

Daten der Astrophysik

Universum

6000 Sterne mit bloßem Auge sichtbar. In Wirklichkeit vermutlich mehr als 1 Quadrillion Sterne = 10^{23} = 1 Billion Galaxien x 100 Milliarden Sonnen
Insgesamt 10^{85} Teilchen.

Woher? Teilchen-Antiteilchen-Paare.

Gesamtenergie des Kosmos = 0. D.h. Materie aus positiver Energie + gleicher Menge negativer Gravitationsenergie (eigene Formel: $ME - GE = 0$. In dieser Formel kann sich die Materie-Energie beliebig erhöhen, wenn und weil sich die Gravitationsenergie ebenso erhöht: $2ME - 2GE = 0$)

Größe des Kosmos: Da Ausdehnung nicht schneller als mit Lichtgeschwindigkeit geschehen sein kann, kann die Größe des Kosmos nicht größer sein als das Alter. Geschätzt: 16 - 20 Mia Jahre = 16 Mia Lichtjahre - es sei denn, es hat zu Beginn (Punkt 0) durch die nahezu unendliche Energie einen exponentiellen Effekt der Ausdehnung gegeben, der zu größerer Geschwindigkeit führte als Lichtgeschwindigkeit. Doch das ist - nach Einstein - unwahrscheinlich.

Neutronenstern

Ist ein Stern 1,44x größer als unsere Sonne, reicht seine innere Anziehung nicht aus, um die atomare Struktur der Materie, aus der er besteht, zu zerstören. (Unsere Sonne bricht nur zusammen zu einem "weißen Zwerg" = 3 to in 1 Streichholzschachtel, Größe: wie unsere Erde). Die Elektronenschalen brechen zusammen, das Gerüst der Atomkerne, gebildet aus Elementarteilchen, bricht zusammen. Es kommt zum **Gravitationskollaps**. Innerhalb 1 Sekunde bricht der ganze noch immer planetengroße Stern auf ein Volumen von nur noch 10 - 20 km Durchmesser zusammen. Bei dieser Implosion entstehen Temperaturen von mehr als 3 Milliarden Grad (Sonneninneres 15 Mio Grad!). 1/10 der Gesamtmasse wird in einem gewaltigen atomaren Blitz zerstört und mit Geschwindigkeiten bis zu 10 000 km / sec. in den Weltraum geschleudert. Es entsteht die sog. Supernova, die für einige Wochen so hell ist wie 200 Mio Sonnen. So etwas gibt es in unserer wie in fremden Milchstraßen. Was übrigbleibt, ist ein Stern mit einer Materie wie unsere Sonne, aber zusammengepreßt auf 10-20 km. Die verbliebene Materie besteht nur noch aus Neutronen. Deswegen wird er **Neutronenstern** genannt. Ein cm^3 wiegt etwa 1 Mrd to (10^{15} Gramm). (Vergleich: 3000 Flugzeugträger in 1 Streichholzschachtel).

Dichte ca. $10^{16} \text{ kg/m}^3 = 10^{13} \text{ to / m}^3 = 100 \text{ Billionen kg/m}^3 = 100 \text{ Billionen to/m}^3$

Neutronensterne sind unsichtbar. Ihre Anziehungskraft ist so groß, daß selbst Photonen des Lichtes das Schwerfeld nicht mehr verlassen können. Seine Existenz verrät sich nur noch durch 2 Eigenschaften: 1. durch eine gewaltige Anziehungskraft, die sich auch auf die weitere Umgebung auswirkt, 2. durch eine von ihm ausgehende Röntgenstrahlung.

Computer berechnen: Selbst das ist noch nicht das Ende einer Sonne. Nach kurzer Unterbrechung kommt die Kontraktionsbewegung noch einmal in Gang **der Neutronenstern bricht noch einmal zusammen bis zu einem mathematischen Punkt**, einem völligen Abstraktum. Er verschwindet auf eine unvorstellbare Weise aus dem Universum.

Schwarzes Loch

Materie auf das Volumen der Größe Null verdichtet, so daß Dichte und Krümmung der Raumzeit unendlich werden.

In unserer Galaxis wird ein Schwarzes Loch vermutet mit einer Masse von 100 000 Sonnen

Schwarzes Loch zieht Licht an, strahlt Röntgenstrahlung ab. Deshalb mit Röntgenteleskop feststellbar. Seit 1983 im All. 150 000 neue Röntgenquellen.

Im Mittelpunkt sehr ferner Galaxien (Quasare) befinden sich Schwarze Löcher mit einer Masse von ca. 100 Millionen Sonnen und mehr.

Vorstellungshilfe: Masse eines hohen Berges zusammengedrängt auf ein millionstel eines millionstel cm^3 = Größe eines Atomkerns.

Ist nahezu so kalt wie absolute Minustemperatur, ca. 1-2° wärmer. Das führt bei weiterer Ausdehnung und damit Abkühlung des Kosmos auf niedrigere Temperatur als es das Schwarze Loch aufweist, zur allmählichen Verdampfung des Schwarzen Loches in einer Zeit von 10^{66} Jahren.

Es ist möglich, daß sich die meiste Materie des Universums in Schwarzen Löchern befindet.

Schwarze Löcher können - ihrer Natur nach - nicht gesehen werden. Sie werden aber mit Hilfe der Allgemeinen Relativitätstheorie berechnet. Es wird also darauf geschlossen, daß es sie gibt. Es gibt nur indirekte Hinweise aus der Beobachtung.

Schwarzes Loch in unserer Milchstraße? Es muß etwas da los sein! Gamma- und Radiostrahlung! Infrarotkamera nimmt Kern unserer Galaxie auf und stellt einen rotierenden Ring fest. Radioteleskop stellt fest: Im Inneren des Gasringes gibt es Spiralen, in der Mitte ein kompaktes ruhiges Etwas. Das könnte ein Schwarzes Loch sein mit einer Anziehungskraft von 4 Mio Sonnen. Können wir angezogen werden? Vermutlich nicht. Wir würden ins Weltall weggeschleudert werden. Wir liegen außerhalb einer Quasarentfernung.

Quasare = Lichtquellen vom Rande des Universums, 15 Mia Lj entfernt. 10000 Galaxien beobachtet. Sind Quasare riesigen Schwarze Löcher, die ganze Galaxien auffressen? Quasare zeigen eine Rotverschiebung im Lichtspektrum, die auf 15% der Lichtgeschwindigkeit von uns weg hinweist, also auf ein Fluchtgeschwindigkeit von 45 000 km/sec. Quasare sind keine Galaxien. Je größerer, sagt man, die Rotverschiebung, je schneller die Fluchtgeschwindigkeit, umso weiter die Entfernung von uns. Konkret: Viele Quasare sind weiter als 10 Mrd Lichtjahre von uns entfernt. Jedoch: Ihre Lichtmenge ist hunderte Mal größer als die hellsten Galaxien. Mögliche Antwort: Im Zentrum der Quasare befindet sich ein supermassives schwarzes Loch, in das durch seine Schwerkraft, die Millionen Sonnenmassen entspricht, Materie mit nahezu Lichtgeschwindigkeit hineingezogen wird und entsprechend hohe Energie abgibt, die alle Energiemengen bei Kernprozessen weit übertrifft.

Urknall

Punkt 0 + unendlich heiß. 1 sec. nach dem Urknall betrug die Temperatur ca. 10 Milliarden Grad C. = 1000fache der Sonneninnentemperatur = H-Bomben-Explosion.

100 sec später = 1 Milliarde Grad. Während einer Zeit größerer Dichte etwa 5-10000°. Heute -270°.

Die 2. Sternengeneration entsteht aus Wolken interstellaren Staubs, der auch schon schwerere Elemente enthält, die im Zentrum der Ur-Sterne entstanden und bei der Explosion einer Supernova in den Weltraum abgegeben wurden. Das Ende eines Sterns bedeutet also die Bereitstellung von geeignetem Material für einen Stern der 2. Generation.

Weißer Zwerg

Sonne unter 1,4 Sonnenmassen, der erkaltet ist und sich zusammenzieht. Größe: mehrere 1000 km Radius + Dichte von hunderten to/cm³.

Nova = Explosion einer Sonne mit Abstrahlen von ca. 0,1 % - 1% der Sternmasse und 1/10000 seines gesamten Energievorrates (Vergleichsweise so viel, wie unsere Sonne in ca. 2000 Jahren abstrahlt).

Supernova = Explosion einer Sonne mit Abstrahlen von ca. 10% der Sternmasse. Helligkeit nimmt plötzlich um das 100 Millionenfache zu. In unserer Galaxis sind 5 Supernovae in den letzten 1000 Jahren bekannt geworden, die bekannteste im Krebsnebel aus dem Jahre 1054.

In der **Magellanschen Wolke Supernova** 180 000 Lichtjahre entfernt. Stern war 10-20mal größer als unsere Sonne. Innerhalb von 24 Stunden erhöhte sich seine Helligkeit auf das 1500fache.

In **unserer Galaxis** entdeckten Forscher etwa 5000 kühle Gaswolken, bestehend aus Staubpartikeln und interstellarem Gas, mit einem Durchmesser von etwa 200 Lichtjahren. Jede dieser Wolken enthält Material von etwa 500 000 Sonnen. Daneben gibt es Kugelsternhaufen, die je etwa 100 000 Sonnen enthalten.

Unsere Galaxis hat einen Durchmesser von rd 82 000 Lichtjahren. Die Anzahl ihrer Sonnen beträgt rd. 100 Mrd.

Sonnensystem

4 Innen und 4 Außenplaneten, letztere Gasplaneten, dazwischen Asteroidengürtel. Woraus besteht er? Geborstener Planet oder noch nicht verarbeitete Materie des Sonnensystems? Wenn ersteres, dann unterschiedliche Stoffzusammensetzung. Wenn letzteres, dann relativ einheitliches "Baumaterial". Größter Brocken, Ceres, hat 1000 km Durchmesser. Einige der Asteroiden laufen auf ungewöhnlichen Bahnen, die sie auch der Erde nahe kommen lassen (etwa 1000 Stück). 1975 durchraste ein Asteroid von ca. 10 m Größe die Atmosphäre über den Rocky Mountains. Ein nur wenige Bruchteile 1 Grades steilerer Eintrittswinkel in die Erdatmosphäre hätte ihn wie eine Wasserstoffbombe einschlagen lassen.

Vorstellungen:

Sonnensystem 100 Mal verkleinert = Erde = 12 cm Durchmesser Ball, glatt poliert, Mond = 3,5 cm im Abstand von 3,8 m. Sonne 1,5 km entfernt, Durchmesser 14 m, Mars = 7 cm etwa 500 m entfernt, der entfernteste Planet, Pluto, 6 cm ca. 60 km entfernt von uns. Die nächste Sonne, Alpha Centauri, befindet sich auf dem Mond.

Oder: Erde = Pfefferkorn, Mars = Senfkorn, Jupiter = Walnuß (1300x größer als Erde), Saturn = Kirsche, Uranus und Neptun = Walderdbeere, Merkur = Mohnkorn, Pluto = Senfkorn. Sonne = Wassermelone.

Entfernungen: Melonen-Sonne / 24 m entfernt Mohnkorn-Merkur; 42 m entfernt Pfefferkorn-Venus, 60 m entfernt Pfefferkorn-Erde, 90 m entfernt Senfkorn-Mars, 312 m entfernt Walnuß-Jupiter, 570 m entfernt Kirsche-Saturn, 1152 m entfernt Walderdbeere-Uranus, 1806 m entfernt Walderdbeere-Neptun, 2376 m entfernt Senfkorn-Pluto. Und wenn das alles in Potsdam, dann befindet sich die nächste Sonne=Alpha Zentauri am Südpol.

Wenn eine Apfelsine vergrößert wird auf die Größe unserer Erde, dann hätte ein **Atom** die Größe einer Kirsche.

Wenn 1 Atom vergrößert wird auf die Größe des Petersdoms, dann ist der **Atomkern** so groß wie ein Salzkorn.

Elektronen rasen um den Atomkern mit einer Geschwindigkeit von ca. 900 km/sec.

Protonen und Neutronen bewegen sich durch den Atomkern mit einer Geschwindigkeit von ca. 60 000 km/sec.

Neutrinos 1/20000 der Masse eines Elektrons; elektrisch neutrales Teilchen; 3 Sorten + je Antineutrinos. Mengenmäßig kommen im Universum auf 1 Proton ca. 1 Mrd Neutrinos. Neutrinos haben ungeheure Durchdringungskraft. Sie erzeugen (fast) keine Wechselwirkungen. Von 1000 Mrd Neutrinos, die die Erde durchqueren, wird nur 1 eine Wechselwirkung erfahren.

Quarks sind kleinste Teilchen im Innern des Protons. Die Kraft, welche die Atomkerne zusammenhält, wirkt zwischen den Quarks und wird durch **Gluonen** vermittelt.

Entfernungen werden gemessen in Lichtjahren. 1 Lichtsekunde = 300.000 km. Lichtjahr = 300.000 x 60 sec x 60 min x 24 st x 365 Tage = ca. 9,5 Bio km.

Nächster Stern: Proxima Centauri ca. 4,3 Lichtjahre. Astronauten brauchten bei der Geschwindigkeit zum Mond = 11 km/s insgesamt ca. 77 000 Jahre bis Proxima-Centauri.

Weil solche Entfernungen so riesig sind, neue Bemessung: Lichtgeschwindigkeit:

1 Lichtsekunde = 300 000 km

1 Lichtminute = 18 Mio km

1 Lichtstunde = 1080 Mio km

1 Lichtjahr = 1080x24x365 = 9,46 Bio km

Licht vom Mond = 1,3 Sek.

Licht von Sonne = 8,25 Minuten

Licht vom Saturn = 90 Minuten

Licht von Proxima Centauri = 4,3 Jahre

Licht vom Andromeda-Nebel = 900 000 Jahre

Licht von entferntesten Objekten = 16 Mrd. Jahre
Licht vom Polarstern = 46 Jahre = $46 \times 9,5$ Bio km

Entfernungen:

- Erde - Mond = 384 400 km
- Erde - Sonne = 150 Mio km
- Erde - Mars = 700 Mio km
- Erde - Saturn = 1,5 Mrd km
- Erde - Pluto = 6 Mrd km
- Erde - Proxima Centauri = 42 Bio km (42×10^{12})
(Pro Tag 1000 km = 117 Mio Jahre)
- Erde - Sirius = 82 Bio km
- Erde - Galaxien mit Teleskopen sichtbar, ca. 5×10^{21} km

Einer der hellsten Sterne am Winterhimmel ist **Beteigeuze** im Sternbild des Orion. Seine Übergröße ist so groß, daß unser gesamtes Sonnensystem (etwa 12 Mrd km Durchmesser bis Pluto) etwa 400mal darin Platz fände.

2 neue Planeten entdeckt 15 und 60 Lichtjahre von uns entfernt

Sonne

Ergebnis einer oder mehrerer Supernovae, die bei ihrer Implosion riesige Mengen Gas und (wenn vorhanden) schwerere Elemente abstoßen. Energie, die ins All geht, ist ca. so groß wie die abgestrahlte Energie aller Sonnen einer Galaxis = über 100 Milliarden Sonnen. Ein Teil des Gases bildete unsere Sonne, ein kleiner Teil der schweren Elemente unsere Erde.

Größe: Durchmesser 1,392 Mio km, 150 Mio km von uns entfernt. (Epsilon Sonne = 3 Mrd. km Durchmesser).

Erde paßt 1,3 Mio x in die Sonne, Sonne ist 333 000 x schwerer als Erde, obwohl sie nur aus Gas besteht. 99,9% aller Materie unseres Sonnensystems befindet sich in der Sonne. Planeten, Monde, Planeten, Meteoriten usw. zusammen nur 0,1% der Materie.

Temperatur im Kern: 15 Mio° . 1 Stecknadelkopf großes Stück Sonne hier in Potsdam = Alles Leben in 150 km würde verbrannt - bis Dresden, Halberstadt, Schwerin, Stettin. Temperatur an Oberfläche 5700° .

Corona gibt Wärme ab seit 4,5 Mia Jahren (= ca. 50%; weitere etwa 5 Mia Jahre). Corona hat Temperatur von 1 Mio° .

In 1 Sekunde erzeugt Sonne durch Umwandlung von Wasserstoff in Helium mehr Energie als die Menschheit in der gesamten historischen Zeit erzeugt hat, nämlich: 657 Mio t Wasserstoff (H) in 652,5 Mio t Helium (He). 1 He-Atom hat nicht ganz das vierfache Gewicht eines Wasserstoff-Atoms, weniger als 1% fehlt, also leichter. Dieses knapp 1% = Neutrinos + reine Energie = 4 Mio t Materie werden in jeder Sekunde von der Sonne zerstrahlt = Energieerzeugungsprozess der Sonne.

1 Energiequant aus dem Mittelpunkt der Sonne braucht für den Weg bis an den Rand der Sonne ca. 20 000 Jahre, da die (gasförmige) Materie so dicht ist (und das trotz Lichtgeschwindigkeit des Lichtquants!). Licht heute auf der Erde ist also bereits in der Steinzeit im Inneren der Sonne erzeugt, dort freilich nicht als Licht, sondern als Gamma- und Röntgenstrahlung; erst auf dem Weg an die Oberfläche in Licht umgewandelt.

Sonnenexplosionen (Protuberanzen) von der Stärke von tausenden von

Wasserstoffbomben. Explosionen (Protuberanzen) sind bis zu 350 000 km hoch (ca. Entfernung Erde-Mond).

1 Sonnenumdrehung in 25 Tagen

Sonnenwind

Korpuskularstrahlung der Sonne in Form von Protonen und Elektronen, die die Sonnenoberfläche mit mehr als 1000facher Schallgeschwindigkeit verlassen. Sonne verliert pro Sekunde ca. 1 Mio to Materie als Sonnenwind und hat dadurch seit Beginn ihrer Existenz weniger als 1/10 000 ihrer Gesamtmasse eingebüßt. Der Sonnenwind ist dafür verantwortlich, daß Kometenschweife immer von der Sonne weg weisen.

Man kann den Sonnenwind als sich ausdehnende Sonnenatmosphäre verstehen, solares Plasma. Diese ist sonnennah (als Korona) ca. 1 Mio^o heiß, also viel heißer als die Sonnenoberfläche selber (5.700^o). Wie ist das möglich? An der Oberfläche der Sonne platzen Gasblasen aus der Tiefe der Sonne (Sonnengranula, heißer als Oberfläche) mit einem Durchmesser von ca. 1000 km. Der Knall der platzenden Blasen liefert vielleicht Kraft zum Aufheizen der Sonnenatmosphäre + Beschleunigung der den Sonnenwind bildenden Partikel. Der Sonnenwind reicht vermutlich bis in den Bereich auch der entferntesten Planeten, die sich also auch im Bereich der Sonnenatmosphäre befinden. Diese Atmosphäre, eine niederenergetische Teilchenstrahlung, schützt uns. Ohne Sonnenwind gäbe es uns nicht.

Sonnenwind reicht mindestens 1,5 Mrd km und höchstens 25 Mrd km = 4x Durchmesser unseres Sonnensystems. Nimmt man den mittleren Wert, erreicht man die Größe des Sonnensystems.

Das bedeutet: Der Weltraum ist nicht leer, sondern aufgeteilt in deutlich abgegrenzte Zonen, die ausgefüllt sind von solarer Atmosphäre. Die so entstehende Kugel hat einen Durchmesser von ca. 12-15 Mrd km. Diese Kugel ihrerseits wird von **kosmischer Höhenstrahlung** getroffen. Das ist die energiereichste Strahlung, d.h. einer Teilchenstrahlung mit fast Lichtgeschwindigkeit aus dem Weltraum. Uns erreichen nur geringe Reste davon, weil fast alles an der Grenze unseres Sonnensystems wie von einem Spiegel abgelenkt wird durch magnetische Kraftlinien.

Wenn die Sonne erlöschen würde, würden wir nicht erfrieren, sondern einen Strahlentod sterben.

Der **interstellare Staub** ist sehr gering = 1 Atom/3cm³. Sonnenplasma im Raum um die Erde beträgt 5-10 Partikel/cm³. Vergleich: Luft = 10¹⁹ Atome/cm³. Außerdem gibt es im "luftleeren Raum" überall Strahlung (Wellen). Im Vakuum, das auf der Erde hergestellt werden kann, befinden sich noch immer 100 Mio Atomne / cm³.

In Meereshöhe der Erde sind 2,5 x 10¹⁹ (= 25 Trillionen) Atome in 1 cm³ enthalten. In 200 km Höhe sind nur noch 5 x 10⁹ (= 5 Milliarden) Atome in 1 cm³ enthalten.

Der Sonnenwind schützt uns vor kosmischer Strahlung, das irdische Magnetfeld vor dem Sonnenwind. Venus + Mars besitzen kein Magnetfeld, schon deswegen ist (höheres?) Leben nicht möglich.

Erde: ca. 5 Mia Jahre. Dreht sich mit Geschwindigkeit von 1600 km / Stunde um ihre eigene Achse. Würde sie sich nur mit 160 km/h drehen, wären Tage und Nächte 10x so lang. Ergebnis: Sonne würde alles verbrennen, Gewachsenes würde in den Nächten erfrieren. Wäre die Erdachse nicht geneigt (23°), gäbe es keinen Wechsel der Jahreszeiten, in einigen Bereichen wäre immer Sommer und damit zu heiß, in anderen immer Winter und damit zu kalt. Außerdem wären ozeanische Dämpfe aufsteigen und ganze Eiskontinente auftürmen. Wäre der Mond, der die Gezeiten von Ebbe und Flut bestimmt, nur 80 000 km von uns entfernt, würden alle Erdteile 2x/Tag überflutet.

Ca. 22000 x 22000 km = ca. 510 Mio qkm. 12 000 km Durchmesser.

71% = 361 qkm von Wasser bedeckt.

Erdkruste 33 km dick, dann 3000 Erdmantel, dann 2160 km Eisen + Nickel-Erdkern (flüssig), dann 2400 km (Durchmesser) Erdkern (fest) aus gleichem Material.

Temperatur im Erdinneren: 40 km = 1000° Grad, Erdmittelpunkt (6350 km) = 10-12000 $^\circ$.

Erdmagnetismus: Dynamo-Theorie: Magnetische Kraftlinien werden durch elektrischen Strom erzeugt. Solcher Strom kann nur im flüssigen Teil der Erde dadurch entstehen, daß sich die inneren Bereich schneller bewegen als die äußeren. Die Bewegung beträgt 1-2 m / Stunde. Die Erddrehung zwingt viele verschiedene Turbulenzen im Erdinneren in eine einheitliche, zusammenhängende Vorzugsrichtung, dessen Drehbewegung am Verlauf der Erdachse orientiert ist. Solche Turbulenzen wirken sich aber auch auf das Erdmagnetfeld aus.

Nachts nur dunkel, weil Welt nicht unendlich groß ist. (Olbers'sches Paradoxon, Ditfurth 48)

Mond

384 400 km entfernt.

Mars

Unser nächster Planet, 1/2 der Erde, nur 6.800 km Durchmesser (Erde: 12.700 km). Nur 1/10 der Erdmasse und 70% ihrer Dichte, daher kein flüssiges Inneres. 700 Mio km entfernt. 10 Monate Flugzeit bei 2,3Mio km/Tag = 97000 km / Stunde = 1620km /Minute = 27 km / Sekunde.

Bedeckt mit rostrotem (14% eisenhaltigem) Sand, möglicherweise mit einer Art Schnee vermischt. Möglicherweise Wasser in früheren Zeiten = ausgetrocknete Flußbetten. Größte Vulkane des Sonnensystems.

2 winzige Monde, Phobos und Deimos.

Venus, Abend- und Morgenstern, (12.400 km) etwa so groß wie die Erde (12.700 km), aber 20% geringere Masse. Die Dichte ist ähnlich der der Erde, Inneres der Venus auch flüssige Metalle. Aber geringere Rotationsgeschwindigkeit, nur 1 Drehung in 243 Tagen um ihre Achse. Schon deshalb kein Leben möglich (s.Erde).

Saturn zweitgrößter Planet, 9x größer als Erde. 1 Mrd km von Jupiter entfernt. **Ringe** einige 100 m dick aus Eis, Steinen und Staub. Größe der Teilchen von

Staubkorn bis Hausgröße. 300 000 km Durchmesser. Planet besteht aus Wasserstoff und Helium (Gas). 1,5 Mrd km entfernt. 17 kraterübersäte Monde. Mond Titan = 1/2 Erde mit Stickstoff Atmosphäre.

17 Monde, einer der größeren ist Saturnmond Japetus. Rhea.

Uranus. 4x größer als die Erde, fast 3 Mrd km entfernt. Gasplanet. 5 Monde.

Neptun. 4,5 Mrd km entfernt von der Sonne. 48 000 km Durchmesser, nur wenig kleiner als Uranus. 2 Monde.

Pluto. Feste Oberfläche aus Methaneis. 4000 km Durchmesser. Mond Charon 2000 km Durchmesser.

Jupiter größter Planet, Gas, Durchmesser 14x größer als Erde, d.h. die Erde paßt 1.300 x in ihn hinein. Ring, dicker (ca.10 km) als bei Saturn, schlechter sichtbar. 300 Erdmassen. Umfang ist größer als die Entfernung von der Erde zum Mond.

Roter Fleck? Man vermutet: Ein Wirbelsturm seit 300 Jahren. Er hat Durchmesser von 2.633.000 km.

1972 Sonde zum Jupiter (Pionier 10)

1973 Sonde zum Jupiter (Pionier 11) + Saturn (Landung auf **Jupitermond Io** [dort mindestens 12 aktive Vulkane mit Temperaturen um 2000° - Erde nur rund 1000°])

Jupitermond Europa: Eiskruste einige 100 km dick. Darunter flüssiges Wasser mit Ammoniakbeimengungen.

Jupiterringe:

2 Mio km /Tag = 2 Jahre Flugzeit

Auffallend: Jupiter gibt mehr Energie ab, als er von der Sonne aufnimmt. Er muß also im Innern eine Energiequelle haben. Dann ist er kein erkaltender, sondern ein sich erwärmender Stern. Wenn diese Energiequelle ausreichend groß ist, wenn Jupiter weiter gigantische Mengen kosmischen Staubes, Kometen, Meteore in sich aufnimmt, sich also vergrößert, kann seine Strahlungsstärke in etwa 3 Mrd Jahren mit der der Sonne vergleichbar sein. Das wäre dann ein Doppelstern, wie wir ihn aus dem Kosmos kennen.

Merkur. Innerster, der Sonne nächster Planet. Felsig, leblos. 400°. Sonne 3mal größer als bei uns.

Kometen

Kopf aus Gesteins und Eismasse (0,5 - 5 km), Schweif in Sonnennähe durch abschmelzendes Eis, gasförmig ca. 30 Mio km lang (manche sagen: bis zu 200 Mio km lang). Lebensdauer ca. 1 Mio Jahre. Höchste Sonnenentfernung 2-3 Lichtjahre = 50% der Entfernung zur nächsten Sonne. Sind austauschbar in verschiedenen Sonnensystemen.

Meteor

Gesteinsbrocken, die mit 50 km/sec in Erdhülle eindringen, auseinanderbersten und in kleinsten Teilchen (Staub) in 60-90 km Höhe verglühen (Sternschnuppen). Geschwindigkeit: zwischen 11 und 70 km/sec. Meteore mit einem Gewicht unter 1 to verdampfen vollständig beim Eintritt in die Erdatmosphäre. Großer Meteor, der nicht zerstört wird beim Eintreten in die

Erdhülle, wirkt wie Wasserstoffbombenexplosion 1 oder vieler Bomben mit verheerender Wirkung (Nuklearer Winter).

Pro Jahr regnen etwa 5 Mio to meteoritischer Staub auf die Erde = weniger als 1 millionstel Gramm/cm². 4 Volltreffer aus dem Weltall sind bekannt: Vor 700 000 Jahren in Südostasien (vermutlich Südpolarregion), vor 1 Mio Jahren in Westafrika, vor 14,6 Mio Jahren im Nördlinger Ries (Deutschland), vor 34 Mio Jahren in Texas. (Auch in Sibirien wird ein Einschlag vermutet). Im Nördlinger Ries: Größe des Meteors etwa 1 km (Durchmesser); die Abbremsung an der Erdkruste erzeugte eine Explosion, die der von mehreren hundert Wasserstoffbomben entsprach. Spritzer flogen bis nach Böhmen.

Milchstraße: Wir am Rande, 30.000 Lichtjahre vom Zentrum entfernt. Ca. 50 - 100 Mia Sonnen.

Nächste Galaxie: Spiralneben, Andromeda-Nebel, ca. 100.000 Lichtjahre groß, auf Kollisionskurs mit unserer Galaxie. 3 Millionen Lichtjahre entfernt, etwa 100 Milliarden Sonnen.

Galaxien:

Unser Milchstraßensystem etwa 100.000 Lichtjahre groß. Wir sind ziemlich weit am Rand. Das Licht von unserer Sonne bis ins Innere braucht etwa 30 000 Lichtjahre. Etwa 100 Mrd Sonnen.

Orion-Nebel gehört zu unserer Milchstraße und ist 1600 Lichtjahre entfernt. Durchmesser etwa 50 Lichtjahre und besteht fast nur aus Wasserstoffgas. Im Laufe von Milliarden Jahren entstehen aus solchen Wasserstoffgasnebeln neue Sonnen. Auch unser Sonnensystem war vor 10 Milliarden Jahren ein solcher Gasnebel.

Nächster Nachbar: Andromedanebel. Ca.3 Mio Lichtjahre entfernt. Besteht aus 50 - 100 Milliarden Sonnen, etwa 4x so groß wie unsere Galaxie.

Spiralnebel: 20 - 100 Milliarden Sonnen. Dicke etwa 12.000 Lichtjahre, größte Ausdehnung 100.000 Lichtjahre.

Anzahl der Galaxien: In dem von uns einsehbaren Teil des Kosmos: mehrere Milliarden. Man rechnet mit mindestens 100 Mrd Galaxien. Vor 20 Jahren konnte man 3 Mrd Lichtjahre weit beobachten. Heute schon 12 - 15 Mrd Lichtjahre mit Hilfe von sog. Radioteleskopen.

Gesamtzahl der Galaxien: etwa 10^{11} , Gesamtzahl der Sonnen etwa 10^{22} .

Nur Galaxien, die mit Spiralarmlen ausgebildet sind, können möglicherweise Leben hervorbringen, nicht aber elliptische Galaxien, die nur aus Wasserstoffsternen bestehen. In Spiralgalaxien befinden sich ebenfalls nur Wasserstoffsterne, in den dunklen Zwischenräumen aber ausreichen Materie höherer Elemente zur Bildung von Planeten.

Augustin: Gott könne seine Meinung ändern, ist ein Trugschluß, denn das würde bedeuten, Gott existiert in der Zeit. Zeit aber ist nur eine Dimension des Universums.

Zeit? Augustin: "Wenn niemand mich danach fragt, dann weiß ich es. Wenn ich es aber einem Frager erklären soll, dann kann ich es nicht sagen."

1 Meter = 40 millionste Teil des Erdumfangs

1 Tag = Zeit einer Erdumdrehung

1 Sek = 31 556 925, 9747 te Teil eines Jahres (bis 1965), seit 1965
1 Sek = die Zeit, die ein Casiumatom benötigt, um 9 192 631 770,0 mal hin- und herzuschwingen.

Halbwertszeit: Zeit bis zum Zerfall der Hälfte einer Substanz eines radioaktiven Elements in ein anderes. Z.B. Radium = 1580 Jahre, verwandelt sich in Blei (Zwischenprodukte mit einer sehr kurzen Halbwertszeit sind dabei uninteressant und bleiben unberücksichtigt). Thorium = 14 Mrd Jahre Halbwertszeit. Transurane haben eine Halbwertszeit von millionstel oder sogar milliardstel Sekunden.

C-14-Methode: Neben üblichem Kohlenstoff gibt es einen sehr kleinen Prozentsatz radioaktiven Kohlenstoffs (C 14). Isotop = Atome eines Elements, deren Gewicht sich ein wenig von dem der normalen Atome desselben Elements unterscheidet, während es chemisch und in jeder anderen Beziehung mit ihnen identisch ist. C-14-Isotope werden von jedem Lebewesen aufgenommen mit der Kohlensäure der Luft und in Körpergewebe eingebaut. C-14-Isotope zerfallen mit einer Halbwertszeit von 5600 Jahren. Eine Altersbestimmung wird also möglich, wenn man das Verhältnis von normalem Kohlenstoff und dem zerfallenen C-14 bestimmt.

Umpolung der Erde:

Letzte Umpolung vor 700 000 Jahren, davor: 1 Mio; 1,8 Mio; 2 Mio; 2,6 Mio; 2,9 Mio; 3,2 Mio; 3,5 Mio Jahren. In den letzten 76 Mio Jahren gab es mindestens 170 Umpolungen der Erde. Die Abstände sind immer geringer geworden. Vor 500 Mio Jahren lagen noch 10 - 20 Mio Jahre zwischen zwei Umpolungen, vor 200 Mio Jahren waren es noch etwa 1 Mio Jahre dazwischen, in den letzten 20 Millionen Jahren lagen nur noch 250 000 Jahre dazwischen, manchmal nur 10 000 Jahre. **Wenn also die letzte Umpolung vor 700 000 Jahren war, dann ist die nächste längst überfällig und jederzeit zu erwarten.** Eine Umpolung vollzieht sich vermutlich in wenigen hundert Jahren. Neben der Umpolung gibt es eine **Polwanderung**. Vor etwa 570 Mio Jahren (Kambrium, Zeitalter wirbelloser Meerestiere) befand sich der heutige arktische Magnetpol östlich von Neuguinea auf dem Äquator. Seither ist er in einer Schlangenbewegung um den 160. östlichen Längengrad herum über Kamtschatka nach Norden gedriftet. In den letzten 130 Jahren hat er sich um etwa 550 km weiter nach Nordwesten bewegt, etwa 4,2 km jährlich (diese Bewegung beeinflusst mit Wahrscheinlichkeit auch das Klima der Erde und bewirkt Klimaveränderungen). Ergebnis: Bei einer Umpolung bricht das Magnetfeld der Erde vollständig zusammen und wird in bis zu 10 000 Jahren wieder neu aufgebaut. Während dieser Zeit fehlt der Schutzschild der Erde gegen den Sonnenwind. Während dieser Zeit sterben die höchstentwickelten, die "vollkommensten" Arten, die bereits optimal an die Umwelt angepaßt sind, aus. Ihre Fähigkeit, auf Veränderungen ihrer Umwelt einzugehen, ist relativ gering. Der Mensch hätte vermutlich eine äußerst geringe Überlebenschance. Es entstehen neue Arten. Es wird vermutet, daß auch das Aussterben der Saurier, die vor etwa 200 Mio Jahren immerhin 30 Millionen Jahre lang die beherrschende Art der Erde war, durch eine Erdumpolung ausgestorben sind.

Einsicht moderner Astrophysik:

Früher war der Grundtenor: Die Erde mit allem, was auf ihr ist, schwebt in unausdenkbarer Einsamkeit und Verlorenheit in einem riesigen Universum, dem

wir gleichgültig sind und dessen kalte Majestät mit uns nichts zu tun hat. Wir sind Teil eines unendlich großen und unendlich toten Kosmos. Er ist unermesslich groß, unüberbietbar leer und unausdenkbar lebensfeindlich. Heute: Alles, was sich im Kosmos abspielt, ist für uns von höchster Bedeutung, hängt mit uns zusammen, das Größte mit dem Kleinsten, das für uns Allernächste mit dem, was sich an den Grenzen des Universums abspielt.

Einstein: "Soweit sich die Gesetze der Mathematik auf die Realität beziehen, sind sie nicht gesichert; und soweit sie gesichert sind, beziehen sie sich nicht auf die Realität".