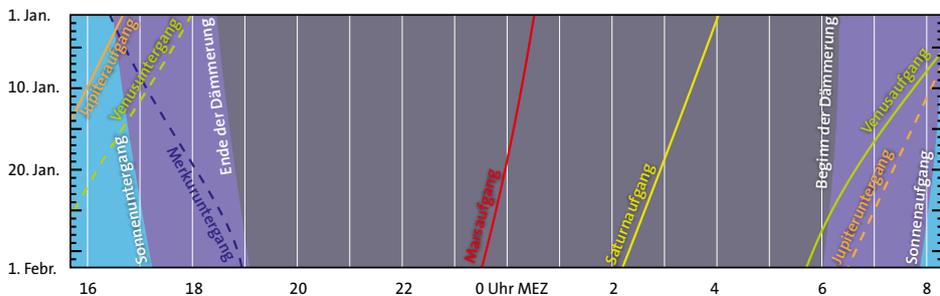
Die physischen Ephemeriden des Mondes umfassen den scheinbaren Radius R , den Positionswinkel P der Rotationsachse und die geozentrischen, selenografischen Koordinaten L und B des scheinbaren Mittelpunkts der Mondscheibe. Über diesem Punkt der Mondoberfläche steht die Erde im Zenit. Die Verschiebungen L und B des scheinbaren Mittelpunkts der Mondoberfläche werden von der Libration verursacht.

Die **Libration** des Mondes bewirkt, dass wir im Laufe der Zeit mehr als nur eine Hälfte des Mondes zu sehen bekommen. Zwar dreht sich der Mond in derselben Zeit, die er für einen Umlauf um die Erde benötigt, auch einmal um seine eigene Achse, aber er bewegt sich auf einer elliptischen Bahn um die Erde. Das

Julianisches Datum

Das Julianische Datum ist die astronomisch gebräuchliche, durchgehende und historisch einheitliche Zählweise der Tage. Der Julianische Tag fängt nicht um 0 Uhr UT an, sondern um 12 Uhr UT = 13 Uhr MEZ. Beispiel: Der 1. Januar 2014, 12 Uhr UT, entspricht JD 2 456 658,0. Beistehende Tabelle nennt das Julianische Datum (die letzten vier Ziffern) für den 0. eines Monats um 12 Uhr UT. So muss nur das Datum vom Beginn der betreffenden Nacht addiert werden sowie 0,04167 für jede Stunde nach 12 Uhr UT.

6658 = 0. Januar	6839 = 0. Juli
6689 = 0. Februar	6870 = 0. August
6717 = 0. März	6901 = 0. Sept.
6748 = 0. April	6931 = 0. Okt.
6778 = 0. Mai	6962 = 0. Nov.
6809 = 0. Juni	6992 = 0. Dez.



Grafische Illustration der Auf- und Untergangszeiten der Sonne und der Planeten sowie von Anfang und Ende der astronomischen Dämmerung. Bedeutung der Farben: Blau = Sonne oberhalb des Horizonts, Violett = Dämmerung, Dunkelgrau = Sonne mindestens 18° unterhalb des Horizonts.

hat zur Folge, dass er sich mal schneller und dann wieder langsamer bewegt und wir dann manchmal bis 7,9° über seinen Westrand oder seinen Ostrand hinaus Teile der Rückseite des Mondes zu sehen bekommen. Dies ist die **Libration in Länge**. Außerdem bewegt sich der Mond nicht genau in der Erdbahnebene, sondern manchmal befindet er sich einige Grad nördlich oder südlich der Ekliptik. Dann können wir maximal 6,9° über den Nord- oder Südpol des Mondes auf seine Rückseite schauen. Diese Komponente ist die **Libration in Breite**. Schließlich gibt es noch die parallaktische Libration, die maximal 1° beträgt. Sie entsteht dadurch, dass wir von der sich drehenden Erde immer wieder in etwas unterschiedlichen Richtungen auf den Mond schauen. Alle drei Komponenten zusammen bewirken, dass wir nach und nach 59 Prozent der gesamten Mondoberfläche zu Gesicht bekommen, während uns 41 Prozent für immer verborgen bleiben.

Der Punkt der Mondoberfläche, über dem die Sonne im Zenit steht (subsolarer Punkt), hat die selenografischen Koordinaten L_{\odot} und B_{\odot} . In der Tabelle der physischen Mondephemeriden ist anstelle von L_{\odot} ein reduzierter Wert, die selenografische Colongitude $C_{\odot} = 90^{\circ} - L_{\odot}$ angegeben. C_{\odot} gibt die Position des Terminators, also der Tag-Nacht-Grenze auf dem Mond an. Diese Größe ist für Beobachter hilfreich, die wissen wollen, wann welcher Krater auf dem Mond am Terminator zu sehen ist. Genähert korreliert C_{\odot} mit den Mondphasen, ist aber nicht mit ihnen identisch, denn die Mondphasen werden von der Erde aus ermittelt. Näherungsweise hat C_{\odot} bei Vollmond den Wert 90° , bei Neumond 270° .

Der prozentuale Anteil der uns zugewandten Mondoberfläche, der von der Sonne beleuchtet wird, ist k . Die Lichtgrenze L_{gr} ist diejenige selenografische Länge, bei der die Sonne gerade aufgeht (bei wachsendem k) oder untergeht (bei abnehmendem k).

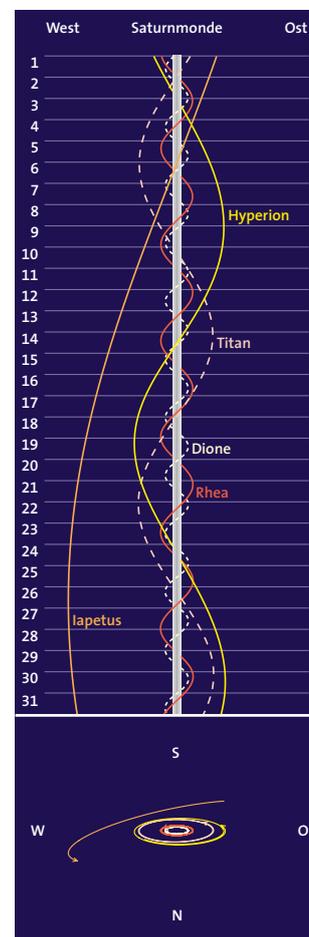
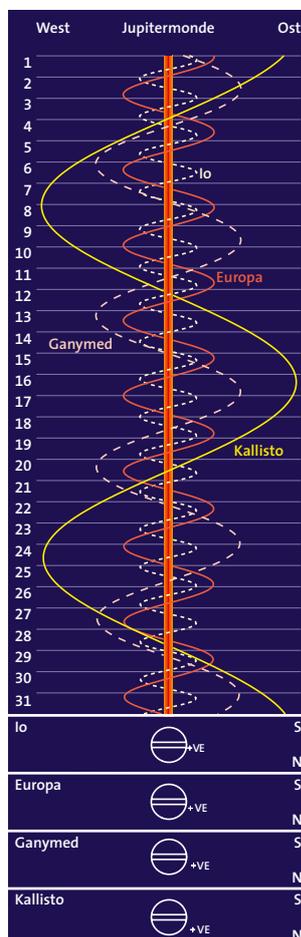
Der Lauf der Planeten: Es wird beschrieben, wo am Himmel und wann die Planeten beobachtet werden können, und wie sie sich im Raum bewegen. Ihre Auf- und Untergangszeiten (gültig für die geografische Länge $\lambda = 10^{\circ}$ und die geografische Breite $\varphi = 50^{\circ}$) sind in tabellarischer und grafischer Form angegeben. Eine weitere Tabelle nennt die besonderen Stellungen der Planeten in diesem Monat.

Jupiter- und Saturnmonde: Für Monate mit ausreichend guten Beobachtungsbedingungen geben Diagramme eine Übersicht über die Bewegungen der helleren Jupiter- und Saturnmonde. Alle Darstellungen beziehen sich auf den Anblick im umkehrenden Fernrohr, so dass Monde östlich des Zentralkörpers in der rechten Bildhälfte abgebildet sind.

Für Jupiter ist die Bewegung der vier Galileischen Monde Io, Europa, Ganymed und Kallisto dargestellt. Der untere Teil der Abbildung zeigt in vergrößertem Maßstab die durch Kreuze markierten Verfinsterungspunkte VA und VE. Das sind diejenigen Bahnpunkte, in denen ein Mond in den Jupiterschatten eintritt oder daraus wieder hervorkommt.

Für Saturn ist die Bewegung seiner Monde Dione, Rhea, Titan, Hyperion und Iapetus gezeigt. Ihre scheinbare Bahn verläuft relativ zum Planeten nicht genau in Ost-West-Richtung. Das folgt aus der Neigung des Saturnäquators gegen die Ekliptik sowie, im Fall von Iapetus, aus der starken Neigung der Mondbahn gegen den Äquator. Deshalb ist im unteren Teil dieser Abbildung die scheinbare Bahn der Saturnmonde dargestellt.

Die Bewegung der gut zu beobachtenden Jupiter- und Saturnmonde wird für jeden Monat grafisch illustriert. Dargestellt ist der Anblick im umkehrenden Fernrohr (Osten rechts, Westen links). Die unteren Teile der Grafiken zeigen die Anfangs- und Endpunkte (VA, VE) der Verfinsterungen durch den Schatten Jupiters beziehungsweise die scheinbaren Bahnen der Saturnmonde am Himmel.



Oliver Montbruck / SuW-Grafik

Zeit und Zeitangaben in diesem Jahrbuch

Die Rotation der Erde ist die Grundlage für unseren Zeitbegriff, allerdings ist der scheinbare Lauf der Sonne aus drei Gründen vielfältigen Schwankungen unterworfen. Zunächst bewegt sich die Erde auf einer elliptischen Bahn um die Sonne, die kontinuierlichen Störungen durch die Planeten unterliegt. Durch die Störungen der Planeten und insbesondere unseres Mondes ändert sich laufend auch die Neigung der Erdachse zur Ekliptik. Und durch die langperiodischen Gezeitenreibungen des inhomogenen Erdkörpers entstehen irreguläre Schwankungen der Rotationszeit der Erde.

Die durch eine Sonnenuhr angezeigte wahre Sonnenzeit enthält alle drei Effekte, ist also für genaue Zeitmessungen ungeeignet. Um die Abweichungen der Bahnbewegung der Erde von einer gleichmäßig durchlaufenen Kreisbahnbewegung zu kompensieren, wurde die mittlere Sonnenzeit eingeführt. Hier wird eine fiktive mittlere Sonne angenommen, die sich mit konstanter Geschwindigkeit auf dem Himmelsäquator bewegt. Die »Zeitgleichung« genannte Differenz zwischen wahrer und mittlerer Zeit erreicht Mitte Mai +3,8 Minuten und Anfang November +16,4 Minuten, das heißt, eine Sonnenuhr ginge entsprechend vor. Minima der Zeitgleichung treten Mitte Februar mit -14,4 Minuten und Ende Juli mit -6,4 Minuten ein. Der tägliche Wert der Zeitgleichung ist $12^h 20^m - D$, wobei D die Zeit der Kulmination (des Meridiandurchgangs) der Sonne ist, die in diesem Jahrbuch für die geografische Länge $\lambda = 10^\circ$ angegeben ist.

Wegen der scheinbaren Sonnenbewegung ist ein Sonnentag $3^m 56,555^s$ länger als ein Sterntag, das heißt, länger als die Zeit zwischen zwei Kulminationen des Frühlingspunkts. Im Jahreslauf entsprechen 365,2425 Sonnentage 366,2425 Sterntagen.

Die bürgerliche Weltzeit (UT, Universal Time) ist angebunden an die mittlere Sonnenzeit in Greenwich (0° Länge). Per Definition erhält ein Streifen von 15° Länge auf der Erde eine eigene Zonenzeit, die von der Weltzeit abweicht. Für den Verbreitungsbereich des Jahrbuchs gilt die Mitteleuropäische Zeit MEZ beziehungsweise (vom letzten Sonntag im März bis zum letzten Sonntag im Oktober) die Mitteleuropäische Sommerzeit MESZ. Es gilt $MEZ = UT + 1$ Stunde, $MESZ = UT + 2$ Stunden.

Da die Sommerzeit willkürlich per Gesetz festgelegt und nicht astronomisch begründet ist, sind alle Zeitangaben in diesem Jahrbuch in Mitteleuropäischer Zeit MEZ angegeben.

Genaue Messungen von Körpern des Sonnensystems ergaben, dass die Weltzeit kein absolut gleichförmiges Zeitmaß ist. Man führte deshalb 1960 die Ephemeridenzeit ET ein, die auf der Dynamik des Sonnensystems basiert. 1984 wurde die Ephemeridenzeit zunächst durch die Terrestrische Dynamische Zeit, ab 2001 durch die Terrestrische Zeit TT abgelöst. Der Unterschied zwischen ET und TT ist sehr gering und kann für unsere Zwecke vernachlässigt werden.

Durch unregelmäßige Schwankungen der Erdrotation ergeben sich Differenzen $\Delta T = TT - UT$, deren Verlauf nur im Nachhinein zu ermitteln ist (siehe Tabelle rechts).

Koordinaten und physische Ephemeriden der Himmelskörper sind in diesem Jahrbuch für $0^h UT = 1^h MEZ = 2^h MESZ$

Reduktion der Auf- und Untergangszeiten

Deklination δ	geografische Breite φ							
	47°	48°	49°	51°	52°	53°	54°	55°
+28°	±19	±13	±6	∓7	∓15	∓24	∓33	∓44
+26	±17	±11	±6	∓6	∓13	∓20	∓28	∓37
+24	±15	±10	±5	∓5	∓11	∓18	∓24	∓32
+22	±13	±9	±4	∓4	∓10	∓15	∓21	∓27
+20	±11	±8	±4	∓4	∓8	∓13	∓18	∓24
+18	±10	±7	±3	∓3	∓7	∓11	∓16	∓21
+16	±8	±6	±3	∓3	∓6	∓10	∓14	∓18
+14	±7	±5	±2	∓2	∓5	∓8	∓12	∓15
+12	±6	±4	±2	∓2	∓4	∓7	∓10	∓13
+10	±5	±3	±1	∓1	∓3	∓6	∓8	∓10
+8	±4	±2	±1	∓1	∓3	∓4	∓6	∓8
+6	±3	±2	±1	∓1	∓2	∓3	∓5	∓6
+4	±2	±1	0	0	∓1	∓2	∓3	∓4
+2	±1	0	0	0	0	∓1	∓1	∓2
0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2	0	0	0	0	0	0	±1	±1
-4	∓1	∓1	0	0	±1	±2	±2	±3
-6	∓2	∓1	0	±1	±2	±3	±4	±5
-8	∓3	∓2	∓1	±1	±2	±4	±5	±7
-10	∓4	∓3	∓1	±1	±3	±5	±7	±9
-12	∓6	∓4	∓2	±2	±4	±6	±9	±11
-14	∓7	∓4	∓2	±2	±5	±8	±11	±14
-16	∓8	∓5	∓2	±3	±6	±9	±13	±16
-18	∓9	∓6	∓3	±3	±7	±11	±15	±19
-20	∓11	∓7	∓3	±4	±8	±12	±17	±22

Die oberen Vorzeichen gelten für die Aufgänge, die unteren für die Untergänge. Zeitangaben in Minuten.

gegeben, alle Auf-, Untergangs- und Kulminationszeiten in MEZ. Die Orte beziehen sich auf den Erdmittelpunkt: Der entstehende parallaktische Effekt zwischen geozentrischen und topozentrischen Orten ist nur für den Mond bemerkbar.

Die Aufgangs-, Untergangs- und Kulminationszeiten gelten streng nur für 50° nördlicher Breite und 10° östlicher Länge. Die Kulminationszeiten sind lediglich wegen der Längendifferenz (1° entspricht dabei 4 Minuten) zu korrigieren. Die ermittelte Zeitdifferenz ist für westlich von 10° ö.L. liegende Orte zur Kalenderzeit zu addieren, bei östlich von 10° ö.L. liegenden zu subtrahieren. Bei der Reduktion der Auf- und Untergangszeiten gehen die geografische Breite φ des Beobachtungsorts und die Deklination δ des Gestirns ein. Obenstehende Tabelle ermöglicht die Lösung dieser Aufgabe, gegebenenfalls durch Interpolation.

Differenz zwischen Terrestrischer und Weltzeit¹⁾

Jahr	TT ²⁾ –UT ³⁾	Jahr	TT–UT	Jahr	TT–UT
2001	+64 ^s 1	2006	+64 ^s 8	2011	+66 ^s 3
2002	+64,3	2007	+65,1	2012	+66,6
2003	+64,5	2008	+65,4	2013	+66,9
2004	+64,6	2009	+65,8	2014	+67,4
2005	+64,7	2010	+66,1	2015	+67,8

¹⁾ ab 2013 Prognose, ²⁾ TT = Terrestrische Zeit (\approx Ephemeridenzeit ET)

³⁾ UT = Weltzeit (= MEZ – 1 Stunde)

Der Himmel im Überblick: Dieser Abschnitt ist dem Sternhimmel und seinen Objekten gewidmet. Eine Übersichtskarte zeigt den Anblick des gesamten Himmels. In jeder Sternkarte ist unten rechts angegeben, zu welchen Uhrzeiten sie exakt gültig ist. Für andere Uhrzeiten kann man die Karten benachbarter Monate verwenden. Einige Positionen des Mondes sowie die Positionen der Planeten für die Monatsmitte sind ebenfalls in der Sternkarte verzeichnet.

Danach werden die Sternbilder, die im Lauf der Nacht über unseren Himmel ziehen, mit ausgewählten Einzelobjekten vorgestellt: Sternhaufen, galaktische Nebel und extragalaktische Sternsysteme. Angaben über Doppelsterne, veränderliche Sterne und verschiedenartige Deep-Sky-Objekte sind in Tabellen zusammengefasst. Dabei bedeuten: HII = H-II-Region (Emissionsnebel), R = Reflexionsnebel, PN = Planetarischer Nebel, SNR = Supernovaüberrest, OH = offener Sternhaufen, KH = Kugelsternhaufen, G = Galaxie.

Für offene Sternhaufen werden die von Robert Trümpler eingeführten drei Klassifikationsmerkmale verwendet. Das erste Merkmal ist eine der römischen Ziffern I bis IV zur Charakterisierung der Konzentration eines Sternhaufens:

- I Sternhaufen mit starker Konzentration, der sich deutlich vom Hintergrund abhebt;
- II Sternhaufen mit schwacher Konzentration, der sich aber doch noch deutlich vom Hintergrund abhebt;
- III Sternhaufen ohne merkliche Konzentration zum Zentrum hin, der sich aber doch vom Hintergrund abhebt;

IV Sternhaufen, der nur den Eindruck einer zufälligen Anhäufung im Sternfeld des Hintergrunds erweckt.

Die Ziffer 1 bis 3 zeigt an, ob die Haufenmitglieder voneinander sehr verschieden oder ähnlich hell sind. Diese Angabe ist von der Teleskopgröße abhängig.

Die Buchstaben p, m, r weisen auf die Sternfülle der Haufen hin. Ein mit p (= *poor*) bezeichneter Haufen enthält weniger als 50 Sterne, mit m (= *medium*) gekennzeichnete Sternhaufen enthalten 50 bis 100 Sterne und der Buchstabe r (= *rich*) bedeutet, dass der fragliche Haufen mehr als 100 Mitglieder aufweist.

Für Kugelsternhaufen charakterisiert eine römische Ziffer die Konzentration des Haufens. Die am stärksten zu ihrem Zentrum konzentrierten Kugelsternhaufen werden mit I bezeichnet, die am lockersten aufgebauten mit XII.

Für Galaxien wird deren Typ angegeben. Mit Sa bis Sc werden die Formen der Spiralgalaxien bezeichnet, wobei die Spiralstruktur in der Reihenfolge von a bis c offener, aufgelockerter und zerrissener gestaltet ist. Balkenspiralen, bei denen die Spiralarms erst am Ende eines zentralen, geraden Balkens ansetzen, erhalten die Bezeichnungen SBa bis SBc, wobei die Buchstaben a bis c dieselbe Bedeutung haben wie bei den normalen Spiralen. Ohne erkennbare Spiralstruktur sind die irregulären (mit Irr bezeichneten) und die elliptischen Galaxien. Letztere unterteilt man in die Klassen E0 bis E7. Die Ziffern ergeben sich aus den Halbachsen a und b der Ellipsen zu $n = 10(a - b)/a$. Für kreisrunde Galaxien ist $a = b$, folglich ist $n = 0$, und die Galaxie wird als E0 klas-

sifiziert. Entsprechend ist bei einer E5-Galaxie die kleine Halbachse genau halb so groß wie die große Halbachse. Die schlanksten elliptischen Galaxien sind vom Typ E7. Blicken wir auf die Kante einer Spiralgalaxie, so wird sie als *Edge-on*-Galaxie bezeichnet und unterscheidet sich nicht sehr von den elliptischen.

Für Galaxien und Kugelsternhaufen ist die Angabe scheinbarer Gesamthelligkeiten sinnvoll, da sie bei geringer Vergrößerung sternförmig erscheinen.

Daten von Doppelsternen stehen in jeder Monatsübersicht. Außer ihren Namen und Positionen sind die gegenseitigen Abstände Δ ihrer Komponenten, ihre Positionswinkel P.W. und ihre Helligkeiten angegeben. Für jeden Monat sind zudem repräsentative veränderliche Sterne tabelliert, die ihr Maximum oder Minimum durchlaufen. Vollständige Angaben finden sich im Abschnitt über veränderliche Sterne.

Um einen Stern oder ein Deep-Sky-Objekt aufzufinden, bedient man sich einer Aufsuchkarte und des so genannten *star hopping*: Ausgehend von einem leicht identifizierbaren Stern tastet man sich zu dem Zielobjekt vor. Wer ein computergesteuertes »GoTo-Teleskop« besitzt, muss zu Beginn der Nacht zwei helle Sterne einstellen und der Steuerung mitteilen, um welche Sterne es sich handelt. Danach kann er jedes Objekt vollautomatisch einstellen.

Die Monatsthemen: Am Ende einer jeden Monatsübersicht werden besondere Ereignisse oder für Amateurastronomen wichtige Themen vorgestellt.



www.teleskop-express.de

Teleskop-Service – Kompetenz & TOP Preise

Der große Onlineshop für **Astronomie, Fotografie und Naturbeobachtung**

CARBON & PHOTOLINE SERIE

Teleskop-Service: DIE Adresse für Astrofotografie!

GSO Ritchey-Chrétien-Systeme



6" f/9: 465,- €
 8" f/8: 1.199,- €
 10" f/8: 2.599,- €
 12" f/8: 3.499,- €
* mit Metalltubus

TS Photoline ED + Triplet Apochromaten



Für Fotografie und visuelle Beobachtung; solide Mechanik und Spitzen-Optik!

Alle Modelle mit CNC Rohrschellen und Okularauszug mit 1:10 Untersetzung. Reducer/Flattener für alle Modelle (außer 50/330) zusätzlich erhältlich.

ED 50/330: 399,- €	Apo 80/480: 999,- €
ED 80/560: 490,- €	Apo 102/700: 1.095,- €
ED 102/714: 736,- €	Apo 115/800: 1.498,- €
ED 110/770: 982,- €	Apo 150/1000: 5.190,- €
Apo 130/912: 1.998,- €	

Große Auswahl an CCD-Kameras:
 ATIK, Starlight Xpress, Moravian Instr., The Imaging Source, Astrolumina...

... von einsteigerfreundlichen Mond/Planetenkameras für unter 100,- € bis zum professionellen Vollformat-Modell mit zweistufiger TEC Kühlung!

TS Carbon Imaging Newton 6-12"



Individuell nach Ihrem Wunsch: Fangspiegelgröße, Fokusslage uvm.! Inkl. 2" Baader Steeltrack OAZ und Carbondtubus

ab 749,- €

TS Newton-Komakorrektor volle 2" Öffnung, optimiert für f/6 bis f/4



129,- €

Telefon: +49 (0)89-1892870 • Fax: +49 (0)89-18928710 • info@teleskop-service.de

Teleskop-Service, Keferloher Marktstr. 19C, D-85640 Putzbrunn/Solindlen