

Kosmos Himmels — Jahr 2021

KOSMOS

SONNE, MOND UND STERNE
IM JAHRESLAUF

*Mit 12 spannenden
Monatsthemen*

HANS-ULRICH KELLER



Kosmos Himmels — Jahr 2021

SONNE, MOND UND STERNE
IM JAHRESLAUF

Herausgegeben von Hans-Ulrich Keller
unter Mitarbeit von Erich Karkoschka

KOSMOS

Einleitung 5

Das Jahr 2021 auf einen Blick 7
 Erläuterungen zum Gebrauch 9
 Sonnen- und Mondfinsternisse 2021 24

Januar 30

Sonnenlauf und Mondlauf 32
 Planetenlauf 34
 Der Fixsternhimmel 41
 Monatsthema: Beteigeuze –
 mächtiger Riese am Firmament 44

Februar 52

Sonnenlauf und Mondlauf 54
 Planetenlauf 56
 Der Fixsternhimmel 58
 Monatsthema:
 Erfolgreiche Zusammenschlüsse 63

März 72

Sonnenlauf und Mondlauf 74
 Planetenlauf 76
 Der Fixsternhimmel 79
 Monatsthema: Die Ruhe vor dem Sturm . . . 83

April 92

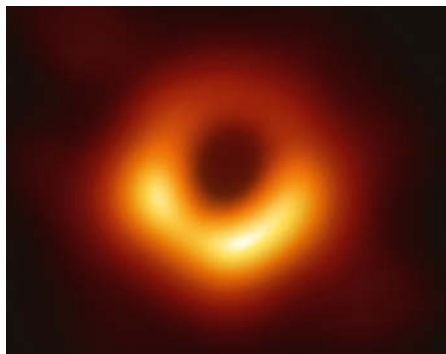
Sonnenlauf und Mondlauf 94
 Planetenlauf 96
 Der Fixsternhimmel 99
 Monatsthema:
 Planet X – ein Schwarzes Loch? 103

Mai 108

Sonnenlauf und Mondlauf 110
 Planetenlauf 112
 Der Fixsternhimmel 116
 Monatsthema: Die Rätsel von Polaris . . . 120

Juni 128

Sonnenlauf und Mondlauf 130
 Planetenlauf 132
 Der Fixsternhimmel 136
 Monatsthema:
 Die ringförmige Sonnenfinsternis
 vom 10. Juni 2021 140



EHT Collaboration

Erfolgreiche Zusammenschlüsse 63

Die Monatsthemen Januar – Juni

Beteigeuze – mächtiger Riese
 am Firmament 44
 Erfolgreiche Zusammenschlüsse 63
 Die Ruhe vor dem Sturm 83
 Planet X – ein Schwarzes Loch? 103
 Die Rätsel von Polaris 120
 Die ringförmige Sonnenfinsternis
 vom 10. Juni 2021 140

Abbildungen zu den Planeten

Innere Planeten: Jahresübersicht 35
 Äußere Planeten: Jahresübersicht 36
 Merkur: Sichtbarkeiten 37, 112, 217
 Merkur: Scheinbare Bahn 56, 113, 196
 Venus: Scheinbare Bahn 132, 197
 Venus: Stellungen 218
 Merkur- und Venusbahn 38, 153
 Mars: Scheinbare Bahn 38
 Jupiter: Scheinbare Bahn 175
 Saturn: Scheinbare Bahn 175
 Uranus: Aufsuchkarte 235
 Neptun: Aufsuchkarte 199
 Pluto: Aufsuchkarten 156
 Ceres (1): Aufsuchkarte 236
 Pallas (2): Aufsuchkarte 199
 Vesta (4): Aufsuchkarte 78
 Iris (7): Aufsuchkarte 39
 Eunomia (15): Aufsuchkarte 39



NASA/ESA/Z. Levay/ R. van der Marel/A. Mellinger

Milkomeda

Die Monatsthemen Juli – Dezember

Bedrohen außerirdische Geschosse die Erde und ihre Bewohner?..... 160
 Verliert Saturn seinen berühmten Ring?..... 184
 Milkomeda..... 205
 Wer war Al Sufi?..... 224
 Meilensteine im Kosmos..... 243
 Das große Schweigen..... 262

Wichtige Abbildungen und Tabellen

Mond: Ekliptikale Koordinaten 278
 Mond: Stellung junge Mondsichel 287
Sonne: Ekliptikale Koordinaten 279
 Sonne: Ephemeride der Sonnenscheibe 286
 Sonne: Synodische Rotation 286
 Sonne: Fleckenrelativzahlen 287
Planeten: Ekliptikale Koordinaten 279
 Planeten: Ephemeriden 280
 Planeten: Scheinbare Größen 276
 Planeten: Helligkeit und Sichtbarkeit . 277
 Kleinplaneten: Ephemeriden 284
 Mars und Jupiter: Zentralmeridiane .. 285
 Sternbedeckungen 288
 Sternzeit um 20 Uhr MEZ 290
 Koordinaten größerer Städte..... 291
 Nomogramm zu Auf-/Untergang 292
 Auf- und Untergangskorrektur..... 293
 Das griechische Alphabet 21

Juli 148

Sonnenlauf und Mondlauf.....150
 Planetenlauf152
 Der Fixsternhimmel157
 Monatsthema: Bedrohen außerirdische Geschosse die Erde und ihre Bewohner?..160

August 170

Sonnenlauf und Mondlauf.....172
 Planetenlauf174
 Der Fixsternhimmel179
 Monatsthema: Verliert Saturn seinen berühmten Ring?.....184

September 192

Sonnenlauf und Mondlauf.....194
 Planetenlauf196
 Der Fixsternhimmel201
 Monatsthema:
 Milkomeda205

Oktober 212

Sonnenlauf und Mondlauf.....214
 Planetenlauf216
 Der Fixsternhimmel222
 Monatsthema: Wer war Al Sufi? 224

November 230

Sonnenlauf und Mondlauf.....232
 Planetenlauf234
 Der Fixsternhimmel238
 Monatsthema: Meilensteine im Kosmos ..243

Dezember 250

Sonnenlauf und Mondlauf.....252
 Planetenlauf254
 Der Fixsternhimmel258
 Monatsthema:
 Das große Schweigen262

Anhang und Service 276

Tabellen und Ephemeriden276
 Kalendarium 2022 und 2023.....294
 Adressen von Sternwarten und Planetarien 296
 Impressum303



Das Kosmos Himmelsjahr – ein Leitfaden durch die Sternenwelt

Tempus rerum imperator

Die Zeit ist die Herrscherin über alle Dinge.

Sonnenuhrspruch

Alles unterliegt dem Diktat der Zeit. Nichts ist zeitlos. Heerscharen von Philosophen haben über die Zeit nachgedacht und mehr oder minder schlaue Gedanken geäußert. Trotz allem Grübeln – eine allseits befriedigende Erklärung für das rätselhafte Phänomen ZEIT ist ihnen bis dato nicht gelungen. Seit wann gibt es die Zeit – wird es sie immer geben?

Die Astronomen haben es als Praktiker leichter, mit dem Begriff „Zeit“ umzugehen. Sie verfolgen das Vergehen der Zeit anhand der Gestirnsläufe. Sie beobachten Sonne, Mond, Planeten und Sterne und bestimmen aus ihren veränderlichen Positionen am Firmament den Zeitablauf. Sie definieren aus astronomischen Vorgängen Zeitspannen wie Sekunden, Stunden, Tage, Monate und Jahre. Sie stellen Kalender auf, um zeitliches Geschehen einzuordnen.

Schon in grauer Vorzeit erkannten die Astronomen, dass die Längen der Tage, Monate und Jahre in keinen ganzzahligen Verhältnissen stehen. Die Priesterastronomen im alten Ägypten bemerkten aus der jährlichen Verspätung des heliakischen Aufgangs von Sothis (Sirius), dass ein Sonnenjahr einen Vierteltag länger ist als genau 365 Tage. König Ptolemaios III., Euergetes, ordnete 238 v. Chr. im Edikt von Kanopus an, alle vier Jahre einen zusätzlichen Tag an den Kalender anzuhängen. Allerdings stieß dies auf den erbitterten Widerstand der Priesterastronomen.

V.1 Die Raumsonde Solar Orbiter nähert sich der Sonne.

Die Babylonier wieder erkannten schon im zweiten vorchristlichen Jahrtausend, dass zwölf Monate kürzer sind als ein Sonnenjahr, die Mondphasen sich aber nach 19 Jahren zum gleichen Datum wiederholen. Sie entwickelten einen Lunisolarkalender mit zwölf Jahren zu zwölf Monaten und sieben Jahren zu dreizehn Monaten. Denn 235 Mondmonate sind fast gleich lang wie 19 Sonnenjahre. Diesen an den Sonnenlauf gebundenen Mondkalender übernahm der Athener Meton 432 v. Chr. für den griechischen Kalender, weshalb man vom Metonschen Zyklus spricht.

Für Einsteiger und Amateurastronomen

Den Lauf des himmlischen Uhrwerks zu beobachten, gehört auch heute noch zu den spannendsten Beschäftigungen und vermittelt eine klare Vorstellung vom Fortschreiten der Zeit. Damit man die Ereignisse am Sternenzelt ohne große Mühe verfolgen kann, dazu dient das *Kosmos Himmelsjahr* als Leitfaden durch die Welt der Gestirne während des Jahres.

Auch der **111. Jahrgang** des vorliegenden Jahrbuches soll sowohl dem Einsteiger in die Himmelskunde als auch der kundigen Amateurastronomin die erforderlichen Hinweise und Daten für eigene astronomische Beobachtungen liefern.

Der erfahrene Himmelsbeobachter findet auf Seite 304 Kurzhinweise zum Gebrauch dieses Jahrbuches. Ausführliche Erläuterungen zu den wichtigsten Grundtatsachen der Astronomie findet der Einsteiger in die Himmelskunde ab Seite 9.

Eine kalendarische Übersicht enthält das Kapitel „**Das Jahr 2021 auf einen Blick**“ auf Seite 7. Dem Hauptteil vorangestellt ist die Beschreibung der Sonnen- und Mondfinsternisse, die sich im Jahr 2021 ereignen (siehe Seite 24).



V.2 Abendstimmung mit Mond und Venus. Aufnahme Martin Gertz/Sternwarte Welzheim.

Der Anhang enthält ein Verzeichnis von Planetarien und Sternwarten sowie eine Liste von amateurastronomischen Einrichtungen, die den Kontakt zu Gleichgesinnten erleichtern soll.

Um möglichst allen Leserinnen und Lesern – vom Einsteiger bis zur versierten Beobachterin – zu dienen, wird in den Monatsübersichten eine einfache, beschreibende Darstellung aller interessanten Himmelsvorgänge gebracht, während im Tabellenteil am Schluss wichtige Beobachtungsdaten in Form von Zahlentafeln vermerkt sind.

Eine ausführliche Einführung in die Himmelskunde findet man im *Kompendium der Astronomie*, in dem alle wichtigen Begriffe ausführlich erklärt werden.

Datenquellen und Danksagungen

Die Daten für das vorliegende Jahrbuch stammen, soweit nicht nachstehend besonders vermerkt, vom Planetarium Stuttgart. Das Institut de Mécanique Celeste et de Calcul des Éphémérides (IMCCE), Observatoire de Paris, lieferte die Daten für die Jupitermonderscheinungen, die Sonnenfleckenrelativzahlen das Observatoire Royal de Belgique, Brüssel, und die Daten für die Sternschnuppenströme die International Meteor Organization (IMO), wofür Herrn Dr. Jürgen Rendtel (Leibniz-Institut für Astrophysik, Potsdam) besonders zu danken ist.

Mein besonderer Dank gilt meinem Mitarbeiter, Herrn Dr. Erich Karkoschka (Lunar and Planetary Laboratory, University of Arizona, Tucson) für seine Ephemeridenberechnungen, die Kalkulation der Sternbedeckungen durch den Mond und die Anfertigung vieler Skizzen und Abbildungen.

Dank schulde ich auch Herrn Gerhard Weiland, der mit großer Sorgfalt und Umsicht die Reinzeichnungen der Grafiken angefertigt hat, sowie Herrn Wil Tirion für die Herstellung der monatlichen Sternkarten und Übersichten des Planetenlaufs. Dankbar bin ich auch Herrn Michael Vogel, der sorgfältig Korrektur gelesen hat.

Zu danken habe ich ferner Herrn Martin Gertz von der Beobachtergruppe der Sternwarte Welzheim für die hervorragenden Astroatufnahmen, die er auf der Sternwarte Welzheim gewonnen hat. Nicht zuletzt gebührt auch Dank Frau Claudia Dintner für die sorgfältige Reinschrift des Manuskripts sowie den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Verlages, namentlich den Herren Siegfried Fischer und Sven Melchert, für die hervorragende Zusammenarbeit, ohne die dieses Jahrbuch nicht pünktlich erscheinen könnte.

Stuttgart, im März 2020
Hans-Ulrich Keller

Das Jahr 2021 auf einen Blick

Das Jahr 2021 ist nach dem Gregorianischen Kalender ein **Gemeinjahr** mit **365** Tagen.

Beginn der Jahreszeiten:

FRÜHLING (Tagundnachtgleiche): 20. März, 10^h37^m

SOMMER (Sonnenwende): 21. Juni, 4^h32^m

HERBST (Tagundnachtgleiche): 22. September, 20^h21^m

WINTER (Sonnenwende): 21. Dezember, 16^h59^m

SOMMERZEIT: Die Mitteleuropäische Sommerzeit (MESZ) geht gegenüber der Mitteleuropäischen Zeit (MEZ) um eine Stunde vor. Sie soll vom **28. März** bis **31. Oktober** 2021 gelten. Kurzfristige Änderungen sind möglich.

KALENDERÄREN 2021

Das **jüdische Jahr** 5782 beginnt am 6. September mit Sonnenuntergang. Der jüdische Neujahrstag fällt daher auf den 7. September 2021.

Das **islamische Jahr** 1443 beginnt am 9. August mit Sonnenuntergang. Der erste Tag des islamischen Jahres 1443 korrespondiert mit dem 10. August 2021.

Am 12. Februar 2021 beginnt das 38. Jahr im 79. Zyklus des **traditionellen chinesischen Kalenders**. Es ist das Jahr des Ochsens (xin-chou).

Am 14. September beginnt in der **byzantinischen Ära** das Jahr 7530.

FEST- UND FEIERTAGE 2021

Neujahrstag:	Freitag,	1. Januar
Aschermittwoch:		17. Februar
Karfreitag:		2. April
Ostersonntag:		4. April
Ostermontag:		5. April
Maifeiertag	Samstag,	1. Mai
Christi Himmelfahrt:	Donnerstag,	13. Mai
Pfingstsonntag:		23. Mai
Pfingstmontag:		24. Mai
Fronleichnam:	Donnerstag,	3. Juni
Allerheiligen:	Montag,	1. November
Buß- und Bettag:	Mittwoch,	17. November
Totensonntag:		21. November
1. Advent:	Sonntag,	28. November
Heiliger Abend:	Freitag,	24. Dezember
1. Weihnachtstag:	Samstag,	25. Dezember
2. Weihnachtstag:	Sonntag,	26. Dezember
Silvester:	Freitag,	31. Dezember

STAATSFEIERTAGE 2021

Tag der deutschen Einheit:	Sonntag,	3. Oktober
Österreichischer Nationalfeiertag:	Dienstag,	26. Oktober
Schweizer Bundesfeier:	Sonntag,	1. August
Liechtensteiner Staatsfeiertag:	Sonntag,	15. August

Am 1. Januar beginnt das **panische Jahr** 2681.

Am 11. September beginnt das Jahr 1738 der **Ära Diokletians** (Koptische Ära).

Am 14. September beginnt das Jahr 2333 der **Seleukidenära**.

Am 14. Januar beginnt das Jahr 2774 der **römischen Ära a. u. c.**

Der 14. Januar 2021 des **Gregorianischen** Kalenders korrespondiert mit dem 1. Januar 2021 des **Julianischen** Kalenders.

Das Jahr 2021 entspricht dem Jahr 6734 der **Julianischen Periode**.

Der 1. Januar 2021 (0^h Weltzeit = 1^h Mitteleuropäische Zeit) hat die **Julianische Tagesnummer** 2459215,5

Das **astronomische Jahr** 2021 (Bessel-Jahr) beginnt bereits am 31. Dezember 2020 um 03^h53^m MEZ (B2021.0 = JD2459214,620). Der Dies Reductus (J2021.0 – B2021.0) beträgt somit 21^h07^m.



CHRONOLOGIE 2021

Sonnenzirkel: 14

Goldene Zahl (Mondzirkel): VIII

Sonntagsbuchstabe: C

Indiktion (Römerzinszahl): 14

Epakte: 16

Jahresregent: Saturn

FINSTERNISSE 2021

Das Jahr 2021 zeigt sich für Mitteleuropa finsternisarm. Lediglich die ringförmige Sonnenfinsternis vom 10. Juni kann in ihren partiellen Phasen von Mitteleuropa aus beobachtet werden. Weder die totale Mondfinsternis vom 26. Mai noch die partielle Mondfinsternis vom 19. November sind von Mitteleuropa aus zu verfolgen. Auch die totale Sonnenfinsternis vom 4. Dezember bleibt hierzulande unbeobachtbar.

Ausführliche Erläuterungen zu den Finsternissen findet man im Kapitel „Sonnen- und Mondfinsternisse 2021“ auf Seite 24.

PLANETEN 2021

MERKUR kann in der Abenddämmerung knapp über dem Westhorizont Mitte bis Ende Ja-

nuar sowie Mitte Mai gesehen werden. Ende Oktober bis Anfang November zeigt sich der flinke Planet in der Morgendämmerung tief am Osthimmel.

VENUS ist zu Jahresbeginn Morgenstern. Am 26. März steht sie in oberer Konjunktion mit der Sonne. Im Mai erscheint sie am Abendhimmel und erreicht am **29. Oktober** ihre **größte östliche Elongation** (47°) von der Sonne. Am **4. Dezember** erstrahlt sie im **maximalen Glanz** (-4^m9). Bis Jahresende bleibt Venus Abendstern am Westhimmel.

MARS kann von Januar bis Mai in der ersten Nachthälfte gesehen werden. Anfang Juni zieht er sich vom Abendhimmel zurück. Am 8. Oktober steht er in Konjunktion mit der Sonne. Mitte Dezember erscheint er am Morgenhimmel.

JUPITER kommt am **20. August** im Sternbild Steinbock in **Opposition** zur Sonne. Am 29. Januar steht er in Konjunktion

V.3 Ringförmige Sonnenfinsternis am 31. Mai 2003.

mit der Sonne. Im März taucht er allmählich am Morgenhimmel auf. Nach der Opposition zieht er sich aus der zweiten Nachthälfte zurück. Bis Jahresende bleibt er am Abendhimmel vertreten.

SATURN erreicht am 24. Januar seine Konjunktion mit der Sonne. Gegen Ende März erscheint der Ringplanet am Morgenhimmel. Er steht am **2. August** im Sternbild Steinbock in **Opposition** zur Sonne. Bis Anfang Januar **2022** ist der Ringplanet am Abendhimmel vertreten.

URANUS kommt am **5. November** im Sternbild Widder in **Opposition** zur Sonne. In Konjunktion mit der Sonne steht Uranus am 30. April.

NEPTUN erreicht seine Opposition am **14. September** im Sternbild Wassermann. In Konjunktion mit der Sonne steht Neptun am 11. März.

PLUTO, der prominenteste Zwergplanet unseres Sonnensystems, steht am **18. Juli 2021** im Sternbild Schütze in **Opposition** zur Sonne. Seine Konjunktion mit der Sonne erreicht Pluto schon am 14. Januar.

Ausführliche Angaben über die Sichtbarkeit der Planeten entnehme man der Rubrik „Planetenlauf“ in den Monatsübersichten.

Erläuterungen zum Gebrauch

Sterne, Sternbilder und Sternkarten	9	Die großen Planeten	18
Sternhaufen und Nebel	10	Kleinplaneten und Zwergplaneten	20
Die Helligkeit der Sterne	11	Die Monde der Planeten	20
Entfernungsangaben	12	Das griechische Alphabet	21
Zeitangaben	12	Sternschnuppen	21
Kalenderzyklen	15	Konstellationen und Ereignisse	22
Der Himmelskalender	16	Fixsternhimmel	22
Der Sonnenlauf	16	Monatsthemen	22
Der Mondlauf	16	Tabellen und Ephemeriden	22
Der Planetenlauf	17	Literaturhinweise	23

Wer zum ersten Mal dieses Jahrbuch in Händen hält, dem bieten nachstehende Erläuterungen eine erste Einführung in seine Benutzung.

Wer jedoch schon mit den Grundlagen der Himmelskunde vertraut ist, kann sofort die „Kurzhinweise zum Gebrauch“ dieses Jahrbuches auf Seite 304 aufschlagen.

Im *Kosmos Himmelsjahr* ist das Bild des abendlichen Fixsternhimmels für jeden Monat beschrieben. Eine Sternkarte erleichtert die Übersicht. Außerdem ist die Stellung des Großen Wagens und des Himmels-Ws um 22^h MEZ für jeden Monat aus einer Grafik ersichtlich. Der Große Wagen und das Himmels-W sind in jeder klaren Nacht zu beobachten, da sie bei uns zirkumpolar sind, also niemals untergehen.

Während die Fixsterne ihre Stellungen zueinander nicht ändern, sondern nur gemeinsam infolge der Erdrotation über das Firmament ziehen, gibt es Gestirne, die ihre Position im Laufe

von Wochen und Monaten ändern. Man nennt sie Wandelsterne oder Planeten. Sie sind die Geschwister unserer Erde, die ebenfalls ein Planet ist. Mit freiem Auge sind fünf Planeten zu sehen: Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn.

Von der Erde aus gesehen wandert somit die Sonne in einem Jahr durch die bekannten Sternbilder des Tierkreises. Der Wanderweg der Sonne heißt Ekliptik. Mond und Planeten bewegen sich ebenfalls in der Nähe der Ekliptik. Sie sind daher stets in den Tierkreissternbildern zu finden.

STERNE, STERNBILDER UND STERNKARTEN

Je nach Fantasie und Kultur haben die einzelnen Völker Sterne und Sternbilder unterschiedlich benannt. Die Internationale Astronomische Union (IAU) hat für die gesamte Himmelskugel 88 Sternbilder festgelegt, die für alle Astronomen und Sternfreunde verbindlich sind. Diese 88 Sternbilder haben lateinische

Namen und jeweils eine Abkürzung von drei Buchstaben; Beispiel: der Krebs, lat.: Cancer, Abkürzung: Cnc.

Speziell für die Benutzer des Himmelsjahres empfehlen sich zur ersten Orientierung die Sternkarten im *Atlas für Himmelsbeobachter* von Erich Karkoschka. Neben den klassischen Sternatlanten gibt es heute auch gute Computerprogramme, die einen gewünschten Himmelsausschnitt am Monitor erscheinen lassen.

Nur die hellsten oder auffällige Sterne, die beispielsweise periodisch ihre Helligkeit ändern, haben Eigennamen erhalten. So heißen die beiden hellsten Sterne im Wintersternbild Orion Betelgeuze und Rigel, der berühmte veränderliche Stern im Perseus Algol.

Etwas systematischer hat Johannes Bayer im Jahre 1603 die Sterne bezeichnet, nämlich mit griechischen Buchstaben und dem Genitiv des lateinischen Sternbildnamens. So bekam der hellste Stern in der Leier die Be-



E.1 Der Orion ist das Leitsternbild des Winterhimmels.

zeichnung α Lyrae (oder kurz α Lyr), der zweithellste β Lyrae, der dritthellste γ Lyrae usw. Die Helligkeitsfolge ist aber nicht immer streng eingehalten, manchmal hat die Mythologie Vorrang; von den beiden hellen Zwillingsternen trägt der hellere Pollux die Bezeichnung β Geminorum, der etwas schwächere Kastor α Geminorum. Bei Doppelsternen wird gelegentlich noch ein Index an den griechischen Buchstaben angehängt. Beispiel: ε_1 und ε_2 Lyrae, der berühmte Vierfachstern in der Leier (jede Komponente ist ihrerseits ebenfalls ein Doppelstern). Die 24 griechischen Buchstaben (siehe Seite 21) pro Sternbild reichen natürlich nicht aus, um alle Sterne zu benennen.

Den ersten umfangreichen Sternkatalog nach Erfindung

des Fernrohrs hat John Flamsteed (1646–1719) im Jahre 1712 herausgegeben. Flamsteed hat die Sterne in einem Sternbild durchnummeriert. So hat ω Aurigae beispielsweise bei Flamsteed die Bezeichnung 4 Aurigae. Viele Sterne, die keine Bayer-Bezeichnung haben, sind jedoch mit Flamsteed-Nummern gekennzeichnet.

Bei schwächeren Sternen gibt man die Katalognummer an, unter der sie verzeichnet sind, oder einfach die genauen Koordinaten. Beispiele für Katalognummern: BD +52°1312 bedeutet Stern Nummer 1312 in der Deklinationszone von +52° bis +53° der sogenannten *Bonner Durchmusterung*. HD 128974, Stern aus dem *Henry-Draper-Katalog*, SAO 146912, Stern aus dem *Smithsonian Astrophysical*

Observatory Star Catalogue, FK5: 1051, Stern aus dem *5. Fundamental-Katalog*.

Sterne, deren Helligkeit variiert, werden häufig mit großen lateinischen Buchstaben und ihren Sternbildnamen versehen: RR Lyrae, T Coronae Borealis. Man kann somit aus der Bezeichnung auf die Eigenart dieser Sterne schließen.

STERNHAUFEN UND NEBEL

Man unterscheidet offene und kugelförmige Sternhaufen. Offene Sternhaufen enthalten Dutzende bis einige hundert Sterne, die alle einzeln als Lichtpunkte erkennbar sind. Kugelhaufen haben Hunderttausende bis Millionen Mitgliedssterne und sind als verwachsene, kreisrunde Lichtfleckchen zu sehen. Nur die Randpartien sind in Einzelsterne auflösbar, im Zentrum stehen die Sterne zu dicht, um als einzelne Lichtpunkte erkannt zu werden.

Zwischen den punktförmigen Sternen zeigen sich auch nebelhafte Gebilde. Bei den „Nebeln“ gilt es zwei Kategorien zu unterscheiden: Einmal beobachtet man tatsächlich Staub- und Gasmassen zwischen den Sternen unserer Milchstraße, wie zum Beispiel im Sternbild Orion den berühmten Orionnebel. Andere nebelhafte Lichtfleckchen lassen sich jedoch mit sehr großen Teleskopen in einzelne Sterne auflösen. Hier sieht man fremde, ferne Milchstraßensysteme. Das Licht von Milliarden Sternen wird von uns nur als schwa-



Martin Gertz / Sternwarte Welzheim

E.2 Der Kugelsternhaufen Messier 13 im Sternbild Herkules ist der hellste am Nordhimmel.

ches Nebelfleckchen registriert, wie beispielsweise beim Andromedanebel. Wegen ihrer häufig spiraligen Gestalt spricht man auch von Spiralnebeln oder Galaxien.

Der französische Astronom Charles Messier (1730–1817) hat einen Katalog mit über hundert Sternhaufen und Nebeln zusammengestellt. Der Orionnebel wird z.B. mit M 42, der Andromedanebel mit M 31, der Kugelhaufen im Herkules mit M 13 bezeichnet. Wesentlich umfangreicher ist der Katalog von John L. E. Dreyer mit dem Namen *New General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars*, abgekürzt NGC. Später erschienen noch zwei Ergänzungen (*Index-Catalogue I and II*, kurz IC I und IC II) und schließlich der überarbeitete *Revised New General Cata-*

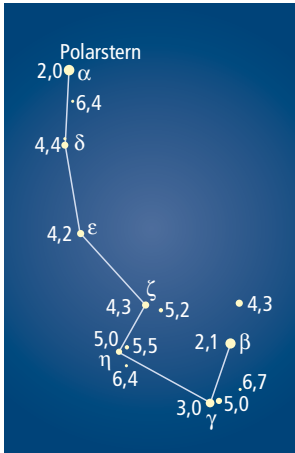
logue (RNGC). Daher trägt der Andromedanebel M 31 auch die Bezeichnung NGC 224.

Die Helligkeit der Sterne

Man teilt die Sterne in Größenklassen ein. Diese Größenklassen geben nicht den Durchmesser oder die wahre Leuchtkraft der Sterne an, sondern ihre scheinbare Helligkeit am Himmel. Sterne erster Größe sind dabei heller als solche zweiter Größe. Ein schwaches Sternpünktchen sechster Größe ist eben noch mit bloßen Augen zu erkennen. Ein Stern erster Größe ist dabei hundertmal heller als ein Stern sechster Größe. Daraus folgt, dass ein Stern zweiter Größe 2,512-mal lichtschwächer ist als ein Stern erster Größe. Ein Stern dritter Größe wiederum

ist 2,512-mal lichtschwächer als ein Stern zweiter Größe, denn $2,512^5 = 100$. Die Größenklassenskala ist somit ein logarithmisches Maß.

Als Abkürzung verwendet man ein kleines hochgestelltes m für *magnitudo* (lat.) = Größe. Sterne, die heller als 1^m sind, bezeichnet man mit 0^m , -1^m , -2^m usw. Die Venus kann -4^m hell sein. Das bedeutet, dass sie dann hundertmal heller strahlt als ein Stern erster Größe, also mit 1^m ! In manchen Schriften findet man gelegentlich die Abkürzung „mag“ für Größenklasse. In der Fachastronomie ist sie jedoch nicht in Gebrauch. Mit Teleskopen lassen sich auch Sterne beobachten, die schwächer sind als 6^m . In einem guten Fernglas sind Sterne bis 10^m erkennbar. In großen Teleskopen werden Ster-



E.3 Sternbild Kleiner Wagen mit Helligkeitsangaben in Größenklassen für die einzelnen Sterne.

ne bis 26^m beobachtet, also Objekte, die hundert Millionen Mal lichtschwächer sind als die schwächsten, dem menschlichen Auge zugänglichen Sterne mit 6^m. Die Helligkeiten der Sterne zu schätzen, sollte man üben. Abb. E.3 zeigt den Kleinen Wagen, wobei die Helligkeiten der einzelnen Sterne vermerkt sind. Da das Sternbild Kleiner Wagen zirkumpolar ist, kann es in jeder klaren Nacht zu jeder Uhrzeit gesehen werden.

Stünden alle Sterne gleich weit entfernt, sozusagen in einer Normentfernung, dann entspräche die beobachtete scheinbare Helligkeit auch ihrer wirklichen Leuchtkraft. Eine solche Normentfernung wurde mit 10 Parsec (knapp 33 Lichtjahre) festgelegt. Man rechnet nun die Helligkeit aus, die ein Stern in 10 Parsec Entfernung hätte, und bezeich-

net diese Größe als „absolute Helligkeit“ oder „wahre Leuchtkraft“ eines Sterns.

Um die absolute nicht mit der scheinbaren Helligkeit zu verwechseln, wird sie mit einem großen M (Magnitudo) abgekürzt. Beispiel: Unsere Sonne hat die enorme scheinbare Helligkeit von -27^m am Firmament und eine absolute Helligkeit von $+4,8^m$. Das heißt, in 33 Lichtjahren Entfernung erschiene uns die Sonne nur noch als Sternchen 5. Größe. Anmerkung: Da ^m auch für Minute steht, ist aus dem Textzusammenhang zu entnehmen, ob Helligkeiten oder Zeiten beziehungsweise Koordinaten gemeint sind.

ENTFERNUNGS-ANGABEN

In der Astronomie verwendet man, um große Zahlenungetüme zu vermeiden, für die Distanzen im Sonnensystem als Längenmaß die Astronomische Einheit (AE). Eine Astronomische Einheit entspricht der mittleren Entfernung der Erde von der Sonne, das sind rund 150 Millionen Kilometer.

Es gilt: **1 AE = 149 597 870 km**

Diese Strecke legt das Licht in 8^m20^s zurück. Man spricht von der Lichtlaufzeit der Astronomischen Einheit. Jupiter ist beispielsweise 5,2 AE von der Sonne und Neptun rund 30 AE von ihr entfernt. Die Lichtlaufzeiten der Planetendistanzen betragen Minuten bis wenige Stunden. Die Sterne sind jedoch so weit entfernt, dass ihr Licht Jahre, Jahrhunderte und Jahrtausende zur

Erde unterwegs ist. Man gibt daher ihre Distanzen in Lichtlaufzeiten an, wobei man ein Lichtjahr (LJ) als Einheit nimmt. In einem Jahr legt ein Lichtstrahl im Vakuum rund zehn Billionen Kilometer zurück.

Es gilt: **1 LJ = 9,46 × 10¹² km = 63 240 AE**

Ein Lichtjahr ist somit keine Zeit-, sondern eine Entfernungsangabe. In der Stellastronomie wird ferner das Parsec (Parallaxensekunde) verwendet. Ein Parsec entspricht 3,26 Lichtjahren. Die Definition des Parsec findet man im Begleitbuch zum *Himmelsjahr*, dem *Kompendium der Astronomie* im Abschnitt „Entfernungseinheiten in der Astronomie“.

Im *Himmelsjahr* werden die Entfernungen im Sonnensystem in AE und die Fixsterndistanzen in Lichtjahren angegeben. Parsec werden nicht verwendet.

ZEITANGABEN

Alle Uhrzeiten im Himmelsjahr sind grundsätzlich in **Mitteuropäischer Zeit (MEZ)** angegeben. Die Mitteleuropäische Zeit ist die mittlere Sonnenzeit des Meridians 15° östlich von Greenwich (Nullmeridian der Erde). Sie geht gegenüber der Weltzeit (UT = Universal Time) um eine Stunde vor. Es gilt: Weltzeit plus eine Stunde = MEZ.

Wenn es in Greenwich Mitternacht (0^h) ist, dann haben wir schon 1^h (MEZ) morgens. Für **ortsabhängige Angaben** (z.B. Auf- und Untergänge) gelten alle Zeiten genau **für den Ort 10° östlich von Greenwich und**

50° nördlicher Breite. Dieser Punkt liegt für Mitteleuropa ziemlich zentral.

DIE SOMMERZEIT ist eine willkürliche Verschiebung der Zonenzeit um eine Stunde, um die Tageshelligkeit besser auszunutzen und (angeblich) Energie einzusparen. Sie beruht nicht auf astronomischen Grundlagen und ist außerdem von Staat zu Staat verschieden. Um die Benutzer des Himmelsjahres nicht zu verwirren und die Daten konsistent zu halten, sind alle Angaben das ganze Jahr durchgehend in MEZ vermerkt. Es gilt: MEZ plus eine Stunde = MESZ (Mittel-europäische Sommerzeit). Gilt in einem Land die Sommerzeit, so ist zu den Zeitangaben im *Himmelsjahr* einfach eine Stunde zu addieren.

Achtung: Fällt ein Ereignis in die letzte Stunde vor Mitternacht, so ändert sich auch das Datum um einen Tag. Während der Dauer der Sommerzeit sind alle Zeitangaben in den Tabellen in einem dunkleren Farbton unterlegt.

AUF- UND UNTERGANGSZEITEN: Alle Auf- und Untergangszeiten (MEZ) gelten exakt für 10° östlicher Länge und 50° nördlicher Breite. Während der Gültigkeit der Sommerzeit ist eine Stunde zu addieren.

Für andere Orte in Mitteleuropa können diese Zeiten erheblich differieren (bis etwa eine halbe Stunde). Um schnell auch für andere Orte die Auf- und Untergänge ermitteln zu können,

ist das Nomogramm auf Seite 292 gedacht. Im Nomogramm sind die wichtigsten Städte in Mitteleuropa eingetragen. Man wähle eine Stadt, die dem eigenen Standpunkt am nächsten kommt. Dann lege man ein Lineal so auf das Nomogramm, dass es mit der Deklination des Gestirns beziehungsweise der Uhrzeit laut Tabelle „Sonnenlauf“ am oberen Bogen übereinstimmt. Dabei gilt das obere Vor-

zeichen für den Aufgang, das untere für den Untergang. Die Verbindungslinie (Lineal) gibt dann am unteren Bogen die Korrektur für die Auf- bzw. Untergangszeit an. Positive Werte bedeuten eine Verspätung, ein negativer Wert deutet an: Der Auf- oder Untergang erfolgt entsprechend früher. Die Zahlen geben die Minuten an.

Beispiel: Wann geht in Wien am 31. März die Sonne auf? Man

SOMMERZEIT (MESZ) IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

	Beginn Sonntag	Ende Sonntag		Beginn Sonntag	Ende Sonntag
1980	06. April	28. September	2001	25. März	28. Oktober
1981	29. März	27. September	2002	31. März	27. Oktober
1982	28. März	26. September	2003	30. März	26. Oktober
1983	27. März	25. September	2004	28. März	31. Oktober
1984	25. März	30. September			
			2005	27. März	30. Oktober
1985	31. März	29. September	2006	26. März	29. Oktober
1986	30. März	28. September	2007	25. März	28. Oktober
1987	29. März	27. September	2008	30. März	26. Oktober
1988	27. März	25. September	2009	29. März	25. Oktober
1989	26. März	24. September			
			2010	28. März	31. Oktober
1990	25. März	30. September	2011	27. März	30. Oktober
1991	31. März	29. September	2012	25. März	28. Oktober
1992	29. März	27. September	2013	31. März	27. Oktober
1993	28. März	26. September	2014	30. März	26. Oktober
1994	27. März	25. September			
			2015	29. März	25. Oktober
1995	26. März	24. September	2016	27. März	30. Oktober
1996	31. März	27. Oktober	2017	26. März	29. Oktober
1997	30. März	26. Oktober	2018	25. März	28. Oktober
1998	29. März	25. Oktober	2019	31. März	27. Oktober
1999	28. März	31. Oktober			
			2020	29. März	25. Oktober
2000	26. März	29. Oktober	2021	28. März	31. Oktober

verbinde mit einem Lineal den Punkt „Wien“ mit der 6-Uhr-Marke am oberen Bogen. Denn laut Tabelle „Sonnenlauf“ auf Seite 74 erfolgt der Sonnenaufgang am 31. März um 5^h59^m. Die Verbindungslinie schneidet den unteren Bogen bei -24^m. Der Sonnenaufgang erfolgt in Wien somit 24 Minuten früher, also um 5^h35^m MEZ bzw. 6^h35^m Sommerzeit. Wem die Verwendung des Nomogramms zu kompliziert erscheint, der kann auch die Tabelle zur Auf- und Untergangskorrektur auf Seite 293 benutzen. Man suche die seinem Wohnort nächstliegende Stadt und lese einfach die Korrekturzeit in Minuten ab, wobei für Mond, Planeten oder Sterne noch vorher die Deklination zu ermitteln ist. Bei der Sonne beachte man das Datum.

DIE STERNZEIT: Um mit einem Fernrohr ein bestimmtes Gestirn zu finden, muss man die Stellung des Beobachters auf der Erde zu einer bestimmten Uhrzeit des Tages relativ zur Fixsternwelt kennen. Man braucht dazu einen Referenzpunkt unter den Sternen. Dies ist der Frühlingspunkt. Er ist der Schnittpunkt der aufsteigenden Sonnenbahn mit dem Himmelsäquator. Im Frühlingspunkt steht die Sonne zu Frühlingsbeginn. Er ist auch der Nullpunkt der äquatorialen Himmelskoordinaten. Nimmt man statt der Sonne den unter den Fixsternen (fast) feststehenden Frühlingspunkt, erhält man statt der Sonnenzeit die Sternzeit.

Steht der Frühlingspunkt im Süden (Meridian), spricht man von 0^h Sternzeit, eine Stunde später von 1^h Sternzeit, usw. Es gilt: **Sternzeit = Stundenwinkel des Frühlingspunktes.**

Im *Himmelsjahr* ist die Sternzeit jeweils für 1^h MEZ (= 0^h Weltzeit) von zehn zu zehn Tagen für den Meridian von Greenwich (Nullmeridian) angegeben (siehe Tabelle auf Seite 286).

Die Tabelle auf Seite 290 erlaubt eine schnelle Bestimmung der Sternzeit zur abendlichen Beobachtungsstunde. Die Tabelle „Sternzeit“ gibt die Sternzeit um 20^h MEZ (= 21^h MESZ) am Ortsmeridian 10° östlicher Länge für jeden Tag des Jahres an.

Um den Stundenwinkel eines Gestirns zu ermitteln, bilde man die Differenz: Sternzeit minus Rektaszension des Gestirns, dann hat man den Stundenwinkel zum Beobachtungszeitpunkt und kann das Teleskop entsprechend einstellen.

Für die Bestimmung des Stundenwinkels eines Planeten kann man auch seine Kulminationszeit (Zeit des Meridiandurchganges) benutzen, wenn man keine Sternzeituhr zur Verfügung hat und sich die Berechnung der Sternzeit zum Beobachtungszeitpunkt ersparen will. Die Kulminationszeiten der Planeten und Kleinplaneten sind auf den Seiten 280 bis 284 angegeben. Die Kulminationszeit gilt für 10° östlicher Länge. Zunächst ist die Korrektur für die Längendifferenz des Beobachtungsortes anzubringen (siehe Seite 291, Spalte Zeitkorrektur gegen 10° öst-

licher Länge). Um diese so erhaltene Zeit geht der Planet durch den Meridian des Beobachters und hat somit den Stundenwinkel Null. Man bilde nun die Zeitdifferenz zwischen der Beobachtungszeit und der Zeit des Meridiandurchganges. Sie entspricht direkt dem Stundenwinkel (im Zeitmaß).

DIE DYNAMISCHE ZEIT: In der Astronomie wird seit 1984 eine Dynamische Zeit verwendet, die die vorher verwendete Ephemeridenzeit abgelöst hat. Nähere Erläuterungen zu den Dynamischen Zeitskalen finden sich in dem Buch *Kompendium der Astronomie*. Die genaue Differenz der Dynamischen Zeit (TT = Terrestrial Time) zur Weltzeit (UT = Universal Time) kann erst im Nachhinein aus Beobachtungen der Gestirnspositionen bestimmt werden. Der extrapolierte Wert für das Jahr 2021 lautet: $\Delta TT = +70$ Sekunden, wobei $\Delta TT = TT - UTC$ gilt. Die koordinierte Weltzeit (UTC) hinkt somit der Dynamischen Zeit (TT) um mehr als eine Minute nach. Der beobachtende Sternfreund kann die TT unberücksichtigt lassen, wenn er nicht hohe Genauigkeitsansprüche hat. Wer jedoch die Angaben im *Himmelsjahr* mit anderen Jahrbüchern vergleicht, muss beachten, dass alle Zeitangaben hier in MEZ = UTC + 1^h und nicht in TT vermerkt sind.

Seit dem 1. Januar 2017 beträgt die Differenz der UTC zur Internationalen Atomzeitskala (TAI) $\Delta AT = +37,00$ Sekunden ($\Delta AT =$

E.4 Die Spiralgalaxie M 51 im Sternbild Jagdhunde wird auch Strudelnebel genannt.

TAI – UTC) bis zum Einschub einer weiteren Schaltsekunde, die relativ kurzfristig vom International Earth Rotation and Reference Systems Service (IERS) in Paris bekannt gegeben wird.

BEGINN DES ASTRONOMISCHEN JAHRES: Nach Definition von Friedrich Wilhelm Bessel beginnt das astronomische Sonnenjahr, wenn die mittlere Sonne zum mittleren Äquinoktium die Länge von 280° ($\alpha = 18^{\text{h}}40^{\text{m}}$) unter Berücksichtigung der Aberration ($-20''5$) erreicht (auch Besselscher Jahresbeginn genannt).

Die Länge des **Besselschen Jahres** (auch Annus Fictus) entspricht der Länge des tropischen Jahres 1900 (365,242198781 mittlere Sonnentage = $365^{\text{d}}05^{\text{h}}48^{\text{m}}45^{\text{s}}975$). Die Länge des tropischen Jahres nimmt infolge der säkularen Akzeleration der Rektaszension der mittleren Sonne um $0,148 \times T$ Sekunden ab (T in Julianischen Jahrhunderten zu 36525 mittlere Sonnentage), während die Länge das Annus Fictus konstant bleibt.

Der Beginn des Annus Fictus wird mit „B+Jahreszahl Punkt Null“ bezeichnet (z. B. B2000.0) im Gegensatz zum Gregorianischen bzw. Julianischen Jahresbeginn (J) jeweils am 1. Januar um 0^{h}UTC . Die Differenz beider Äquinoktien (z. B.: $k = J2000.0 - B2000.0$) wird Dies Reductus (reduzierter Tag) genannt und ist kleiner als 24 Stunden.



Martin Gertz / Sternwarte Weizheim

KALENDERZYKLEN

SONNENZIRKEL: Ordnungszahl (1 bis 28) im Zeitintervall von 28 Jahren, nach dem die Wochentage wieder auf dieselben Daten (dieselben Monatstage) fallen. Da es sieben Wochentage gibt, aber jedes vierte Jahr ein Schaltjahr ist, so fallen nach $7 \times 4 = 28$ Jahren die Wochentage wieder auf dieselben Monatsstage. Der Sonnenzirkel gibt an, welcher Sonntagsbuchstabe im betreffenden Jahr gilt.

SONNTAGSBUCHSTABE: Gibt im ewigen Kalender den Tag des ersten Sonntags im Jahr an. In Schaltjahren gelten zwei Sonntagsbuchstaben (der zweite ist ab dem 1. März zu benutzen).

- | | |
|-------------|-------------|
| 1. Januar A | 2. Januar B |
| 3. Januar C | 4. Januar D |
| 5. Januar E | 6. Januar F |
| 7. Januar G | |

EPAKTE: Gibt das Mondalter vermindert um 1 zu Beginn des Kalenderjahres an, also die Zahl der Tage, die am 31. Dezember

des Vorjahres seit dem letzten Neumondtermin verflossen sind (1–29). Für Neumond am 31. Dezember steht meist ein * statt 0. Die Epakte spielt eine Rolle bei der Festlegung des Ostertermins.

GOLDENE ZAHL: Lateinisch Numerus Aureus oder auch Mondzirkel genannt, ist die Ordnungszahl (I bis XIX) der Jahre im Metonschen Mondzyklus. Da 235 Lunationen (synodische Monate) ziemlich genau 19 Jahren entsprechen, fallen nach 19 Jahren die Mondphasen (nahezu) auf dieselben Tage im Sonnenjahr. Die Goldene Zahl diente im Julianischen Kalender zur Bestimmung des Ostertermins. Im Gregorianischen Kalender ist sie durch die Epakte ersetzt. Die Goldene Zahl wird in römischen Ziffern geschrieben, um eine Verwechslung mit dem Sonnenzirkel auszuschließen.

INDIKTION (Römerzinszahl): Zyklus von 15 Jahren im Besteuer-

erungssystem des Römischen Reiches, das von Kaiser Augustus eingeführt wurde. Der Start (Epoche) des Zyklus erfolgte im Jahr 3 vor Chr. Heute dient die Indiktion (von lat.: *indictio* = Ankündigung) nur noch als chronologische Prüfzahl für das laufende Jahr. Die Indiktion läuft von 1 bis 15.

JAHRESREGENT: Gehört traditionsgemäß ebenfalls zu den Kalenderzyklen, hat aber keine chronologische Bedeutung mehr. Aus kulturhistorischen Gründen und da er in der Numismatik eine gewisse Rolle spielt sowie schlicht der Vollständigkeit halber ist er in der Rubrik „Kalenderzyklen“ mit aufgeführt. Jahresregent können sein: Sonne, Mond, Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn, also die klassischen sieben „Planeten“ des Ptolemäischen Weltsystems.

DER HIMMELSKALENDER

Jede Monatsübersicht beginnt mit dem zweiseitigen Himmelskalender. Auf der ersten Seite wird in kurzen Stichworten auf aktuelle Ereignisse im betreffenden Monat hingewiesen. Eine kleine Grafik zeigt die Stellung von Großem Wagen und Himmels-W jeweils um 22 Uhr MEZ relativ zum Nordhorizont.

Die zweite Seite des Himmelskalenders enthält eine Tabelle mit den Wochentagen und für jeden Tag die entsprechende Mondphase in einer kleinen Grafik. Vermerkt sind in der Tabelle ferner Feiertage, die Haupt-

phasen des Mondes, sichtbare Konstellationen von Mond und Planeten sowie die bei uns beobachtbaren Finsternisse.

DER SONNENLAUF

Die Bewegung der Sonne durch den Tierkreis ist zu Beginn jeder Monatsübersicht aus einer kleinen Grafik zu entnehmen.

In der Grafik „Sonnenlauf“ jeweils zu Monatsbeginn ist die scheinbare Sonnenbahn (Ekliptik) durch die Sternbilder des Tierkreises für den jeweiligen Monat eingezeichnet. Ferner sind die Eintritte der Sonne sowohl in die einzelnen Tierkreissternbilder als auch in die Tierkreiszeichen vermerkt sowie die Äquinoktien (Tagundnachtgleichen) und Solstitien (Sommer- und Winterbeginn).

Die Tages- und Nachtstunden sowie Dämmerungslängen werden durch eine dreiteilige Zeichnung (Uhrensymbole) veranschaulicht. Diese soll einen groben und schnellen Überblick über die Länge der Tages- und Nachtzeit geben. Für die Dämmerungszeiten wurde die nautische Dämmerung (Sonne 12° unter dem Horizont) eingesetzt.

Die Tabelle „Sonnenlauf“ gibt die Auf- und Untergangszeiten, Meridiandurchgang (Kulmination), Zeitgleichung und die Mittagshöhe der Sonne an sowie die äquatorialen Koordinaten Rektaszension und Deklination für 1^h MEZ jeweils von fünf zu fünf Tagen. Die Zeiten gelten exakt für einen zentralen Ort mit 10° östlicher Länge und 50° nördlicher Breite. Für diesen

Ort gelten auch die Dämmerungszeiten. Angegeben ist jeweils der Beginn und das Ende der nautischen Dämmerung.

SONNENHÖHE ZU MITTAG: Sie ist in der Tabelle „Sonnenlauf“ für 50° nördlicher Breite angegeben. Für andere Breiten ist sie einfach zu ermitteln: 90° minus geografische Breite des Beobachters plus Sonnendeklination. Beispiel: Wie hoch steht die Sonne am 10. Juni zu Mittag (Kulmination) in Düsseldorf (geografische Breite: $+51^\circ$)? $90^\circ - 51^\circ + 23^\circ = 62^\circ$ (Im Winterhalbjahr die negativen Deklinationen der Sonne beachten!).

DIE ZEITGLEICHUNG: Die Sonnenzeit wird nach einer fiktiven „mittleren Sonne“ gerechnet. Die wahre Sonne läuft nämlich ungleichförmig. So geht sie einmal vor, dann wieder nach. Die Differenz kann bis zu einer Viertelstunde plus oder minus betragen. Diese Differenz wird Zeitgleichung (ZGL) genannt. Sie ist definiert zu:

ZGL = Wahre Sonnenzeit minus Mittlere Sonnenzeit.

Die Zeitgleichung und die Kulmination der wahren Sonne sind tabellarisch aufgeführt. Ein negativer Wert der Zeitgleichung bedeutet, die wahre Sonne geht nach der mittleren durch den Meridian.

DER MONDLAUF

Auf- und Untergangszeiten (MEZ) gelten genau für 10° östlicher Länge und 50° nördlicher Breite (siehe Zeitangaben).

Ferner sind die Kulminationszeiten (Meridiandurchgänge) für 10° östlicher Länge tabelliert.

Der Mond bewegt sich recht schnell durch den Tierkreis. Deshalb sind für jeden Tag des Jahres seine Koordinaten angegeben. Sie gelten jeweils für 1^h MEZ (= 0^h Weltzeit). Wem diese Zahlen nichts sagen, der findet in der Spalte „Sterne und Sternbilder“ die Position des Mondes im Tierkreis vermerkt. Ein Sternchen (*) deutet auf eine Sternbedeckung hin.

Die Position des Mondes gilt wie erwähnt für 1^h MEZ. Wer also abends beobachtet, sollte die Stellung des Mondes im Tierkreis aus der Zeile des folgenden Tages entnehmen, denn der Mond läuft recht rasch. Nähere Angaben zu den Sternbedeckungen finden sich in der Tabelle „Sternbedeckungen durch den Mond“ auf Seite 288. Die letzte Spalte enthält die Mondphasen sowie wichtige Punkte in der Bahn.

Die Mondbahn ist rund 5° gegen die Ekliptik (scheinbare Sonnenbahn) geneigt. Aufsteigender Knoten bedeutet, der Mond überschreitet die Ekliptik nach Norden; absteigender Knoten, er wechselt wieder nach Süden. Größte Nordbreite: Der Mond steht am weitesten in nördlicher Richtung von der Ekliptik entfernt; analog dazu heißt größte Südbreite: Der Mond hat maximalen südlichen Abstand von der Ekliptik.

Im Tabellenteil findet man auf Seite 278/279 die Mondbahn relativ zur Ekliptik eingetragen. Wegen der Rückläufigkeit der

Mondbahnknoten verläuft die Mondbahn unter den Sternen in jedem Jahr anders.

DIE LIBRATION: Bei größter Südbreite ist die Nordhalbkugel des Mondes uns ein wenig mehr zugekehrt, man spricht von maximaler Libration Nord; entsprechend sieht man bei größter Nordbreite mehr vom Südpolgebiet des Mondes. Libration West: Westrand des Mondes, Libration Ost: Ostrand des Mondes ist uns zugekehrt (astronomische Definition West/Ost siehe auch *Kompendium der Astronomie*, Kapitel „Der Mond der Erde“).

„Libration West“ bedeutet, das Mare Crisium zeigt sich randfern, das Mare Smythii wird sichtbar. „Libration Ost“ heißt, das Mare Crisium rückt an den Westrand, im Osten zeigt sich der Ringwall Grimaldi randfern und das Mare Orientale wird gut sichtbar.

Bei Erdnähe und Erdferne ist die Distanz des Mondes jeweils in tausend Kilometer vermerkt. Außerdem ist der scheinbare Monddurchmesser in Bogenminuten angegeben. Neben der Phase „Neumond“ steht die Brownsche Lunationsnummer. Eine Lunation ist die Zeitspanne, die der Mond benötigt, um einmal alle Phasen zu durchlaufen, also von einem Neumond bis zum nächstfolgenden. Diese Zeitspanne heißt „Synodischer Monat“.

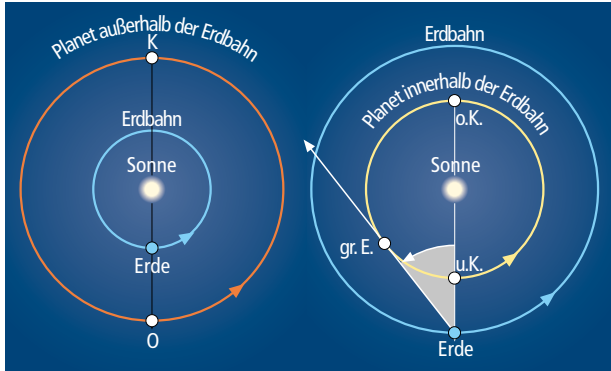
Auf Vorschlag von Ernst William Brown werden die Lunationen seit dem Neumond vom 16. (17.) Januar 1923 fortlaufend

nummeriert. Unterhalb der Tabelle „Mondlauf“ findet sich eine Grafik, aus der die schnelle Wanderung des Mondes innerhalb einer Nacht an einem hellen Fixstern oder Planeten ersichtlich wird.

DER PLANETENLAUF

Planeten sind Geschwister der Erde. Sie laufen gemeinsam mit ihr um die Sonne. Je näher ein Planet der Sonne steht, desto schneller wandert er um sie. Wir beobachten die Planeten nicht von einem ruhenden Punkt aus, sondern vom Raumschiff Erde, das ständig in Bewegung ist. Deshalb erscheinen uns von der Erde aus (geozentrisch) die Bewegungen der Planeten vor dem Hintergrund der fernen Fixsterne – dem Muster der Sternbilder also – recht kompliziert. Überholt die Erde einen weiter außen laufenden Planeten, so scheint er einige Wochen lang zurückzubleiben, er ist „rückläufig“, wie man zu sagen pflegt. Anschließend bewegt er sich wieder in der ursprünglichen Richtung wie die Sonne von West nach Ost, er ist wieder „rechtläufig“. Durch diesen Bewegungswechsel bildet die Bahn des Planeten eine Schleife.

Ob ein Planet am Himmel zu sehen ist, hängt von der gegenseitigen Stellung von Sonne und Planet ab. Steht ein äußerer Planet von der Erde aus gesehen hinter der Sonne, Planet – Sonne – Erde bilden also eine Linie, so ist er nicht beobachtbar (siehe Abb. E.5). Da er in Sonnenrichtung steht, geht er mit der



E.5 Die linke Zeichnung zeigt die Erdbahn und die Bahn eines Planeten außerhalb der Erdbahn. Bei O steht der Planet in Opposition, bei K in Konjunktion. Auf der rechten Seite der Abbildung sind die Erdbahn und die Bahn eines Planeten innerhalb der Erdbahn dargestellt. Bei u. K. steht der Planet in unterer, bei o. K. in oberer Konjunktion mit der Sonne. Bei gr. E. steht er in größter Elongation von der Sonne (Winkel grau gerastert).

Sonne auf und unter, bleibt somit nachts unter dem Horizont verborgen. Diese Konstellation heißt Konjunktion.

Steht der Planet von der Erde aus gesehen der Sonne gegenüber, also in der Reihenfolge Sonne – Erde – Planet (Abb. E.5), so spricht man von Opposition oder Gegenschein. Der Planet ist die ganze Nacht über zu sehen, da er mit Sonnenuntergang auf geht und morgens mit Sonnenaufgang unter dem Westhorizont verschwindet. Bilden Sonne – Erde – Planet ein rechtwinkliges Dreieck, so spricht man von einer Quadratur.

Die inneren Planeten Merkur und Venus können niemals in Oppositionsstellung kommen. Dafür unterscheidet man bei ihnen zwischen oberer und unterer Konjunktion (Abb. E.5). In diesen beiden Stellungen bleibt

der Planet unsichtbar. Nur wenn der Planet westlich oder östlich der Sonne „in Elongation“ steht, kann er gesehen werden. Steht Venus in östlicher Elongation, so geht sie erst nach Sonnenuntergang unter, sie ist dann Abendstern. Steht sie in westlicher Elongation, so geht sie vor der Sonne auf und ist am Morgenhimmel zu sehen.

Ähnliches gilt für Merkur. Die größte Elongation (Winkelabstand von der Sonne) kann für die Venus 48° betragen, für den sonnennäheren Merkur aber nur 28° . Merkur ist daher schwierig zu beobachten – entweder abends kurz nach Sonnenuntergang tief im Westen oder kurz vor Sonnenaufgang tief am Osthimmel. Die Sichtbarkeiten der Planeten hängen nicht nur von den geometrischen Verhältnissen (Stellung

des Planeten und der Sonne), sondern auch von meteorologischen Gegebenheiten ab. Eine starke Dunstglocke, hohe Luftfeuchtigkeit (Nebel) oder irdisches Streulicht (Neonreklame, Fahrzeugscheinwerfer, Lichtdom eines Stadions) beeinträchtigen die Beobachtung.

Eine Grafik vor der Rubrik „Planetenlauf“ ermöglicht einen schnellen Überblick, welche Planeten am Abend, die ganze Nacht über, am Morgen oder gar nicht zu sehen sind. Eine grafische Jahresübersicht der Stellung, Größe, Helligkeit und Sichtbarkeit der Planeten findet sich auf den Seiten 276–277.

DIE GROSSEN PLANETEN

MERKUR: Sonnennächster Planet, zwischen $+3^m$ und -1^m5 hell; schwer zu beobachten, da nur kurze Sichtbarkeitsperioden und stets horizontnahe Stellung; chromgelbes Licht.

VENUS: Nach Sonne und Mond hellstes Gestirn, oft als Abend- bzw. Morgenstern bezeichnet. Helligkeiten von -3^m9 bis -4^m9 ; strahlend weißes Licht; entweder abends am Westhimmel oder morgens in der östlichen Hemisphäre zu sehen.

MARS: Äußerer Nachbarplanet der Erde, auffallend seine rötliche Farbe (der „rote Planet“); sehr unterschiedliche Helligkeiten von $+1^m8$ bis -2^m9 .

JUPITER: Der größte aller Planeten, ein auffallend heller Planet, daher kaum zu übersehen; Helligkeit von -1^m7 bis -2^m9 , weißlichgelbes Licht.

E.6 Die Bahnen der inneren Planeten um die Sonne
 (1 AE = 1 Astronomische Einheit = 149,6 Millionen Kilometer). Der Pfeil deutet die Richtung zum Frühlingspunkt an (Symbol: ♈).

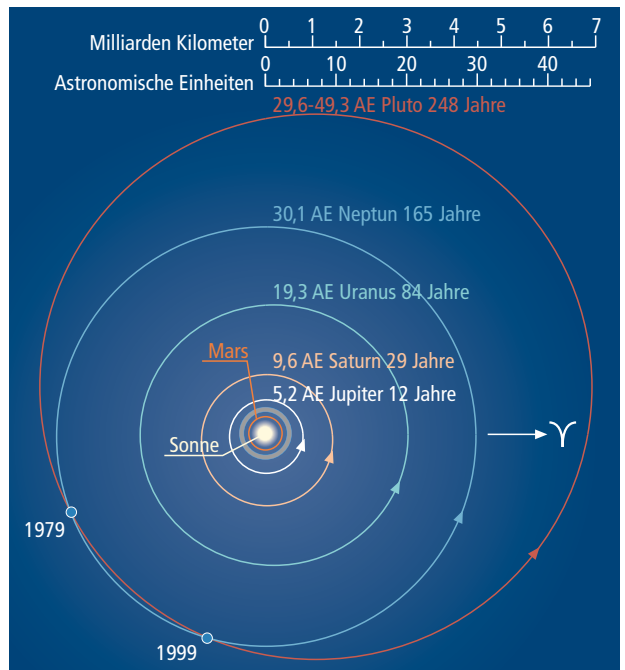
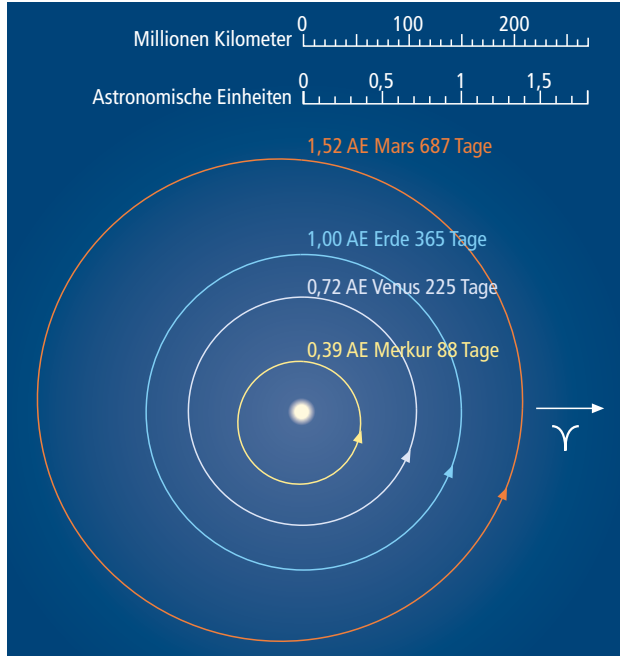
SATURN: Der sonnenfernste mit freiem Auge noch sichtbare Planet strahlt in einem fahlen Licht zwischen +1^m3 und 0^m, in Ausnahmefällen bis -0^m5. Den berühmten Ring kann man mit einem Fernrohr ab etwa 30-facher Vergrößerung erkennen.

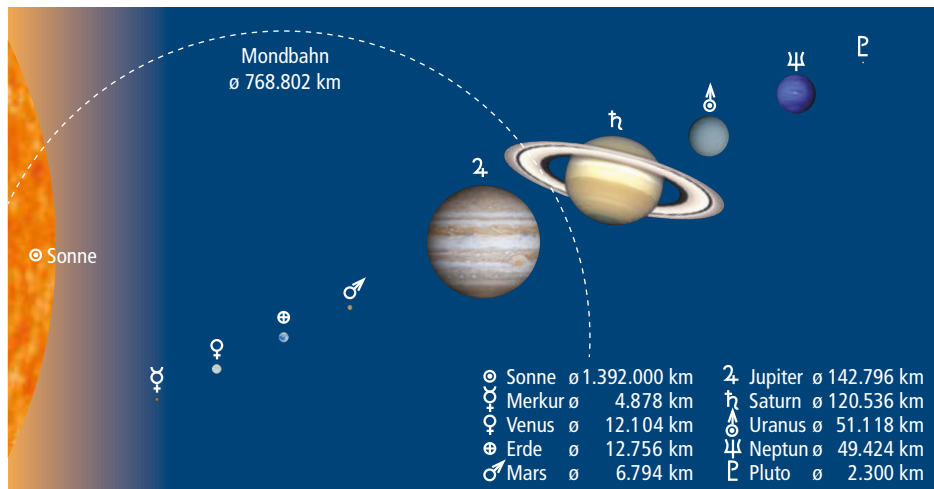
URANUS: Ist theoretisch mit bloßem Auge gerade noch erkennbar (Oppositionshelligkeit 5^m5). Wohlgermerkt „theoretisch“, es empfiehlt sich auf alle Fälle ein gutes Fernglas, um Uranus zu finden! Farbe: grünlich. Die im März 1977 entdeckten Ringe sind jedoch selbst in großen Fernrohren für Hobbyastronomen nicht zu sehen.

NEPTUN: sonnenfernster Planet, Helligkeit um 7^m9; zeigt im Fernrohr ein winziges, grünblaues Scheibchen.

Die Angaben der scheinbaren Helligkeiten sind – wie international üblich – V-Helligkeiten (nach dem UBV-System von Johnson). Die früher gebräuchli-

E.7 Die Bahnen der äußeren Planeten. Zwischen der Marsbahn und der Jupiterbahn laufen Abertausende Kleinplaneten (Planetoiden) um die Sonne. Wegen seiner stark exzentrischen Bahn war Pluto von 1979 bis Anfang Februar 1999 der Sonne näher als Neptun.





E.8 Größenverhältnisse der Planeten und der Mondbahn im Vergleich zur Sonne. Darunter sind die astronomischen Symbole der Planeten vermerkt, die auch in den monatlichen Sternkarten des Himmelsjahres die Orte der betreffenden Planeten markieren.

chen „visuellen“ (m_{vis}) Helligkeiten sind um ca. 0^m:2 geringer, werden aber in manchen anderen Quellen noch verwendet.

KLEINPLANETEN UND ZWERGPLANETEN

Außer den acht großen Planeten schwirren noch Tausende kleiner und kleinster Planeten (Planetoiden oder Asteroiden) um die Sonne. Der erste wurde in der Neujahrsnacht des Jahres 1801 von Giuseppe Piazzi in Palermo entdeckt und auf den Namen Ceres getauft. Heute sind einige hunderttausend Planetoiden katalogisiert. Die meisten bewegen sich zwischen Mars und Jupiter um die Sonne. Einige haben jedoch sehr langgestreckte Bahnen, die die Bahnen anderer Planeten kreuzen. Sie können auch der Erde recht nahe kommen.

Einige Planetoiden, die in diesem Jahr heller als 9^m werden, sind in der Rubrik „Planetenauftrag“ verzeichnet.

PLUTO: Seit IAU-Beschluss vom August 2006 als Zwergplanet eingestuft, ist sehr lichtschwach, Oppositionshelligkeit 14^m:3. Nur gut ausgerüstete Amateurastronomen können ihn (fotografisch) beobachten.

DIE MONDE DER PLANETEN

Die beiden winzigen Marsmonde, die zahlreichen Uranusmonde, die Neptunmonde und die Plutomonde sind so lichtschwach, dass sie nicht mit den bescheidenen optischen Hilfsmitteln der Sternfreunde zu beobachten sind. Deshalb sind sie hier nicht aufgeführt.

JUPITER: Die vier hellsten Monde des Riesenplaneten sind

schon in kleinen Teleskopen leicht zu sehen: I Io, II Europa, III Ganymed und IV Kallisto.

In den Monaten, in denen Jupiter zu beobachten ist, findet man jeweils eine Grafik, aus der die Positionen der Jupitermonde im umkehrenden Fernrohr ersichtlich sind. Sie lassen die gegenseitigen Stellungen und die Bewegungsabläufe der Jupitermonde erkennen.

Die waagerechten Linien in der Grafik beziehen sich auf 1^h MEZ des jeweiligen Datums, das links angegeben ist. Die Schnittpunkte der waagerechten Linien mit den Kurven der Jupitermonde geben somit deren Positionen jeweils um 1^h MEZ an.

Am unteren Rand jeder Grafik findet man eine Darstellung der Jupitermondbahnen relativ zum Beobachter.

ERSCHEINUNGEN DER JUPTERMONDE: Für den Fernrohrbesitzer ist es reizvoll, Bedeckungen, Verfinsterungen, Durchgänge und Schattenwürfe der Monde des Riesenplaneten auf Jupiter selbst zu beobachten.

Sofern diese Ereignisse von Mitteleuropa aus beobachtbar sind, findet man sie in der Rubrik „Jupitermonderscheinungen“ verzeichnet. Es gelten folgende Abkürzungen:

B = Bedeckung, Mond verschwindet hinter der Jupiterscheibe

D = Durchgang, Mond geht vor der Planetenscheibe vorbei

S = Schattendurchgang, Mond wirft seinen Schatten auf Jupiter

V = Verfinsterung, Mond wird vom Jupiterschatten getroffen

A = Anfang der Erscheinung

E = Ende der Erscheinung

I: Io, II: Europa, III: Ganymed, IV: Kallisto.

Beispiel: Juni: 2. 1 16 II SA

bedeutet: Am 2. Juni um 1^h16^m MEZ beginnt der Schatten von Mond II (Europa) über die Jupiterkugel zu wandern.

SATURNMONDE: Schon mit einem guten Fernglas ist der Riesenmond Titan zu erkennen. Im Fernrohr sind auch die Monde

Rhea, Dione und Tethys sowie Japetus in westlicher Elongation (er ist dann rund 2^m heller) zugänglich. Für die Monate, in denen Saturn zu beobachten ist, findet man jeweils eine Grafik, aus der die Stellungen und die Bewegungsabläufe der Saturnmonde Tethys, Dione, Rhea, Titan und Japetus zu entnehmen sind. Die Bahnlagen der Saturnmonde relativ zum Beobachter sind jeweils darunter abgebildet.

STERNschnuppen

In jeder Nacht des Jahres sind Meteore zu beobachten, doch variiert ihre Anzahl erheblich. Neben sporadisch auftauchenden Sternschnuppen gibt es periodisch wiederkehrende Ströme. Die dazu gehörenden Meteore scheinen dann von einem Punkt am Himmel in alle Richtungen auszustrahlen, dem Radianten oder Fluchtpunkt. Nach Lage des Radianten in einem bestimmten Sternbild wird der Meteorstrom benannt.

Sternschnuppen, die in Strömen periodisch auftreten, sind in den Monatsübersichten angegeben. Bei den verzeichneten Daten, vor allem, was die Häufigkeit betrifft, ist mit erheblichen

Abweichungen zu rechnen. Die in vorliegendem Jahrbuch verwendeten Daten stammen von der International Meteor Organization (IMO) und werden jährlich aktualisiert.

Die angegebene Meteorrate bezieht sich auf die unter besten Sichtbedingungen (ohne Störung durch irdische Lichtquellen oder Mondlicht) mit bloßen Augen pro Stunde sichtbare Zahl der Sternschnuppen für den Idealfall, dass der Radiant im Zenit steht. Vor allem bei horizontnahen Radianten ist die pro Stunde zu beobachtende Sternschnuppenzahl erheblich geringer. Am Morgenhimmel tauchen stets mehr Sternschnuppen auf als abends, da man mit dem „Gesicht nach vorne“ durch das Weltall fliegt (der Erdapex kulminiert um 6 Uhr morgens Ortszeit). Auch laufen etliche Meteorströme auf rückläufigen Bahnen, weshalb ebenfalls die Morgenstunden eine erhöhte Meteorrate aufweisen.

Der Begriff **Antihelion** bezieht sich auf den Oppositionspunkt zur Sonne in der Ekliptik. Er ist somit der Punkt, der eine ekliptikale Längendifferenz von 180° zur Sonne hat.

DAS GRIECHISCHE ALPHABET

A	α	Alpha	a	H	η	Eta	e	N	ν	Ny	n	T	τ	Tau	t	
B	β	Beta	b	Θ	θ	Theta	th	Ξ	ξ	Xi	x	Υ	υ	Ypsilon	y	
Γ	γ	Gamma	g	Ι	ι	Jota	i, j	Ο	ο	Omikron	o	Φ	φ	Phi	ph	
Δ	δ	Delta	d	Κ	κ	Kappa	k	Π	π	Pi	p	Χ	χ	Chi	ch	
E	ε	Epsilon	e	Λ	λ	Lambda	l	Ρ	ρ	Rho	r	Ψ	ψ	Psi	ps	
Z	ζ	Zeta	z	Μ	μ	My	m	Σ	σ	ς	Sigma	s	Ω	ω	Omega	o

KONSTELLATIONEN UND EREIGNISSE

Diese Übersicht weist auf Konjunktionen (Begegnungen) zwischen den großen Planeten, mit Sonne und Mond sowie auf alle Oppositionen zur Sonne und die größten Elongationen der inneren Planeten hin. Auch Perihel- (Sonnennähe) und Aphelstellungen (Sonnenferne) der Planeten sind angegeben.

Sind Begegnungen des Mondes mit Planeten prinzipiell beobachtbar, so sind die Winkeldistanzen topozentrisch (für +50° Breite) angegeben und durch **Fettdruck** hervorgehoben.

Für die übrigen Konjunktionen sind die Abstandsangaben geozentrische Werte (Normaldruck). Denn durch die relative Erdnähe des Mondes ergibt sich eine große Parallaxe, das heißt, der Winkelabstand des Mondes von einem Planeten kann bis etwa 1° differieren zwischen einem (fiktiven) Beobachter im Erdmittelpunkt (geozentrisch) und einem Beobachter auf der Erdoberfläche (topozentrisch). Ferner sind wichtige Ereignisse durch **Fettdruck** hervorgehoben.

FIXSTERNHIMMEL

Da die Sonne täglich um rund 1° unter den Sternen nach Osten vorrückt, ändert sich der Anblick des Himmels im Laufe eines Jahres. Genauer: Täglich durchschreiten die Fixsterne den Meridian vier Minuten früher als am Vortag. In 30 Tagen, also einem Monat, macht das schon zwei Stunden!

Mitte Dezember steht das Sternbild Orion gegen Mitternacht im Süden. Mitte Januar schon um 22 Uhr, und Mitte Februar geht Orion um 20 Uhr durch den Meridian. Dadurch ändert sich zur gleichen Beobachtungsstunde die Himmelszene mit dem Datum. Nach einem Monat ist der Anblick noch nicht allzu verschieden vom Vormonat, aber nach einem Vierteljahr (sechs Stunden!) hat sich die Szenerie völlig umgestellt.

Man spricht daher von einem typischen Frühlings-, Sommer-, Herbst- und Wintersternhimmel. Gemeint ist der Anblick des Fixsternhimmels in den Abendstunden der jeweiligen Jahreszeit.

Die Monatssternkarte dient der schnellen Orientierung. Sie zeigt den beobachtbaren Himmelsausschnitt für 50° nördlicher Breite zur Standardbeobachtungszeit (am Monatsersten um 23^h MEZ, am 15. um 22^h MEZ).

Ebenfalls in die Monatssternkarten eingetragen sind die fünf hellen Planeten (Merkur bis Saturn), sofern sie zur Monatsmitte um 22^h MEZ über dem Horizont stehen.

Zum Rand hin erscheint die Sternkarte aufgehellte. Es werden damit die Extinktion und die durch künstliche Lichtquellen fast immer aufgehellten Horizonte nachempfunden.

Die monatlichen Sternkarten können auch zur Beobachtung am Morgenhimmel herangezogen werden. Unter jeder Sternkarte finden sich die entspre-

chenden Datums- und Uhrzeitangaben.

Man beachte noch, dass für andere Monate der Planetenstand nicht aktuell ist. Man entnehme ihn der Grafik „Planetenlauf“ im aktuellen Monat.

MONATSTHEMEN

Hier wird monatlich ein Kapitel aus der Himmelskunde kurz und bündig dargestellt, zum leichteren und allmählichen Eindringen in die Wissenschaft von den Sternen. Auch über neue Forschungsergebnisse aus der Astronomie wird berichtet.

Wer ältere Jahrgänge des Himmelsjahres besitzt, möchte gelegentlich in einem Monatsthema der letzten Jahre nachsehen. Im *Kosmos Himmelsjahr 2020* auf Seite 274 findet man dazu ein Verzeichnis der Monatsthemen von 2011–2020. Im *Kosmos Himmelsjahr 2010* findet man auf Seite 273 ein Verzeichnis der Monatsthemen von 2001–2010. Ferner ist im *Kosmos Himmelsjahr 2001* auf Seite 249 ein Verzeichnis der Monatsthemen 1990–2000 und im *Himmelsjahr 1989* auf Seite 193 ein Verzeichnis der Monatsthemen 1982–1989 abgedruckt.

TABELLEN UND EPHEMERIDEN

Für den fortgeschrittenen Amateurastronomen sind im Anhang wichtige Beobachtungsgrundlagen vermerkt. Der Anfänger kann diese Angaben unberücksichtigt lassen. Ab Seite 278 findet man die **ekliptikalischen Koordinaten** des Mondes,

der Sonne und der großen Planeten von Merkur bis Neptun und Pluto. Die **äquatorialen Koordinaten** der Planeten und Kleinplaneten sind für das Äquinoktium J2000.0 angegeben, damit man sie leichter in vorhandene Sternkarten einzeichnen kann. Die Aufsuchkärtchen gelten ebenfalls für J2000.0. Ferner sind Kulminationszeiten sowie die Auf- bzw. Untergangszeiten, Scheibchendurchmesser in Bogensekunden und beleuchteter Teil der Planetenscheibchen vermerkt. Bei Saturn ist noch die Ringöffnung zur Erde und zur Sonne sowie die scheinbare Ausdehnung der großen und der kleinen Ringachse angegeben.

Für Sonne, Mars und Jupiter (System I und II) sind die **Zentralmeridiane** (Meridiane durch den Scheibemittelpunkt) jeweils für 1^h MEZ vermerkt. Ferner gibt die Sonnenephemeride die Entfernung der Sonne von der Erde in AE sowie ihren scheinbaren Durchmesser, die Achsenlage und die Sternzeit an.

Sternbedeckungen durch den Mond sind für Berlin, Dresden, Hamburg, Hannover, Düsseldorf, Frankfurt (Main), Leipzig, München, Nürnberg, Stuttgart, Wien und Zürich angegeben. Aus Platzersparnisgründen ist jeweils nur ein Positionswinkel angegeben, der dem leichteren Aufsuchen des zu bedeckenden Sternes dienen soll. In den Monatsübersichten wird unter der Rubrik „Mondlauf“ in der Spalte „Sterne und Sternbilder“ durch ein Sternchen (*) auf eine Sternbedeckung hingewiesen.

Veränderliche Sterne sind in den Fixsternmonatsübersichten aufgeführt. Für Algol (β Persei) und β Lyrae findet der Sternfreund jeweils die Minima-Zeiten, für δ Cephei die Lichtmaxima und für den langperiodischen Veränderlichen Mira (o Ceti) den jeweiligen Helligkeitszustand.

Die Aufsuchkärtchen findet man auf Seite 307. Bei den Minima-Angaben für Algol ist die Lichtzeitkorrektur (heliozentrisch auf geozentrisch) berücksichtigt.

Eine **Sternzeitafel** (S. 290) soll die rasche Bestimmung der Sternzeit zur abendlichen Beobachtungsstunde ermöglichen. Die Sternzeit für 1^h MEZ, bezogen auf den Meridian von Greenwich (Nullmeridian), findet man in der Tabelle „Ephemeride der Sonnenscheibe“ (S. 286).

Das **Julianische Datum** ist jeweils für den Monatsersten in der Rubrik „Sonnenlauf“ angegeben. Das Julianische Datum stellt eine fortlaufende Tageszählung dar, die mit dem 1. Januar des Jahres -4712 (= 4713 v. Chr.) beginnt.

Im Anhang finden sich **zwei Verzeichnisse astronomischer Institutionen**. Im Verzeichnis „Astronomische Institute, Planetarien und Sternwarten“ findet man die professionellen Einrichtungen im deutschen Sprachraum. Das Verzeichnis „Amateurastronomische Vereinigungen, Beobachtungsstationen und Privatsternwarten“ enthält astronomische Vereine, Schulsternwarten sowie ehrenamtlich be-

triebene Sternwarten mit Publikumsverkehr.

Dieses Verzeichnis soll dem Leser den Kontakt zu Gleichgesinnten erleichtern und die eigene Beobachtungstätigkeit fördern. Das Verzeichnis erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Weitere Adressen nimmt der Herausgeber gerne auf (Anschrift: Planetarium Stuttgart, Willy-Brandt-Straße 25, 70173 Stuttgart).

LITERATURHINWEISE

Erklärung astronomischer Fachbegriffe:

H.-U. Keller,

Wörterbuch der Astronomie

H.-U. Keller,

Kompendium der Astronomie

(6. Auflage 2019)

Sternkarten für eigene Beobachtungen:

H.-M. Hahn, G. Weiland,

Drehbare Kosmos-Sternkarte

E. Karkoschka,

Atlas für Himmelsbeobachter

E. Karkoschka,

Drehbare Welt-Sternkarte

E. Karkoschka,

Sterne finden am Südhimmel

Software:

United Soft Media

Redshift für PC, MacOS und als

App für iOS und Android

Astronomie im Internet:

www.kosmos-himmelsjahr.de

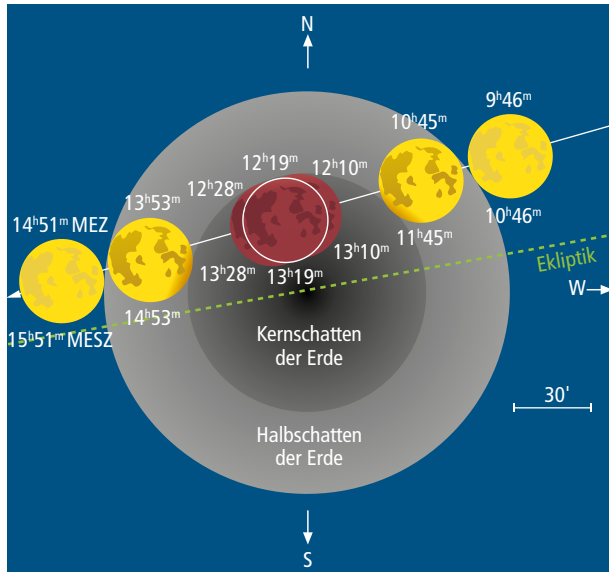
www.astronomie.de

www.astrotreff.de

www.sternfreunde.de

www.sternwarte.de

Sonnen- und Mondfinsternisse 2021



F.1 Verlauf der totalen Mondfinsternis vom 26. Mai 2021.

finsternis und am 4. Dezember eine totale Sonnenfinsternis. Lediglich die ringförmige Sonnenfinsternis vom 10. Juni kann in ihren partiellen Phasen von Mitteleuropa aus verfolgt werden.

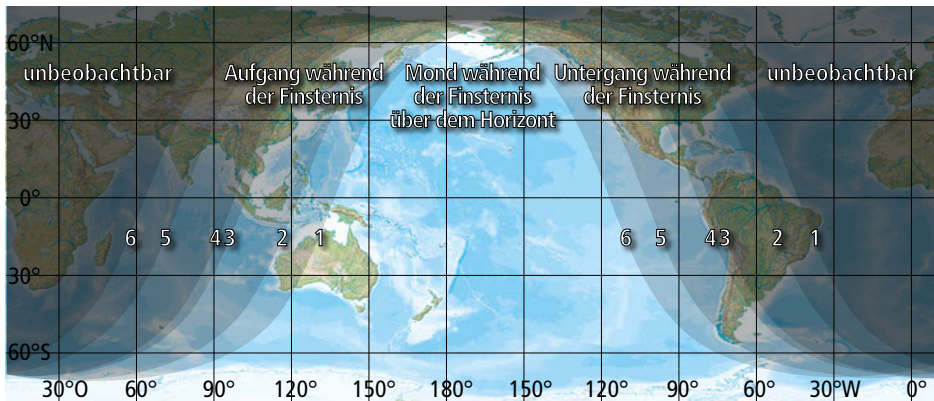
TOTALE MONDFINSTERNIS AM 26. MAI

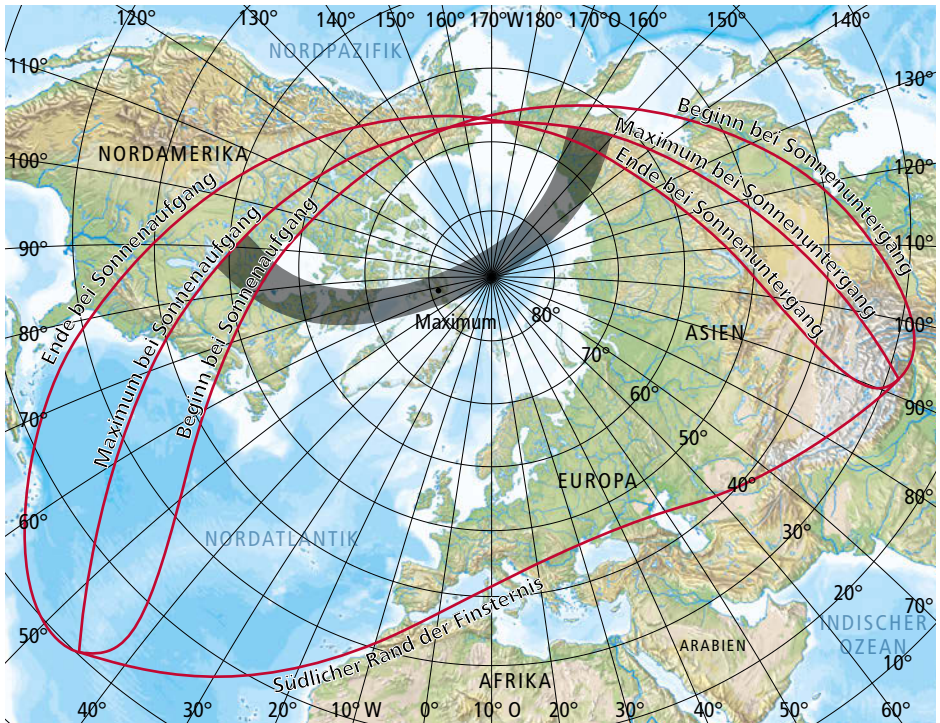
Diese Finsternis findet in den Mittagsstunden am Mittwoch, 26. Mai statt.

Zu dieser Zeit befindet sich der Mond in Mitteleuropa unter dem Horizont, weshalb diese Finsternis hierzulande unbeobachtbar bleibt. Die Mondfinsternis nimmt folgenden Verlauf:

Im Jahr 2021 ereignen sich vier Finsternisse. Am 26. Mai findet eine totale Mondfinsternis statt, am 10. Juni eine ringförmige Sonnenfinsternis, am 19. November eine partielle Mond-

F.2 Sichtbarkeitsgebiet der totalen Mondfinsternis vom 26. Mai 2021. 1, 2, 3: Eintritt in den Halbschatten und in den Kernschatten, Beginn der Totalität. 4, 5, 6: Ende der Totalität, Austritt aus dem Kernschatten, Austritt aus dem Halbschatten.





F.3 Sichtbarkeitsgebiet der ringförmigen Sonnenfinsternis vom 10. Juni 2021.

Eintritt des Halbschatten	MEZ	MESZ
Eintritt des Mondes in den Kernschatten	9 ^h 46 ^m	10 ^h 46 ^m
Beginn der Totalität	10 ^h 45 ^m	11 ^h 45 ^m
Mitte der Finsternis	12 ^h 10 ^m	13 ^h 10 ^m
Ende der Totalität	12 ^h 19 ^m	13 ^h 19 ^m
Austritt des Mondes aus dem Kernschatten	12 ^h 28 ^m	13 ^h 28 ^m
Austritt des Mondes aus dem Halbschatten	13 ^h 53 ^m	14 ^h 53 ^m
	14 ^h 51 ^m	15 ^h 51 ^m

Der Verlauf der Finsternis ist in Abb. F.1 dargestellt.

Der Untergang des Vollmondes erfolgt am 26. Mai in 50° Nord und 10° Ost um 4^h18^m (= 5^h18^m MESZ), also lange vor Beginn der Finsternis.

Das Sichtbarkeitsgebiet umfasst fast ganz Nord- und Südamerika, den Pazifischen Ozean, Australien, die Antarktis, Ozeanien, östliche Teile des Indischen Ozeans, Japan und die östlichen Gebiete Asiens (siehe Abb. F.2).

Die Größe der Finsternis beträgt das 1,015-Fache des scheinbaren Monddurchmessers.

Diese Finsternis gehört zum Saros-Zyklus Nr. 121. Sie ist die 56. von insgesamt 84 Mondfinsternissen in diesem Zyklus.

RINGFÖRMIGE SONNENFINSTERNIS AM 10. JUNI

In den Vormittagsstunden am Donnerstag, 10. Juni, findet eine ringförmige Sonnenfinsternis statt, die von Mitteleuropa aus teilweise in ihren partiellen Phasen sichtbar ist. Allerdings werden nur wenige Prozent der Sonnenscheibe in Mitteleuropa vom Neumond bedeckt. Die Nordhalbkugel der Erde ist der

Sonne zugekehrt. Der Kernschattenkegel des Mondes zieht hoch über den Norden Kanadas, nordwestliche Teile Grönlands, der Arktis einschließlich des Nordpols bis in den nordöstlichen Bereich Asiens (siehe Abb. F.3).

In diesem Bereich ist die Sonnenfinsternis als ringförmige zu beobachten. Ihre partiellen Phasen sind in Nordostamerika, Grönland, im Nordatlantik, in weiten Gebieten Europas und dem nördlichen Asien sichtbar.

Das Maximum der Finsternis wird um 11^h42^m MEZ am Ort 66°48' westlicher Länge und 80°49' nördlicher Breite erreicht.

Dieser Punkt liegt im nordwestlichen Teil Grönlands. Die Sonne steht dort nur 23° über dem Osthorizont. Für 3^m51^s erscheint um die dunkle Neumondscheibe der grelle Ring der Sonne. Die Breite der Zone der ringförmigen Verfinsternung beträgt dort 527 Kilometer. Global betrachtet beginnt die Fins-

ternis (1. Kontakt) um 9^h12^m MEZ am Ort 43°56' westlicher Länge und 23°39' nördlicher Breite. Sie endet (letzter Kontakt) um 14^h11^m MEZ am Ort 94°07' östlicher Länge und 41°27' nördlicher Breite.

Im deutschen Sprachraum beträgt der Bedeckungsgrad je nach Ort bescheidene 4,4% (Wien) bis 18,8% (Kiel). Eine ausführliche Beschreibung dieser Sonnenfinsternis findet man im Monatsthema Juni auf Seite 140.



36. att

08.05.2021
von 10:00 - 18:00 Uhr

**Europas größte
Astronomiebörse**

mit internationaler
Beteiligung!

Gymnasium am Stoppenberg
Im Mühlenbruch 51, 45141 Essen



Zahlreiche Anbieter,
Teleskope aller Bauarten,
Zubehör, Bücher, EDV, CCD,
Vorträge, Kontakte, Sternwarten,
Astronomievereine

Weitere Infos von der:



whs
Walter-Hohmann-Sternwarte
Essen e.V.

Walter-Hohmann-Sternwarte
Essen e.V.
Wallneyer Str. 159, D-45133 Essen

besucher@att-essen.de
www.att-essen.de

Ferien über den Wolken





**SATTLIGGER'S
ALPENHOF**
FERNBEREICH ALP

Zwei Sternwarten auf 1800 Meter Höhe,
ein perfekter Sternenhimmel und ein
wunderbares Wandergebiet erwarten Sie.

Astronomiekurse für Einsteiger
Teleskoptreffen im September

www.alpsat.at

Sattlegger's Alpenhof
9771 AT-Berg/Drautal
office@alpsat.at



Reisen Sie mit uns zu den
Originalschauplätzen von
Forschung, Wissenschaft
und Technologie:

Kultur & Reisen

Dr. Eckehard Schmidt
Neuendettelsauer Str. 22
90449 Nürnberg
Tel.: (0911) 47 20 978

www.wissenschafts-reisen.de
info@wissenschaftsreisen.de

F.4 Verlauf der partiellen Mondfinsternis vom 19. November 2021.

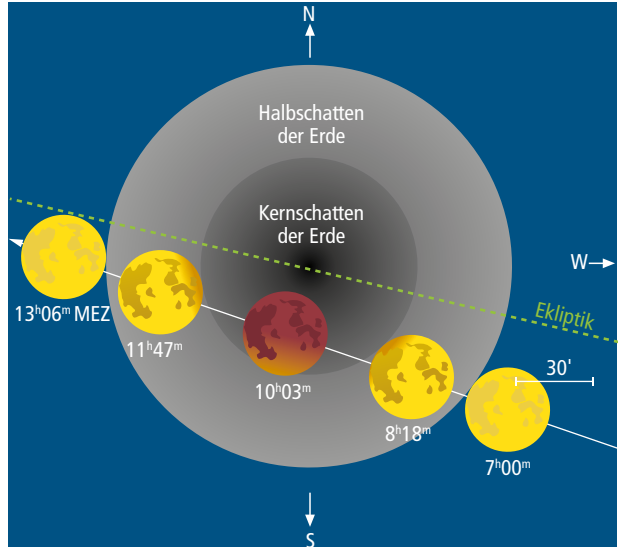
Für die meisten Orte beginnt die partielle Finsternis gegen 11^h20^m MESZ und endet zwischen 13^h20^m und 13^h50^m MESZ. Die genauen Zeiten enthält die Tabelle auf Seite 147.

Die Finsternis ist die 23. im Saros-Zyklus Nr. 147, der insgesamt 80 Sonnenfinsternisse umfasst.

PARTIELLE MONDFINSTERNIS AM 19. NOVEMBER

Diese Finsternis findet am Freitag, 19. November, vormittags statt und bleibt von Mitteleuropa aus unbeobachtbar. Mit einer Größe von 0,978 des scheinbaren Monddurchmessers entspricht sie fast einer totalen Mondfinsternis.

Die Mondfinsternis nimmt folgenden Verlauf:

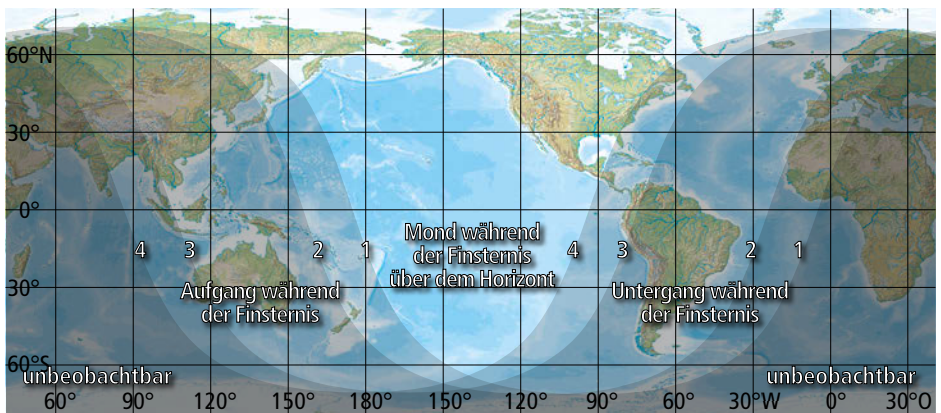


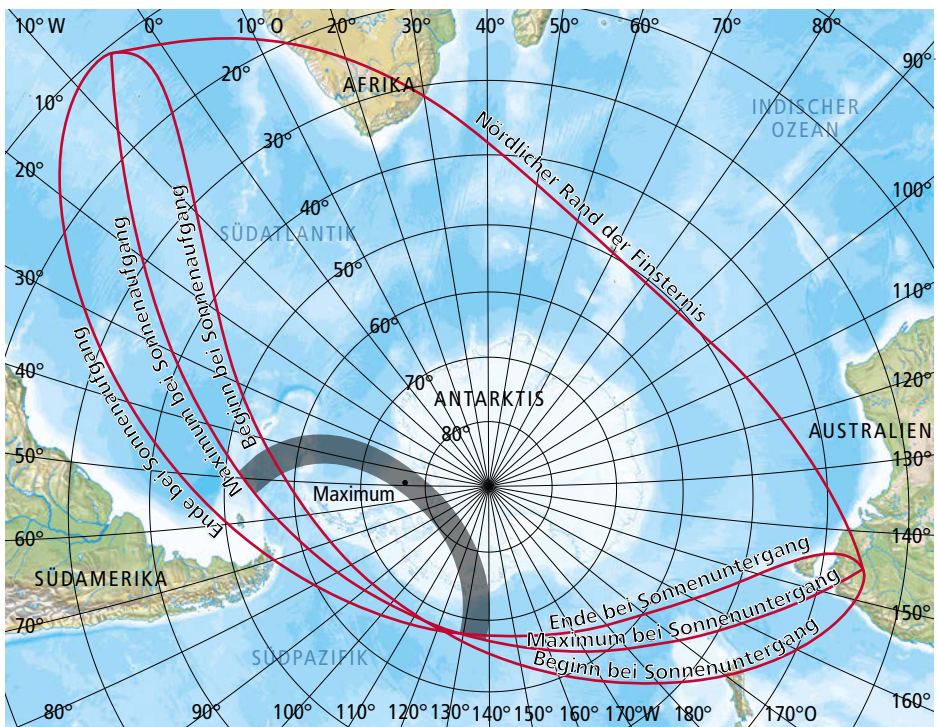
<u>Eintritt des Mondes in den Halbschatten</u>	MEZ 7 ^h 00 ^m
<u>Eintritt des Mondes in den Kernschatten</u>	8 ^h 18 ^m
<u>Mitte der Finsternis</u>	10 ^h 03 ^m
<u>Austritt des Mondes aus dem Kernschatten:</u>	11 ^h 47 ^m
<u>Austritt des Mondes aus dem Halbschatten:</u>	13 ^h 06 ^m

Der Verlauf der Mondfinsternis ist aus Abb. F.4 ersichtlich.

Am zentralen Ort 10° östliche Länge und 50° nördliche Breite geht der Mond am 19. November 2021 um 7^h36^m MEZ unter. Da der Eintritt des Mondes in den Halbschatten der Erde um 7^h grundsätzlich unbeobacht-

F.5 Sichtbarkeitsgebiet der partiellen Mondfinsternis vom 19. November 2021. 1, 2: Eintritt in den Halbschatten und in den Kernschatten. 3, 4: Austritt aus dem Kernschatten und aus dem Halbschatten.





bar bleibt, entgeht uns diese Mondfinsternis im deutschen Sprachraum.

Die Mondfinsternis ist sichtbar im äußersten Westeuropa, Atlantik, Grönland, Nordamerika und Pazifik. In Südamerika geht der Mond im Verlauf der Finsternis unter. In Australien, Japan und Ostasien geht der Mond im Laufe der Finsternis auf (siehe Abb. F.5).

Diese Mondfinsternis ist die 46. im Saros-Zyklus 126, der insgesamt 72 Finsternisse in einem Zeitraum von 1244 Jahren umfasst.

TOTALE SONNENFINSTERNIS AM 4. DEZEMBER

Diese Finsternis ereignet sich am Samstag, 4. Dezember, in den frühen Morgenstunden. Sie

ist ausschließlich in der Antarktis und den umliegenden Ozeanen sowie in geringer partieller Phase von Südafrika, der Südspitze von Südamerika und dem äußersten Bereich von Südostaustralien beobachtbar. Sie bleibt von der gesamten Nordhalbkugel der Erde aus unbeobachtbar (siehe Abb. F.6).

Die Totalitätszone zieht sich vom Südatlantik ausgehend über die Antarktis und endet im Südpazifik.

Der Kernschatten des Mondes trifft die Erdoberfläche erstmals um 8^h00^m MEZ am Ort 48°54' westlicher Länge und 51°51' südlicher Breite. Der Höhepunkt der Finsternis wird um 8^h33^m MEZ am Ort 46°12' westlicher Länge und 76°47' südlicher Breite bei einer Sonnenhöhe von nur 17° im Küstenbereich

F.6 Sichtbarkeitsgebiet der totalen Sonnenfinsternis vom 4. Dezember 2021.

der Antarktis nahe den Pensacola Mountains und dem Weddellmeer erreicht.

Die Totalität dauert 1^m54^s, wobei die Kernschattenzone eine Breite von 419 Kilometer erreicht.

Die Sonnenfinsternis beginnt um 6^h29^m MEZ (1. Kontakt) am Ort 4°56' westlicher Länge und 23°19' südlicher Breite mitten im Südatlantik und endet um 10^h38^m MEZ (letzter Kontakt) am Ort 148°40' östlicher Länge und 46°24' südlicher Breite vor der Küste Tasmaniens.

Diese Sonnenfinsternis ist die 13. im Saros-Zyklus 152, der insgesamt 70 Finsternisse umfasst.

∞ FOTOS OHNE STROM

MiniTrack LX3: Vollmechanische Fotomontage für Kameras bis zu 3 kg.



Weitfeld-Aufnahmen wie oben abgebildet können jetzt auch Ihnen gelingen. Die vollmechanische Omegon MiniTrack LX3 Montage funktioniert allein mit einem Uhrwerk. Kein Strom. Kein Aufladen. Keine Akkus. Einfach auf ein Stativ setzen, Ihre Kamera montieren und aufziehen. Schon bannen Sie schöne Weitfeld-Aufnahmen des Himmels auf Ihre Kamera.

✓ Uhrwerk Mechanik

Die Montage arbeitet über eine Uhrwerk Mechanik mit einem 60 Minuten-Tracking – alles ist unabhängig von Strom und Batterie. Einfach wie eine Uhr aufziehen und loslegen.

✓ Schlank und kompakt

Egal ob Flugreise oder nächtliche Exkursion: Die MiniTrack passt in jedes Gepäck und lässt noch Platz für ein schönes Stativ oder ein zweites Teleobjektiv.

✓ Starkes Federsystem

Die MiniTrack braucht kein Gegengewicht, das Federsystem unterstützt die Nachführung. Je nach Bedarf können Sie die Nachführgeschwindigkeit auch anpassen.

✓ Messing Achse

Die Messing-Achse mit ingetrierter Teflonhülse sorgt für eine leichtgängige und präzise Nachführung.

✓ Integriertes 1/4" Gewinde

Die MiniTrack passt auf jedes Fotostativ und besitzt zwei 1/4" Anschlüsse. Sie können die MiniTrack zum Beispiel mit einem Kugelkopf verbinden und erreichen damit jede Himmelsregion, die Sie wollen.

✓ Bis 3 kg Zuladung

Diese Montage bietet Ihnen gelungene Weitfeld-Aufnahmen des Sternenhimmels. Von Weitwinkel bis zu leichten Teleobjektiven ist vieles möglich.

✓ Polsucher-Fernrohr

Mit dem Polsucher-Fernrohr justieren Sie die MiniTrack schnell auf den Polarstern. Ausreichend für eine grobe Ausrichtung.

Kugelkopf, Kamera und Stativ nicht im Angebot enthalten!

189,-

Für mehr Informationen einscannen



MiniTrack LX3	Art.-Nr.	Preis in €
Fotomontage		
BxTxH in mm 210x78x30, Gewicht 430 g	62043	189,-
Fotomontage inkl. Kugelkopf		
BxTxH in mm 210x78x130, Gewicht 730 g	62037	229,-