



Himmelsmechanik Teil 1 - Bewegungen
Sonne - Erde - Mond



Zu meiner Person

Dipl.-Ing. (FH) Markus Fulde
Finkenweg 3
D-89173 Lonsee

Telefon +49 (7336) 92 1 189

Fax +49 (7336) 92 10 68

Mobil +49 (160) 84 54 314

Markus.Fulde@T-Online.de

- 1970 geboren in Ehingen, unverheiratet mit fester Partnerin
- Eine Tochter Daniela Jasmin

Astronomie in meinem Leben

- Begeisterung für die Sterne seit meiner Grundschulzeit.
- Einstieg in die Astronomie vor ca. 15 Jahren durch selbst angeeignetes Wissen über Bücher und Literatur.
- Seit 10 Jahren aktives Mitglied der Volkssternwarte Laupheim e.V. mit Zeiss Planetarium.

Aufgaben im Verein

- 3 Jahre Vorstand für astronomische Volksbildung.
- 8 Jahre Arbeitsgebietsleiter für digitale Bildverarbeitung und Mitglied des Führungsgremiums.
- Mitarbeit bei der Erstellung von astronomischen Multimedia-Shows im Planetarium.
- Öffentliche Sternwartenführungen im Winterhalbjahr in der Sternwarte.
- Referent bei Vorträgen zu astronomischen Themen.

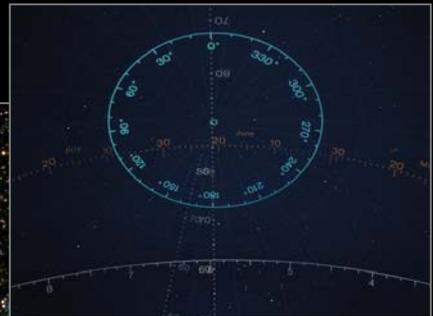


*„Astronomisches Bildungszentrum Laupheim“
Volkssternwarte Laupheim e.V.*

08.07.2009

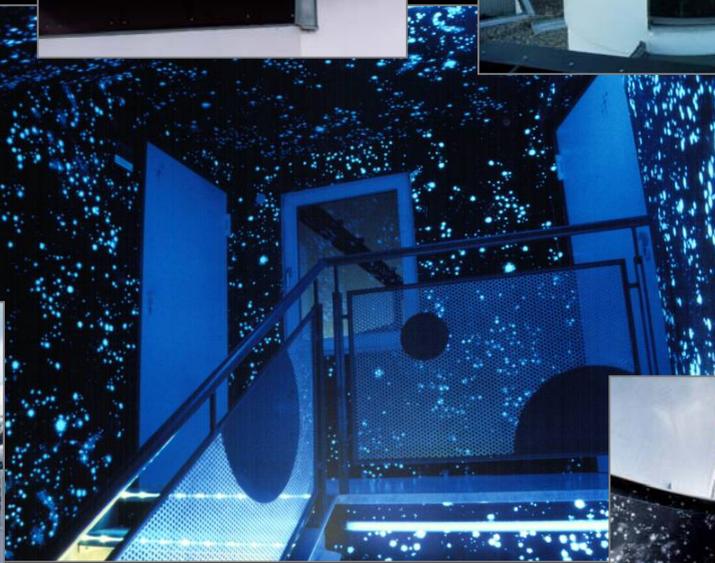
Folie 3

Planetarium mit Zeiss Projektor



08.07.2009

Folie 4



Sternwarten

08.07.2009

Folie 5

Kurze Vorstellungsrunde

- Name?
- Wohnort?

- Astronomische Vorkenntnisse vorhanden?
- Hobbys?

- Motivation für das Seminar?
- Erwartungen?



Elliptische Galaxy Centaurus A

08.07.2009

Folie 6

Ablauf

- 1. Abend Thema „Bewegungen“
- 2. Abend Thema „Finsternisse“
- 3. Abend Thema „Sterne und Sternbilder“
- 4. Abend Gemeinsame Beobachtung



Achtung!

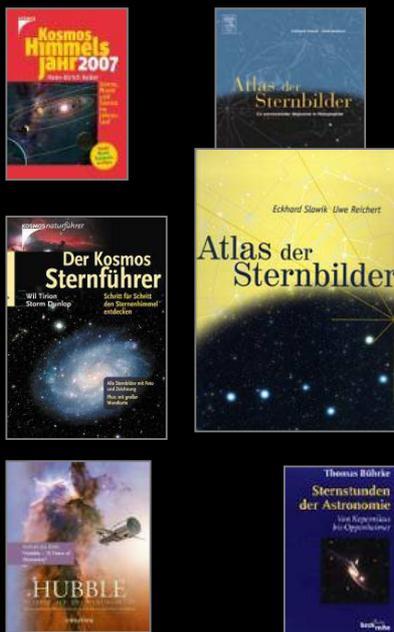
- Treffpunkt an einem gemeinsam abgesprochenen Platz. Absprache am 3. Abend!
- Dauer solange Lust und Interesse vorhanden!
- Unterstützung mit leistungsfähigen Teleskopen und Kollegen aus Laupheim!
- Warme Winterbekleidung ist dringen empfohlen!
- Termin findet nur bei klarem Wetter und gute Sicht statt. Ansonsten Ausweichtermin!
- Private Ferngläser, Fernrohre, Teleskope und optische Instrumente können mitgebracht werden.



„Offene Fragen oder was ich schon immer wissen wollte?!?“

Literatur - Bücher, Zeitschriften und Software

Bücher



Zeitschriften



Software



08.07.2009

Folie 9

Eine Einführung!

M45 – Offener Sternhaufen „Die Plejaden“



Begriffsdefinition wichtiger Begriffe

Planeten

- Ein Himmelskörper ist ein **Planet**, wenn er sich auf einer Bahn um die Sonne befindet und über eine ausreichende Masse verfügt, um durch seine Eigengravitation eine annähernd runde Form (hydrostatisches Gleichgewicht) zu bilden und die **Umgebung seiner Bahn bereinigt hat**.
- » **Ein Planet leuchtet nicht selbst, er reflektiert das Licht des Sterns!**

Zwergplaneten

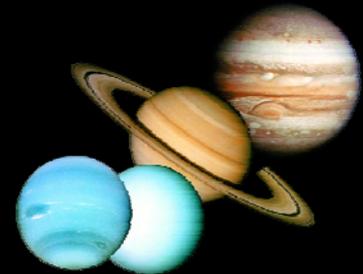
- Ein Himmelskörper ist ein **Zwergplanet**, wenn er sich auf einer Bahn um die Sonne befindet und über eine ausreichende Masse verfügt, um durch seine Eigengravitation eine annähernd runde Form (hydrostatisches Gleichgewicht) zu bilden und die **Umgebung seiner Bahn nicht bereinigt hat und kein Mond ist**.
- » **Ein Planet leuchtet nicht selbst, er reflektiert das Licht des Sterns!**

Monde

- Der Begriff **Mond** bezeichnet allgemein einen Himmelskörper, der einen Planet/Zwergplanet umkreist.
- » **Ein Mond leuchtet nicht selbst sondern er reflektiert das Licht des Sterns den der Planet umkreist!**



Planeten des Sonnensystems



Die 4 Galileischen Monde

Sterne / Sonne

- Stern oder **Sonne** bezeichnet einen hellen, als Lichtpunkt erkennbaren selbstleuchtenden Himmelskörper. Im Altertum unterschieden in Fixstern und Wandelstern (heute: Planet). Im inneren eines Sterns findet der physikalische Prozess der Kernfusion statt bei dem Wärme und Licht entsteht.
- » **Ein Stern ist ein Himmelskörper welcher selbst leuchtet!**

Galaxien

- Als eine **Galaxie** (griechisch galaxias [männlich] - der milchige Sternennebel, die Milchstraße) wird in der Astronomie allgemein eine **gravitativ gebundene große Ansammlung von Materie** wie Sternen und Planetensystemen, Gasnebeln, Staubwolken und sonstigen Objekten bezeichnet. Synonym kann auch der Begriff Sternsystem verwendet werden.
- Unsere Galaxie heißt auch **Galaxis** oder Milchstraße. In einer dunklen und klaren Nacht sehen die dicht gedrängten Sterne der galaktischen Scheibe tatsächlich wie eine Spur von verschütteter Milch aus.



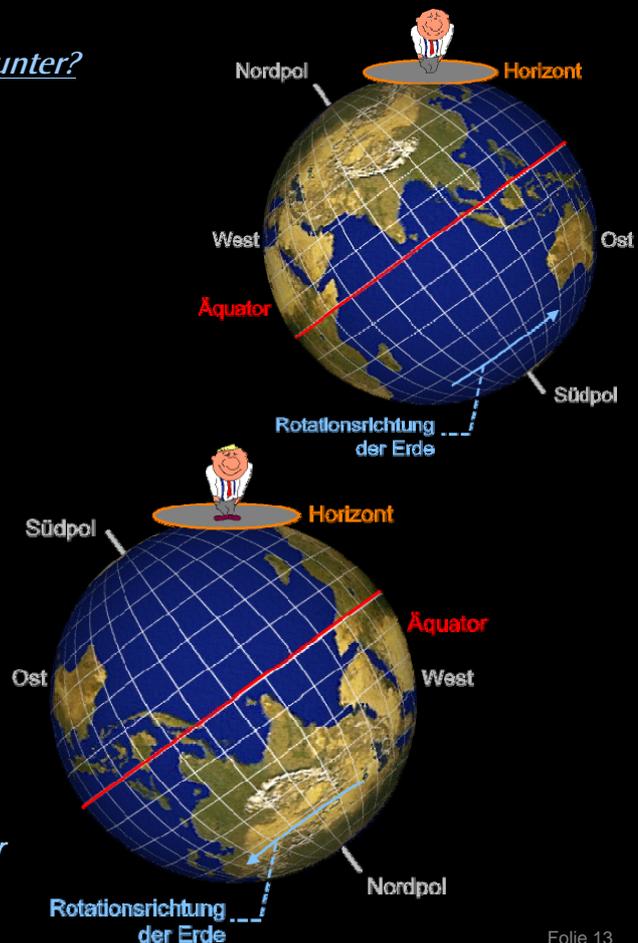
Die Sonne



M104 – Sombrero Galaxie

Warum gehen in jeder Nacht Sterne auf und unter?

- Ursache dafür ist die tägliche *Achsendrehung* der Erde.
- Nord- und Südpol sind die beiden Punkte der Erdachse. Sie sind die beiden Drehpunkte um die die Sterne ihre scheinbare tägliche Bewegung vollführen.
- Von einem Beobachtungspunkt auf der Erde ist immer nur ein Himmelspol über dem Horizont.
- Auf der Nordhalbkugel der Erde ist der *Drehsinn von links nach rechts mit Blick Richtung Süden. Der Sternhimmel bewegt sich von Ost nach West.*
- Auf der Südhalbkugel der Erde ist der *Drehsinn von rechts nach links mit Blick Richtung Süden. Der Sternhimmel bewegt sich von Ost nach West.*
- Am Äquator gehen alle Sterne senkrecht zum Horizont auf und unter.
- Am Nord- oder Südpol der Erde bewegen sich alle sichtbaren Sterne in Kreisen parallel zum Horizont.
- » *Für die Bewegung der Sterne ist die Drehung der Erde verantwortlich!*



08.07.2009

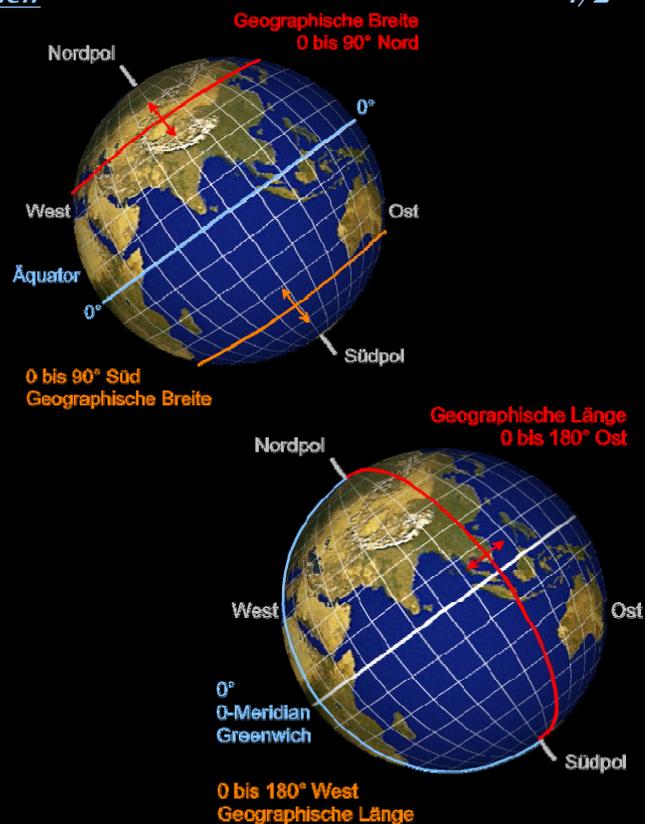
Folie 13

Ortsbestimmung auf der Erde und am Himmel?

- 1/2 -

Zur Ortsbestimmung auf der Erde und am Himmel dient das äquatoriale Gradnetz

- Ähnlich wie in der Ebene ein rechtwinkeliges Koordinatensystem definiert werden kann, kann man auch auf der Kugeloberfläche ein derartiges Gitter definieren.
- **Breitenkreise:** Kreise, die parallel zur Äquatorebene der Kugel verlaufen. Einer davon ist der Äquator selbst (ein Großkreis), die anderen liegen parallel dazu nach Norden und Süden verschoben und werden immer kleiner (Kleinkreise der Kugel).
» *geographische Breite*
- **Längenkreise:** Diese verlaufen alle von Pol zu Pol. Damit sind alle Längenkreise Großkreise. Außerdem stehen sie senkrecht auf alle Breitenkreise.
» *geographische Länge*
- **Breiten- und Längenkreise werden in Graden gezählt!**

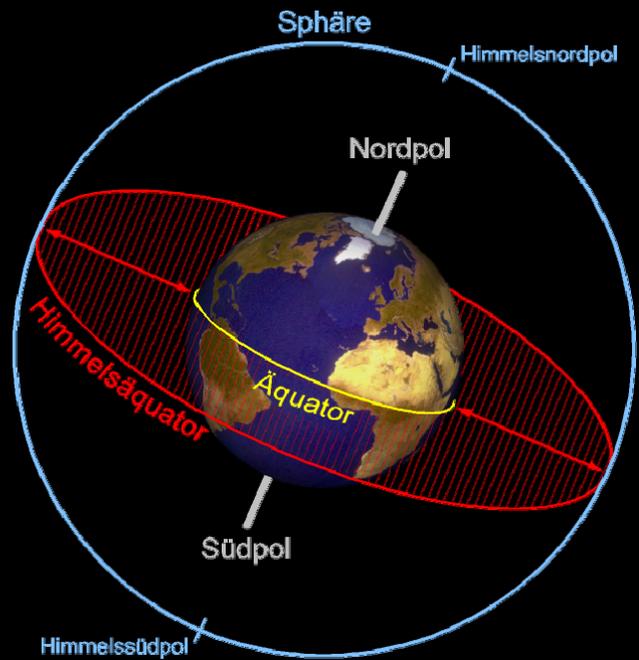


08.07.2009

Folie 14

- Breitenkreise beginnend bei Null Grad am Äquator nach Norden (= + 90°) und Süden (= - 90°)
- Längengrade beginnend bei einem ausgezeichneten, festgelegten *Nullmeridian* nach Westen und Osten (jeweils 180°).
- Seit 1884 ist durch die Internationale Meridiankonferenz der durch die Sternwarte in *Greenwich verlaufende Meridian als Nullmeridian* international anerkannt.
- Der Erdäquator trennt die Erdoberfläche in eine nördliche und in eine südliche Halbkugel.
- Der Himmelsäquator ist die scheinbare Verlängerung des Erdäquators in den Raum und er trennt den Sternenhimmel in eine nördliche und in eine südliche Stern-Hemisphäre.
» *Deklination und Rektaszension*
- Der Winkelabstand des Himmelspols über dem Nordhorizont wird als *Polhöhe* bezeichnet.
- Geokoordinaten von Lonsee:

Länge	9.91667 / E 9° 55' 0''
Breite	48.5333 / N 48° 32' 0''



Man kann sich die Späre als „himmlische Sphäre“ verdeutlichen an der die Fixsterne und Himmelsobjekte „aufgehängt“ sind.

Lonsee aus dem Weltraum



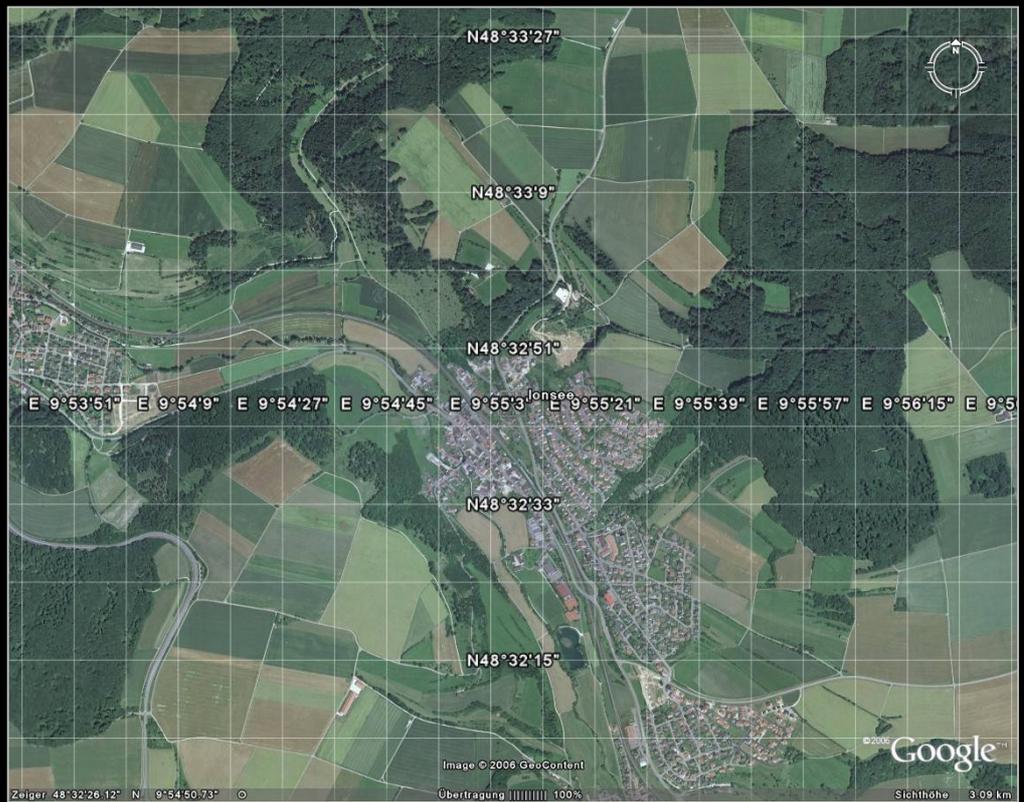
Bild aus Google Earth

Sichthöhe 15.000 km

Bild aus Google Earth
Sichthöhe 1.400 km

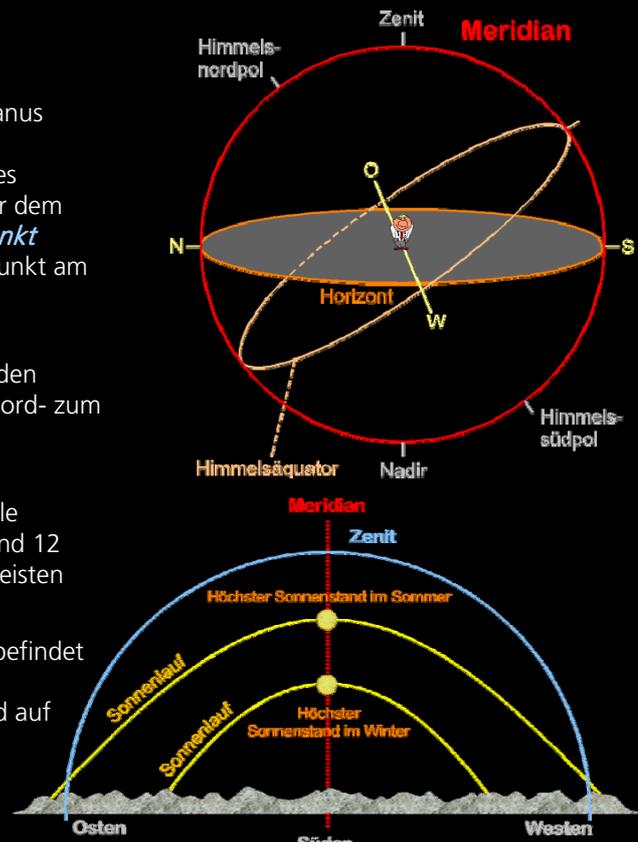


Bild aus Google Earth
Sichthöhe 3,09 km



Der Meridian – die Mittagslinie

- Das Wort Meridian (von lateinisch: circulus meridianus „Mittagskreis“) bezeichnet in der Astronomie den senkrecht auf dem Horizont des Beobachtungsortes stehenden, durch den **Zenit-Punkt** (senkrecht über dem Kopf), den **Südpunkt am Horizont**, den **Nadir-Punkt** (senkrecht unter den Füßen), und über den Nordpunkt am Horizont wieder zum Zenit (ferner auch durch die Himmelspole) verlaufenden Großkreis am Himmel.
- Das Wort Meridian bezeichnet in der Geographie den senkrecht auf dem Äquator stehenden und vom Nord- zum Südpol verlaufenden **Halbkreis**, siehe Meridian (Geographie).
- In der Meridianebene ("im Meridian") erreichen alle Fixsterne ihre größte Höhe (**obere Kulmination**) und 12 Stunden Sternzeit später ihre geringste (bei den meisten Sternen unter dem Horizont).
- Der Meridian wird auch **Mittagslinie** genannt. Er befindet sich für den Beobachter genau im Süden. Auf der Mittagslinie erreicht die Sonne den höchsten Stand auf ihrer Bahn.



08.07.2009

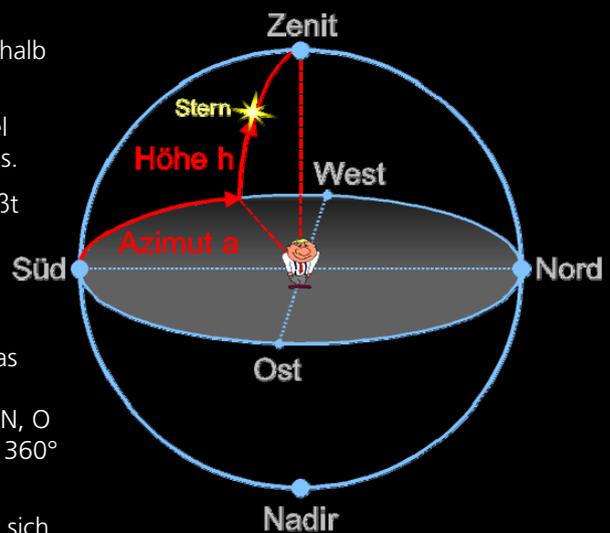
Folie 19

Astronomische Koordinatensysteme

- 1/3 -

Horizontkoordinatensystem (Höhe, Azimut)

- Die **Höhe h** gibt den Winkelabstand eines Gestirns über dem Horizont an. Sie beträgt 0° für eine Position auf dem Horizont und 90° für eine Zenitstellung. Negative Werte beziehen sich auf eine Stellung unterhalb des Horizonts.
- Der durch das Gestirn gehende, zum Horizont parallel verlaufende Kreis heißt **Horizontalkreis**, Azimutalkreis.
- Der Verbindungsbogen Zenit – Gestirn - Horizont heißt **Vertikalkreis**.
- Das **Azimut a** gibt den Winkelabstand zwischen dem Südpunkt (Meridian) und dem Fußpunkt des durch das Gestirn gehenden Vertikalkreises an. In der Astronomie wird normalerweise von S über W, N, O nach S von 0° über 90° , 180° , 270° und zurück nach 360° bzw. 0° gezählt.
- Durch die Bewegung der Gestirne am Himmel ändert sich Azimut und Höhe dauernd.



Horizontkoordinaten Azimut und Höhe

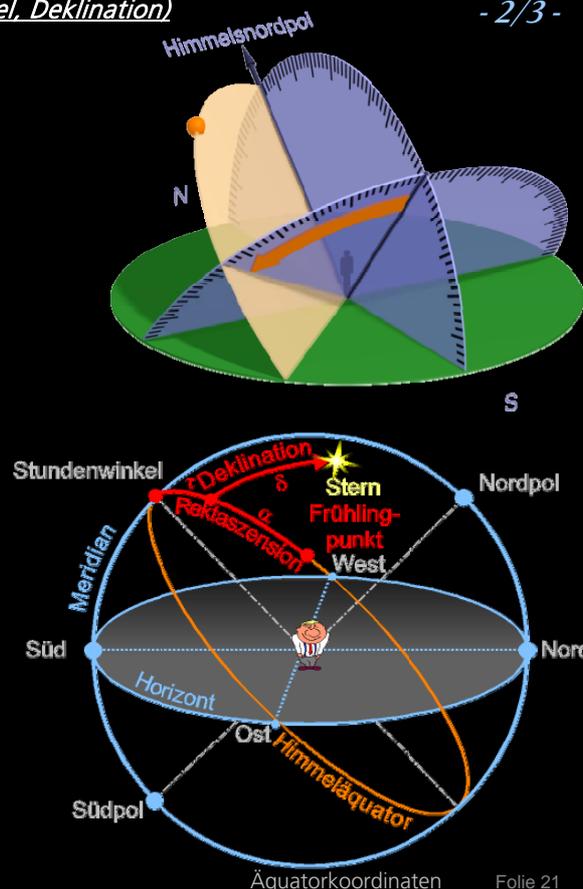
08.07.2009

Folie 19

Äquatorkoordinatensystem (Rektaszension/ Stundenwinkel, Deklination)

- 2/3 -

- Die **Deklination δ** gibt den Winkelabstand eines Gestirns vom Himmelsäquator an. Sie ist positiv bei Gestirnen nördlich und negativ bei Gestirnen südlich des Himmelspols. Der nördliche bzw. südliche Himmelspol hat eine Deklination von $\pm 90^\circ$.
- Der **Stundenwinkel t oder τ** gibt den Winkelabstand eines Gestirns gegen den Meridian im Süden an. Er wird entweder von 0° bis 360° in Richtung W, N, O und S, also in Richtung der scheinbaren Drehung des Himmels gezählt oder vom Meridian aus nach W positiv, nach O negativ. Der Stundenwinkel wird meist nicht in Grad sondern im Zeitmaß angegeben.
- Ein durch den Pol und das Gestirn verlaufender Großkreis heißt **Stundenkreis**.
- Der durch das Gestirn parallel zum Himmelsäquator verlaufende Kreis heißt **Parallelkreis**.
- Da sich der Stundenwinkel mit der Zeit verändert, kann statt ihm auch die **Rektaszension α** eingeführt werden.
- Die **Rektaszension** wird auf den Frühlingspunkt bzw. den durch ihn verlaufenden Stundenkreis bezogen. Die Zählweise erfolgt stets vom Frühlingspunkt in östlicher Richtung von 0° bis 360° , meist auch im Zeitmaß 0^h bis 24^h .



08.07.2009

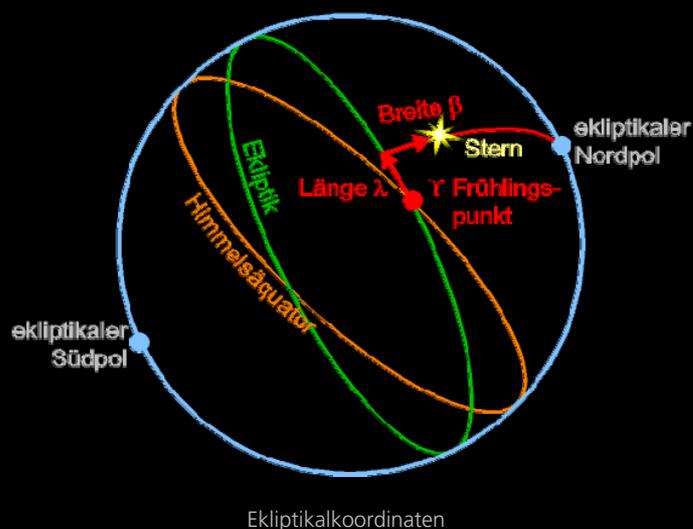
Äquatorkoordinaten

Folie 21

Ekliptikales Koordinatensystem (Länge, Breite)

- 3/3 -

- Die **ekliptikale Breite β** gibt den Winkelabstand eines Gestirns von der Ekliptik (Tierkreislinie) an, und zwar positiv nach Norden, negativ nach Süden. Entsprechend gibt es einen ekliptikalen Nord- und Südpol.
- Die **ekliptikale Länge λ** wird vom Frühlingspunkt an ostwärts im Bogenmaß gerechnet.
- Gegensatz zum **äquatorialen** Koordinatensystem (Höhe, Azimut), das als Bezug die **Ebene des Äquators** der Erde verwendet, ist die **Referenzebene** die von der **Ekliptik beschriebene Ebene**.



Ekliptikalkoordinaten

Zur Vollständigkeit sei hier noch erwähnt, dass es ein viertes Koordinatensystem, das galaktische Koordinatensystem gibt welches sich auf die Milchstraße bezieht.

08.07.2009

Folie 22

Definition des Begriffs Dämmerung

Bürgerliche Dämmerung

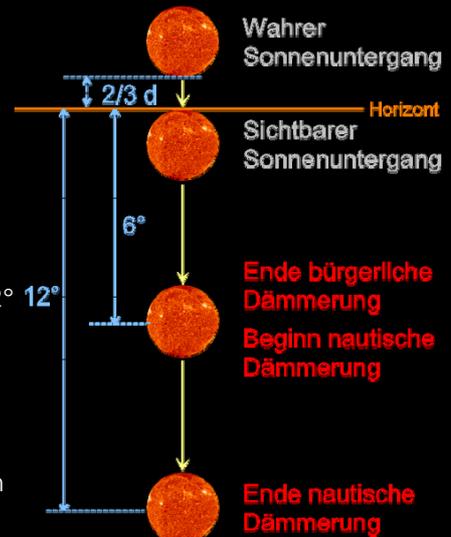
- Die **bürgerliche Dämmerung** beginnt bei Sonnenuntergang und endet, wenn der Sonnenmittelpunkt 6° unter dem Horizont steht

Nautische Dämmerung

- Die **nautische Dämmerung** beginnt, wenn der Sonnenmittelpunkt 6° unter Horizont steht und endet, wenn der Sonnenmittelpunkt 12° unter Horizont steht.

Astronomische Dämmerung

- Die **astronomische Dämmerung** folgt der nautischen Dämmerung. Sie endet, wenn der Sonnenmittelpunkt 18° unter dem wahren Horizont steht. Zu dieser Zeit beginnt in astronomischem Sinne die Nacht – das heißt, der Himmel ist völlig dunkel geworden.



Tag	Datum	Bürgerlich	Nautisch	Astronomisch
Wintersonnenwende	21. Dezember	45 min	80 min	120 min
Tagundnachtgleiche	21. März und 23. September	35 min	70 min	110 min
Sommersonnenwende	21. Juni	50 min	110 min	(nicht beendet)

Dämmerungszeiten für Lonsee

Optische Phänomene während der Dämmerung

- Während der Dämmerung kommt es zur Ausprägung typischer Dämmerungsfarben. Dabei handelt es sich um Farberscheinungen in der Morgen- und Abenddämmerung eines atmosphäretragenden Planeten oder Mondes. Auf der Erde zählen dazu Erscheinungen wie das Morgenrot, Abendrot, Alpenglühen oder die Perlmutterwolken.

Morgenrot



Abendrot



Leuchtende Nachtwolken



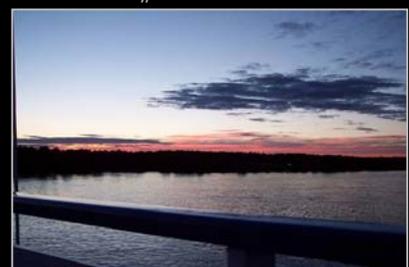
Perlmutterwolken



„Blaue Stunde“



„Weiße Nacht“



Orientierung nach dem südlichen Himmelpol

Im Frühjahr



Osten

Westen

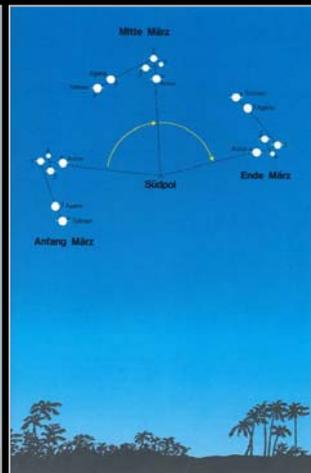
Im Sommer



Osten

Westen

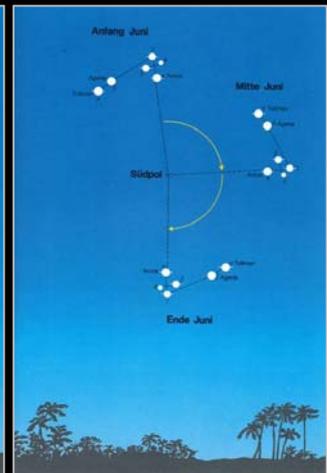
Im Herbst



Osten

Westen

Im Winter



Osten

Westen

- Im Gegensatz zum Himmelsnordpol kennzeichnet kein heller Fixstern den Himmelssüdpol. Der Beobachter ist auf die geometrische Zuordnung benachbarter Sternbilder angewiesen.
- 6 helle Sterne bilden eine einprägsame Konstellation, die Beobachter zur Orientierung benutzen: Sternbild Crux (Kreuz des Südens) und Sternbild Centaurus.
- Als weitere Orientierungshilfe kann mit dem Kreuz des Südens und der großen magellanschen Wolke ein rechtwinkliges Dreieck gebildet werden an dessen Spitze sich der Himmelssüdpol befindet.

08.07.2009

Folie 29

Orientierung nach dem Himmelsäquator

Im Frühjahr



Osten

Westen

Im Sommer



Osten

Westen

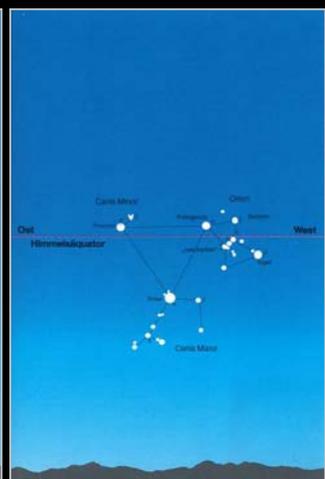
Im Herbst



Osten

Westen

Im Winter



Osten

Westen

- Der Himmelsäquator steht senkrecht auf die Nord-Süd-Achse der Himmelskugel.
- Er schneidet in 2 gegenüberliegenden Punkten am Horizont den Ost- und den Westpunkt. Das hilft dem Beobachter, die Ost-West-Richtung zu finden.
- Erleichternd kommt hinzu, dass der Himmelsäquator in allen Geographischen Breiten zu sehen ist, bzw. Sterne und Sternbilder, die sich auf ihm oder nahe bei ihm befinden.

08.07.2009

Folie 30

Etwas Eingemähtes – Und sie bewegt sich doch!

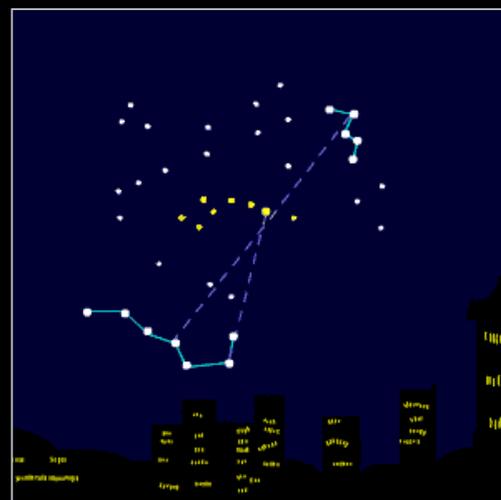


M42 – Der Orionnebel

Was sind zirkumpolare Sterne und Sternbilder?

- In der Astronomie bezeichnet man für einen bestimmten Ort auf der Erde diejenigen astronomischen Objekte als **zirkumpolar** (von lateinisch *circum*, »herum«, und griechisch *pólos*, »Wirbel«), die sich in der Nähe des Himmelspols befinden und nicht untergehen.
- Im Zusammenhang mit Sternen spricht man von **Zirkumpolarsternen**, bei Sternbildern von **Zirkumpolarsternbildern**.

Strichspuraufnahme Himmelsnordpol



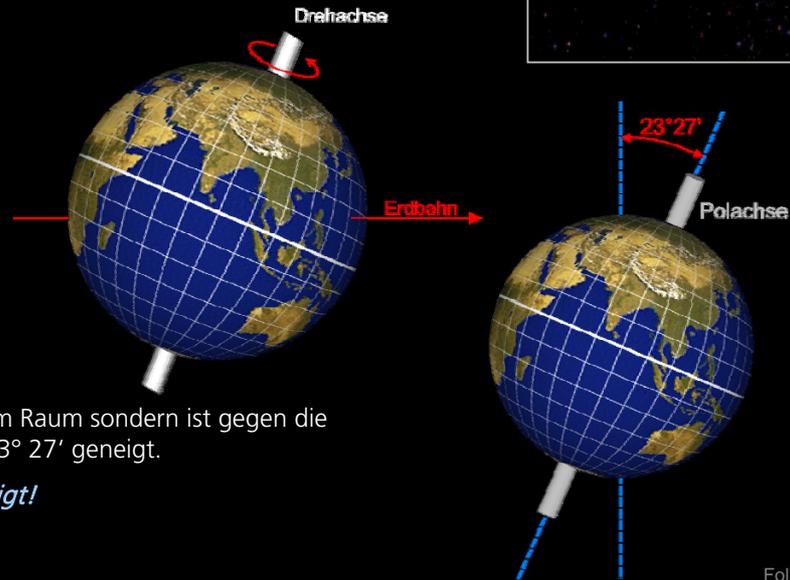
Von großer Bedeutung für die geografische Orientierung waren seit jeher bestimmte Sternbilder der Zirkumpolarregion. In der animierten Grafik wird gezeigt, wie man den Polarstern finden kann, und damit die Himmelsrichtung Norden bestimmen kann.

Die Eigenbewegung der Erde

- 1/2 -

Erdrotation

- Die Erde rotiert am Äquator mit einer Geschwindigkeit von 465,11 m/s, in Lonsee mit ca. 300 m/s um ihre eigene Achse.
- Die Rotation der Erde um ihre Achse bedingt den scheinbaren täglichen Umschwung aller Gestirne von Ost nach West.
- » *Eine Erdumdrehung bezogen auf den ruhenden Sternenhintergrund dauert 23 h 56 min 4,10 s!*



Erdneigung

- Die Erde steht nicht senkrecht im Raum sondern ist gegen die Bahnebene um die Sonne um $23^\circ 27'$ geneigt.
- » *Die Erde ist um $23^\circ 27'$ geneigt!*

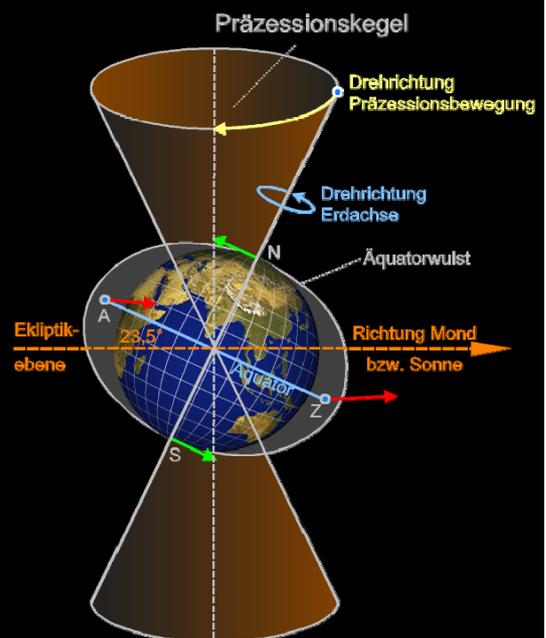
08.07.2009

Folie 33

Präzession

- 2/2 -

- Durch die *Neigung des Erdäquators um $23^\circ 27'$* ist der Äquatorwulst nicht auf die Sonne ausgerichtet. Die Sonne übt ein *Drehmoment* auf den Äquatorwulst aus und versucht ihn aufzurichten.
- Auch der *Mond* übt trotz seiner kleineren Masse aber durch den viel geringeren Abstand zur Erde ein *Drehmoment* aus.
- Die Erde dreht sich um Ihre Achse und stellt damit ein *Kreisel* dar.
- Dem Drehmoment von Sonne und Mond kann die Achse des Kreisels nicht folgen, sie weicht rechtwinklig aus.
- » *Die Achsverlagerung eines Kreisels, die durch ein äußeres Drehmoment erzeugt wird heißt Präzession.*
- Auch die Erdachse beschreibt unter dem Einfluss von Sonne und Mond eine solche Bewegung. Es ist ein *Kegelmantel* um die Senkrechte auf der Erdbahnebene.
- Eine derartige Schwingung dauert *25.700 Jahre* (Platonisches Jahr).
- *Damit verschiebt sich auch die Lage des nördlichen und südlichen Himmelspols durch mehrere Sternbilder.* In der Gegenwart ist der Polarstern der Himmelsnordpol. Etwa von 4.000 bis 8.000 n. Chr. steht der Himmelspol im Cepheus. Kurz vor 14.000 n. Chr. wird Wega in der Leier an der Reihe sein.

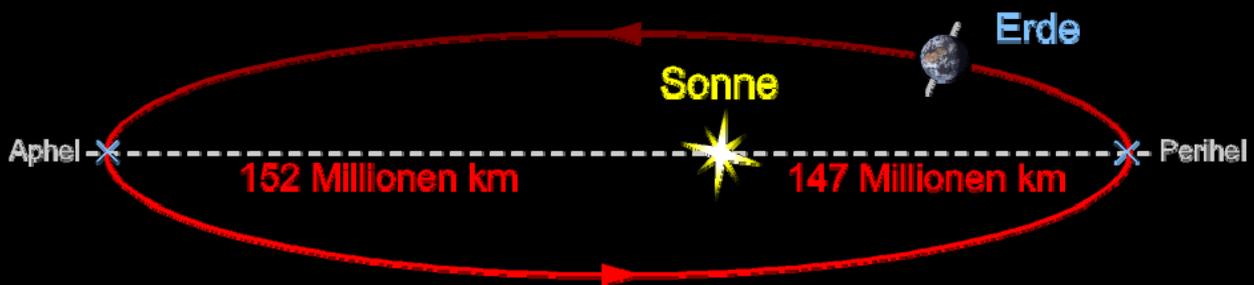


08.07.2009

Folie 34

Die Erdbahn – eine Ellipse

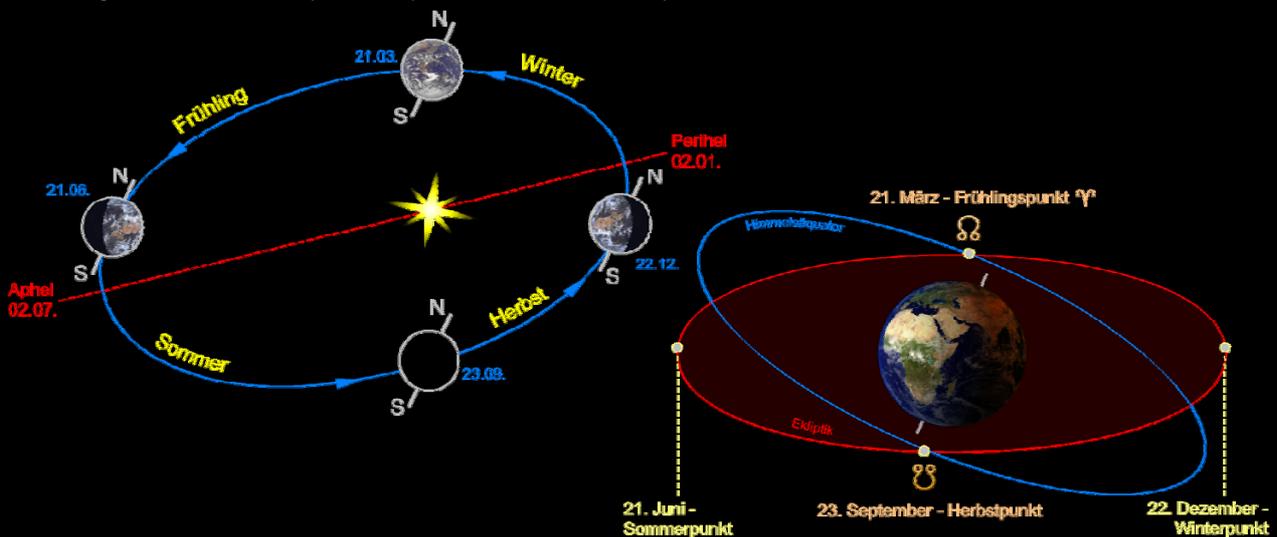
- Die Erdbahn um die Sonne ist in guter Näherung eine **Ellipse** mit der Sonne im Brennpunkt.
- Die Erde bewegt sich mit einer mittleren Bahngeschwindigkeit von 29,783 km/s auf ihrer Bahn.
- Die Bahnebene der Erde liegt in der Ebene des Sonnensystems. Die Ellipse weicht nur sehr wenig von einer Kreisform ab.
- Die Entfernung am sonnennächsten Punkt beträgt 149,597 Mio. km. Die Entfernung am sonnenfernsten Punkt beträgt 152,1 Mio. km. Die mittlere Entfernung zur Sonne beträgt 149.597.000 km.
- » **Die Entfernung der Erde zur Sonne verursacht NICHT die Entstehung der Jahreszeiten!**
- Die Erde benötigt für einen Sonnenumlauf 365,242 Tage.
- Zur Korrektur der Kalenderrechnung wird in der Regel alle 4 Jahre ein Schaltjahr festgelegt. Es gibt aber auch, gemäß der gregorianischen Schaltregel Ausnahmen so dass im Durchschnitt ein Kalenderjahr mit 365,2425 Tage entsteht.



Die Bahn der Erde um die Sonne

- Auf dem Weg der Erde um die Sonne gibt es 4 markante Erdpositionen welche hervorzuheben sind:
 - der **Frühlingspunkt** am 21.03. (= astronomischer Frühlingsanfang, Widderpunkt)
 - der **Sommerpunkt** am 21.06. (Sommersonnenwende)
 - der **Herbstpunkt** am 23.09. (= astronomischer Herbstanfang, Waagepunkt)
 - der **Winterpunkt** am 22.12. (Wintersonnenwende)
- Am 21.03. und 23.09. sind Tag und Nacht ungefähr gleich lang. Man spricht von **Tag-und-Nacht-Gleiche**.

Für genauere Betrachtungen spielen noch kurzperiodische Bewegungen eine Rolle welche unter den Begriffen mittleren Äquinoktialpunkte und wahren Äquinoktien in der Astronomie zu finden sind.



Begrifflichkeiten Perihel und Aphel

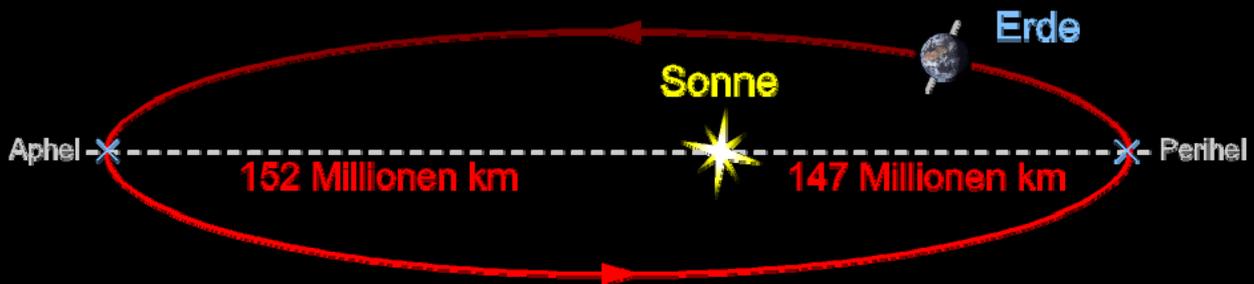
Perihel

- Als **Perihel** wird der sonnennächsten Punkt der Erdbahn am 03. Januar mit 147,1 Mio. km bezeichnet.

Aphel

- Als **Aphel** wird der sonnenfernsten Punkt der Erdbahn am 03. Juli mit 152,1 Mio. km bezeichnet.

Diese beiden Extremwerte weichen vom Mittelwert (dem Radius der Erdbahn) nur um 1,67 % nach unten bzw. oben ab.

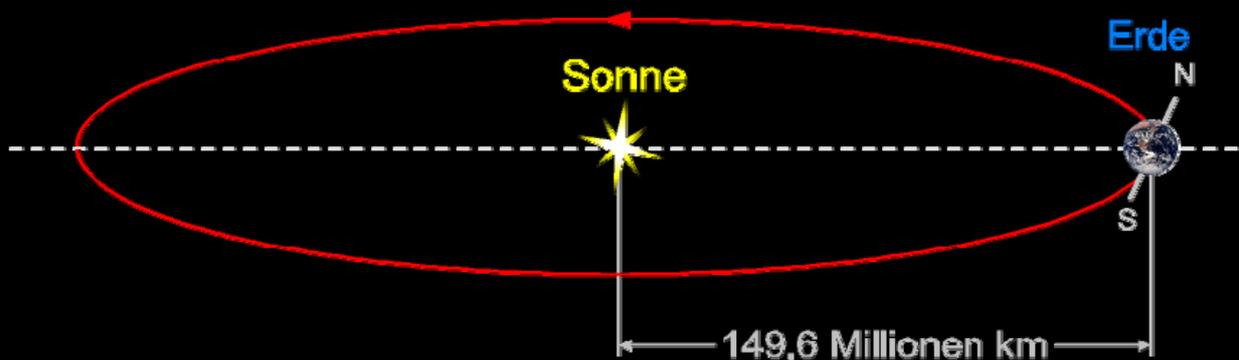


08.07.2009

Folie 37

Was ist eine astronomische Einheit?

- Die **Astronomische Einheit** (Kürzel **AE**, international **AU** für Astronomical Unit) ist neben dem Lichtjahr und dem Parsec die wichtigste Längeneinheit in der Astronomie.
- Die AE ist seit dem Ende des 20. Jahrhunderts definiert als 149.597.870.691 m und entspricht in guter Näherung der großen Halbachse der Erdumlaufbahn (= mittlerer Abstand der Erde vom Zentrum der Sonne).
- » *Entfernungen innerhalb des Sonnensystems werden meist in AE angegeben!*



1 Astronomische Einheit = 1 AE = 149.597.870 km
(= mittlere Entfernung Erde ↔ Sonne)

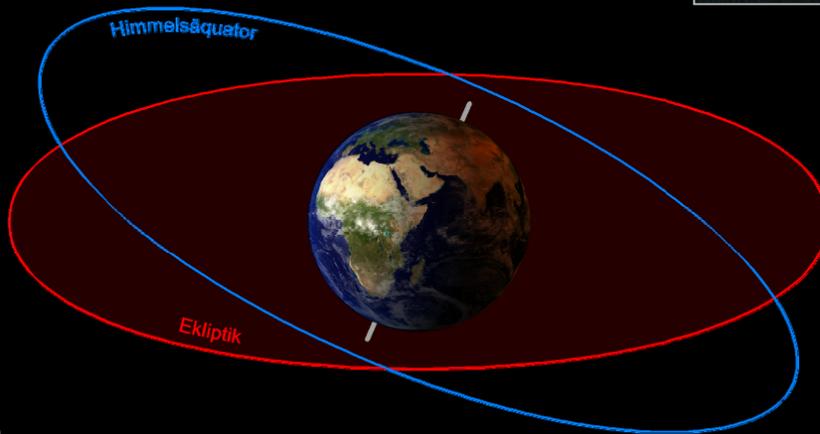
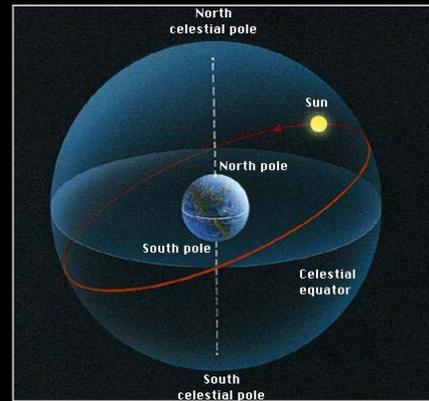
08.07.2009

Folie 38

Was ist die Ekliptik?

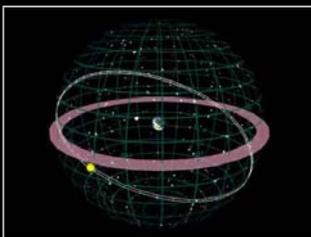
- 1/2 -

- Die **Ekliptik** ist die Projektion der scheinbaren Bahn der Sonne im Verlauf eines Jahres auf die Himmelskugel.
- Die Ekliptik ist ein Großkreis am Himmel, das heißt sie definiert eine Ebene, in der sowohl der Mittelpunkt der Erde als auch der Mittelpunkt der Sonne liegen.
- Diese Ebene ist damit die Bahnebene der Erde um die Sonne und wird auch **Ekliptikebene** oder **Ekliptikalebene** genannt.
- » *Die Ekliptik ist die scheinbare jährliche Bahn der Sonne vor dem feststehenden Hintergrund der Sterne.*



08.07.2009

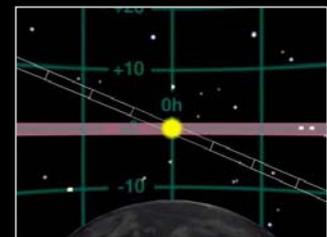
Folie 39



Der Film zeigt die Bewegungen der Sonne vor dem festen Hintergrund der Sterne auf ihrer Bahn über die himmlische Sphäre. Es wird von einer feststehenden Erde ausgegangen.



Clementine Spacecraft 1994
(Saturn, Mars, Merkur, Sonne und Mond)



Der Film zeigt die Bewegungen der Sonne innerhalb eines Jahres vor dem festen Hintergrund der Sterne auf ihrer Bahn über die himmlische Sphäre. Es wird von einer feststehenden Erde ausgegangen.

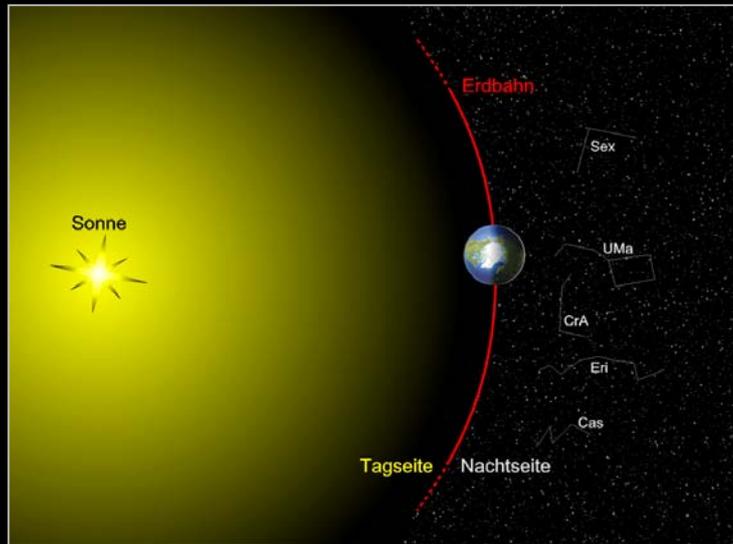
Der Film stoppt und zoomt in einen Blickwinkel, die Sonne von der Erde aus gesehen. Es werden die vier wichtigen Jahrespositionen der Sonne angefahren.

08.07.2009

Folie 40

Die Wanderung der Erde durch die Sternbilder / Tierkreis

- Die Erde wandert auf ihrer jährlichen Bahn um die Sonne durch die Sternbilder.
- Die für den Tierkreis relevanten Sternbilder liegen exakt auf der Ekliptik.
- Gültig ist jenes aktuelle Tierkreis-Sternbild welches sich in der Fortsetzung Erde – Sonne – Sternbild mittags um 12:00 Uhr hinter der Sonne befindet und damit nicht zu sehen ist. Gäbe es zu dieser Zeit eine Sonnenfinsternis so könnte man das aktuelle Sternzeichen am „Taghimmel“ beobachten.



Wanderung der Sonne durch die Sternbilder

08.07.2009

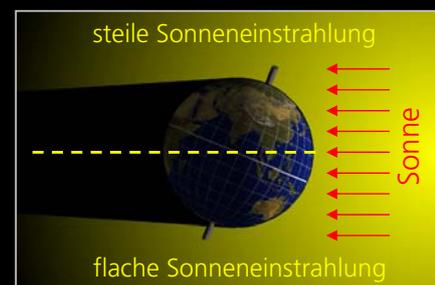
Folie 41

Wie entstehen die Jahreszeiten?

- 1/2 -

- *Die Jahreszeiten entstehen nicht durch die elliptische Bahn der Erde. Verursacht werden die Jahreszeiten durch die Neigung der Erdachse um 23° 27'.*
- Im Nordsommer ist die Nordhalbkugel der Sonne zugeneigt, die Sonne durchläuft einen hohen Bogen.
- Bei hochstehender Sonne trifft die Sonnenstrahlung **steil auf die Erdoberfläche** und liefert einen **hohen Energieeintrag pro Quadratmeter**. Der größere Teil der täglich durchlaufenen Sonnenbahn liegt oberhalb des Horizonts, die Tage sind lang und es steht viel Zeit für den Energieeintrag zur Verfügung.
» **Sommer**
- Befindet sich die Erde ein halbes Jahr später am gegenüberliegenden Punkt ihrer Bahn, so ist die Nordhalbkugel von der Sonne fortgeneigt. Es ergibt sich eine niedrig verlaufende tägliche Sonnenbahn.
- Steht die Sonne tief, so trifft die Sonnenstrahlung **flach auf die Erdoberfläche**, so dass sie sich auf eine größere Fläche verteilt und **weniger Energieeintrag pro Quadratmeter** zur Verfügung steht. Nur der kleinere Teil der täglichen Sonnenbahn liegt oberhalb des Horizonts, der Energieeintrag kann nur für eine kurze Zeitspanne erfolgen. » **Winter**
- Wegen der thermischen Trägheit der Erde folgen Erwärmung und Abkühlung den Höchst- und Tiefstständen der Sonne mit einer Verzögerung von ein bis zwei Monaten. » **Frühling, Herbst**

Sommer

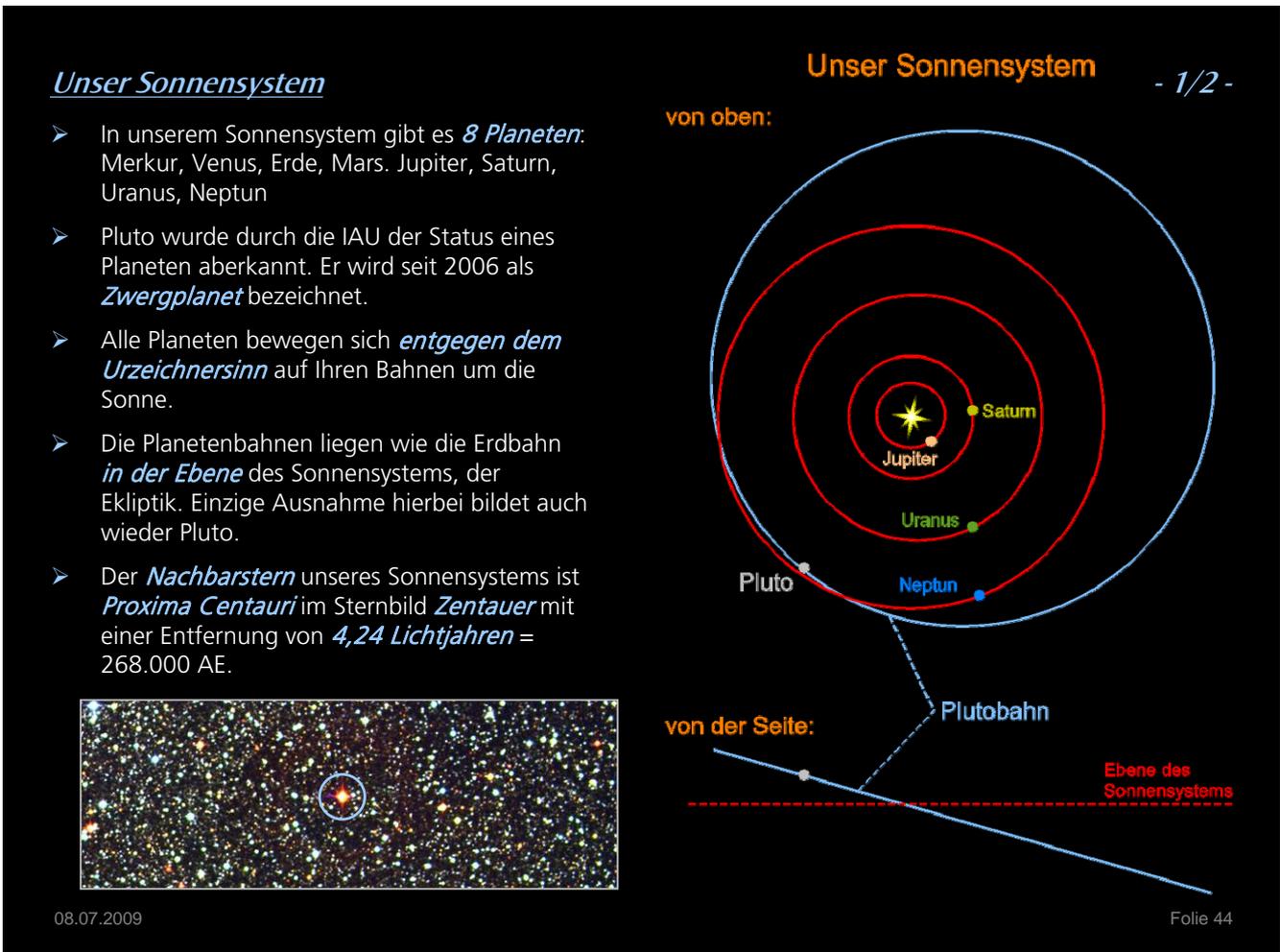
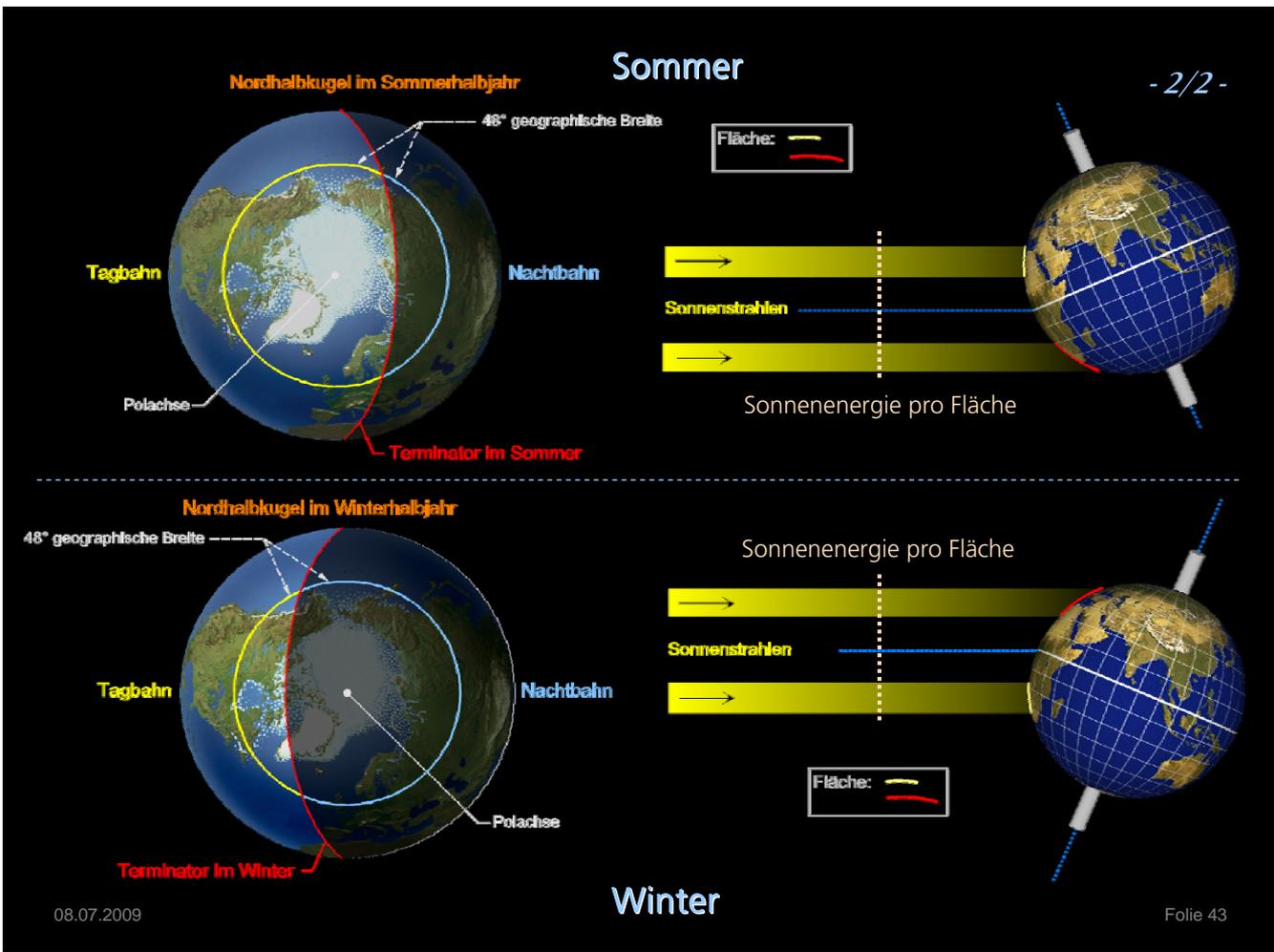


Winter

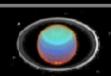
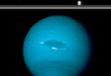


08.07.2009

Folie 42



Unser Sonnensystem

Planet	Name	Entfernung Sonne in AE	Umlaufzeit in Jahren
	Merkur	0,387	0,241
	Venus	0,723	0,615
	Erde	1,000	1,000
	Mars	1,524	1,881
	Jupiter	5,203	11,862
	Saturn	9,539	29,458
	Uranus	19,191	84,014
	Neptun	30,061	164,793
	Pluto	39,529	247,7

1 AE = 149.597.870 km

08.07.2009

- 2/2 -



„Mein Vater Erklärt Mir Jeden Sonntag Unsere Neun Planeten“

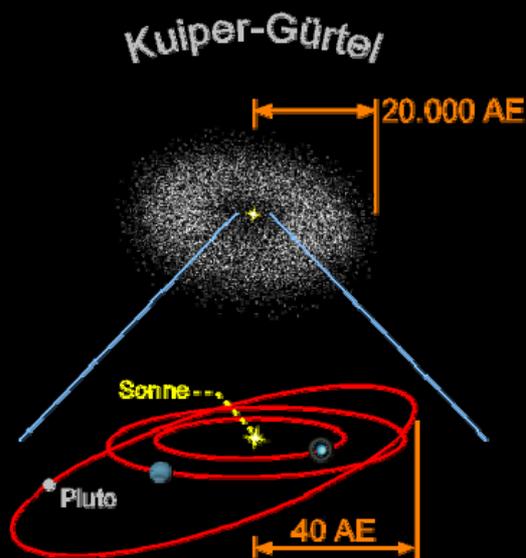
Informationen über und rund um das Sonnensystem mit Vagabunden wie Kometen und Asteroiden reicht für eine eigene Seminarreihe!

Folie 45

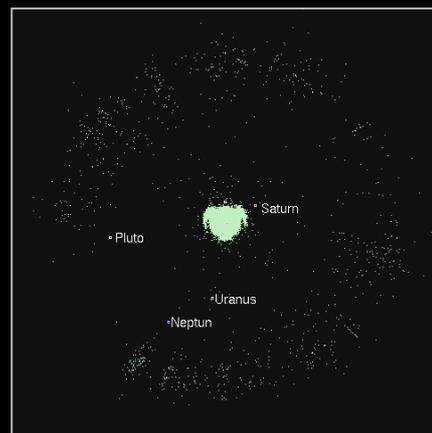
Sonnensystem, Kuiper-Gürtel und Oortsche-Wolke

- 1/3 -

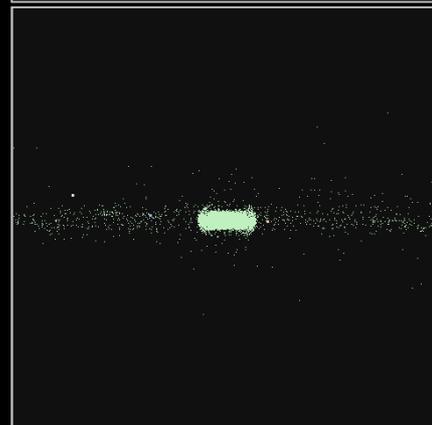
- Der **Kuiper-gürtel** ist eine **scheibenförmige Region**, die sich im Sonnensystem außerhalb **der Neptunbahn** in einer Entfernung von ungefähr 30 bis 50 Astronomischen Einheiten (AE) nahe der Ekliptik erstreckt und schätzungsweise mehr als **70.000 Objekte** beherbergt, die je einen Durchmesser von mehr als 100 km haben.



08.07.2009



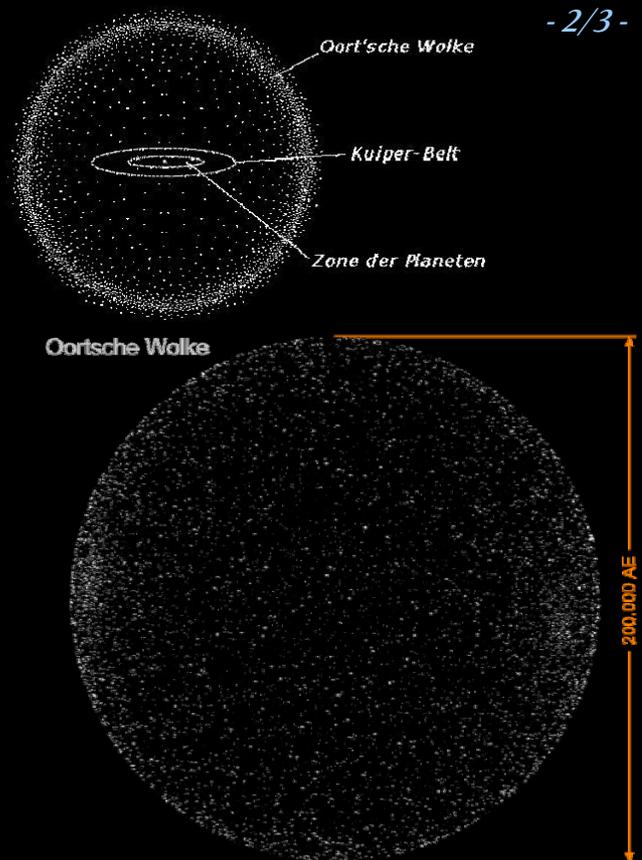
Verteilung der bisher bekannten Objekte im Kuiper-gürtel. Die strahlenförmige Verteilung ist durch die bisherigen, punktuellen Suchprogramme verursacht.



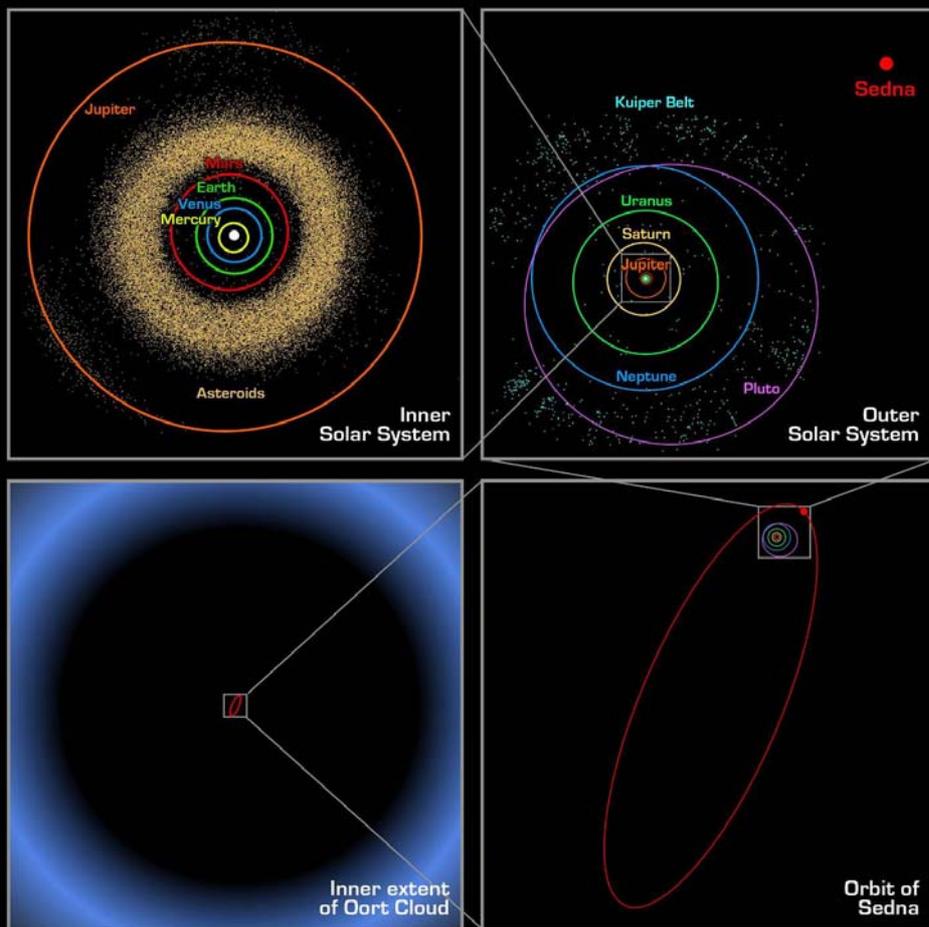
Verteilung der bisher bekannten Objekte im Kuiper-gürtel senkrecht zur Ekliptik.

Folie 46

- Die **Oort'sche Wolke** umschließt das Sonnensystem **schalenförmig** in einem Abstand von **300 bis** zu etwa **100.000 Astronomischen Einheiten**, was etwa 1,5 Lichtjahren (vergleiche Entfernung zu **Proxima Centauri** 4,2 Lichtjahre) entspricht, und enthält **Gesteins-, Staub- und Eiskörper** unterschiedlicher Größe, die bei der Entstehung des Sonnensystems übrig geblieben waren und sich nicht zu Planeten zusammenschlossen. Diese übrig gebliebenen **Planetesimale** wurden von Jupiter und den anderen großen Planeten in die äußeren Bereiche des Sonnensystems geschleudert. Durch den gravitativen Einfluss benachbarter Sterne wurden die Bahnen der Objekte mit der Zeit so gestört, dass sie heute nahezu isotrop in einer **Schale** um die Sonne herum verteilt sind. Die Objekte der **Oort'schen Wolke** sind trotz ihres großen Abstandes zur Sonne gravitativ an diese gebunden, also **feste Bestandteile des Sonnensystems**. Vermutlich geht die Oort'sche Wolke kontinuierlich in den Kuipergürtel über, dessen Objekte allerdings in der Ekliptik konzentriert sind. Schätzungen der Anzahl der Objekte in der Oort'schen Wolke liegen zwischen **10¹¹** bis **10¹²**.



Ein kosmischer Größenvergleich



Alles ist in Bewegung und wir merken davon nichts!

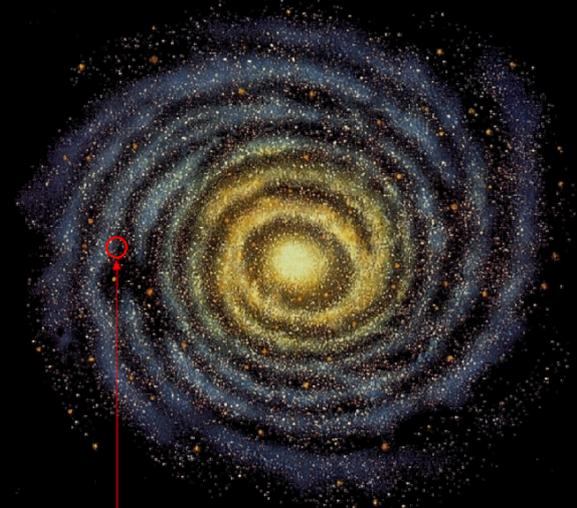
NGC5139 – Kugelsternhaufen Omega Centauri

Bewegung der Sonne in unserer Milchstraße

- 1/3 -

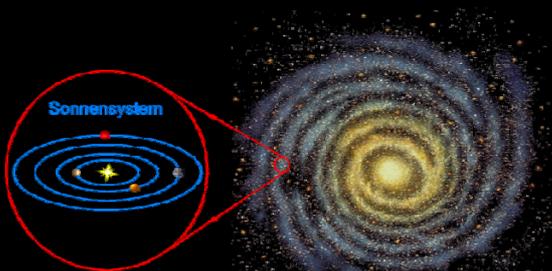
- Die Sonne umkreist das Zentrum des Milchstraßensystems in einem Abstand von **25.000 bis 28.000 Lichtjahren** und befindet sich etwa **15 Lichtjahre nördlich der Mittelebene** der galaktischen Scheibe innerhalb des **Orion-Arms**, in einem weitgehend staubfreien Raumgebiet, das als "**Lokale Blase**" bekannt ist.
- Für einen Umlauf um das Zentrum der Galaxis, das so genannte **Galaktische Jahr**, benötigt sie **220 bis 240 Millionen Jahre**, was einer **Rotations-geschwindigkeit** von etwa **220 km/s** entspricht.
- Die Erforschung dieser Rotation ist mittels der Eigenbewegung und der Radialgeschwindigkeit vieler Sterne möglich; aus ihnen wurden um 1930 die Oort'schen Rotationsformeln abgeleitet.

Draufsicht

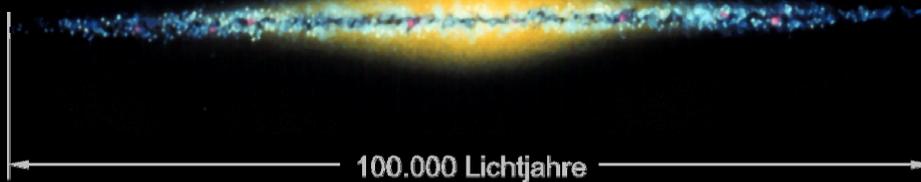
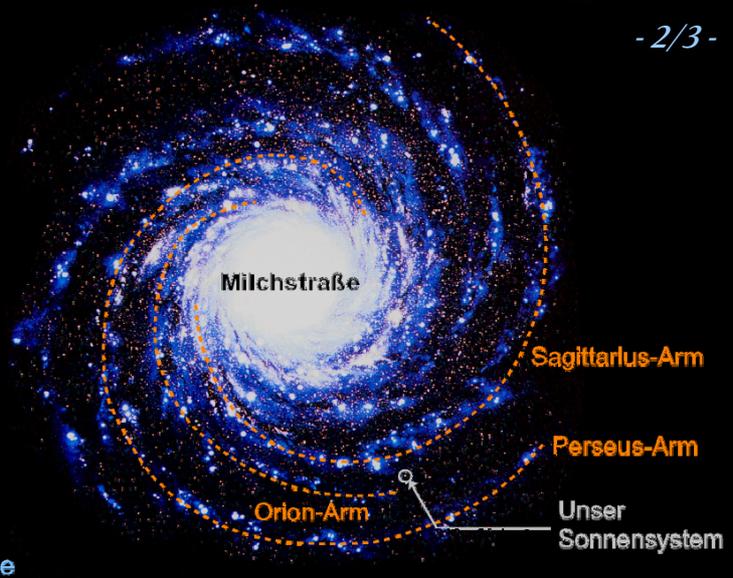


Sonnensystem

Seitenansicht



- Die Sonne umkreist das Zentrum des Milchstraßensystems in einem Abstand von **25.000 bis 28.000 Lichtjahren** und befindet sich etwa 15 Lichtjahre nördlich der Mittelebene der galaktischen Scheibe innerhalb des **Orion-Arms**, in einem weitgehend staubfreien Raumgebiet, das als "Lokale Blase" bekannt ist.
- Die Ausdehnung der Milchstraße beträgt 100.000 Lichtjahre.

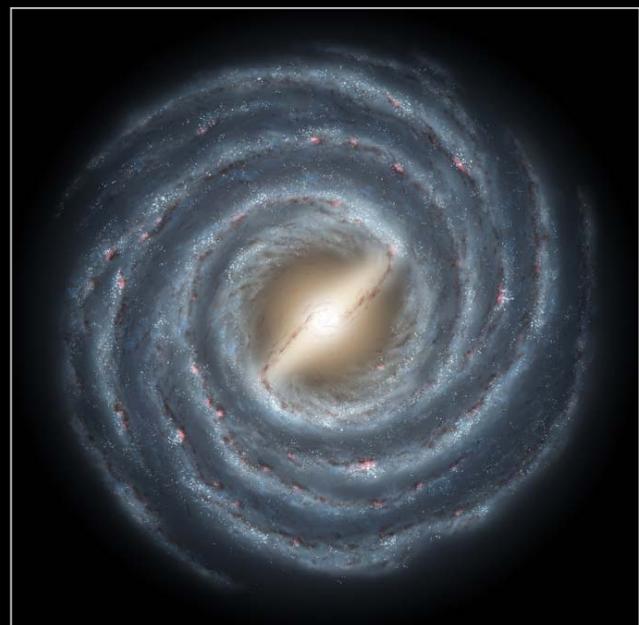


Lichtgeschwindigkeit = 300.000 km/sec
1 Lichtjahr = 9.460.800.000.000 km

08.07.2009

Folie 51

- Entsprechend neuer Messungen und Ergebnisse weiß man, dass die Milchstraße keine reine Spiralgalaxie ist sondern zur Kategorie der **Balkengalaxien** gehört.
- Das Milchstraßensystem ist eine vier- oder fünfarmige **Balkenspiralgalaxie**. Sie besteht aus etwa 300 Milliarden Sternen und großen Mengen interstellarer Materie, die nochmals 600 Millionen bis einige Milliarden Sonnenmassen ausmacht.
- Ihre **Ausdehnung** in der galaktischen Ebene beträgt etwa **100.000 Lichtjahre**, die **Dicke** der Scheibe etwa **3000 Lichtjahre** und die der zentralen Ausbuchtung (engl. **Bulge**) etwa 16.000 Lichtjahre.
- Aus der Bewegung interstellaren Gases und der Sternverteilung im **Bulge** ergibt sich für diesen eine längliche Form. Dieser Balken bildet mit der Verbindungslinie des Sonnensystems zum Zentrum der Milchstraße einen Winkel von 45°. **Die Milchstraße ist also vermutlich eine Balkenspiralgalaxie.** Gemäß einer Bestimmung mithilfe des Infrarot-Weltraumteleskops Spitzer ist die Balkenstruktur mit einer Ausdehnung von **27.000 Lichtjahren** überraschend lang.
- Die Gesamtmasse der Milchstraße wird auf **1,9 Billionen Sonnenmassen** geschätzt, damit ist sie die mit Abstand **massereichste Galaxie der lokalen Gruppe** (vgl. Andromedanebel: 1,2 Billionen).



Unsere Milchstraße, eine Balkengalaxie

08.07.2009

Folie 52

Die Nachbarschaft unserer Milchstraße

- Um das Milchstraßensystem herum sind einige Zwerggalaxien versammelt. Die bekanntesten davon sind die **Große und die Kleine Magellansche Wolke**, mit denen die Milchstraße über eine etwa **300.000 Lichtjahre** lange Wasserstoffgasbrücke, dem Magellanschen Strom, verbunden ist.
- Die dem Milchstraßensystem am nächsten gelegene Galaxie ist der **Canis-Major-Zwerg** (Sternbild Großer Hund), mit einer Entfernung von nur 42.000 Lichtjahren vom Milchstraßenzentrum und **25.000 Lichtjahren** von unserem Sonnensystem.
- Die Milchstraße verleibt sich beständig Zwerggalaxien ein und nimmt dadurch an Masse zu.



Große Magellansche Wolke



Kleine Magellansche Wolke

08.07.2009

Folie 53

Lokale Gruppe

- Mit der Andromeda-Galaxie und einigen anderen kleineren Galaxien bildet die Milchstraße die **lokale Gruppe**, wobei die Milchstraße die massereichste Galaxie darunter ist, obwohl sie nicht die größte Ausdehnung besitzt.
- Die **Lokale Gruppe** ist Bestandteil des **Virgo-Superhaufens**, der nach dem **Virgohaufen** in seinem Zentrum benannt ist. Auf diesen bewegt sich die Lokale Gruppe zu.
- Der **lokale Superhaufen** strebt mit anderen Großstrukturen dem **Großen Attraktor** entgegen.



M31 – Die Andromeda-Galaxie

08.07.2009

Zur Lokalen Gruppe gehören unter anderem:

Milchstraßen-Untergruppe:

die [Milchstraße](#)

die [Große Magellansche Wolke](#) (ESO 56-115)

die [Kleine Magellansche Wolke](#) (NGC 292)

die [Sagittarius-Zwerggalaxie](#)

die [Sculptor-Zwerggalaxie](#)

die [Canis-Major-Zwerggalaxie](#)

die [Fornax-Zwerggalaxie](#)

die [Draco-Zwerggalaxie](#)

die [Carina-Zwerggalaxie](#)

die [Phoenix-Zwerggalaxie](#)

die [Ursa-Minor-Zwerggalaxie](#)

die Zwerggalaxien [Leo I](#), [Leo II](#) und [Leo III](#)

Andromeda-Untergruppe:

die Andromeda-Galaxie = [Andromedanebel](#) (M 31)

[M110](#) (NGC 205, Andro-Alpha)

[M32](#) (NGC 221, Andro-Beta)

die Zwerggalaxien And I bis And IX

[NGC 147](#) und [NGC 185](#)

der [Dreiecksnebel](#) (M 33, NGC 598, Triangulum)

die Zwerggalaxie [LGS 3](#)

die [Pegasus-Zwerggalaxie](#) (And VI)

NGC-3109-Untergruppe:

[NGC 3109](#)

[Sextans A](#)

[Sextans B](#)

die [Antlia-Zwerggalaxie](#)

Lokale-Gruppen-Wolke:

[Barnards Galaxie](#) (NGC 6822)

[IC 10](#)

[IC 1613](#)

[Wolf-Lundmark-Melotte](#)

Folie 54

Virgo-Superhaufen, Virgohaufen

- Der *Virgo-Galaxienhaufen* ist ein großer Galaxienhaufen mit mindestens 1.300, vermutlich aber über 2.000 Galaxien, dessen Zentrum sich in einer Entfernung von etwa 65 Millionen Lichtjahren befindet.
- Er trägt den Namen *Virgo* weil er in Richtung des Sternbild Virgo (=Jungfrau) zu finden ist.
- Der Haufen bildet ferner das Zentrum des *lokalen Superhaufens*, der daher auch *Virgo-Superhaufen* genannt wird. Die Lokale Gruppe, der Galaxienhaufen, dem unsere Milchstraße angehört, ist Teil dieses Superhaufens.

Galaxien im Zentrum des Virgo-Galaxienhaufens mit Namen und scheinbare Helligkeiten. Die beiden größten Objekte auf diesem Bild sind die elliptischen Galaxien M84 und M86.

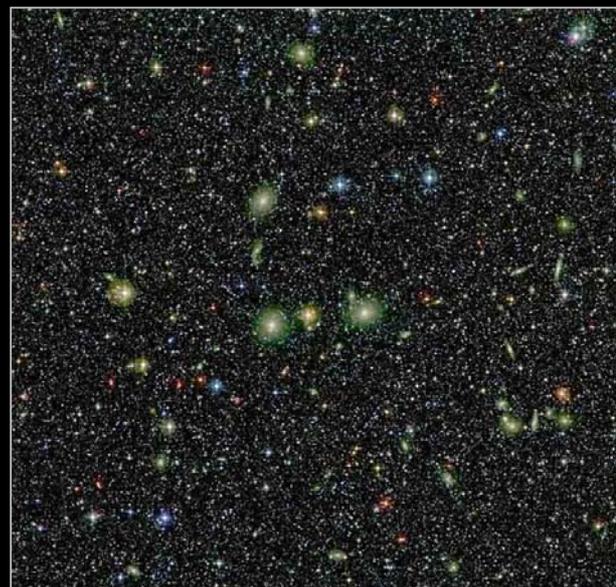


08.07.2009

Folie 55

Großer Attraktor

- Der *Große Attraktor* ist die derzeit (2006) schwerste bekannte Struktur – ein Filament – im Universum.
- Er hat eine Masse von **10 Billionen Sonnenmassen** und ist zwischen 150 und 200 Millionen Lichtjahre von der Erde entfernt. Das Schwerkraftzentrum dieser Anomalie liegt im *Norma-Galaxienhaufen* – südlich des Skorpion, der schwer zu beobachten ist, da er von der Erde aus gesehen fast ganz in der Ebene der Milchstraße verborgen liegt.
- Diese gigantische Gravitationsanomalie, auf die sich unser Galaxienhaufen (der Virgo-Galaxienhaufen), die Große Mauer mit dem Coma-Haufen und auch der Hydra-Centaurus zubewegen, wurde 1990 (nach anderen Quellen 1986) durch Unregelmäßigkeiten im Hubble-Fluss entdeckt. Das heißt, dass sich die Galaxienhaufen in diesem Bereich – anders als erwartet (nämlich von der allgemeinen Expansion des Universums abweichend) – voneinander weniger schnell entfernen bzw. sich sogar aufeinander zubewegen.



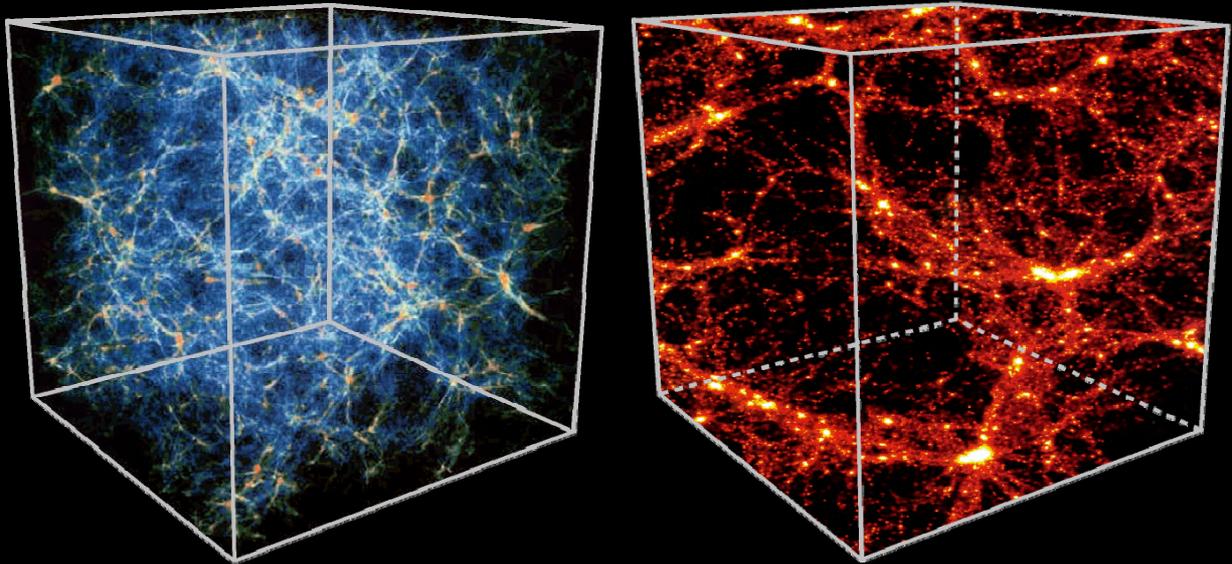
Ein Bild der europäischen Südsternwarte in Richtung des großen Attraktors

08.07.2009

Folie 56

Kosmische Strukturen - Filamente

- Die Astronomen haben entdeckt, dass *Lokale Gruppen*, *Galaxiehaufe* und *Galaxien-Superhaufen* bestimmten physikalischen Gesetzen folgen welche wiederum zu eigenen Strukturen führen.
- Innerhalb dieser Strukturen sind Gebiete hoher Galaxiendichte und „leere“ Räume zu erkennen.



Als Filamente bezeichnet man die fadenförmigen Verbindungen im Universum zwischen Clustern - Galaxienhaufen und Superhaufen - mit einer höheren lokalen Galaxiendichte um riesige Hohlräume herum.

08.07.2009

Folie 57

Genug des Großen und Kosmischen



Die internationale Raumstation ISS – STS Mission 115

Der Mond – Teil 1

- Der Mond (lateinisch *Luna*) ist der einzige natürliche Satellit der Erde. Seit den Entdeckungen von *Trabanten* bei anderen Planeten des Sonnensystems – im übertragenen Sinn zumeist als Monde bezeichnet – wird er zur Vermeidung von Verwechslungen auch *Erdmond* genannt.
- Aufgrund seiner verhältnismäßigen Nähe ist er der einzige fremde Himmelskörper, der bisher von Menschen betreten wurde, und damit auch der am besten erforschte. Trotzdem birgt er noch viele Geheimnisse, etwa zu seiner Entstehung und zu manchen Geländeformen. Die spätere Entwicklung ist jedoch weitgehend geklärt.



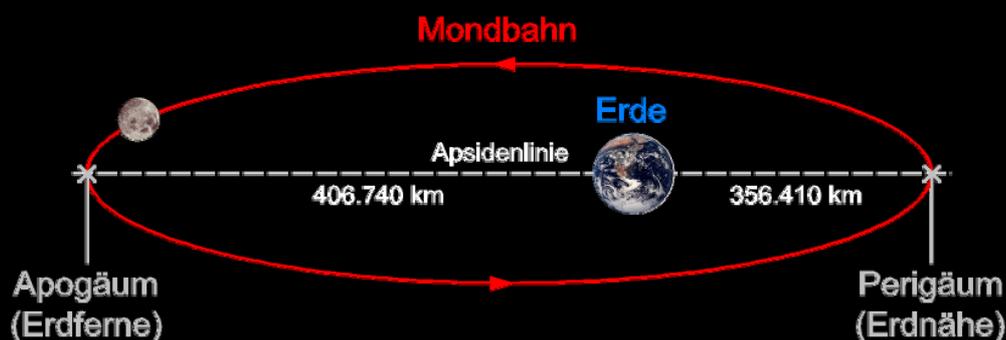
08.07.2009

Folie 59

Die Mondbahn

- 1/2 -

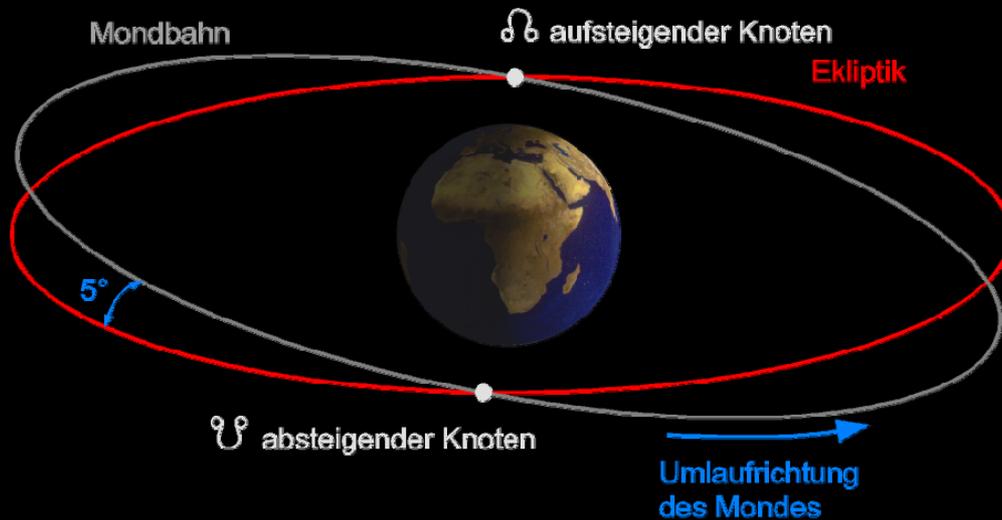
- Als Mondbahn wird die annähernd *elliptische Umlaufbahn* des Mondes um die Erde bezeichnet.
- Der Mond umkreist die Erde im Verlauf von *27,3 Tagen* von Westen nach Osten im Bezug auf die Fixsterne.
- Wegen der Rotation der Erde umkreist er jedoch, wie auch Sonne, Planeten und Fixsterne, scheinbar die Erde an einem Tag. Daher ist der *Mondaufgang* wie bei all diesen Himmelskörpern *im Osten* und der *Untergang im Westen*.
- Die Rotation der Erde und des Mondes um die Erde sind gleichgerichtet, daher dauert der scheinbare Lauf des Mondes um die Erde nicht genau 24 h sondern 50 Minuten länger. Diese Unterschiede addieren sich im Laufe eines Monats zu einem Tag, da der Mond in dieser Zeit die Erde einmal umkreist hat.
- Die Entfernung des Erdmondes beträgt im Mittel *384.000 km*, variiert aber um $\pm 5,49\%$ mit Extremwerten zwischen 356.410 km (*Perigäum*) und 406.740 km (*Apogäum*).



08.07.2009

Folie 60

- Die Ebene der Mondbahn ist gegen die der Erde (Ekliptik) um $5,145^\circ$ geneigt. - 2/2 -
- Die Durchgänge des Mondes durch die Bahnebene der Erde (die Ekliptik) nennt man **Mondknoten** (oder **Drachepunkte**), wobei der **aufsteigende Knoten** den Eintritt in die Nord-, der **absteigende** den in die Südhemisphäre beschreibt.
- Der Mond bewegt sich mit einer **Geschwindigkeit von 1023 m/s** um die Erde.
- Der Mond hat einen **Durchmesser von 3.475 km**.

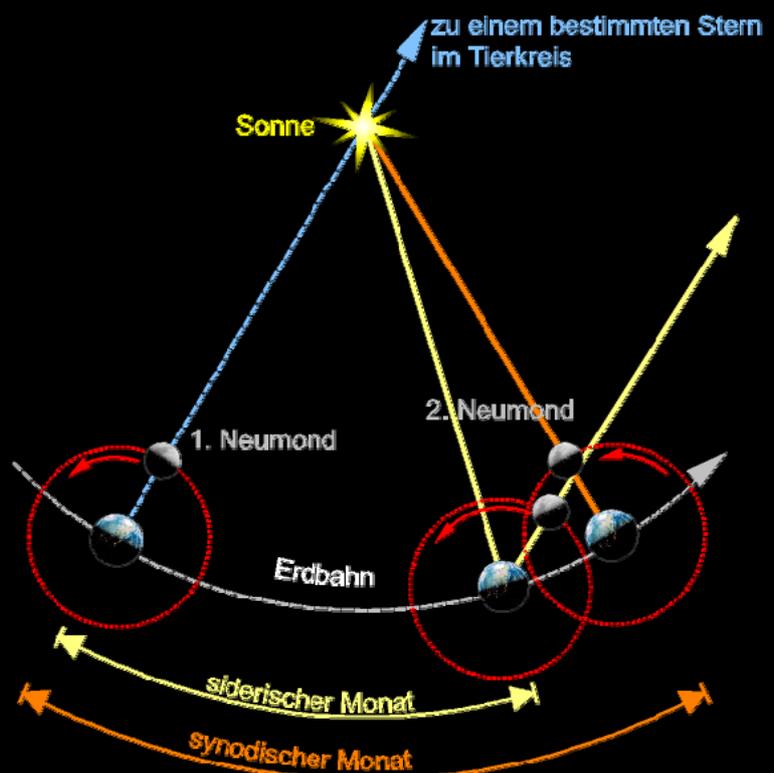


08.07.2009

Folie 61

Der Begriff Monat

- Die Dauer eines Bahnumlafs des Mondes, den **Monat** (nach Mond), kann man nach verschiedenen Kriterien festlegen, die jeweils unterschiedliche Aspekte abdecken.
- Nach einem **siderischen Monat** (27,32 Tage) nimmt der Mond wieder die gleiche Stellung zu den Fixsternen ein (von der Erde aus beobachtet).
- Nach einem **synodischen Monat** (29,53 Tage; Periode der Mondphasen) erreicht der Mond wieder die gleiche Stellung zur Sonne (von der Erde aus beobachtet).
- Einen **drakonitischen Monat** (27,21 Tage) benötigt er, um wieder durch den gleichen Knoten seiner Bahn zu laufen; er ist wichtig für die Sonnen- und Mondfinsternisse.
- Einen **anomalistischen Monat** (27,56 Tage) benötigt der Mond von einem Perigäumdurchgang zum nächsten.



08.07.2009

Folie 62

Der Mond – Teil 2

- Weitere genaue Details zur Bewegung des Mondes und zur Entstehung der Mondphasen werden im zweiten Teil „Der Mond“ im nächsten Seminar mit dem Titel „Finsternisse“ erläutert.



Gezeiten - Ebbe und Flut

- 1/4 -

- Unter den *Gezeiten* oder der *Tide* (niederdeutsch tiet=Zeit) versteht man den durch die Gravitation des Mondes und der Sonne verursachten Zyklus von Ebbe und Flut auf den großen Gewässern der Erde.
- Den arithmetischen Mittelwert aus *Tidenstieg* und *Tidenfall* bezeichnet man als *Tidenhub*.

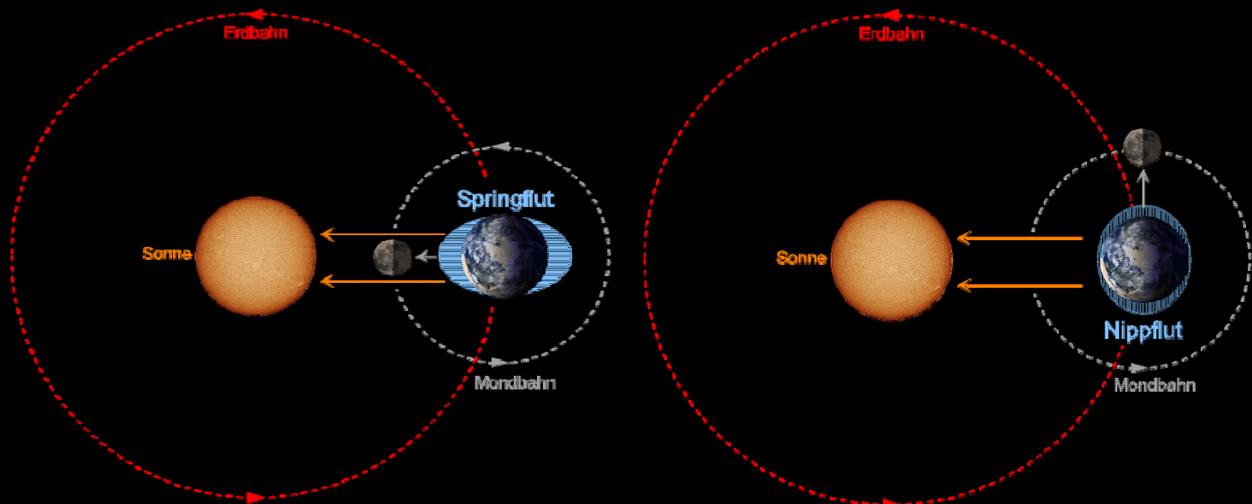


Bay of Fundy bei Niedrigwasser



Bay of Fundy bei Hochwasser

- Stehen *Sonne, Mond* und *Erde auf einer Geraden* wie bei *Voll- und Neumond*, so addieren sich die Anziehungswirkungen, und es kommt zu einer (höheren) *Springtide (Springflut)*.
- Stehen *Sonne, Mond* und *Erde in einem rechten Winkel* zueinander *wie bei Halbmond*, so wird die Anziehungskraft des Mondes von der Sonne abgeschwächt, und es kommt zur (niedrigeren) *Nipp tide (Nippflut)*.



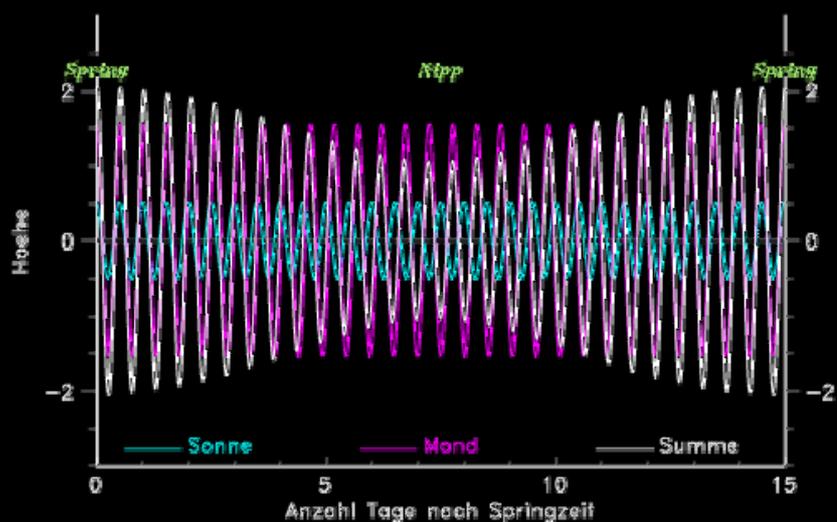
08.07.2009

Folie 65

- Bedingt durch den Wechsel des Wasserstandes kommt es insbesondere im küstennahen Bereich zu mehr oder weniger starken *Ausgleichsströmungen*, sogenannten *Gezeitenströmen*.
- Den Zeitpunkt der Strömungsumkehr zwischen auflaufend und ablaufend Wasser und umgekehrt nennt man den *Kenterpunkt* der Tide. Erreicht die Tide durch eine Flussmündung das Landesinnere, spricht man von *Gezeitenwelle*.
- » *Der Wasserstand und die Höhe der Gezeit, variiert je nach Stellung von Sonne und Mond.*



Gezeitenwelle am Petitcodiac River

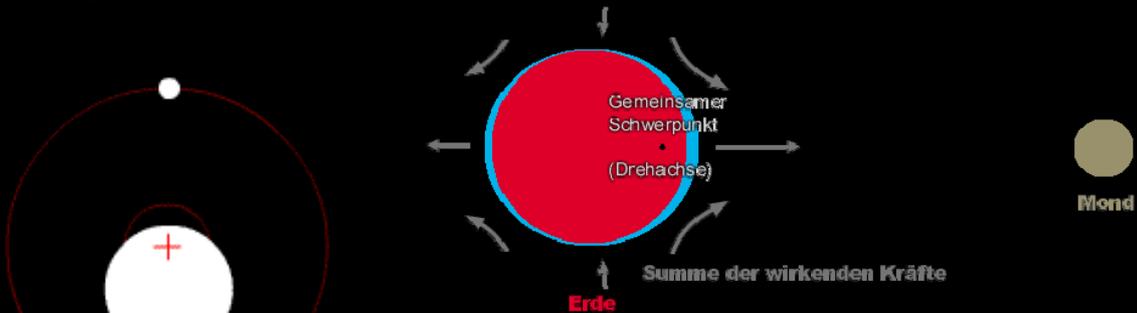


08.07.2009

Folie 66

- Mond und Erde bilden ein System mit einem *gemeinsamen Schwerpunkt*. Mond als auch Erde kreisen beide um diesen Systemschwerpunkt, welcher auch *Baryzentrum* genannt wird.
- Da die Masse der Erde 81 mal so groß ist wie die des Mondes, befindet sich dieser Schwerpunkt noch im Inneren der Erde. Er ist 4740 km vom Erdmittelpunkt entfernt (der Radius der Erde beträgt ca. 6378 km).
- Die Erde führt die Bewegung um den Systemschwerpunkt als starres Ganzes aus. Durch diese kreisförmige Bewegung wird also eine identische Beschleunigung (und *Fliehkräfte*) in jedem einzelnen Punkt der Erde erzeugt.
- Auf der mondnahen Seite der Erde ist das Gravitationsfeld etwas stärker als die Fliehkraft und es bildet sich der *erste Flutberg*. Etwa im Erdmittelpunkt heben sich beide Kräfte auf. Auf der mondfernen Seite ist die Fliehkraft stärker als die Mondgravitation und es bildet sich der *zweite Flutberg*.

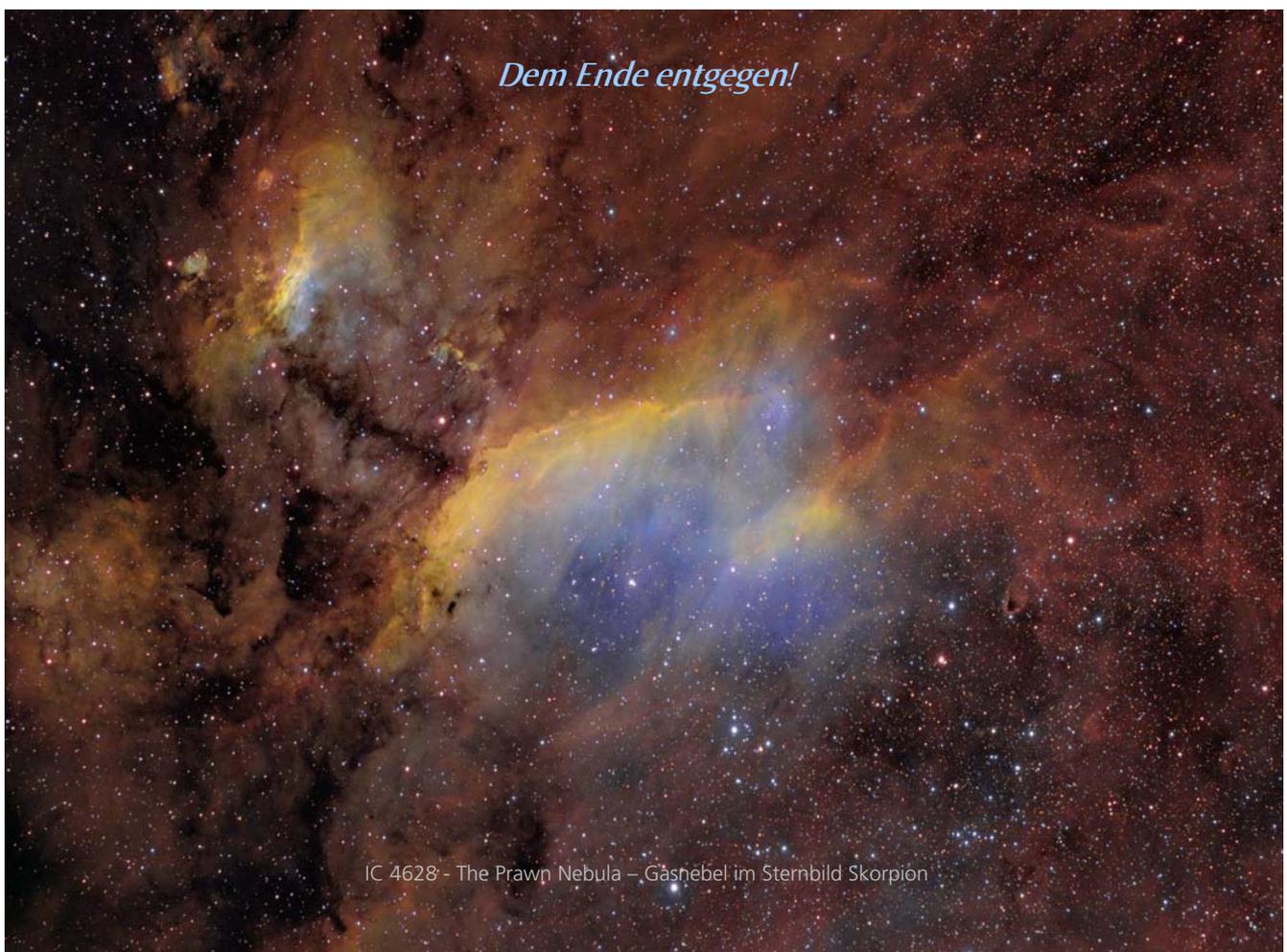
- 4/4 -



» Durch die gemeinsame Rotation von Erde und Mond um einen gemeinsamen Schwerpunkt entstehen zwei Flutberge. Die „Flut“ in Richtung Mond und die Gegenflut auf der gegenüberliegenden Seite der Erde.

08.07.2009

Folie 67



In eigener Sache



08.07.2009

Europa bei Nacht

Folie 69

Lichtverschmutzung

- 1/3 -

- **Lichtverschmutzung** ist die **Aufhellung** des **Nachthimmels** durch von Menschen erschaffene, installierte und betriebene **Lichtquellen**, deren Licht in den unteren Luftschichten der Atmosphäre gestreut wird.
- **Künstliche Lichtquellen** „verschmutzen“ die **natürliche nächtliche Dunkelheit** und können deshalb als eine spezielle Art der Umweltverschmutzung angesehen werden.



Ein Sternhimmel wie ihn unsere Vorfahren noch beobachten konnten.



So sehen wir den nächtlichen Himmel bereits schon in ländlichen Gegenden!

08.07.2009

Folie 70

- Die größten *Verursacher der Lichtverschmutzung* sind *Großstädte* und *Industrieanlagen*, die die Nacht durch *Straßenbeleuchtung*, *Leuchtreklamen* und *Flutlichtanlagen* erhellen. Seit einigen Jahren verwenden Diskothekenbetreiber Projektionsscheinwerfer, so genannte *Skybeamer*, die tanzende Lichtkegel an den Nachthimmel projizieren.
- Problematisch ist dabei hauptsächlich der große nach oben *abgestrahlte oder reflektierte Anteil* des Lichtes. Dadurch ergeben sich die bekannten Lichtglocken über Städten.
- Die Abwesenheit eines wirklich dunklen Nachthimmels *beeinträchtigt* im besonderen Maße die *astronomische Beobachtung und Forschung*. Über einer hell erleuchteten Stadt sind mit bloßem Auge in der Regel *nur noch wenige sehr helle Sterne zu sehen*. Ausgedehnte lichtschwächere Objekte wie die Milchstraße, die Große und die Kleine Magellansche Wolke, die Andromedagalaxie oder den berühmten Großen Orionnebel kennen viele Menschen nur noch aus der Erzählung.
- Bei einer Studie in der Schweiz wurde bekannt gegeben, dass man Sterne nur noch bis zu Grenzgröße von 4 mag sieht, anstatt bis 6 mag.
- *Die Zahl der mit bloßem Auge sichtbaren Sterne liegt meistens bei nur noch zwei- bis fünfhundert, während sie früher generell - heute nur noch in sehr dunklen Gegenden - bei bis zu dreitausend lag. Sternwarten, die noch im letzten Jahrhundert in manchen Großstädten in Betrieb waren, mussten mittlerweile den wissenschaftlichen Betrieb einstellen oder an abgelegene Orte verlagert werden.*



Jeder kann mithelfen!

- Es ist einfach, Licht - und damit Energie! - einzusparen, ohne auf Komfort oder Sicherheit zu verzichten.
- *Kein Dauerlicht* an Haus oder im Garten, ein *Bewegungsmelder* hilft Energie sparen und bietet noch mehr Sicherheit!
- Auf *gezielt gerichtetes Licht* achten! Das zu beleuchtende Objekt sollte nur angestrahlt werden, die *Lichtquelle sollte nicht blenden! Kugelleuchten, die nicht gerichtetes Licht aussenden, sind Energieverschwender und liefern keine sinnvolle Beleuchtung.*
- Bei Dunkelheit *Rollos oder Vorhänge schließen*, das spart auch sehr viel Wärmeenergie!
- Bei Straßenbeleuchtung darauf achten, dass vor allem die Straße beleuchtet wird! Eine *Straßenleuchte sollte so abgeschirmt sein, dass sie nicht blendet!* Kontakt mit Stadtwerken, Stadtverwaltung aufnehmen.
- *Lampen im freien so auswählen das die nach unten und nicht in den Himmel strahlen.*



Beleuchtung der Ruine Stein in Baden, Schweiz

Vielen Dank!

Andromeda Galaxie M31



Der Anblick des weiten Himmels
kommt als einzige visuelle
Wahrnehmung einem
Gefühl am nächsten.
Samuel Taylor, 1805