

Kosmos Himmels — Jahr 2019

KOSMOS

SONNE, MOND UND STERNE
IM JAHRESLAUF

*Mit 12 spannenden
Monatsthemen*

HANS-ULRICH KELLER



Kosmos Himmels — Jahr 2019

SONNE, MOND UND STERNE
IM JAHRESLAUF

Herausgegeben von Hans-Ulrich Keller
unter Mitarbeit von Erich Karkoschka

KOSMOS

Einleitung 5

Das Jahr 2019 auf einen Blick 7
 Erläuterungen zum Gebrauch 9
 Sonnen- und Mondfinsternisse 2019. 24

Januar 32

Sonnenlauf und Mondlauf. 34
 Planetenlauf 36
 Der Fixsternhimmel 42
 Monatsthema: Wie laut war der Urknall? . . . 46

Februar 50

Sonnenlauf und Mondlauf. 52
 Planetenlauf 54
 Der Fixsternhimmel 58
 Monatsthema: Woher stammen
 gigantische Schwarze Löcher? 64

März 74

Sonnenlauf und Mondlauf. 76
 Planetenlauf 78
 Der Fixsternhimmel 82
 Monatsthema: Die bizarren Eigenschaften
 der Neutronensterne 86

April 98

Sonnenlauf und Mondlauf. 100
 Planetenlauf 102
 Der Fixsternhimmel 107
 Monatsthema: Wann ist Ostern? 110

Mai 118

Sonnenlauf und Mondlauf. 120
 Planetenlauf 122
 Der Fixsternhimmel 125
 Monatsthema:
 Die dunkle Seite des Mondes 130

Juni 138

Sonnenlauf und Mondlauf. 140
 Planetenlauf 142
 Der Fixsternhimmel 147
 Monatsthema: Wie lange bleibt die Erde
 noch bewohnbar? 151



Sven Melcher

Wann ist Ostern? 110

Die Monatsthemen Januar – Juni

Wie laut war der Urknall? 46
 Woher stammen gigantische Schwarze Löcher? . . 64
 Die bizarren Eigenschaften der Neutronensterne 86
 Wann ist Ostern? 110
 Die dunkle Seite des Mondes. 130
 Wie lange bleibt die Erde noch bewohnbar? . . 151

Abbildungen zu den Planeten

Innere Planeten: Jahresübersicht 37
 Äußere Planeten: Jahresübersicht 38
 Merkur: Sichtbarkeiten 54, 143, 180, 234
 Merkur: Scheinbare Bahn. 79, 163, 235
 Venus: Scheinbare Bahn 55, 258
 Venus: Stellungen 56
 Mars: Scheinbare Bahn 56, 236
 Jupiter: Scheinbare Bahn 145
 Saturn: Scheinbare Bahn 165
 Uranus: Aufsuchkarte 219
 Neptun: Aufsuchkarte 199
 Pluto: Aufsuchkarten 165, 166
 Ceres (1): Aufsuchkarte 145
 Pallas (2): Aufsuchkarte 106
 Vesta (4): Aufsuchkarte 238
 Metis (9): Aufsuchkarte 219
 Eunomia (15): Aufsuchkarte 183



Martin Gertz / Sternwarte Weizheim

Der Götterbote passiert die Sonne 243

Die Monatsthemen Juli – Dezember

Was sind Bok-Globulen? 171
 Der Ringnebel in der Leier 189
 Mysterium um Stern Tabby 206
 Sieg über die Antimaterie 224
 Der Götterbote passiert die Sonne 243
 Sind Raumflüge zu den Sternen realisierbar? 263

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
 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 158

Sonnenlauf und Mondlauf 160
 Planetenlauf 162
 Der Fixsternhimmel 168
 Monatsthema: Was sind Bok-Globulen? . . . 171

August 176

Sonnenlauf und Mondlauf 178
 Planetenlauf 180
 Der Fixsternhimmel 184
 Monatsthema: Der Ringnebel in der Leier . . 189

September 194

Sonnenlauf und Mondlauf 196
 Planetenlauf 198
 Der Fixsternhimmel 202
 Monatsthema:
 Mysterium um Stern Tabby 206

Oktober 212

Sonnenlauf und Mondlauf 214
 Planetenlauf 216
 Der Fixsternhimmel 221
 Monatsthema: Sieg über die Antimaterie . . 224

November 230

Sonnenlauf und Mondlauf 232
 Planetenlauf 234
 Der Fixsternhimmel 239
 Monatsthema:
 Der Götterbote passiert die Sonne 243

Dezember 252

Sonnenlauf und Mondlauf 254
 Planetenlauf 256
 Der Fixsternhimmel 259
 Monatsthema: Sind Raumflüge
 zu den Sternen realisierbar? 263

Anhang und Service 276

Tabellen und Ephemeriden 278
 Kalendarium 2020 und 2021 294
 Adressen von Sternwarten und Planetarien 296
 Impressum 303



Das Kosmos Himmelsjahr – die Welt der Sterne im Jahreslauf

*Tempus fugit, aeternitas advenit.
Die Zeit flieht, die Ewigkeit kommt.*

Sonnenuhrspruch

Ewigkeit – Zeit ohne Grenze! Der Begriff „Ewigkeit“ entzieht sich völlig unserem Anschauungsvermögen. Eine unendliche Zeitspanne ist schlicht nicht vorstellbar. Bei Begriffen, die der beschränkte menschliche Verstand nicht voll erfassen kann, hilft man sich mit Gleichnissen: Man stelle sich einen tausend Meter hohen Berg aus purem Diamant vor. Alle tausend Jahre kommt ein kleiner Kolibri und wetzt kurz seinen Schnabel an diesem Berg. Und wenn der Berg dadurch völlig abgetragen ist, dann ist erst eine einzige Sekunde der Ewigkeit vergangen.

Das Vergehen der Zeit bekommen wir hingegen recht deutlich mit. Rein gefühlsmäßig erleben wir den Zeitablauf recht subjektiv. Manchmal verfliegen die Tage, ja selbst die Jahre im Nu. Kaum hat eine Woche begonnen, schon naht das Wochenende. Manchmal wiederum scheint die Zeit nicht vergehen zu wollen. Tatsächlich schleichen die Minuten endlos langsam dahin, wenn man auf etwas warten muss.

Doch es gibt offensichtlich auch einen objektiven Zeitablauf, was aus den Bewegungen der Gestirne deutlich wird. Die Drehung der Erde beschert uns den permanenten Wechsel von hellem Tag und dunkler Nacht. Der Lauf der Erde um die Sonne führt in Verbindung mit der Schrägstellung der Erdachse zu den Jahreszeiten mit periodischem Wechsel von kurzen Tagen und langen Nächten mit langen Tagen und kurzen Nächten.

V.1 Der Ringplanet Saturn. Aufnahme des Saturnorbiters Cassini.

Mal erhellt der glänzende Vollmond die Nacht, mal hält sich der Erdtrabant in Neumondposition unsichtbar mit der Sonne am Taghimmel auf. Schon in grauer Vorzeit hat der Lauf von Sonne, Mond und Sternen den Astronomen ermöglicht, das Vergehen der Zeit zu messen, die Zeit in Abschnitte wie Tag, Monat und Jahr einzuteilen, Kalender aufzustellen und zukünftige Himmelsereignisse wie Sonnen- und Mondfinsternisse auf lange Zeit präzise vorherzusagen. Es ist daher verständlich, wenn Astronomen als Hüter der Zeit angesehen werden.

Den Lauf der Gestirne bewusst zu verfolgen und interessante Himmelsereignisse zu beobachten, zählt zu den schönsten und befriedigendsten Beschäftigungen. Was sich wann und wo am Sternenhimmel ereignet, ist daher im *Kosmos Himmelsjahr* vermerkt.

Jahrbuch mit Tradition

Auch der **109. Jahrgang** des vorliegenden Jahrbuches soll sowohl dem Einsteiger in die Himmelskunde als auch dem kundigen Amateurastronomen die erforderlichen Hinweise und Daten für eigene astronomische Beobachtungen bieten. 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 2019 auf einen Blick**“ auf Seite 7. Dem Hauptteil vorangestellt ist die Beschreibung der Sonnen- und Mondfinsternisse, die sich im Jahr 2019 ereignen (siehe Seite 24).

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



V.2 Wintersternenhimmel über der Sternwarte Welzheim. Aufnahme von Martin Gertz.

Um möglichst allen Leserinnen und Lesern – vom Einsteiger bis zum versierten Beobachter – zu dienen, wird in den Monatsübersichten eine einfache, beschreibende Darstellung aller interessanten Himmelsvorgänge gegeben, während im Tabellenteil am Schluss wichtige Beobachtungsdaten in Form von Zahlentafeln vermerkt sind. Eine ausführliche Erläuterung zu den einzelnen Fachbegriffen findet man im *Wörterbuch der Astronomie*, in dem alle wichtigen Begriffe verständlich erklärt werden. Das *Wörterbuch der Astronomie* ist im Kosmos-Verlag erschienen und überall im Buchhandel erhältlich.

Professionelle Daten

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) zu dan-

ken ist. Mein besonderer Dank gilt meinem Mitarbeiter, Herrn Dr. Erich Karkoschka (Lunar and Planetary Laboratory, University of Arizona, Tucson) für seine Ephemeridenberechnungen und Anfertigung vieler Skizzen und Abbildungen.

Dank schulde ich auch Herrn Gerhard Weiland, der mit großer Sorgfalt und Umsicht die Zeichnungen 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 für die hervorragenden Astroaufnahmen, die er auf der Sternwarte Welzheim gewonnen hat. Dank gebührt auch 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 2018
Hans-Ulrich Keller

Das Jahr 2019 auf einen Blick

Das Jahr 2019 ist nach dem Gregorianischen Kalender ein **Gemeinjahr** mit **365** Tagen.

Beginn der Jahreszeiten:

FRÜHLING (Tagundnachtgleiche): 20. März, 22^h58^m

SOMMER (Sonnenwende): 21. Juni, 16^h54^m

HERBST (Tagundnachtgleiche): 23. September, 8^h50^m

WINTER (Sonnenwende): 22. Dezember, 5^h19^m

SOMMERZEIT: Die Mitteleuropäische Sommerzeit (MESZ) geht gegenüber der Mitteleuropäischen Zeit (MEZ) um eine Stunde vor. Sie soll vom **31. März** bis **27. Oktober** 2019 gelten. Kurzfristige Änderungen sind möglich.

KALENDERÄREN 2019

Das **jüdische Jahr** 5780 beginnt am 29. September mit Sonnenuntergang. Der jüdische Neujahrstag fällt daher auf den 30. September 2019.

Das **islamische Jahr** 1441 beginnt am 31. August mit Sonnenuntergang. Der erste Tag des islamischen Jahrs 1441 korrespondiert mit dem 1. September 2019.

Am 5. Februar 2019 beginnt das 36. Jahr im 79. Zyklus des **traditionellen chinesischen Kalenders**. Es ist das Jahr des Schweines (ji-hai).

Am 14. September beginnt in der **byzantinischen Ära** das Jahr 7528.

FEST- UND FEIERTAGE 2019

Neujahrstag:	Dienstag,	1. Januar
Aschermittwoch:		6. März
Karfreitag:		19. April
Ostersonntag:		21. April
Ostermontag:		22. April
Maifeiertag	Mittwoch,	1. Mai
Christi Himmelfahrt:	Donnerstag,	30. Mai
Pfingstsonntag:		9. Juni
Pfingstmontag:		10. Juni
Fronleichnam:	Donnerstag,	20. Juni
Allerheiligen:	Freitag,	1. November
Buß- und Bettag:	Mittwoch,	20. November
Totensonntag:		24. November
1. Advent:	Sonntag,	1. Dezember
Heiliger Abend:	Dienstag,	24. Dezember
1. Weihnachtstag:	Mittwoch,	25. Dezember
2. Weihnachtstag:	Donnerstag,	26. Dezember
Silvester:	Dienstag,	31. Dezember

STAATSFEIERTAGE 2019

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

Am 1. Januar beginnt das **japanische Jahr** 2679.

Am 12. September beginnt das Jahr 1736 der **Ära Diokletians** (Koptische Ära).

Am 14. September beginnt das Jahr 2331 der **Seleukidenära**.

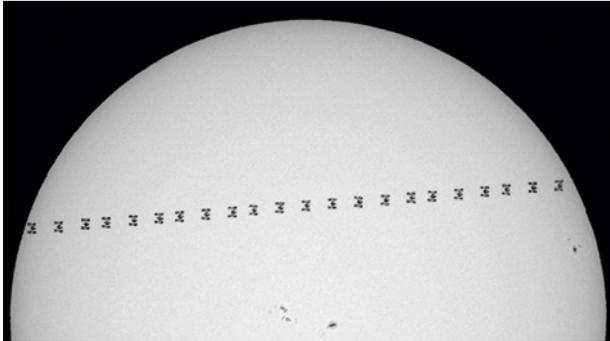
Am 14. Januar beginnt das Jahr 2772 der **römischen Ära a.u.c.**

Der 14. Januar 2019 des **Gregorianischen** Kalenders korrespondiert mit dem 1. Januar 2019 des **Julianischen** Kalenders.

Das Jahr 2019 entspricht dem Jahr 6732 der **Julianischen Periode**.

Der 1. Januar 2019 (0^h Weltzeit = 1^h Mitteleuropäische Zeit) hat die **Julianische Tagesnummer** 2 458 484,5

Das **astronomische Jahr** 2019 (Bessel-Jahr) beginnt bereits am 31. Dezember 2018 um 16^h14^m MEZ (B2019.0 = 2 458 484,135). Der Dies Reductus (J2019.0 – B2019.0) beträgt somit 7^h46^m.



Sören Melchert

V.3 Transit der Internationalen Raumstation vor der Sonne am 26.8.2017

CHRONOLOGIE 2019

Sonnenzirkel: 12
Goldene Zahl (Mondzirkel): VI
Sonntagsbuchstabe: F
Indiktion (Römerzinszahl): 12
Epakte: 24
Jahresregent: Merkur

FINSTERNISSE 2019

Im Jahr 2019 finden fünf Finsternisse und ein Merkurtransit statt. Die partielle Sonnenfinsternis vom 5./6. Januar, die totale Sonnenfinsternis vom 2. Juli und die ringförmige Sonnenfinsternis vom 26. Dezember bleiben von Mitteleuropa aus unbeobachtbar. Die totale Mondfinsternis am 21. Januar kann in den frühen Morgenstunden und die partielle Mondfinsternis am 16. Juli kann abends von Mitteleuropa aus beobachtet werden. Der Merkurtransit am 11. November ist nachmittags bis zum Sonnenuntergang zu verfolgen.

Ausführliche Erläuterungen zu den Finsternissen findet man im Kapitel „Sonnen- und Mondfinsternisse 2019“ auf Seite 24.

PLANETEN 2019

MERKUR zeigt sich Mitte Februar bis Anfang März sowie im Juni am Abendhimmel. Mitte August und Ende November bietet der sonnennahe Planet eine Morgensichtbarkeit.

VENUS kommt am **6. Januar** in **größte westliche Elongation** (47°) von der Sonne. Von Januar bis Ende Juni ist sie am Morgenhimmel vertreten. Am **14. August** erreicht sie ihre **obere Konjunktion** mit der Sonne. Von Ende Oktober bis Mai 2020 spielt sie Ihre Rolle als Abendstern.

MARS ist von Jahresbeginn bis Anfang Juni am Abendhimmel vertreten. Am **2. September** steht der rote Planet in **Konjunktion** mit Sonne. Ende Oktober bis Jahresende ist Mars am **Morgenhimmel** sichtbar.

JUPITER kommt am **10. Juni** im Sternbild Schlangenträger in **Opposition** zur Sonne. Bis An-

fang November kann der Riesenplanet am Abendhimmel gesehen werden. Am 27. Dezember steht er in Konjunktion mit der Sonne. Gegen Ende Januar 2020 taucht Jupiter am Morgenhimmel auf.

SATURN erreicht am 2. Januar seine Konjunktion mit der Sonne. Er steht am **9. Juli** im Sternbild Schütze in **Opposition** zur Sonne. Bis Ende November ist der Ringplanet am Abendhimmel vertreten. Am 13. Januar 2020 wird er von der Sonne eingeholt und steht in Konjunktion mit ihr. Mitte März 2020 erscheint der Ringplanet wieder am Morgenhimmel.

URANUS kommt am **28. Oktober** im Sternbild Widder in **Opposition** zur Sonne. In Konjunktion mit der Sonne steht Uranus am 23. April.

NEPTUN erreicht seine **Opposition** am **10. September** im Sternbild Wassermann. In Konjunktion mit der Sonne steht Neptun am 7. März.

PLUTO, der prominenteste Zwergplanet unseres Sonnensystems, steht am **14. Juli** im Sternbild Schütze in **Opposition** zur Sonne. Seine Konjunktion mit der Sonne erreicht Pluto schon am 11. Januar 2019.

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	17	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 Abkür-

zung 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 Bezeichnung α Lyrae (oder kurz



E.1 Die Leier mit ihrem Hauptstern Wega ist ein Sommersternbild.

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 Fern-

rohrs 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 verwaschene, 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 schwaches Nebelfleckchen registriert, wie bei-



Martin Gertz / Sternwarte Welzheim

E.2 Der große Andromedanebel ist unsere nächste Nachbargalaxie.

spielsweise beim Andromedanebel. Wegen ihrer häufig spiralförmigen 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 Catalogue* (RNGC). Daher trägt der Andro-

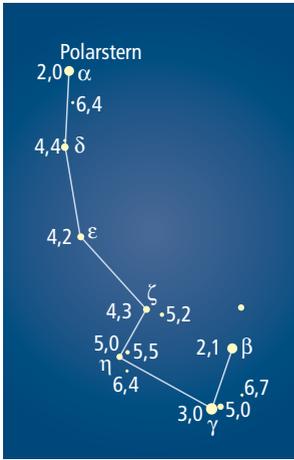
medanebel M 31 auch die Bezeichnung NGC 224.

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 $2,512^2 = 100$. 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 Sterne



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

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: $1 \text{ AE} = 149\,597\,870 \text{ km}$. 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 Jahrtausenden 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: $1 \text{ LJ} = 9,46 \times 10^{12} \text{ km} = 63\,240 \text{ AE}$

Ein Lichtjahr ist somit keine Zeit-, sondern eine Entfernungsangabe. In der Stellarastronomie 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 Mitteleuropäischer 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 Sonnenzeit 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.

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 Vorzeichen 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 verbinde mit einem Lineal den Punkt „Wien“ mit der 6-Uhr-Marke am oberen Bogen. Denn laut Tabelle „Sonnenlauf“ auf Seite 76 erfolgt der Sonnenauf-

SOMMERZEIT (MESZ) IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

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

gang am 31. März um 6^h00^m. Die Verbindungslinie schneidet den unteren Bogen bei -24^m. Der Sonnenaufgang erfolgt in Wien somit 24 Minuten früher, also um 5^h36^m MEZ bzw. 6^h36^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° östlicher 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 2019 lautet:

$\Delta TT = +69$ 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 ($\Delta AT = TAI - UTC$) bis zum Einschub einer weiteren Schaltsekunde, die relativ kurzfristig vom International Earth Rotation and Reference Systems Service (IERS) in Paris bekannt gegeben wird.



E.4 Das Siebengestirn: die Plejaden sind ein offener Sternhaufen. Aufnahme von M. Gertz / Sternwarte Welzheim.

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° ($\alpha = 18^h40^m$) 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 = $365^d05^h48^m45;975$). Die Länge des tropischen Jahres nimmt infolge der säkularen Akzeleration der Rektaszension der mittleren Sonne um $0,148 \times T$ Sekunden zu (T in Julianischen Jahrhunderten zu 36525 mittlere Sonnentage), während die Länge des 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 stets kleiner als 24^h .

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 Monatstage. 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 Besteuerungssystem 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 betreffen-

den 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 fernere Feiertage, die Hauptphasen 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.

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.

DIE 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°)? $90^\circ - 51^\circ + 23^\circ = 62^\circ$ (Im Winterhalbjahr die negativen Deklinationen der Sonne beachten!). 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 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 (Meridian-durchgänge) 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.

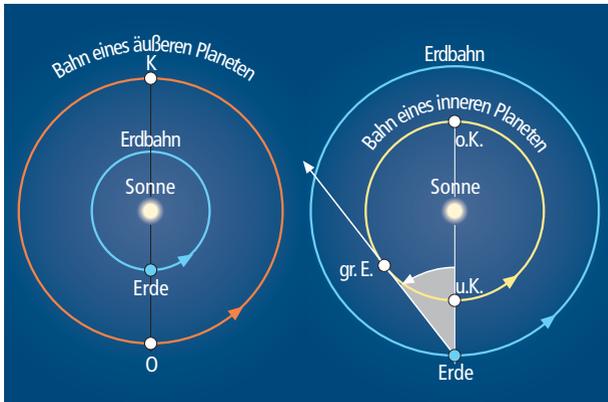
„Libration Ost“ heißt, das Mare Crisium rückt an den Westrand, im Osten zeigt sich der Ringwall Grimaldi randfern und das Mare Orientale wird gut sichtbar.

Bei Erdnähe und Erdferne ist die Distanz des Mondes jeweils in tausend Kilometer vermerkt. Außerdem ist der scheinbare Mond-durchmesser 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 jeweils 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



E.5 Die linke Zeichnung zeigt die Erdbahn und die Bahn eines äußeren Planeten. Bei O steht der Planet in Opposition, bei K in Konjunktion. Auf der rechten Seite der Abbildung sind die Erdbahn und die Bahn eines inneren Planeten 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 (Winkel grau gestrichelt).

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 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 aufgeht

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 $-1^m,5$ 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 $-3^m,9$ bis $-4^m,9$; strahlend weißes Licht; entweder

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: Υ).

abends am Westhimmel oder morgens in der östlichen Himmelskuppel zu sehen.

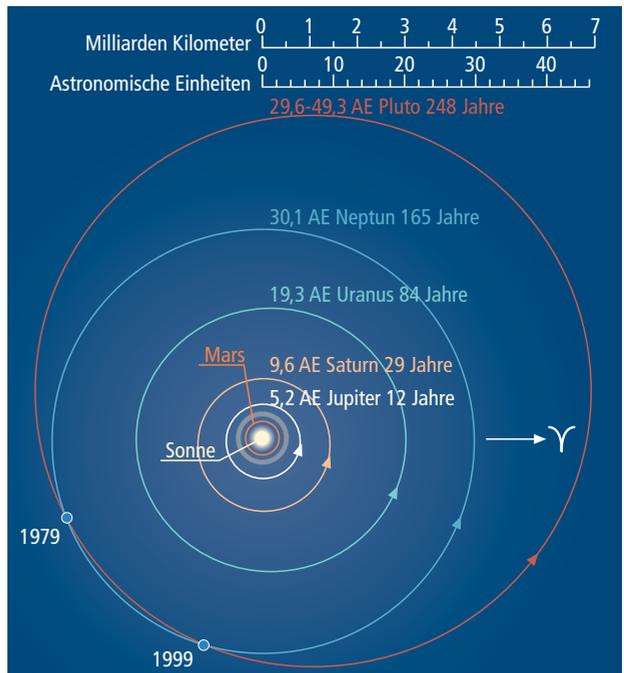
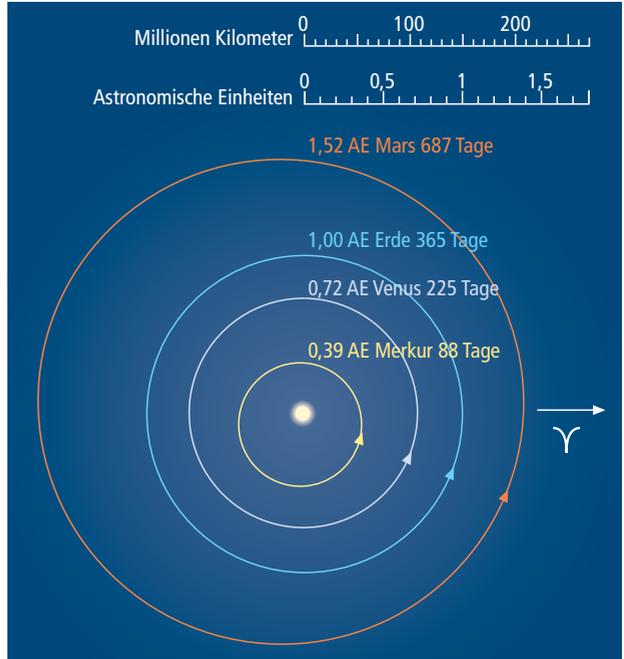
MARS: Äußerer Nachbarplanet der Erde, auffallend seine rötliche Farbe (der „rote Planet“); sehr unterschiedliche Helligkeiten von $+1^m,8$ bis $-2^m,9$.

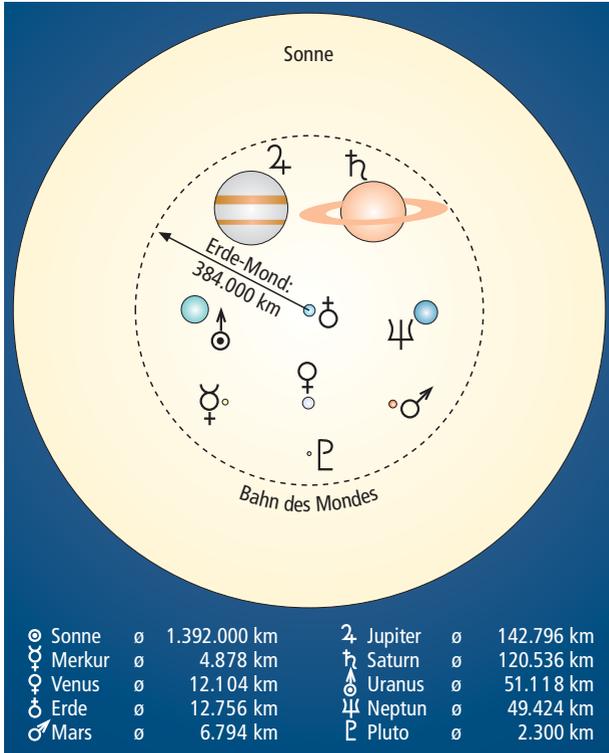
JUPITER: Der größte aller Planeten, ein auffallend heller Planet, daher kaum zu übersehen; Helligkeit von $-1^m,7$ bis $-2^m,9$, weißlichgelbes Licht.

SATURN: Der sonnenfernste mit freiem Auge noch sichtbare Planet strahlt in einem fahlen Licht zwischen $+1^m,3$ und 0^m , in Ausnahmefällen bis $-0^m,5$. Den berühmten Ring kann man mit einem Fernrohr ab etwa 30-facher Vergrößerung erkennen.

URANUS: Ist theoretisch mit bloßem Auge gerade noch erkennbar (Oppositionshelligkeit $5^m,5$). 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

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.





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 „Planetenlauf“ verzeichnet.

PLUTO: Seit IAU-Beschluss vom August 2006 als Zwergplanet eingestuft, ist sehr lichtschwach, Oppositionshelligkeit 14^m.2. Nur gut ausgerüstete Amateurastronomen können ihn (fotografisch) beobachten.

DIE MONDE DER PLANETEN

Die beiden winzigen Marsmonde, die zahlreichen Uranusmonde, die Neptunmonde und die Pluto-monde 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 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

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.

Fernrohren für Hobbyastronomen nicht zu sehen.

NEPTUN: sonnenfernster Planet, Helligkeit um 7^m.9; 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 gebräuchlichen „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

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

JUPITERMONDE: 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:

März: 11. 4 00 II SA

bedeutet: Am 11. März um 4^h00^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.

STERNESCHNUPPEN

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



E.9 Jupiter mit Schattenwurf des Mondes Io. Aufnahme: M. Weigand.

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

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

Sternschnuppen für den Idealfall, dass der Radiant im Zenit steht. Vor allem bei horizontnahen Radianten ist die pro Stunde zu beobachtende Sternschnuppenzahl erheblich geringer.

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.

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 $+50^\circ$ 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 **Fett- druck** 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 aufgehellt. 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 entsprechenden 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 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 Beobachtungsgrundla-

gen vermerkt. Der Anfänger kann diese Angaben unberücksichtigt lassen. Ab Seite 278 findet man die **ekliptikalen 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 und Jupiter (System I und II) sind die **Zentralmeridiane** (Meridiane durch den Scheibenmittelpunkt) 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 lediglich dem leichteren Aufsuchen des zu bedeckenden Sternes dienen soll. In den Mo-

natsübersichten wird unter der Rubrik „Mondlauf“ in der Spalte „Sterne und Sternbilder“ durch ein Sternchen (*) auf eine Sternbedeckung hingewiesen.

Veränderliche Sterne sind im Anschluss an die Fixsternmonatsübersichten aufgeführt. Für Algol (β Persei) und β Lyrae findet der Sternfreund jeweils die Minimazeiten, für δ Cephei die Lichtmaxima und für den langperiodischen Veränderlichen Mira (\omicron 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 **Sternzeittafel** 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“ (letzte Spalte).

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, Beobachtungssta-

tionen und Privatsternwarten“ enthält astronomische Vereine, Schulsternwarten sowie ehrenamtlich betriebene 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
(5. Auflage 2016)

Sternkarten für eigene Beobachtungen:

H.-M. Hahn, G. Weiland,
Drehbare Kosmos-Sternkarte
E. Karkoschka,
Atlas für Himmelsbeobachter
E. Karkoschka,
Drehbare Welt-Sternkarte

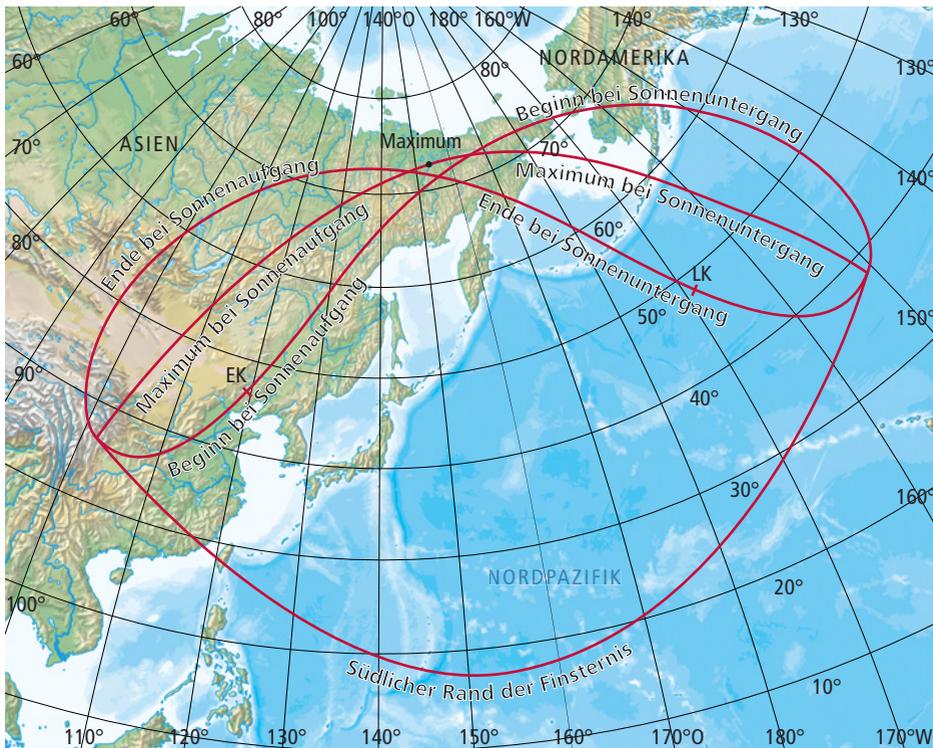
Software:

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 2019



F.1 Globaler Verlauf der partiellen Sonnenfinsternis vom 6. Januar 2019.

Im Jahr 2019 ereignen sich fünf Finsternisse und ein Merkurdurchgang. Die partielle Sonnenfinsternis vom 6. Januar, die totale Sonnenfinsternis vom 2. Juli und die ringförmige Sonnenfinsternis vom 26. Dezember bleiben von Mitteleuropa aus un beobachtbar. Die totale Mondfinsternis am 21. Januar kann in

den frühen Morgenstunden und die partielle Mondfinsternis am 16. Juli kann abends von Mitteleuropa aus beobachtet werden. Der Merkurtransit am 11. November ist nachmittags bis zum Sonnenuntergang zu verfolgen.

PARTIELLE SONNENFINSTERNIS AM 6. JANUAR

Diese Finsternis findet in der Nacht vom Samstag, 5. auf Sonntag, 6. Januar statt. Sie bleibt von Mitteleuropa aus

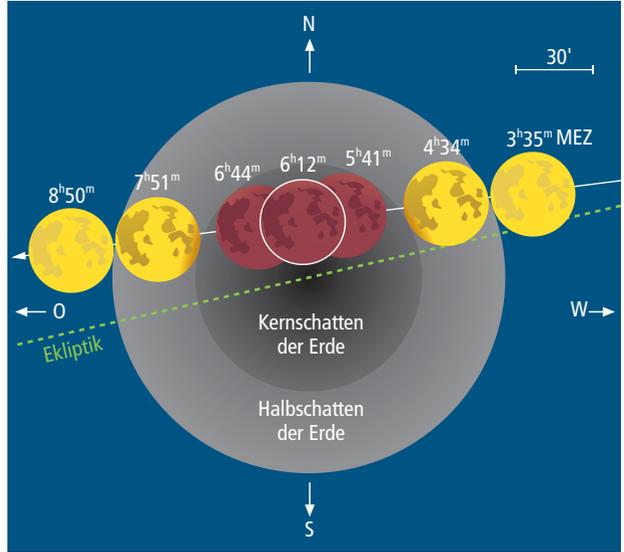
unbeobachtbar. Sie kann von nordöstlichen Teilen Asiens, von Japan und nordwestlichen Regionen des Pazifischen Ozeans sowie von westlichen Teilen Alaskas aus verfolgt werden. Die Sonnenfinsternis beginnt um 0^h34^m MEZ am Ort 119°25' östlicher Länge und 41°31' nördlicher Breite. Dieser Punkt liegt im östlichen Asien nahe der Stadt Peking. Die maximale Phase wird um 2^h42^m MEZ am Ort 153°34' östlicher Länge und 67°26' nörd-

F.2 Verlauf der totalen Mondfinsternis vom 21. Januar 2019.

licher Breite erreicht. Dieser Ort liegt im nordöstlichen Sibirien (siehe Abb. F.1). Zur maximalen Phase werden 71,5 % des scheinbaren Sonnendurchmessers vom Neumond bedeckt. Die Finsternis endet um 4^h49^m MEZ am Ort 168°41' westlicher Länge und 43°07' nördlicher Breite. Dieser Ort befindet sich im nördlichen Pazifik fernab jeder Insel. Diese Finsternis trägt die Nummer 58 im Saros-Zyklus Nr. 122, der insgesamt 70 Sonnenfinsternisse zählt.

TOTALE MONDFINSTERNIS AM 21. JANUAR

Diese Finsternis findet in den frühen Morgenstunden am Montag, 21. Januar statt. Sie ist

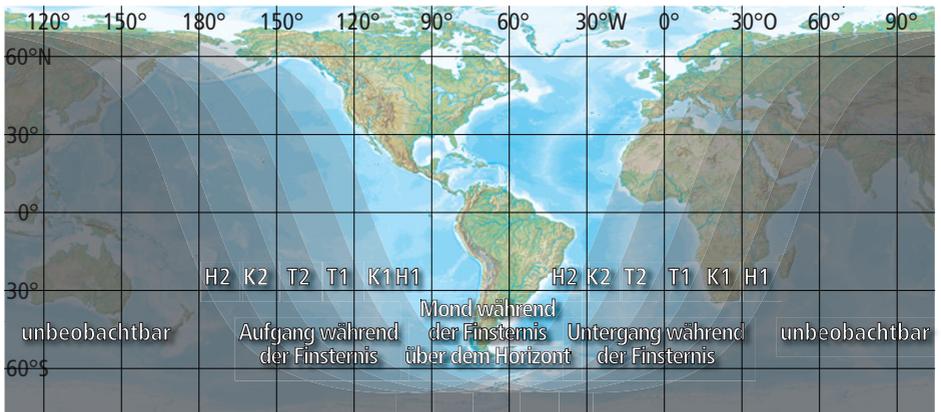


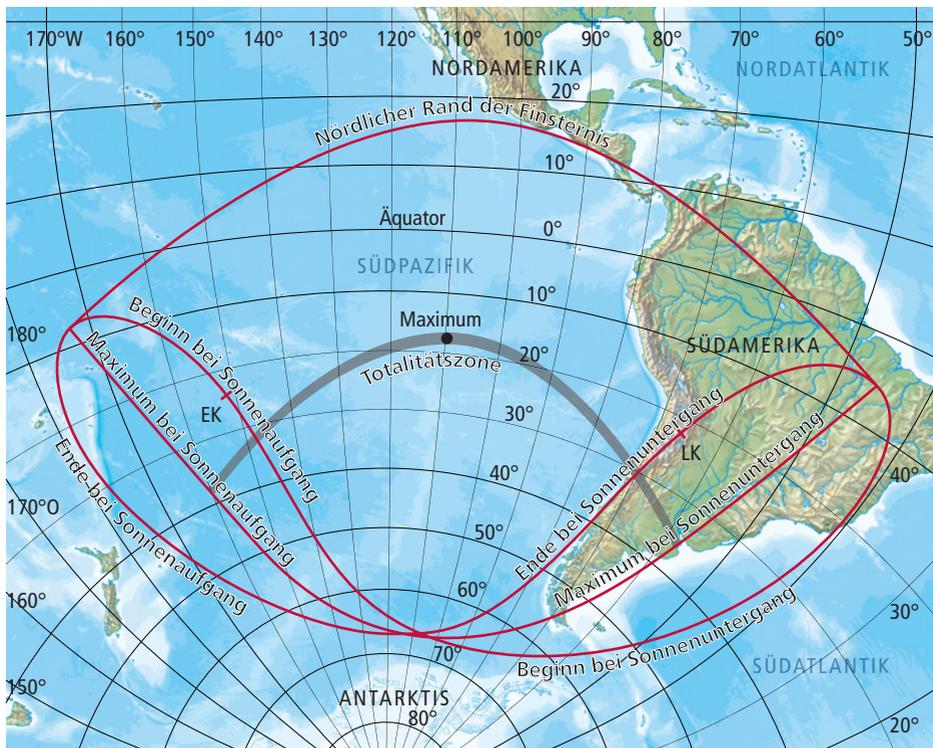
von Mitteleuropa aus beobachtbar. Allerdings geht der Mond noch vor Austritt aus dem Halbschatten unter. Die Mondfinsternis nimmt folgenden Verlauf:

Eintritt des Mondes in den Halbschatten	MEZ	3 ^h 35 ^m
---	-----	--------------------------------

Eintritt des Mondes in den Kernschatten	MEZ	4 ^h 34 ^m
Beginn der Totalität		5 ^h 41 ^m
Mitte der Finsternis		6 ^h 12 ^m
Ende der Totalität		6 ^h 44 ^m
Austritt des Mondes aus dem Kernschatten		7 ^h 51 ^m

F.3 Sichtbarkeitsgebiet der totalen Mondfinsternis vom 21. Januar 2019. H1/H2 – Eintritt/Austritt Halbschatten, K1/K2 – Eintritt/Austritt Kernschatten, T1/T2 – Beginn/Ende der Totalität.





F.4 Globaler Verlauf der totalen Sonnenfinsternis vom 2. Juli 2019.

Austritt des Mondes aus dem Halbschatten MEZ 8^h50^m

Der Verlauf der Finsternis ist in Abb. F.2 dargestellt. Ein- und Austritt des Mondes in beziehungsweise aus dem Halbschatten der Erde bleiben prinzipiell unbeobachtbar.

Die Größe der Finsternis beträgt des 1,201-Fache des scheinbaren Monddurchmessers.

Der Monduntergang erfolgt am 21. Januar 2019 in 50° Nord und 10° Ost um 8^h19^m MEZ. Mond-

untergang am 21. Januar in folgenden Städten:

- Berlin 8^h16^m
- Dresden 8^h08^m
- Hamburg 8^h35^m
- Köln 8^h36^m
- Leipzig 8^h15^m
- München 8^h05^m
- Nürnberg 8^h12^m
- Stuttgart 8^h18^m
- Wien 7^h46^m
- Zürich 8^h15^m

Die Finsternis ist sichtbar in Europa, Afrika mit Ausnahme der östlichen Küstenregion, über dem Atlantik, in Nord- und Südamerika, Grönland sowie in der

Nordpolarregion (siehe Abb. F.3). Die Finsternis ist die 27. im Saros-Zyklus Nr. 134, der insgesamt 73 Mondfinsternisse umfasst.

TOTALE SONNENFINSTERNIS AM 2. JULI

Diese Finsternis ereignet sich am Dienstag, 2. Juli in den Abendstunden. Sie bleibt von der gesamten östlichen Hemisphäre und somit auch von Europa aus unbeobachtbar. Das Sichtbarkeitsgebiet umfasst große Teile des Südpazifiks sowie Südamerikas mit Ausnahme nördlicher und östlicher Gebiete. Die Totalitätszone zieht sich fast aus-

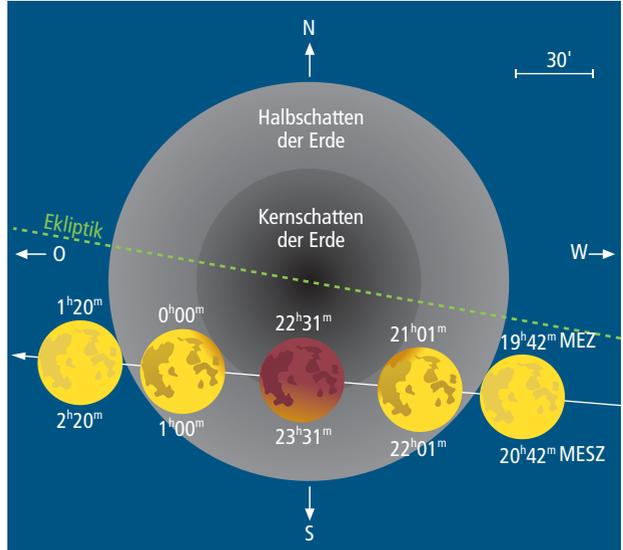
schließlich über den Südpazifik. Sie beginnt östlich der Kerma-
decinseln bei Sonnenaufgang und endet in Südamerika bei
Sonnenuntergang nahe Buenos Aires (siehe Abb. F.4).
Der Kernschatten des Mondes berührt die Erdoberfläche erst-
mals um 19^h02^m MEZ am Ort 160°26' westlicher Länge und
37°40' südlicher Breite.
Der Kernschatten verlässt die Erdoberfläche wieder um
21^h44^m MEZ am Ort 57°43' westlicher Länge und 35°48'
südlicher Breite. Der Höhe-
punkt der Finsternis wird um 20^h22^m MEZ am Ort 109°24'
westlicher Länge und 17°24' südlicher Breite erreicht. Dieser
Punkt liegt mitten im Pazifik
fernaab jeder Insel.

Zum Höhepunkt steht die Sonne 50° hoch über dem Nordhori-
zont. Die Totalität dauert maxi-
mal 4^m38^s, wobei die Kern-
schattenzone eine Breite von
201 Kilometer aufweist.
Die Finsternis beginnt um
17^h55^m MEZ (1. Kontakt) am Ort
151°57' westlicher Länge und
23°53' südlicher Breite und en-
det um 22^h51^m MEZ (4. Kontakt)
am Ort 66°30' westlicher Länge
und 21°57' südlicher Breite.

Diese Finsternis ist die 58. im
Saros-Zyklus 127, der insgesamt
82 Finsternisse umfasst.

PARTIELLE MONDFINSTERNIS AM 16./17. JULI

Diese Finsternis findet in der
Nacht von Dienstag, 16. auf
Mittwoch, 17. Juli statt. Sie ist
von Mitteleuropa aus beobacht-



F.5 Verlauf der partiellen Mondfinsternis vom 16./17. Juli 2019.

bar. Das Sichtbarkeitsgebiet um-
fasst Europa mit Ausnahme der
nördlichsten Teile, Afrika, Asien
ohne östliche Teile, Australien,
Teile Südamerikas, die Antarktis
und den Atlantik (siehe Abb. F.6).
Für Orte im deutschen Sprach-
gebiet erfolgt der Mondaufgang
erst kurz nach Eintritt des Mond-
es in den Halbschatten der
Erde.

Die Mondfinsternis nimmt
folgenden Verlauf:

	MEZ	MESZ
Eintritt des Mondes in den Halbschatten	19 ^h 42 ^m	20 ^h 42 ^m
Eintritt des Mondes in den Kernschatten	21 ^h 01 ^m	22 ^h 01 ^m
Mitte der Finsternis	22 ^h 31 ^m	23 ^h 31 ^m
Austritt des Mondes aus dem Kernschatten	0 ^h 00 ^m	1 ^h 00 ^m

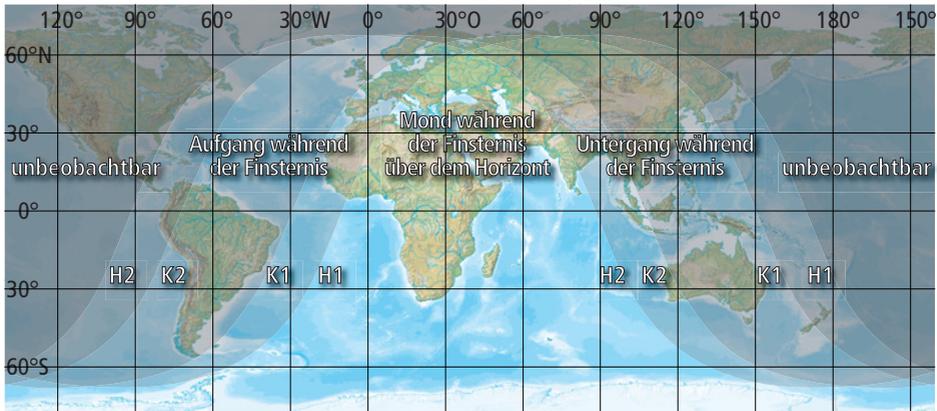
	MEZ	MESZ
Austritt des Mondes aus dem Halbschatten	1 ^h 20 ^m	2 ^h 20 ^m

Der Verlauf der Finsternis ist aus
Abb. F.5 ersichtlich. Ein- und
Austritt des Mondes aus dem
Halbschatten bleiben grundsätz-
lich unbeobachtbar.

Zum Höhepunkt der Finsternis
um 22^h31^m (= 23^h31^m Sommer-
zeit) sind 66 % des scheinbaren
Monddurchmessers im Kern-
schatten der Erde.

Der Mondaufgang erfolgt am
16. Juli in 50° Nord und 10° Ost
um 20^h17^m MEZ (= 21^h17^m Som-
merzeit). Mondaufgang in fol-
genden Städten:

	MEZ	MESZ
Berlin	20 ^h 16 ^m	21 ^h 16 ^m
Dresden	20 ^h 07 ^m	21 ^h 07 ^m
Hamburg	20 ^h 41 ^m	21 ^h 41 ^m
Köln	20 ^h 34 ^m	21 ^h 34 ^m
Leipzig	20 ^h 20 ^m	21 ^h 21 ^m



F.6 Sichtbarkeitsgebiet der partiellen Mondfinsternis vom 16./17. Juli 2019. H1/H2 – Eintritt/Austritt Halbschatten, K1/K2 – Eintritt/Austritt Kernschatten.

	MEZ	MESZ
München	20 ^h 03 ^m	21 ^h 03 ^m
Nürnberg	20 ^h 11 ^m	21 ^h 11 ^m
Stuttgart	20 ^h 21 ^m	21 ^h 21 ^m
Wien	19 ^h 44 ^m	20 ^h 44 ^m
Zürich	20 ^h 12 ^m	21 ^h 12 ^m

Diese Finsternis ist die 21. im Saros-Zyklus 139, der insgesamt 75 Mondfinsternisse in einem Zeitraum von 1334 Jahren umfasst.

RINGFÖRMIGE SONNENFINSTERNIS AM 26. DEZEMBER

Die Finsternis findet in den frühen Morgenstunden am Donnerstag, 26. Dezember statt. Sie bleibt von ganz Europa aus unbeobachtbar. Zu den Sichtbarkeitsgebieten gehören Asien ohne nördliche Teile, Arabien, nordöstliches Afrika, Indien, Ozeanien, Japan, nördliche Regionen Australiens sowie Regionen des Indischen Ozeans und westliche Partien des Pazifik.

Die Zone der ringförmigen Verfinsternung zieht sich vom Persischen Golf über die Südspitze Indiens, Sumatra und Borneo und endet im Pazifik. Sie beginnt am Ort 48°12' östlicher Länge und 25°59' nördlicher Breite um 4^h36^m MEZ und endet am Ort 156°42' östlicher Länge und 18°54' nördlicher Breite um 7^h59^m MEZ.

Der Höhepunkt der Finsternis tritt um 6^h15^m MEZ am Ort 101°25' östlicher Länge und 1°07' nördlicher Breite ein. Dieser Punkt liegt auf Sumatra nördlich von Padang. Die ringförmige Phase dauert hier 3^m34^s bei einer Sonnenhöhe von 66°. Die Breite der ringförmigen Phase beträgt dabei 118 Kilometer (siehe Abb. F.7).

Die Finsternis beginnt am 26. Dezember um 3^h30^m MEZ (1. Kontakt) am Ort 60°34' östlicher Länge und 17°47' nördlicher Breite und endet um 9^h06^m MEZ (4. Kontakt) am Ort

144°00' östlicher Länge und 10°37' nördlicher Breite.

Diese Sonnenfinsternis ist die 46. im Saros-Zyklus 132, der insgesamt 71 Finsternisse umfasst, davon sind sieben total, 33 ringförmig und zwei hybrid (ringförmig-total). Die übrigen 29 Finsternisse sind partielle Sonnenfinsternisse.

MERKURTRANSIT AM 11. NOVEMBER

Am Montag, 11. November 2019 findet wieder einmal das seltene Ereignis eines Merkurtransits oder -durchgangs statt. Der sonnennächste Planet zieht als winziger dunkler Punkt vor der Sonnenscheibe vorbei. Merkur kommt am 11. November um 16^h17^m MEZ in untere Konjunktion mit der Sonne. Am gleichen Tag passiert er um 14^h51^m MEZ seinen aufsteigenden Knoten. Er hält sich somit zur Konjunktion knapp nördlich der Ekliptik auf, weshalb er vor der

Sonnenscheibe vorbeiwandert und seine unbeleuchtete Seite der Erde zukehrt (Phase: Neumerkur).

Der gesamte Durchgang dauert von 13^h35^m bis 19^h04^m MEZ. Somit kann der diesjährige Merkurtransit von Europa aus beobachtet werden.

Allerdings geht für etliche Städte in Europa die Sonne noch vor Ende des Transits unter (siehe Abb. F.8 auf Seite 30 und Tabelle „Merkurtransit vom 11. November 2019 in Europa“ auf Seite 251).

Der Merkurdurchgang vom 11. November nimmt folgenden Verlauf:

Geozentrisch 50° Nord/10° Ost
UTC MEZ

1. Kontakt (Merkur berührt die Sonnenscheibe):
12^h35^m27^s 13^h35^m29^s

2. Kontakt (Merkur löst sich vom Sonnenrand):
12^h37^m09^s 13^h37^m10^s

- Mitte (Merkur erreicht geringste Distanz vom Sonnenscheibenmittelpunkt):
15^h19^m48^s 16^h19^m39^s

3. Kontakt (Merkur berührt den Sonnenrand von innen):
18^h02^m33^s (19^h02^m22^s)*

4. Kontakt (Merkur berührt den Sonnenrand von außen):
18^h04^m15^s (19^h04^m03^s)*

(* Der Sonnenuntergang erfolgt am 11. November 2019 für 50° Nord und 10° Ost um 16^h42^m MEZ.)

Die Tabelle enthält sowohl die Kontaktzeiten für das Geozentrum (Erdmittelpunkt) in Weltzeit (UT – Universal Time, Mittlere Sonnenzeit des Nullmeridians der Erde) als auch für den für Mitteleuropa zentralen Referenzpunkt 50° nördlicher Breite und 10° östlicher Länge in MEZ. Die topozentrischen Kontaktzeiten für einige europäische

F.7 Globaler Verlauf der ringförmigen Sonnenfinsternis vom 26. Dezember 2019.

