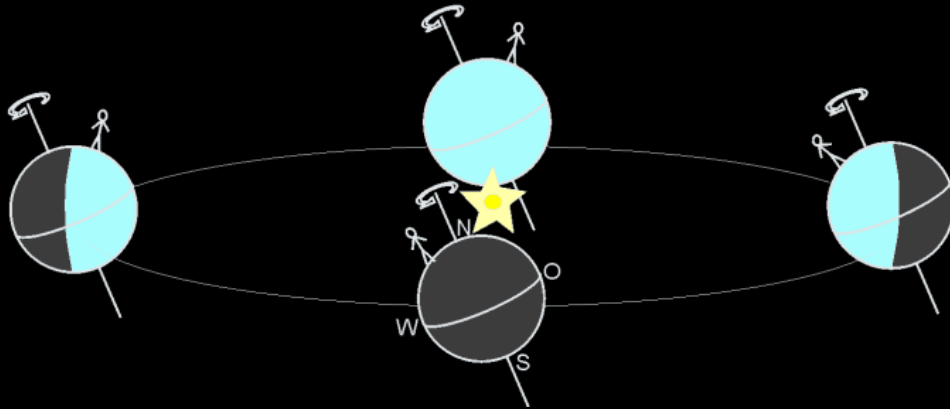


Erde, Sonne, Mond und Planeten

*Jakob Woisetschläger
2007*

Erde und Sonne

Unsere Erde befindet sich 8 Lichtminuten von unserem Zentralstern, der Sonne, entfernt, um welchen sie genau im bewohnbaren Abstandsbereich kreist. Mit einer Neigung der Rotationsachse der Erde von $23 \frac{1}{2}$ Grad kommt es zu einem ausgeprägten Wechsel der Jahreszeiten auf unserem Planeten. Wie bei jedem Kreisel bleibt diese Drehachse während eines Umlaufs um die Sonne stabil (Gesetz der Erhaltung des Drehimpulses). Durch ihre Anziehungskraft und die leichte Abplattung der Erde durch die Rotation (Ellipsoid) versuchen Sonne und Mond diesen Kreisel allerdings aufzurichten, dadurch kommt es zu einer langsamen Taumelbewegung dieser Rotationsachse (Präzession). Die Rotationsachse der Erde bewegt sich somit sehr langsam auf einem Kegelmantel, wobei ein Umlauf entlang dieses Kegelmantels etwa 25800 Jahre dauert (Platonisches Jahr).



Entstehung der Jahreszeiten durch die Neigung der Erdatmosphäre.

Zum Zeitpunkt der Wintersonnwend (um den 22. Dezember; links im Bild), weist die nördliche Erdatmosphäre von der Sonne weg, die Nordhalbkugel erlebt den kürzesten Tag, dort ist es Winter. Auf der Südhalbkugel hingegen beginnt der Sommer.

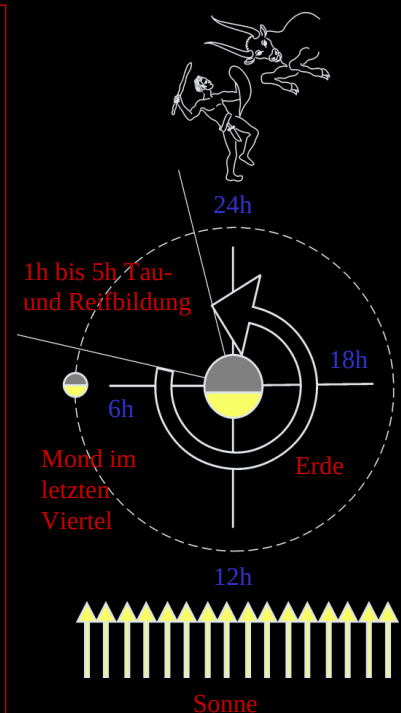
Zur Zeit der Sommersonnwend (um den 21. Juni, rechts im Bild) weist die nördliche Erdatmosphäre zur Sonne, der Sommer beginnt auf der nördlichen Halbkugel.

Bei Frühlings- und Herbstbeginn (um den 21. März und 23. September) sind Tag und Nacht auf der Erde gleich lang.

Dezember 2006



Sternbilder Orion und Stier



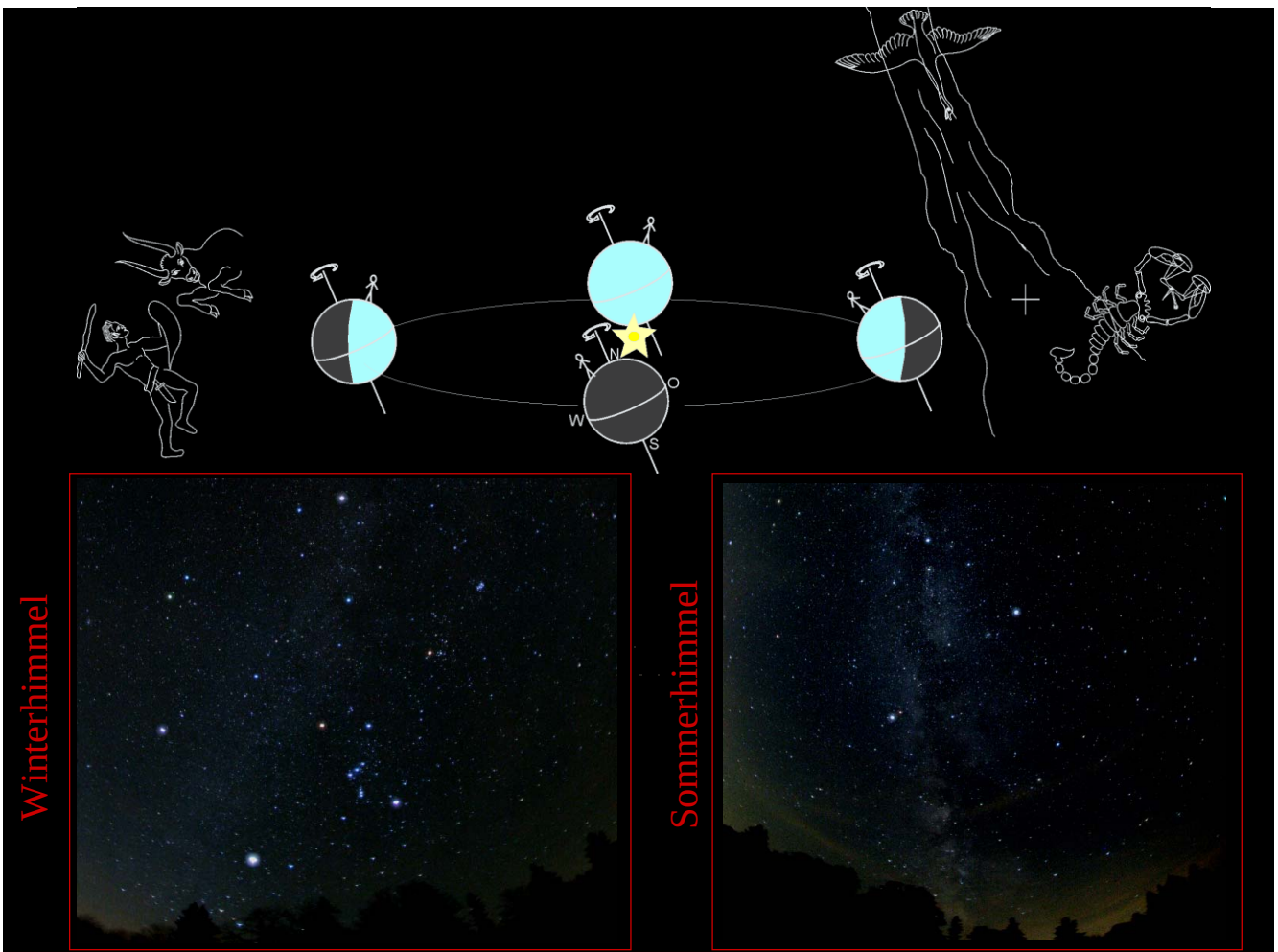
Erddrehung zur Zeit der Wintersonnwend (tiefster Sonnenstand)

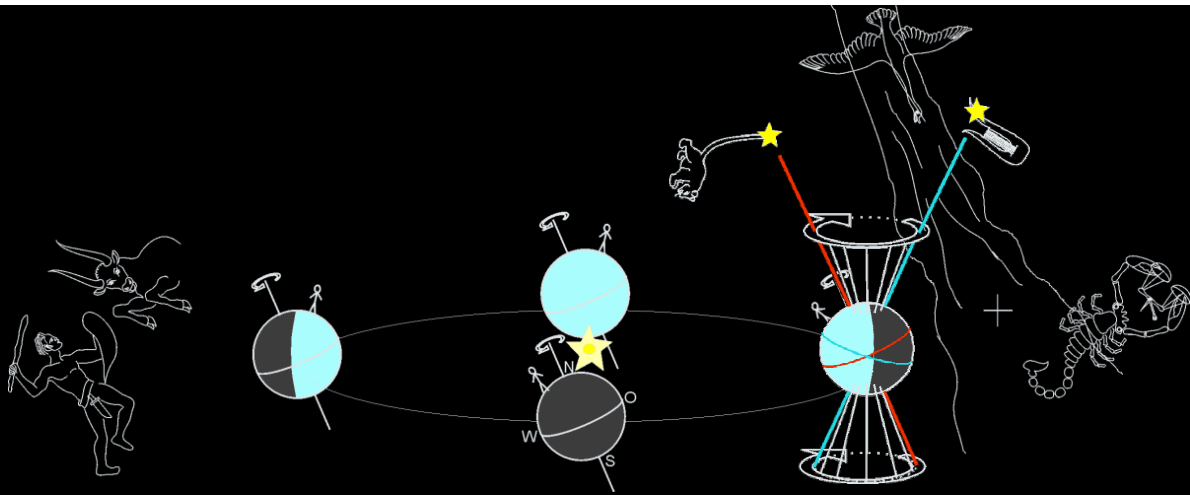
Zeitgeraffte Zusammenstellung von Einzelbildern, die im 5 Minutentakt zwischen 5h morgens und 1h Nachts aufgenommen wurden (Unterbrechung der Aufnahme für 4 Stunden aufgrund starker Tau- und Reifbildung). Blickrichtung Süd, Blickwinkel 180°.



Sommer 1983

Die Farben bei Sonnenauf- und Sonnenuntergang kommen durch die Streuung des Lichts an den Molekülen der Atmosphäre zustande und sind für unsere Planetenatmosphäre charakteristisch. Blau erscheint die „Rayleigh-Streuung“ an den sehr kleinen Gas-molekülen. Auf dem Weg durch die Lufthülle der Erde wird so der Blauanteil der Lichtstrahlen „weg-gestreut“. Der übriggebliebene Rot-anteil wird später hauptsächlich an Wasserdampf, Staubteilchen, Pollen und Aerosolen gestreut („Mie-Streuung“ an großen Molekülen und kleinen Teilchen). Beide Formen der Streuung führen zu Mischfarben aus blau und rot ($\Rightarrow$ violett). Der Erdschatten erscheint durch doppelte Streuung ebenfalls bläulich.





Während der winterliche Nachthimmel von den Sternen der Sternbilder Orion und Stier dominiert wird, beherrschen die Milchstraße, Schwan, Leier und Skorpion den nächtlichen Sommerhimmel, wobei der Skorpion aus unseren Breiten nur zum Teil sichtbar ist. Durch die Taumelbewegung der Erdachse bedingt, wird die Erdachse in etwa 12000 Jahren nicht mehr in Richtung des Sterns α Ursae minoris („Polaris“; Erdachse in rot) sondern in Richtung α Lyrae („Wega“; Erdachse in blau) zeigen. Somit wird sich der Skorpion in den langen Winternächten des Jahres 14000 n.Chr in unseren Breiten hoch über den Horizont erheben, wobei der Schwan das ganze Jahr über zirkumpolar kreist. Der Jäger Orion erscheint jedoch nur im Sommer und nur für Menschen im Süden zur Gänze am Abendhimmel.



Fotografiert man die Himmelsregion um den Polarstern mit mehreren Stunden Belichtungszeit, so lässt sich die Drehung der Erde und die Richtung der Drehachse sichtbar machen. Diese Achse weist von der Nordhalbkugel aus gesehen zur Zeit in eine Raumrichtung unweit des Sterns α Ursae minoris („Polaris“). Von der Südhalbkugel der Erde aus betrachtet befindet sich kein markanter Stern in unmittelbarer Nähe dieser Achse.

10.10.1983

Die Sonne, unser Zentralstern

Die Sonne ist ein etwa 4,6 Milliarden Jahre alter Stern der Spektralklasse G2, also ein gelblich leuchtender Zwergstern. Sämtliche Energie wird im Kern der Sonne durch die Verschmelzung von Wasserstoffatomkernen erzeugt. Die dabei frei werdende Energie wird in die äußeren Schichten der Sonne transportiert. Von dieser kugelförmigen Gas- bzw. Plasmawolke sehen wir nur die 400 km dicke, sichtbare Photosphäre, welche Bestandteil der Sonnenatmosphäre ist. Diese leuchtende Photosphäre hat eine körnige Struktur (die Granulation), sowie größere fleckige und kühlere Gebilde, die Sonnenflecken. Über ihr befindet sich die Chromosphäre und die Sonnenkorona, beide mit geringer Dichte und Leuchtkraft und daher nur bei einer totalen Sonnenfinsternis mit freiem Auge sichtbar. Die inneren Schichten der Sonne (Strahlungszone) rotieren wie ein fester Körper mit einer Periode von ca. 27 Tagen. Die zwischen der Strahlungszone und der Sonnenatmosphäre liegende Konvektionszone rotiert jedoch am Äquator mit 25 Tagen, am Pol mit 36 Tagen. Durch diese unterschiedliche Rotation dehnen sich die Magnetfeldlinien des Magnetfeldes der Sonne und brechen durch die Oberfläche der Sonne. Dort behindern sie die Konvektion und den Energietransfer und erzeugen somit kühlere Bereiche in der Photosphäre, die Sonnenflecken. Wenn diese Magnetfeldlinien später verschmelzen, wird die aufgestaute Energie frei und Tonnen von Plasma schießen in das All (coronal mass ejection CME). Dieser elektrisch geladene Teilchenstrom trifft nach etwa 3 Tagen auf die Magnetfeldlinien der Erde – Es kommt zu Polarlichtern und Störungen elektronischer Systeme in Flugzeugen und auf der Erdoberfläche.



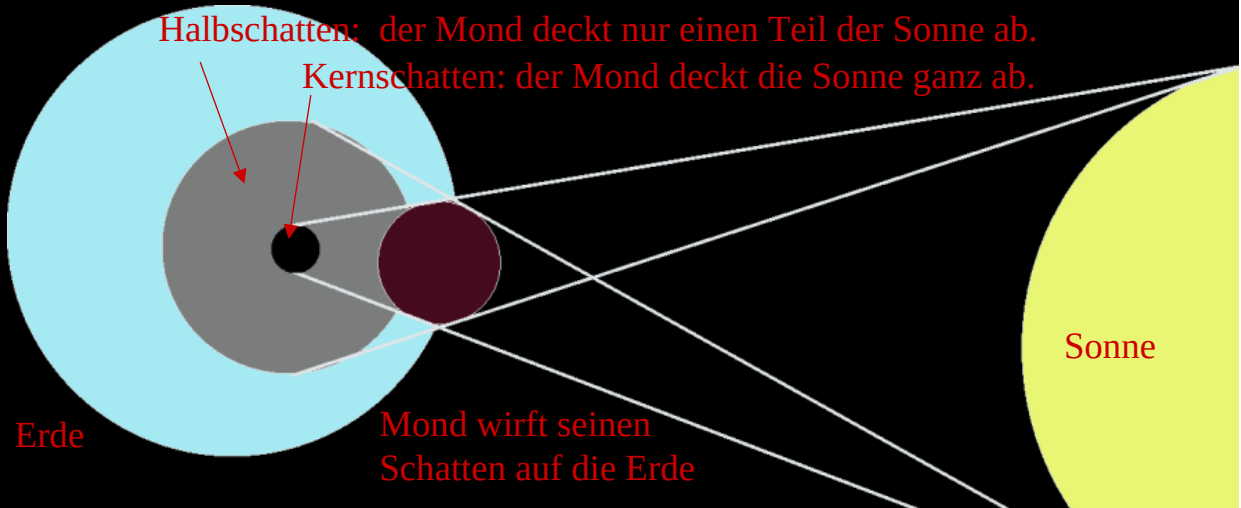
Sommer 2004

Sonnenstrahlen über der Lagune von Venedig und eine Projektion der Sonnenscheibe. Zu sehen ist ein Sonnenfleck etwas rechts oberhalb der Bildmitte. Davor ziehen dünne Wolken und Mauersegler. **Die Sonne darf niemals durch Teleskope direkt beobachtet werden ! Erblindung kann die Folge sein ! Für Feldstecher und Fotoobjektive sind spezielle Schutzfolien im Fachhandel erhältlich – dennoch empfiehlt sich eine Projektion der Sonnenscheibe auf ein Blatt Papier und eine indirekte Beobachtung der Sonnenoberfläche.**



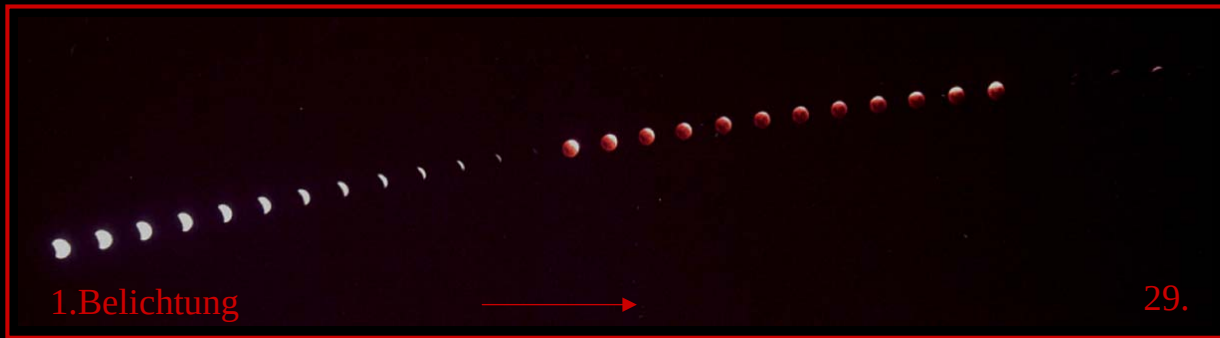
11.08.1999

Meist bewegt sich der Mond für einen Beobachter auf der Erde bei Neumond meist knapp oberhalb oder unterhalb der Sonne vorbei. Regelmäßig schiebt sich der Mond aber auch zwischen Erde und Sonne. Dabei deckt er für wenige Minuten die Sonnenscheibe genau ab, es kommt zu einer totalen Sonnenfinsternis für alle Orte die genau im (Kern)Schatten des Mondes liegen. In Österreich war dies zuletzt am 11. August 1999 der Fall. Durch die Gezeitenkräfte wird aber Drehimpuls der Erdrotation auf Bahndrehimpuls des Mondes übertragen, dadurch entfernt sich der Mond von der Erde, andererseits beginnt die Erde langsamer zu rotieren („Gezeitenbremse“). Mit größer werdender Entfernung wird der Mond die Sonnenscheibe nicht mehr ganz abdecken.. Schlussendlich werden sowohl Erde als auch Mond „gebunden rotieren“. Beide drehen sich dann immer dieselben Seiten zu. Wann ? In mehreren Milliarden Jahren.

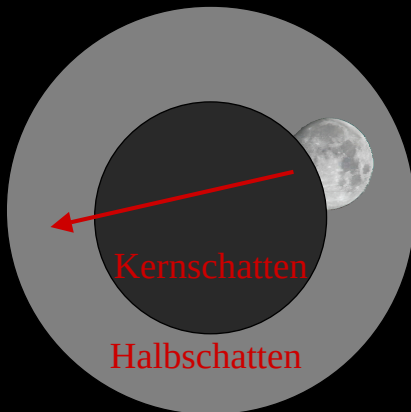


Am 11. August 1999 war die Bewegung des Mond(kern)schattens an der Wolkendecke im Hintergrund dieser Filmaufnahme deutlich zu erkennen.

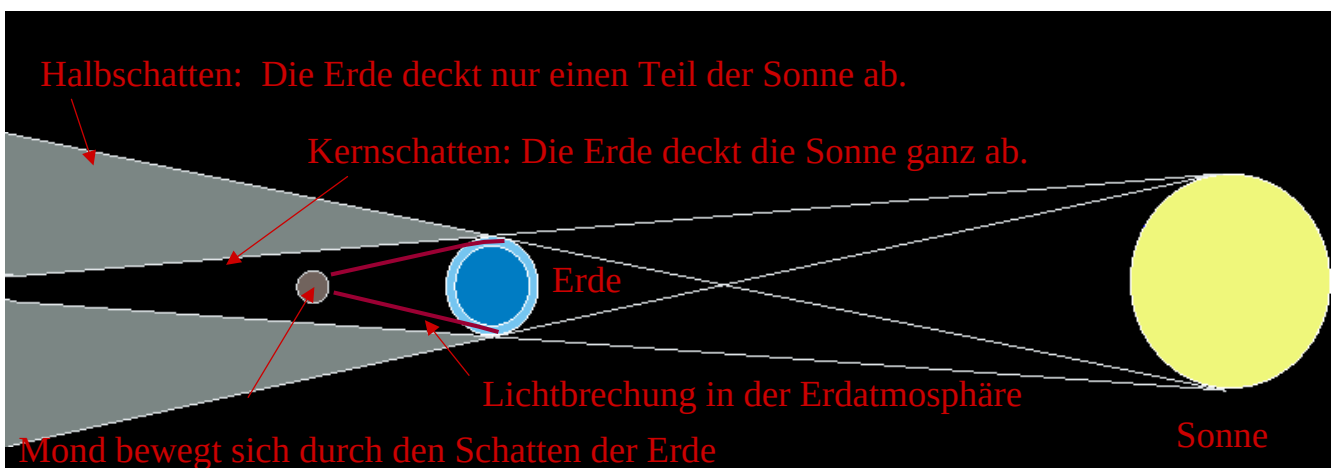




28.10.1985



Wie der Mond, wirft auch die Erde einen Schatten in den Raum. Da die Bahn des Mondes um die Erde leicht gegen die Bahn der Erde um die Sonne geneigt ist, bewegt sich der Mond nicht jedes Mal bei Vollmond durch den Erdschatten. Allerdings führt auch die Mondbahn eine Präzessionsbewegung (Taumelbewegung) aus. Dadurch verschiebt sich die Position des Vollmonds manchmal auch in den Erdschatten. Es kommt dann zu einer Verfinsternis, die von der ganzen Nachthälfte der Erde zu beobachten ist. Durch die Drehbewegung der Erde kann dieser Vorgang in einer Mehrfachbelichtung mit stehender Kamera verfolgt werden (5 Minuten Intervall, im Kernschatten Belichtungszeiten im Sekundenbereich, außerhalb etwa 1/100 s bei geringer Filmempfindlichkeit).



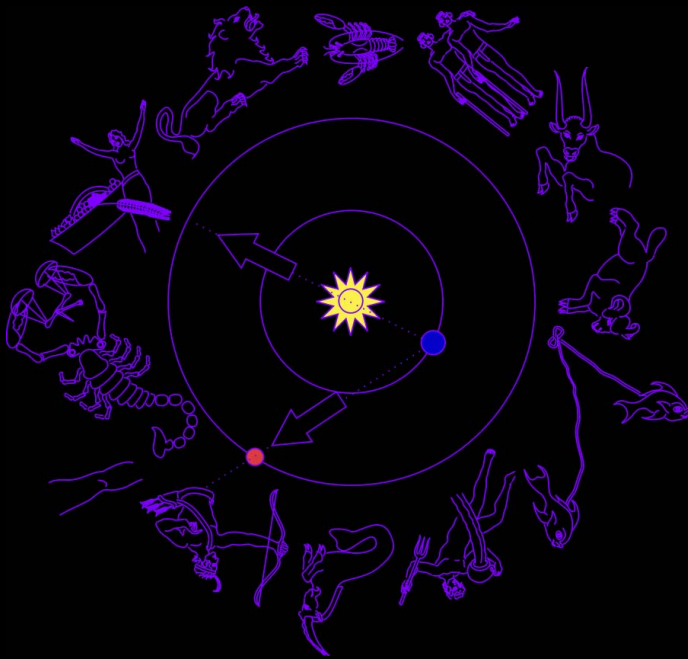
28.10.1985, 18:00-20:05 Uhr

Im Schatten der Erde nimmt die Helligkeit des Mondes deutlich ab, wie in der Langzeitbelichtung links zu sehen ist. Da die Erdatmosphäre rotes Licht nur wenig abschwächt und dieses wie ein Prisma in den Erdschatten bricht, erscheint der Mond niemals völlig dunkel (rechts).



09.01.1982

ASTROLOGIE, ESOTERIK

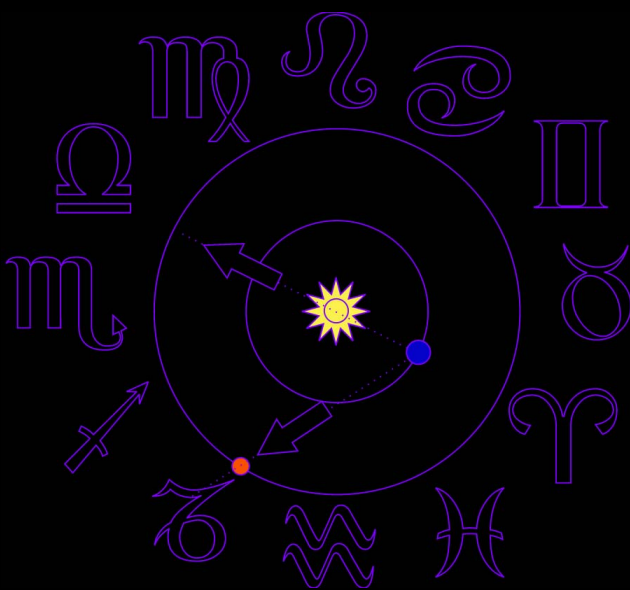


Im Laufe eines Jahres bewegt sich die Erde (blau) einmal um die Sonne (gelb). Von der Erde aus betrachtet erscheint die Sonne dabei vor immer anderen Sternbildern (die am Taghimmel allerdings von der Sonne überstrahlt werden).

Vor 2000 Jahren waren dies die 12 Tierkreissternbilder Widder, Stier, Zwilling, Krebs, Löwe, Jungfrau, Waage, Skorpion, Schütze, Steinbock, Wassermann und Fische. Bedingt durch die genaue Festlegung der Grenzen jedes Sternbildes ist die Sonne heute auch vor dem Sternbild des Schlangenträgers (zwischen Schütze und Skorpion) zu sehen.

Da sich die Planeten nahezu in derselben Bahnebene um die Sonne bewegen wie die Erde, erscheinen auch die Planeten (rot) vor diesen Sternbildern.

ASTROLOGIE, ESOTERIK

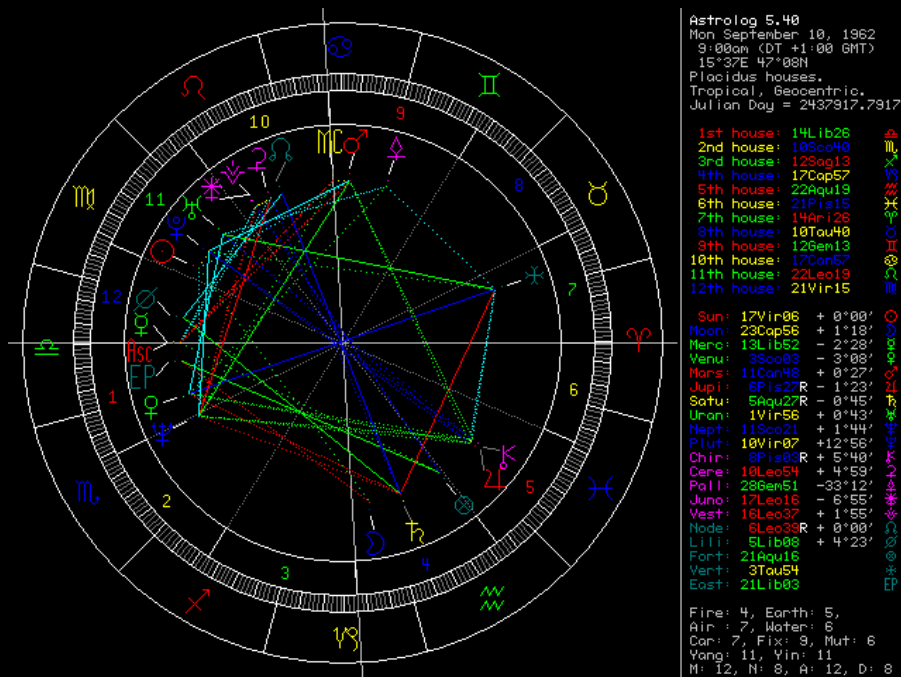


In der abendländischen Astrologie spielen die zwölf Tierkreiszeichen eine wichtige Rolle. Hierzu wird der Himmel in 12 gleich große 30° Abschnitte unterteilt, welche in Anlehnung an die Tierkreissternbilder daher Tierkreiszeichen oder Sternzeichen genannt werden..

Diese zwölf Tierkreiszeichen tragen dieselben Namen wie die Tierkreissternbilder, wobei zum Zeitpunkt der Namensgebung vor 2000 Jahren beide (Tierkreissternbilder und Tierkreiszeichen) deckungsgleich waren.

Auf diese Art lassen sich die Stellungen der Planeten zueinander und die Stellung der Sonne zur Erde räumlich genau definieren. Die Astrologie erhebt nun den Anspruch aus diesen Konstellationen auf die Prägung des Menschen, sowie auf zukünftige Beeinflussungen und Partnerschaften schließen zu können.

ASTROLOGIE, ESOTERIK

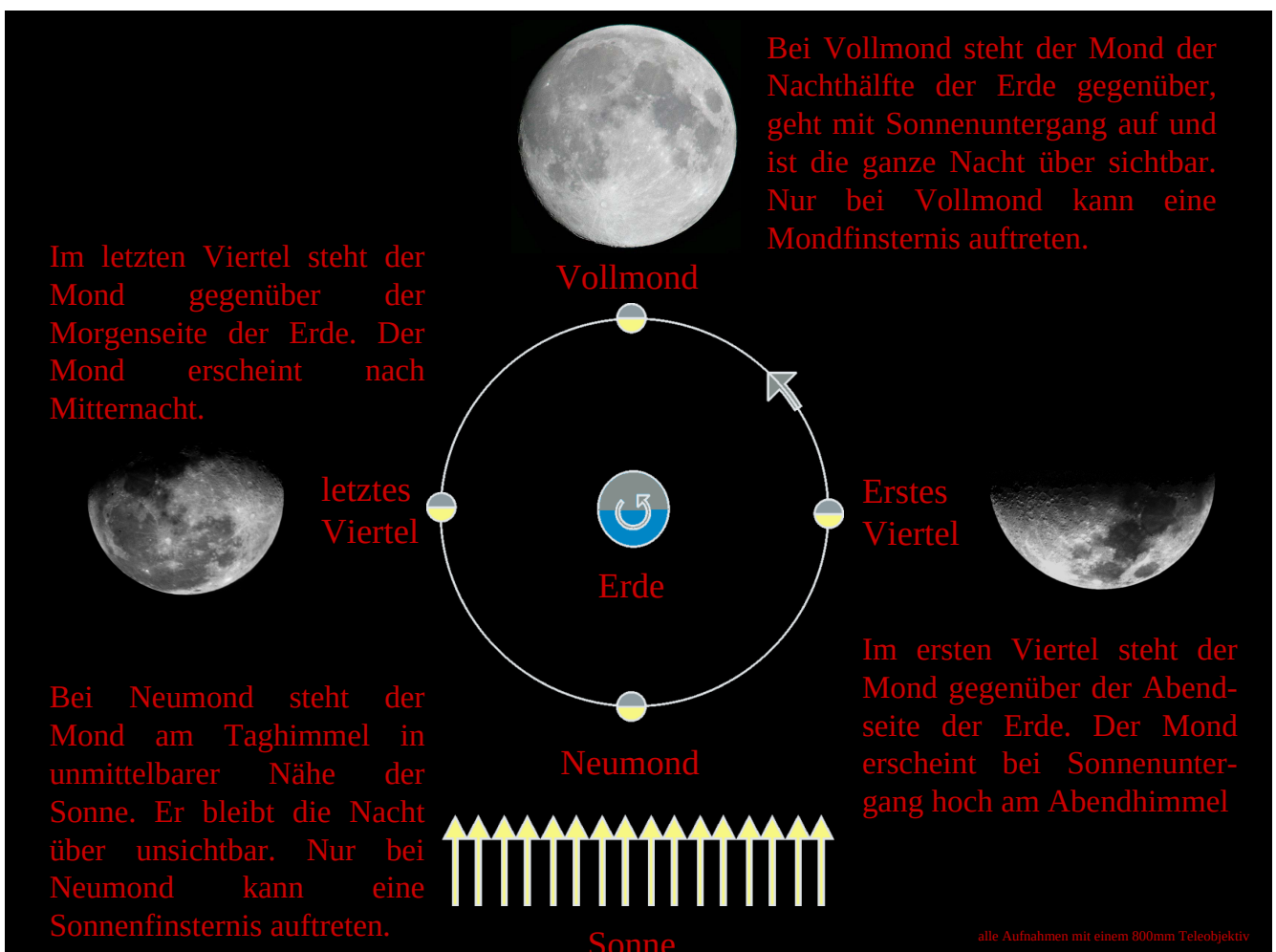


Beispielshoroskop berechnet mit der Freeware Astrolog 5.40 (www.astrolog.org)
 In diesem Fall wurden auch alle Kleinplaneten berücksichtigt und die Winkelbeziehungen zwischen den Himmelskörpern (Aspekte) eingetragen. Die Darstellung ist geozentrisch. Bis hierher reichen die Kenntnisse der Himmelsmechanik.

Erdmond

In einer Entfernung von etwa einer Lichtsekunde (etwa 300 000 km) umkreist ein Mond unseren Planeten Erde. Während einer Umrundung der Erde rotiert der Erdmond um die eigene Achse und zwar solcherart, dass immer dieselbe Seite der Erde zugewandt ist (gebundene Rotation des Mondes). Ein Umlauf dauert 27,3 Tagen (W-O Richtung, gleichgerichtet zur Erddrehung). Der mittlere Abstand zwischen Erde und Mond nimmt jährlich um 3,8 cm zu. Dies wurde mittels Laserstrahlen und den von den Apollo-Missionen zurückgelassenen Reflektoren nachgewiesen. Aktuelle Theorien besagen, dass vor mehr als 4 Milliarden Jahren ein marsgroßer Körper mit der Uerde streifend kollidierte. Aus den Trümmern entstanden Erde und Mond, wobei der Mond etwa ein Viertel der Größe der Erde besitzt. Der Mond besitzt keinen flüssigen Kern (daher keinen Geodynamo und kein nennenswertes Magnetfeld), während im Erdinneren radioaktiver Zerfall noch immer Energie für einen flüssigen Kern liefert.

Das Internetlexikon de.wikipedia.org bezeichnet als „Mondtäuschung“ jenes Phänomen, welches bewirkt, dass Himmelsobjekte (Mond, Sternbilder etc.) dem Menschen in Horizontnähe größer erscheinen als in Zenitnähe.





zunehmend

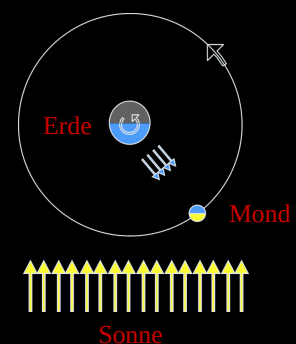
abnehmend

Schreibt man die Worte „zunehmender Mond“ (z.B. Mond im ersten Viertel) und „abnehmender Mond“ (z.B. Mond im letzten Viertel) in Kurrent, so weist der Anbogen der Buchstaben a und z in die Beleuchtungsrichtung der Mondkugel (Merkregel unserer Großeltern und Urgroßeltern).

mit freiem Auge



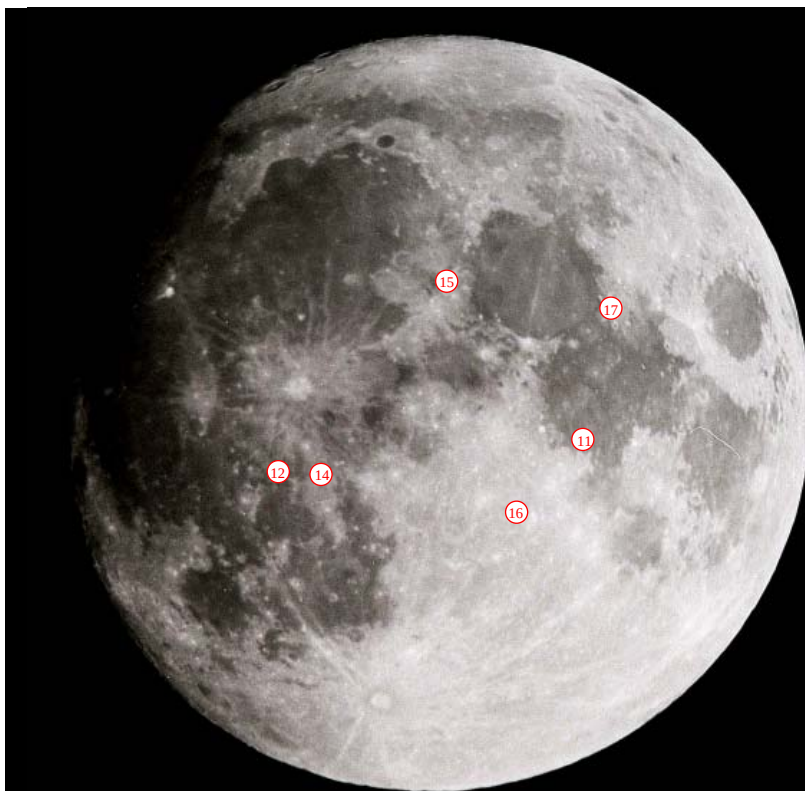
23.12.2006, 800mm Teleobjektiv



Steht der Mond in unmittelbarer Nähe zur Sonne, so wird seine von der Sonne unbeleuchtete Seite von jenem Licht erleuchtet, welches die Erde reflektiert (z.B. von der Wolkendecke der Erde). Dieses indirekte Sonnenlicht wird „Erdlicht“ genannt.



Die schwankende Bewegung des Mondes nennt man Libration. Dadurch werden verschiedene Randbereiche sichtbar. Verursacht wird diese scheinbare Schwankung einerseits durch die Neigung der Mondachse gegenüber der Bahnebene des Mondes, die wiederum gegenüber der Erdbahnebene leicht geneigt ist, andererseits durch die Perspektive bei Beobachtung von der Abend- und Morgenseite der Erde, aber auch durch die ungleiche Geschwindigkeit entlang seiner leicht elliptischen Bahn bei trotzdem konstanter Rotationsgeschwindigkeit.



Apollo 11: erste Mondlandung
20. - 21. Juli 1969

Apollo 12: Mondlandung
19.- 20. Nov. 1969

Apollo 14: Mondlandung
5.- 6. Feb. 1971

Apollo 15: Mondlandung
30. Juli.- 2. Aug. 1971
mit Mondfahrzeug

Apollo 16: Mondlandung
20.- 23. April 1972
mit Mondfahrzeug

Apollo 17: Mondlandung
11.- 14. Dez. 1972
mit Mondfahrzeug

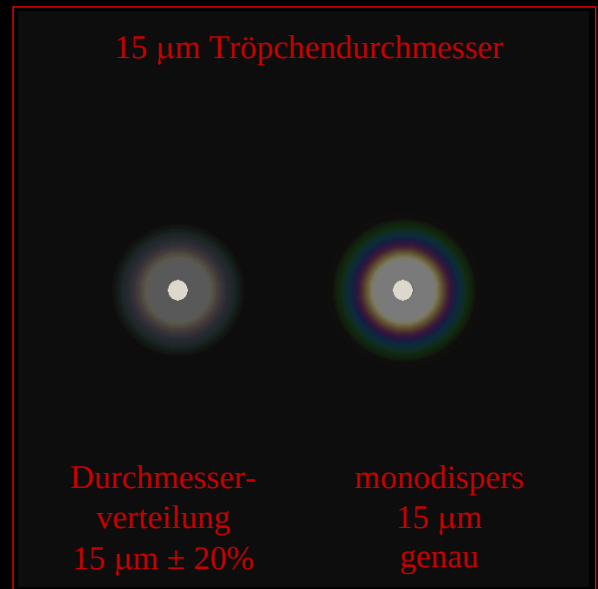
Der Mond ist der einzige Himmelskörper der bisher von Menschen betreten wurde. Eingezeichnet sind die bemannten Apollo-Mission der USA in den 60er und 70er Jahre des 20. Jahrhunderts. Die Aufenthaltsdauer der Astronauten ist tabelliert.

mit freiem Auge



31.12.2006

berechnet



Häufig beobachtet man einen sogenannten Hof um Mond oder Sonne (auch Korona). Hierbei handelt es sich aber um eine Erscheinung in unserer Atmosphäre, in welcher das Mondlicht an einer Nebelwolke kleinster Tröpfchen gebeugt und in Spektralfarben zerlegt wird. In obiger fotografischer Aufnahme (Fotokomposita, links) ist solch ein Hof zu sehen. Rechts wurde dieser Effekt für 15 Mikrometer große Tröpfchen (Durchmesserverteilung $15 \mu\text{m} \pm 20\%$) mit Hilfe der Freeware IRIS berechnet (<http://www.atoptics.co.uk>). Je kleiner die Tröpfchen, desto größer der Hof. Wenn genau eine Tröpfchengröße vorliegt (monodisperse Phase) erscheinen die Spektralfarben am deutlichsten.

Denn folgende Tage bringen Segen von dem Rat erteilenden Zeus, wenn die Menschen ihre wahre Bedeutung erkennen und sich danach richten: Erstlich sind der Erste, der Vierte und Siebte heilige Tage, ebenso der Achte und Neunte; diese beiden Tage im wachsenden Monat eignen sich aber auch sehr zu allen menschlichen Werken. Auch der Elfte und Zwölfte sind beide günstige Tage, sowohl zur Schafschur wie auch zum Mähen von erquickender Feldfrucht.

Hesiod (740 – 670 v.Chr.) „Werke und Tage“, 766 – 774, Übers. Reclam 1996

Demeters heilige Frucht worfle mit vielem Bedacht am siebten Tag in Monatsmitte auf der kreisrunden Tenne, und der Zimmermann haue die Balken zum Gemach, dazu viele Bootshölzer, die zum Schiffsbau taugen. Am vierten Tag aber beginne den Bau schlanker Schiffe.

Hesiod (740 – 670 v.Chr.) „Werke und Tage“, 804 – 808, Übers. Reclam 1996

ASTROLOGIE, ESOTERIK



Bereits frühen Kulturen fiel auf, dass ein Mondjahr mit 12 Monaten (Mondumlaufsperioden) um 10 bis 12 Tage kürzer ist als ein Sonnenjahr. Allerdings finden seit jeher land- und forstwirtschaftliche Arbeiten im Zusammenhang mit der Mondphase statt, wobei diese nach den Überlieferungen den „richtigen“, also günstigsten Zeitpunkt für bestimmte Tätigkeiten angibt. Sonnen- und Mondjahr regelten somit den Jahresablauf in diesen frühen Kulturen.

Seit Mitte des 20. Jahrhunderts wurde diese Beachtung der Mondphasen von einigen Menschen auf viele andere Anwendungen im täglichen Leben erweitert, u.a. Ernährung, Gymnastik und spezielle Körperhygiene („Wellness“).

SCIENCE FICTION



Einer der Erfinder des Science-Fiction-Romans, Jules Verne, schrieb 1865 über die erste Reise zum Mond („De la Terre à la Lune“ – „Von der Erde zum Mond“). 1869 folgte ein zweiter Teil „Rund um den Mond“. In diesen Teilen wird erstaunlich detailreich die Vorbereitungen und der Flug einer bemannten Kapsel zum Mond beschrieben. Nach einer Umrundung des Mondes kam es in diesem Werk zur Wasserung der Kapsel im Pazifik.

Fast genau 100 Jahre später umrundete die Raumkapsel von Apollo 8 mit drei Mann Besatzung den Mond (Jules Verne hatte ebenfalls drei Besatzungsmitglieder, zwei Amerikaner und einen Franzosen). Im Rahmen der Apollo 11 Mission gelang am 20. Juli 1969 die erste Landung von Menschen auf dem Mond.

Planeten

Unsere Sonne wird von mehreren Planeten und Kleinplaneten umkreist, wobei sich insbesondere die großen Planeten nahezu in derselben Ebene wie die Erde bewegen, der Ekliptik. Das Protoplanetensystem um unsere Sonne bildete sich vermutlich vor 4,6 Milliarden Jahren aus einer Staub- und Gaswolke. Heute nimmt man an, dass die Bildung solcher Protoplanetensystem mit der Sternentstehung verbunden ist und extrasolare Planeten („Exoplanets“) um sonnenähnliche Sterne wahrscheinlich sind. Allerdings bevorzugen die heute (2007) üblichen Messverfahren die Entdeckung großer, jupiterähnlicher Gasriesen.

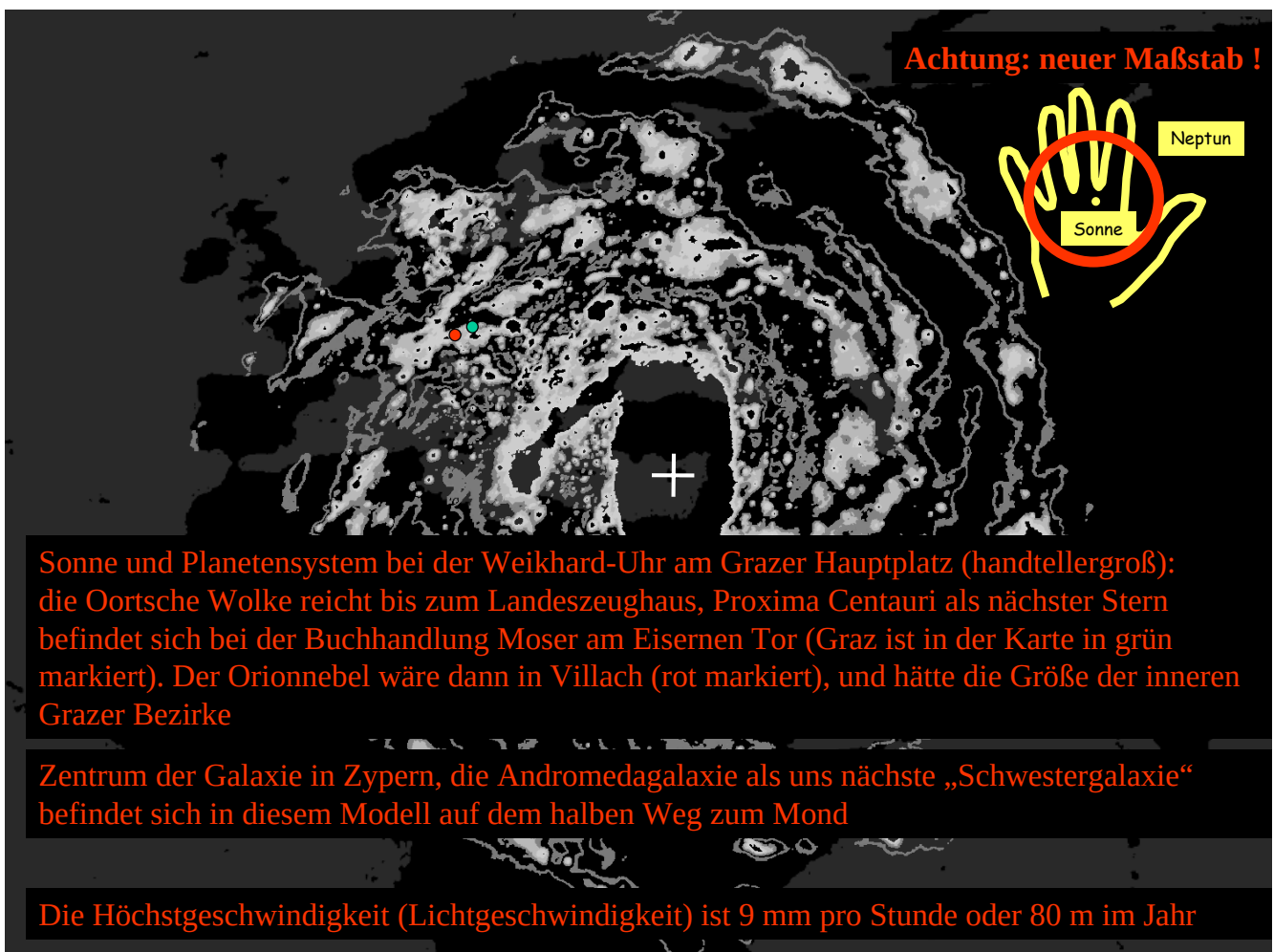
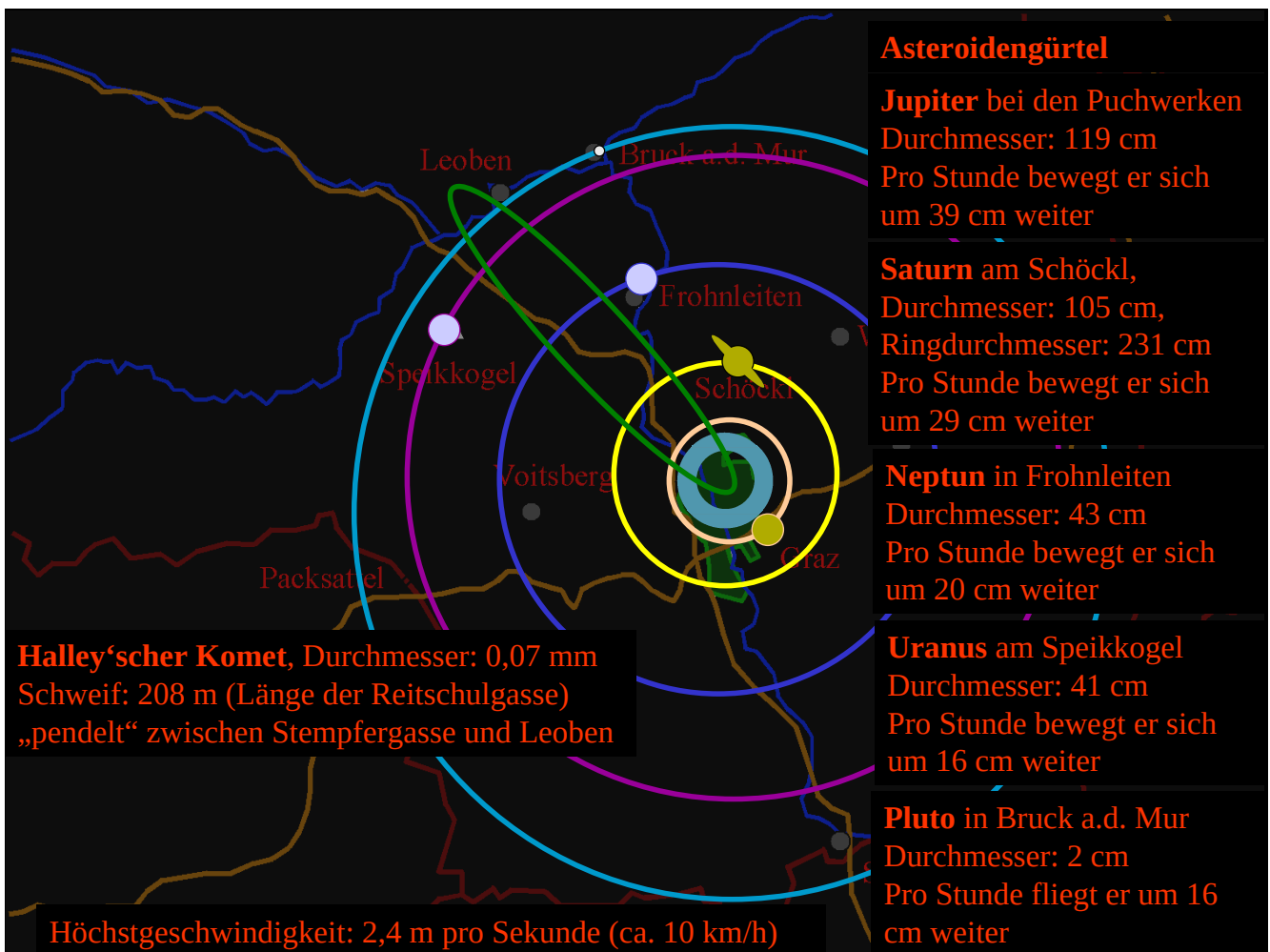
Um die Dimensionen unseres Sonnensystem und seinen Platz im Universum verständlich zu machen, verwenden Volksternwarten sogenannte „Planetenlehrpfade“, in welchen die Größen und die Entfernungen der Planeten maßstabsrichtig aber verkleinert dargestellt sind. Einen solchen Planetenlehrpfad kann sich jeder anhand der eigenen Heimatstadt erstellen und dies wurde auf den folgenden Folien für die Stadt Graz durchgeführt.

Planeten	Zwergplaneten	mittlere Entfernung	Das Sonnenlicht benötigt	Umlaufdauer	Rotationsdauer	mittlere Bahngeschwindigkeit	Durchmesser (Äquator)	mittlere Dichte	max. Temperatur	min. Temperatur	Atmosphärendruck Oberfläche	Äquatoriale Schwerkbeschleunigung	Bahnneigung
		AE **				km/s	km	kg/m ³	°C	°C	bar	m/s ²	°
Merkur		0,39	3 min 13 s	87,9 d	58 d 15 h 36 m	47,89	4.878	5.430	425	-173	/	2,78	7
Venus		0,72	6 min	224,7 d	243 d 0 h 14 m	35,03	12.102	5.250	462	462	92	8,87	3,4
Erde		1,00	8 min 19 s	365,26 d	23 h 56 m 4 s	29,79	12.756	5.515	58	-88	1,013	9,78	0
Mars		1,52	12 min 41 s	1,88 y	24 h 37 m 48 s	24,13	6.786	3.950	20	-143	0,007	3,72	1,8
Asteriodengürtel		0,00	19 min 27 s	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		0,00	29 min 28 s	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	Ceres	2,77	23 min	4,599 y	9 h 4 m 28 s	17,82	~ 1000	2.080	-34	/	/	0,27	10,59
Jupiter *		5,20	43 min 17 s	11,86 y	9 h 55 m 30 s	13,06	142.984	1.330	-121	/	/	22,88	1,3
Saturn *		9,54	1 h 19 min 21 s	29,46 y	10 h 39 m 22 s	9,64	120.536	690	-125	/	/	9,05	2,5
Uranus *		19,18	2 h 39 min 36 s	84,01 y	17 h 14 m	6,81	51.118	1.270	-193	/	/	7,77	0,8
Neptun *		30,11	4 h 10 min 28 s	164,79 y	16 h 7 m	5,43	48.528	1.640	-193	/	/	11	1,8
Kuiper Gürtel		30	4 h 9 min	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		100	13 h 51 min	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	Pluto	39,47	5 h 28 min 6 s	247,99 y	6 d 9 h 18 m	4,7	2.300	2.030	-218	-228	/	0,4	17,2
	2003 UB313	67,67	9 h 22m 46 s	557 y	8 h ?	3,44	2.400	?	-240 ?	/	/	/	44,19
Oortsche Wolke ***		10.000	6 d	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		200.000	3 y	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

* Gasplaneten: Radius bei 1 atm, durchschnittliche Wolkentemperatur

** AE: Astronomische Einheit (engl.: AU Astronomical Unit), Abstand Sonne-Erde

*** Die Ausdehnung der Oortschen Wolke ist spekulativer Natur



Der Merkur

Der Planet Merkur ist der sonnennächste aller Planeten und immer nur für wenige Tage am Abend- oder Morgenhimmel kurz nach Sonnenuntergang, bzw. kurz vor Sonnenaufgang zu sehen. Durch diese „Unruhe“ wurde der Planet im antiken Griechenland mit dem Götterboten Hermes (röm. „Mercur“) in Verbindung gebracht. Merkur ist nur ein wenig größer als der Erdmond. Durch seine Kleinheit und die unmittelbare Sonnennähe ist er für eine Fernrohrbeobachtung schlecht geeignet. Einer Anekdote nach soll selbst der berühmte Astronom Nicolaus Kopernikus auf seinem Sterbebett bedauert haben, dass er Merkur nie gesehen habe.

mit freiem Auge



Unmittelbar vor Sonnenaufgang sind hier alle mit freiem Auge sichtbaren Planeten zu beobachten.

20.01.1984

Die Venus

Die Venus ist jener Planet, der auf seiner Bahn der Erde am nächsten kommt und von fast gleicher Größe ist. Nach Sonne und Mond ist sie der am hellsten leuchtende Himmelskörper. Da es sich um einen inneren Planeten handelt, der regelmäßig die Erde auf der „Innenbahn“ überrundet, entfernt sie sich aus unserer Sicht nie sehr weit von der Sonne und erscheint kurz vor oder nach Sonnenuntergang als sogenannter „Morgen-“ oder „Abendstern“. Die sehr dichte, hauptsächlich aus Kohlendioxid bestehenden Atmosphäre versteckt den dunkelrot glühenden Venusboden vor direkter Beobachtung. Die Venus rotiert sehr langsam „retrograd“, d.h. die Sonne erscheint auf der Venus im Westen, geht im Osten unter und erscheint nach 117 Erdtagen wieder im Westen (117 Erdtage entsprechen einem Venus-Sonnentag).

In der griechischen Literatur wird der Planet Venus mit Phosphoros („Lichtbringer“ oder auch Eosphoros „Bringer der Morgendämmerung“) und Hesperos (als Abendstern) in Verbindung gebracht. Sumerer und Babylonier sahen in diesem Planeten die Verkörperung der Göttin Ishtar (sum. Inanna). Die hellenistischen Griechen brachten die Göttin Aphrodite (römisch Venus) mit diesem Himmelskörper in Verbindung.

*Also durcheilte der schneidende Kiel die Fluten des Meeres,
Heimwärts tragend den Mann, an Weisheit ähnlich den Göttern.
Ach! er hatte so viel unnennbare Leiden erduldet,
Da er die Schlachten der Männer und tobende Fluten durchkämpfte;
Und nun schlief er so ruhig, und all sein Leiden vergessend.
Als nun östlich der Stern mit funkelndem Schimmer emporstieg,
Welcher das kommende Licht der Morgenröte verkündet;
Schwebten sie nahe der Insel im meerdurchwallenden Schiffe.*

Homer (8. Jh. v.Chr.), „Odyssee“, Dreizehnter Gesang, 88-95

***Hell wie der Stern vorstrahlet in dämmernder Stunde des Melkens,**
Hesperos, der am schönsten erscheint vor den Sternen des Himmels:
So von der Schärfe des Speers auch strahlet' es, welchen Achilleus
Schwenkt' in der rechten Hand, wutvoll dem göttlichen Hektor,
Spähend den schönen Leib, wo die Wund' am leichtesten haften.*

Homer (8. Jh. v.Chr.), „Ilias“, XXII Gesang, 88-95

Übers. <http://gutenberg.spiegel.de/>

mit freiem Auge

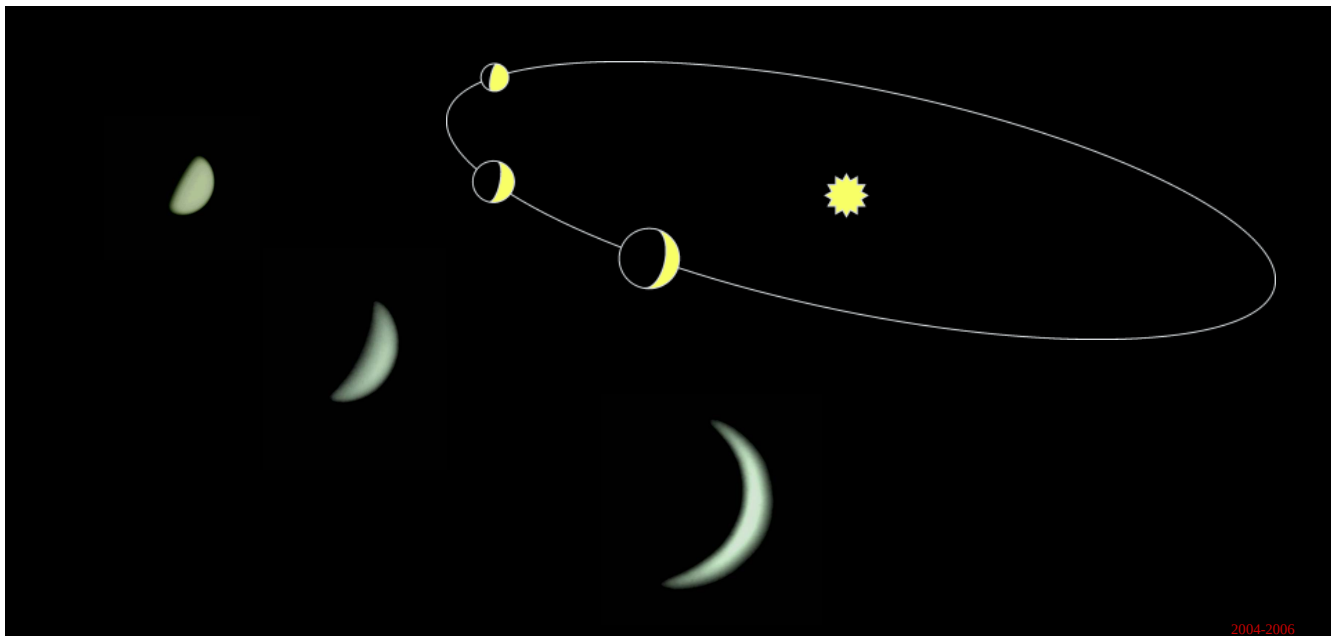


25.03.2004



Blick durch einen Feldstecher

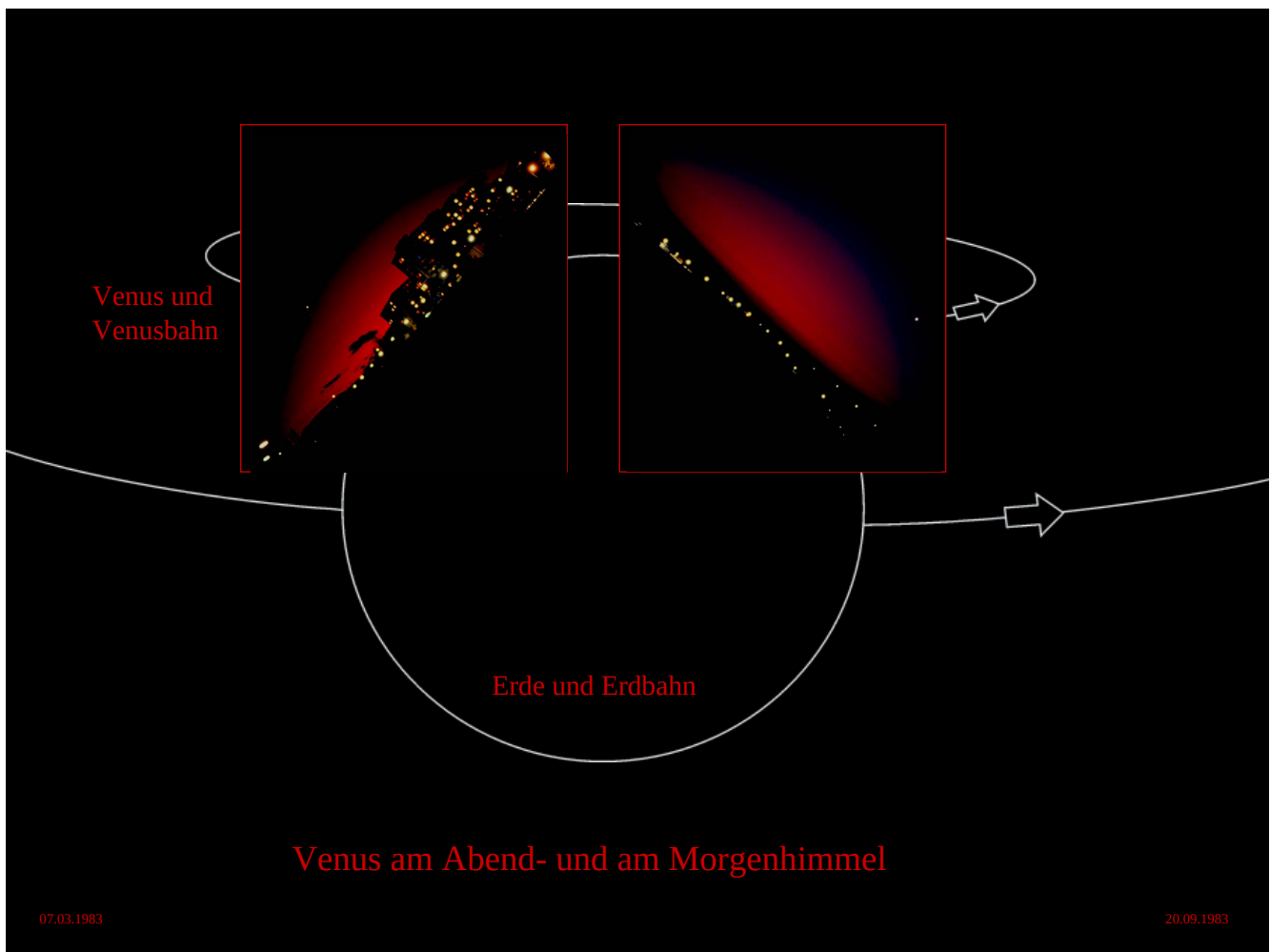
Unmittelbar nach Sonnenuntergang erscheint hier die Venus über dem westlichen Horizont. Verglichen mit einem Stern leuchtet sie ruhig im von ihr reflektierten Sonnenlicht. Auch die anderen Planeten zeichnen sich durch ein ruhiges Leuchten aus, welches vor allem in Horizontnähe durch die Luftunruhe sichtbar gestört werden kann.



2004-2006

Durch ein Fernrohr beobachtet ist die Venus ein besonderes Objekt, da sie – ähnlich dem Mond - Phasen zeigt. Diese kommen durch die Betrachtung der beleuchteten und der unbeleuchteten Seite der Venus zustande, während die Venus auf ihrer inneren Bahn die Erde überholt. Bereits mit einem Feldstecher lässt sich diese „Venussichel“ erahnen.

Achtung ! Die Venus steht meist in Sonnennähe! Niemals mit Feldstechern oder Fernrohren in die Sonne blicken! Erblindung kann die Folge sein!



Der Mars

Von der Erde aus gesehen ist der Planet Mars ein äußerer Planet. Daher sehen wir seine von der Sonne beleuchtete Hälfte immer fast zur Gänze. Ungefähr halb so groß wie die Erde und mit einer dünnen Atmosphäre umgeben, zeigt Mars deutliche Oberflächenstrukturen und helle Polkappen. Die Färbung verdankt der Planet hellen Eisenverbindungen. Regelmäßig sind Sandstürme gigantischen Ausmaßes auf der Oberfläche zu beobachten. Da die Umlaufdauer um die Sonne etwa doppelt so lange ist wie die der Erde, kommt es alle zwei Jahre zur Opposition zur Sonne, die Sonne steht von der Erde aus gesehen „gegenüber“ dem Mars. Mars steht dann um Mitternacht im Süden, die Entfernung zwischen Erde und Mars kann bis auf 55 Mio. km sinken (etwa 3 Lichtminuten). Seit dem 19. Jahrhundert wird über die Möglichkeit von (einfachen) Lebensformen auf dem Mars diskutiert.

Aufgrund seiner gelb-roten Farbe wird der Mars mit Krieg und Kriegsgottheiten in Verbindung gebracht. In der griechischen Mythologie ist es Ares (röm. Mars).

mit freiem Auge



08.11.2005

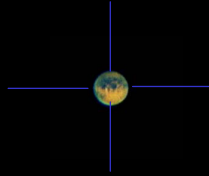
Mars ist als äußerer Planet oft die ganze Nacht über zu beobachten. Dann erscheint er als rötlich-gelb leuchtendes Objekt, welches sich im Laufe des Jahres durch die Tierkreissternbilder bewegt. Lediglich die Sterne Antares im Skorpion und Aldebaran im Stier sind in den Tierkreissternbildern von ähnlicher Färbung.



08.11.2005; Meade LX200GPS 10"

Im Fernrohr zeigen sich auf dem Planeten Mars deutliche Oberflächenstrukturen, hier bei Beobachtung durch ein 10'' Cassegrain Teleskop. Die 100 besten mit einer Webcam aufgezeichneten Bilder wurden gemittelt um die dargestellt Auflösung zu erreichen
(z.B. www.astronomie.be/registax/ oder www.videoastronomy.org/giotto.htm).

SCIENCE FICTION

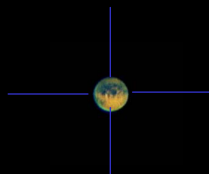


Nachdem im 19. Jahrhundert die ersten Strukturen am Mars entdeckt wurden, kam es zur Deutung dieser Strukturen als „Marskanäle“. Diese seien von intelligenten Bewohnern des Planeten angelegt wurden um Wasser zu verteilen, hieß es.

Herbert George Wells (H.G. Wells) griff dieses Thema in seinem 1898 erschienenen Werk „Krieg der Welten“ auf und ließ eine überlegene Streitmacht vom Mars die wasserreiche Erde angreifen. Erst Bakterien der Erde, gegen welche die Marsmenschen keine Abwehrkräfte besaßen, stoppten diese Invasion.

Weltberühmt wurde dieses Werk, als Orson Welles zu Halloween 1938 „Krieg der Welten“ als Hörspiel in Form einer fiktiven Reportage inszeniert, welches ein amerikanischer Radiosender ausstrahlte. Da viele Zuhörer erst zu spät dazuschalteten, glaubten ca. 6 Millionen Amerikaner die USA werde von einer Streitmacht vom Mars angegriffen. Zeitungsberichten zufolge kam es daraufhin in New York und anderen Städten zu einer Massenpanik.

SCIENCE FICTION



Im Star-Trek Universum befindet sich die Utopia-Planitia-Flottenwerft in geosynchroner Umlaufbahn um den Mars. Diese ist im Laufe der Jahrhunderte im Star-Trek Universum für den Bau der Raumschiffe der Danube-, Defiant-, Intrepid-, Excelsior- und Galaxy-Klasse zuständig. Somit auch für jene Schiffe, welche die Hauptrollen in folgenden Fernsehreihen spielen:

Star Trek – Next Generation (Galaxy Klasse Raumschiffe)

Raumschiff Voyager (Raumschiff der Intrepid Klasse)

Deep Space 9 (Raumschiffe der Defiant Klasse)

Star Trek Kinofilme (Excelsior Klasse Raumschiffe)

Der Jupiter

Jupiter ist der größte und massereichste Planet unseres Sonnensystems. Er ist ein Gasriese ohne feste Oberfläche. Der Durchmesser dieser Gasplaneten wird dort definiert wo der Gasdruck 1 bar, also etwa der Atmosphärendruck der Erde ist. Im Inneren steigt der Druck so hoch an, dass der Unterschied zwischen Gas und Flüssigkeit nicht mehr möglich ist. Noch tiefer im Inneren geht der Wasserstoff in eine metallische Form über. Dieser metallische Wasserstoffkern und die schnelle Rotation sind vermutlich die Ursache für sein extrem starkes Magnetfeld.

Jupiter ist für das Fernrohr ein lohnendes Objekt. Die Wolkenoberfläche ist in äquatorparallele Wolkenbänder geteilt, mit einem auffälligen orange-roten Wirbelsturm in der südlichen Hemisphäre. Dieser wird seit 300 Jahren beobachtet und ist so groß wie die Erde („großer roter Fleck“). Zudem durchläuft Jupiter einen Klimazyklus von etwa 70 Jahren in welchem sich Wolkenstrukturen ändern können.

Die vier größten Monde des Jupiter – Ganymed, Kallisto, Io und Europa (alles weibliche, bzw. männliche Geliebte des Zeus, röm. Jupiter) – wurden bereits 1610 von Galileo Galilei beobachtet. Diese Monde dienten ihm als Beweis, dass sich nicht alle Himmelskörper um die Sonne drehen (Streit geozentrisches vs. heliozentrisches Weltbild).

mit freiem Auge



25.03.2004



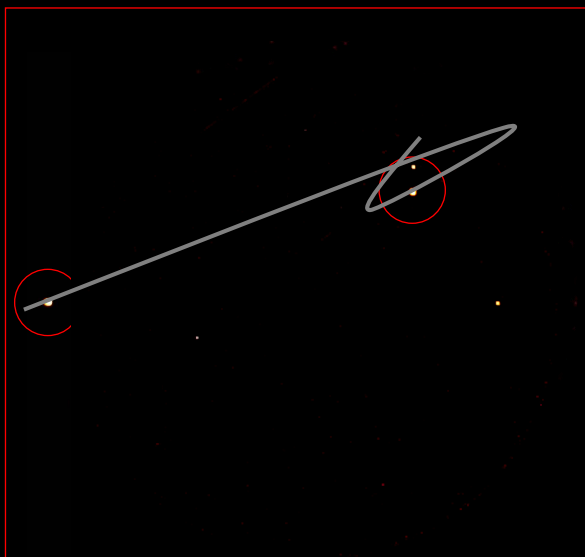
Blick durch einen Feldstecher

Jupiter ist wie Mars und Saturn als äußerer Planet oft die ganze Nacht über zu beobachten, wie hier über dem Mausoleum in Graz. Bereits mit einem Feldstecher - am besten durch ein Stativ unterstützt - lassen sich die Monde erkennen.

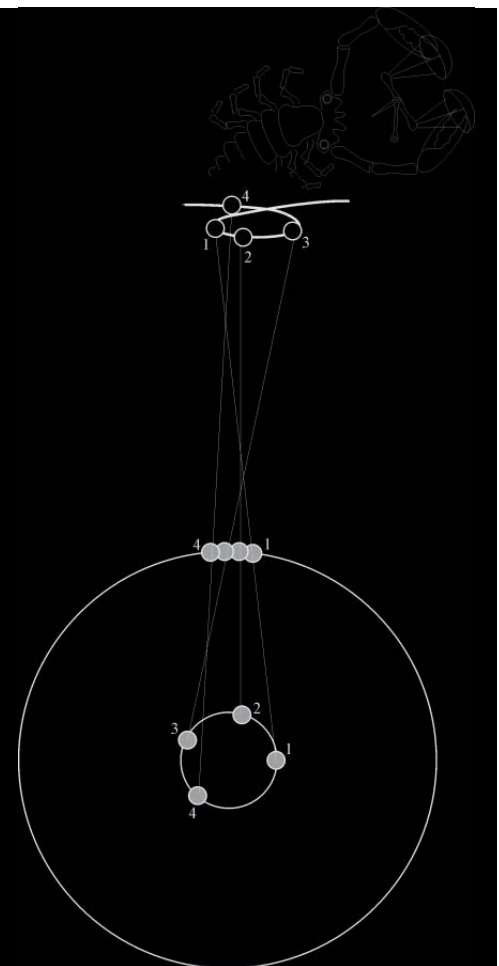


22.05.2005; Meade LX200GPS 10"

Der schnelle Tanz der Monde, die rasche Rotation des Planeten in weniger als 10 Stunden und der aufgrund der schnellen Rotationsdauer rasch wiederkehrende orange-rote Wirbelsturm (Rote Fleck) sind ein immer lohnendes Ziel für das Fernrohr.



Bewegung des Planeten Jupiter über mehrere Monate hinweg. Die Bewegung des Planetens wird „rückläufig“, d.h. er bewegt sich vor dem Hintergrund der Fixsterne zuerst in die eine, dann in die andere Richtung. Dies lässt sich durch die Überlagerung der Bewegung von Erde und Jupiter erklären und ist bei allen Planeten beobachtbar. Im geozentrischen Weltbild der Antike mussten bei still stehender Erde die Planeten auf Schleifenbahnen, sogenannten „Epizyklen“ umlaufen, um diese Bewegung beschreiben zu können.



SCIENCE FICTION



Der 1968 erstmals gezeigte Film „2001: Odyssee im Weltraum“ basiert auf dem Roman „The Sentinel“ (Der Wächter) von Arthur C. Clarke und wurde 1984 im Film „2010 – Das Jahr, in dem wir Kontakt aufnehmen“ entsprechend dem zweiten Teil der Romanreihe fortgesetzt.

In diesen Filmen erscheint ein schwarzer Monolith, der die Entwicklung der Menschheit überwacht und am Ende des zweiten Teils den Planeten Jupiter in eine zweite Sonne verwandelt. Dadurch wird auch der eisige Jupitermond Europa in einen tropischen Planeten verwandelt, wo erneut ein Monolith die Entwicklung intelligenten Lebens beobachtet. Der dritte und vierte Teil der Romanreihe wurde nie verfilmt.

Berühmt wurde der 1968 gedrehte Film vor allem durch seine Spezialeffekt, wie der Darstellung der radförmigen Raumstation und der zu Walzerklängen andockenden Raumfähre.

Der Saturn

Auch Saturn zählt zu dem jupiterähnlichen Gasriesen. Im Gegensatz zu Jupiter ist er jedoch von einem mächtigen Ringsystem umgeben, welches aus zahlreichen Einzelringen besteht, die wiederum von Eis- und Gesteinsbrocken gebildet werden, die von Staubkorngröße bis mehreren Metern Größe reichen. Die Beschreibung aller Phänome in solchen Ringen ist äußerst komplex und noch immer Gegenstand aktueller Forschung.

Von besonderem Interesse ist der größte der Saturnmonde, der Mond Titan, gleichzeitig nach Ganymend der zweitgrößte Mond unseres Sonnensystems und größer als der Planet Merkur. Er kann im Fernrohr beobachtet werden und ist von einer dichten Atmosphäre umgeben, die aus Stickstoff, Methan, Argon und zahlreichen anderen organischen Verbindungen besteht. Auf der Oberfläche herrscht ein Atmosphärendruck von etwa 1,5 bar, es regnet vermutlich Methan auf eine gebirgsartige Oberfläche aus Wassereis, Gestein und Methanseen; Blitzentladungen sind möglich. Knapp unter der Oberfläche könnten größere Seen aus einem flüssigen Wasser-Ammoniak-Gemisch existieren. Titan rotiert wie der Erdmond in gebundener Rotation. Die Chemie auf Titan ist ein Beispiel für chemische Evolution, die auf der Erde zu Leben geführt hat.

mit freiem Auge



25.03.2004



Blick durch einen Feldstecher

Hier leuchtet der Planet Saturn über der Technischen Universität Graz. Bereits beim Blick durch einen guten Feldstecher erahnt man, dass dieser Planet nicht einfach nur rund ist. Galileo Galilei hielt den Ring für zwei Mond rechts und links des Planeten.



11.05.2005; Meade LX200GPS 10"

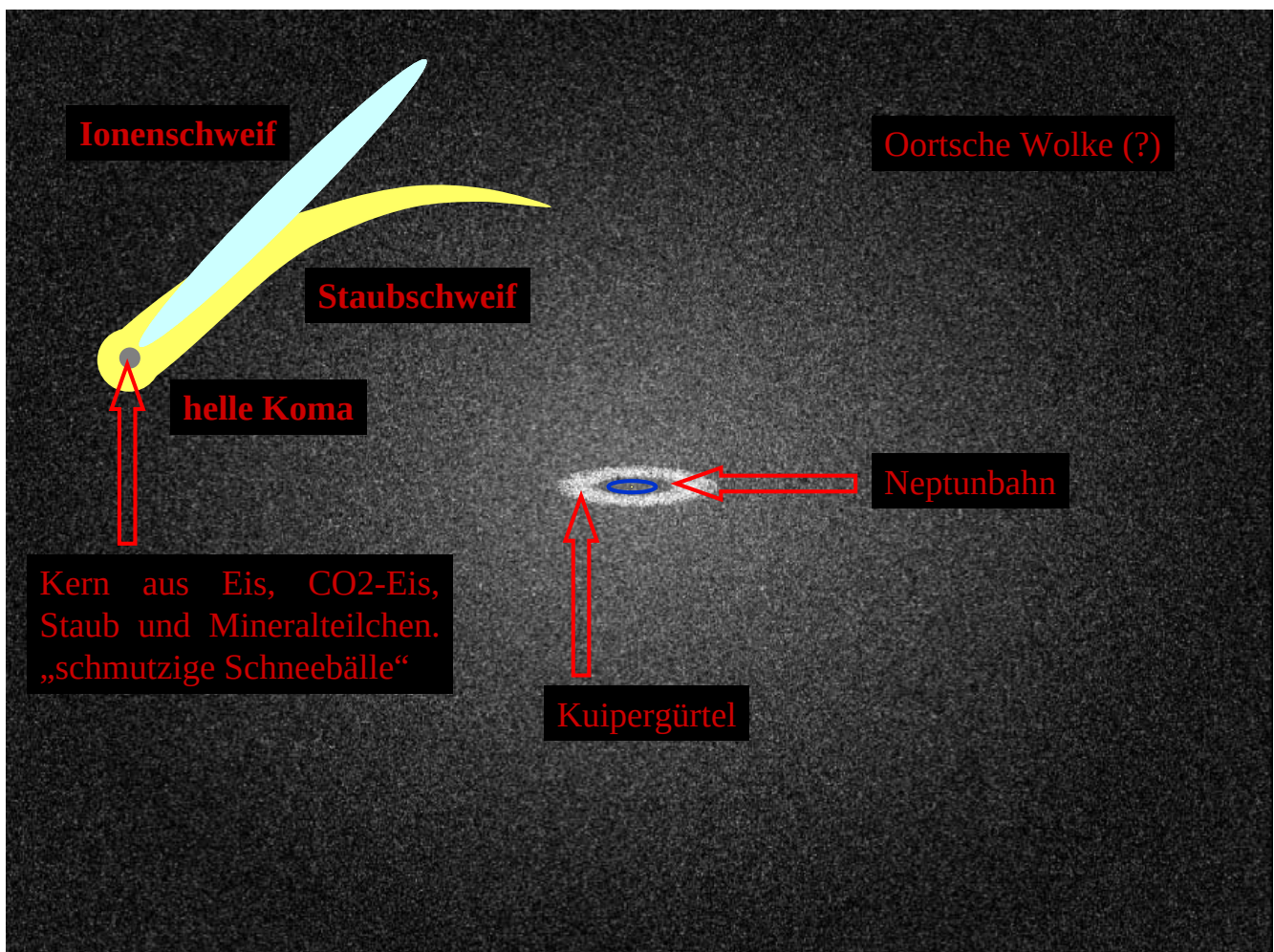
Erst im Fernrohr erkennt man deutlich die Ringe mit der nach Giovanni Domenico Cassini benannten markanten Lücke („Cassini-Teilung“) zwischen dem A-Ring (außen) und dem B-Ring. Da die Drehachsen der Planeten im Raum konstant bleibt, blicken wir innerhalb eines Saturnjahres (ca. 30 Erdenjahre) sowohl von oben, dann wieder von unten, aber auch flach von der Seite auf die Ringe. 2009 ist das Ringsystem projizierend von der Seite zu sehen und somit fast unsichtbar. Je nach der Stellung Erde-Sonne-Saturn verändert sich auch die Größe und die Lage des Planetenschattens auf den Ringen leicht.

Kometen

Heute versteht man unter einem Kometen einen kleinen Himmelskörper der in Sonnennähe durch Aufheizung auszudampfen beginnt (Bildung einer Koma). Diese Teilchen werden vom Sonnenwind – elektrisch geladenen Teilchen - aufgeladen und mitgerissen (Ionenschweif) oder vom Strahlungsdruck „verweht“ (Staubschweif).

Erst in der europäischen Epoche der Renaissance erkannten Naturwissenschaftler Kometen als wiederkehrende Himmelskörper und glaubten nicht mehr an Ausdünstungen der Erdatmosphäre. Kurzperiodische Kometen (Perioden kleiner als 200 Jahre) stammen vermutlich aus dem Kuipergürtel jenseits der Plutobahn, langperiodische Kometen mit Umlaufzeiten größer als 200 Jahren vermutlich aus der Oortschen Wolke, welche die Sonne in großer Entfernung wahrscheinlich kugelförmig umgibt.

Da sich ein Kometenschweif erst in Sonnennähe bildet, ist die Grenze zwischen Asteroiden und Kometen fließend. Asteroiden können ausgebrannte Kometenkerne sein, andererseits können als Asteroiden eingestufte Objekte in Sonnennähe ausdampfen beginnen.



mit freiem Auge



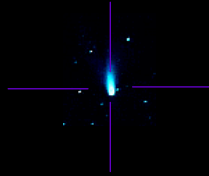
Blick durch einen Feldstecher, bzw. ein Fernrohr bei kleiner Vergrößerung.

Links Komet Hale-Bopp (1997), fotografiert von einem dunklen Innenhof der Graz Innenstadt aus. Dieser Komet war mehr als 12 Monate mit freiem Auge zu beobachten.



Helle Kometen sind seltene Himmelsereignisse und für die ganze Familie geeignet. Verwendet man ein Weitwinkelobjektiv (Kleinbild 20-24mm Brennweite) kann man bis etwa 20 Sekunden belichten ohne Sterne am Diafilm (oder CCD-Chip) zu nennenswerten Strichen werden zu lassen. Am Ende der Belichtungszeit blitzt man mit einem separaten Blitz oder dem Blitz einer zweiten Kamera aus passender Entfernung dazu (evtl. von der Seite).

ASTROLOGIE, ESOTERIK



Kometen gelten in der Astrologie als Unheilbringer. So schrieb der Arzt und Astrologe Michel de Nostredame („Nostradamus“, 1503-1566) in einer seiner als Prophezeiungen bezeichneten Centurie:

Apperoistra vers le Septentrion,
Non loing de Cancer l'estoille chevelue,
Suze, Sienna, Boece, Eritrion,
Mourra de Rome grand, la nuict disperue.

Es erscheint gegen das Siebengestirn,
nahe dem Sternbild Krebs der Komet,
Susa, Sienna, Boetia, Eretria,
der große Römer stirbt in der Dämmerung.

Nostradamus, VI. Centurie, Vers 6

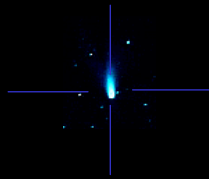
SCIENCE FICTION



In der Science-Fiction Literatur spielen Kometen (auch Asteroiden) oft die Hauptrolle in kosmischen Katastrophenfilme. So schlägt in dem 1998 gezeigten Film „Deep Impact“ ein Komet in den Atlantischen Ozean ein. Der dadurch verursachte Riesen-Tsunami überschwemmt die gesamte Ostküste der USA bis Ohio, sowie Florida.

Im Film „Armageddon“ bedroht ein riesiger Asteroid die Erde. Dieser kann aber durch Einsatz einer Nuklearwaffe in zwei kleine Teile gesprengt werden, die an der Erde vorbeifliegen.

SCIENCE FICTION



1934 veröffentlichte Alex Raymond den Comic um den Helden Flash Gordon, der neben Burne Hogarths Tarzan und Hal Fosters Prinz Eisenherz bald zu den beliebtesten Comics in Tageszeitungen wurde. Die Serie wurde vielfach verfilmt.

Diesen Geschichten zufolge bedrohte ein kleiner Planet auf Kollisionskurs 1929 die Erde und der Wissenschaftler Dr. Zarkow schickte Flash Gordon sowie dessen Verlobten Dale Arden in einem von ihm konstruierten Raumschiff zu diesem Planeten um ihn zu sprengen. Der Planet Mongo kollidierte jedoch nicht mit der Erde. Allerdings trafen die Helden auf mehrere Rassen, denen dieser Planet als Heimat diente. Unter anderem auch auf einen Diktator, Ming den Gnadenlosen. Durch die Hilfe seiner Tochter Aurora und ihres Mannes Prinz Barin entkamen beide und erleben seit damals zahlreiche Abenteuer auf Mongo.

Meteoroide

Meteoroide (Meteoride) umkreisen wie ein Asteroid oder ein Komet die Sonne, sind aber wesentlich kleiner als diese. Oft handelt es sich um Bruchstücke derselben.

Treten Meteoroiden in die Erdatmosphäre ein, so verursachen sie eine leuchtende Erscheinung, den **Meteor**. Kleine Meteore werden im Volksmund als Sternschnuppen bezeichnet, bei deren Erscheinen man nach dem Volksglauben einen Wunsch frei hat (den man allerdings niemanden erzählen darf !). Größere Meteore werden als Feuerkugeln bezeichnet und können von Zischlauten und Rauchfahnen begleitet werden. Jene Teile, die nicht in der Erdatmosphäre verglühen, sondern am Erdboden einschlagen, werden als Meteoriten bezeichnet. Diese kann man oftmals in Mineralienhandlungen kaufen.

Meteorströme treten regelmäßig auf, wenn die Erde auf ihrer Bahn die Bahn eines Staubstroms kreuzt. In vielen Fällen handelt es sich dabei um Auflösungsprodukte eines Kometen, die sich ebenfalls entlang der Kometenbahn durch den Raum bewegen. Es regnet dann „Bruchstücke“ dieses Kometen auf die Erde. Für den Beobachter auf der Erde scheint dieser Meteorstrom aus einer Raumrichtung zu kommen. Das Sternbild in welchem dieses Zentrum liegt ist dann namensgebend für den Meteorstrom (z.B. Perseiden aus dem Sternbild Perseus).

mit freiem Auge



Feuerball über Graz im Sommer 2005. Dieser Meteorstrom der Perseiden um den 12. August besteht aus Auflösungsprodukten des Kometen Swift-Tuttle, der im 19. Jahrhundert entdeckt wurde. Die Aufnahme war eine von mehreren 30 Sekunden Belichtungen, die computergesteuert von einer Digitalkamera mit Weitwinkelobjektiv durchgeführt wurde (Sternbilder Schwan, Leier und Adler im Hintergrund).

08.08.2005



Ein etwa zwei Zentimeter großer Meteorit, wie er im Handel erhältlich ist.

Treten Meteoroiden in die Erdatmosphäre ein, bildet sich vor den oft sehr kleinen Teilchen aufgrund ihrer Überschallgeschwindigkeit ein Verdichtungsstoß, der so heftig ist, dass die Luft ionisiert wird und zu leuchten beginnt. Der Meteoroid selbst wird aufgeschmolzen und verliert einen Teil seiner Masse, bzw. wird völlig zerstört. Das Material kann unter Umständen selbst in charakteristischen Spektralfarben leuchten, also z.B. bläulich, grünlich, orange-rot. In größeren Meteoren (Feuerkugeln oder Boliden) sind Reste des abgetragenen Materials u.U. als Rauchfahnen sichtbar (beispielsweise bei Mondlicht). Heftige Stoßwellen sind auch am Boden als Geräusche wahrnehmbar.

2006 wurde Staub eines zermahlenden Gesteinsmeteoriten von der österreichischen Staatsdruckerei auf Marken eines Briefmarkenkleinblocks „Post aus einer anderen Welt“ aufgebracht.



Bei Tektiten handelt es sich um Auswurfmaterial der Erdkruste, welches beim Einschlag eines großen außererrestrischen Körpers mehrere Kilometer weit geschleudert werden kann. Dabei schmilzt das Gestein auf und bildet glasartige Strukturen. Es gibt weltweit nur wenige große Streufelder mit den für diese Regionen charakteristischen Materialien.

Ein etwa drei Zentimeter großer Tektit.

Literatur:

[1] **Herrmann, Joachim** ; dtv-Atlas astronomie, Deutscher Taschenbuch Verlag, 14. überarbeitete Auflage, 2000, ISBN 3-423-03006-2

[2] **Köhlmeier, Michael** ; Sagen des klassischen Altertums, Piper, München, Zürich, 1996, ISBN 3-492-22371-0 (auf Hör-CD: Klassische Sagen des Alterums, ORF Edition Radio Literatur, CD507)

[3] **Köhlmeier, Michael** ; neue Sagen des klassischen Altertums, Piper, München, Zürich, 1997, ISBN 3-492-22372-4 (auf Hör-CD: Klassische Sagen des Alterums II, ORF Edition Radio Literatur, CD508)