

Kleynes WWW/Buechleyn

von den Gestirnen ueber uns

geschrieben von

Ruediger Kuhnke

A.D. MMVI zu Laim bey Muenchen am

Hochufer der Isar

fuer alle die nie zuvor davon gelesen  
oder sagen gehoeret haben

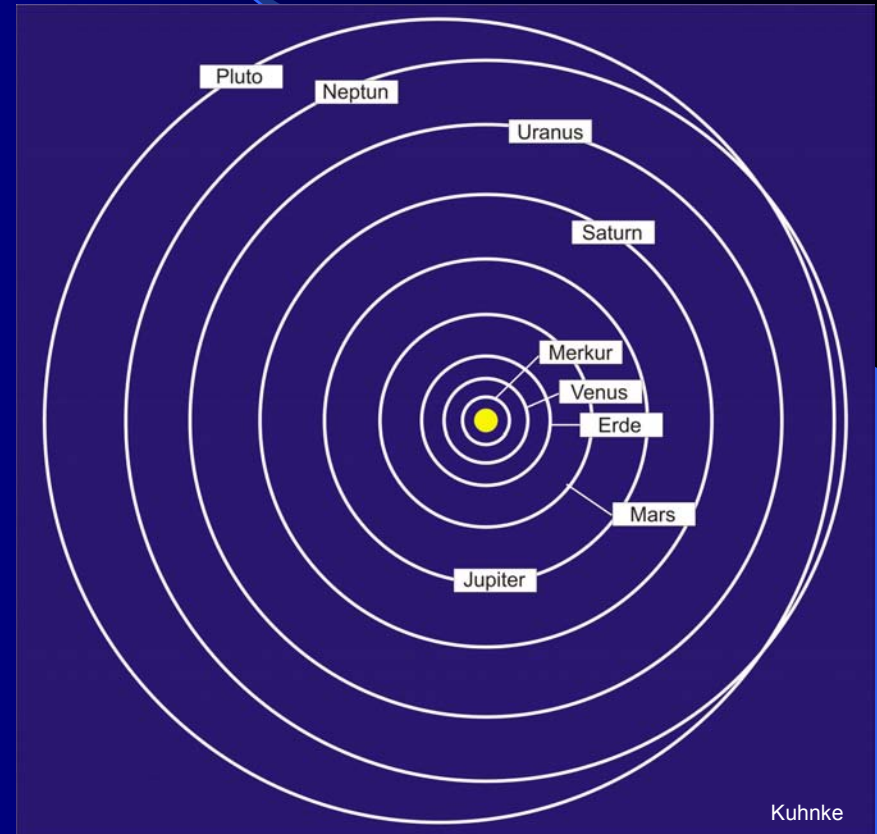


Außerhalb der Stadt, wo der Blick in den Himmel nicht durch Streulicht behindert wird, kann man mit bloßem Auge in Mitteleuropa ca. 3000 Sterne sehen.

Einige von ihnen bewegen sich gegenüber dem stets gleichbleibenden Sternenhintergrund und erscheinen im Teleskop nicht als Punkte, sondern als Scheiben. Dies sind die *Planeten* (griechisch, Wanderer), die anderen scheinen am Himmelsgewölbe stillzustehen und heißen *Fixsterne* (fix = feststehend).

# Sonne, Planeten und Fixsterne

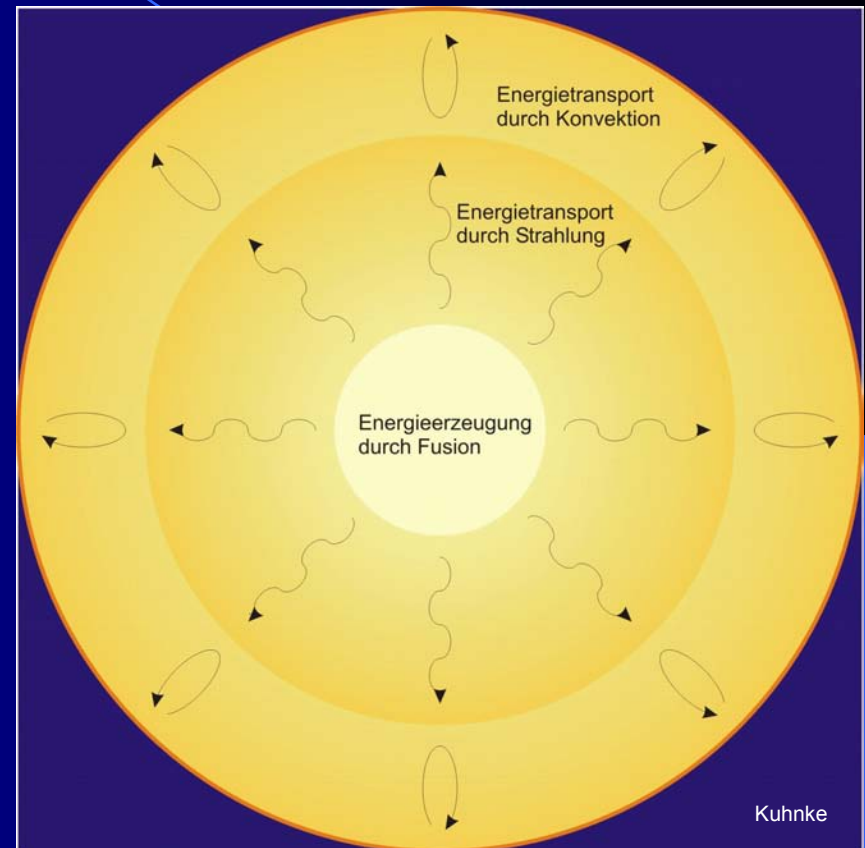
Die Planeten, die Sonne und die Erde stellen ein durch die Gravitation (gegenseitige Anziehung) zusammengehaltenes Gebilde dar, das *Sonnensystem*. (Ebenso gehören die Monde und Ringe der Planeten dazu.) Die Erde und die anderen Planeten umkreisen die Sonne. Die Fixsterne befinden sich nicht in unserem Sonnensystem, sondern sind sehr weit entfernte Sonnen, von denen viele auch Planeten besitzen.



# Die Sonne I

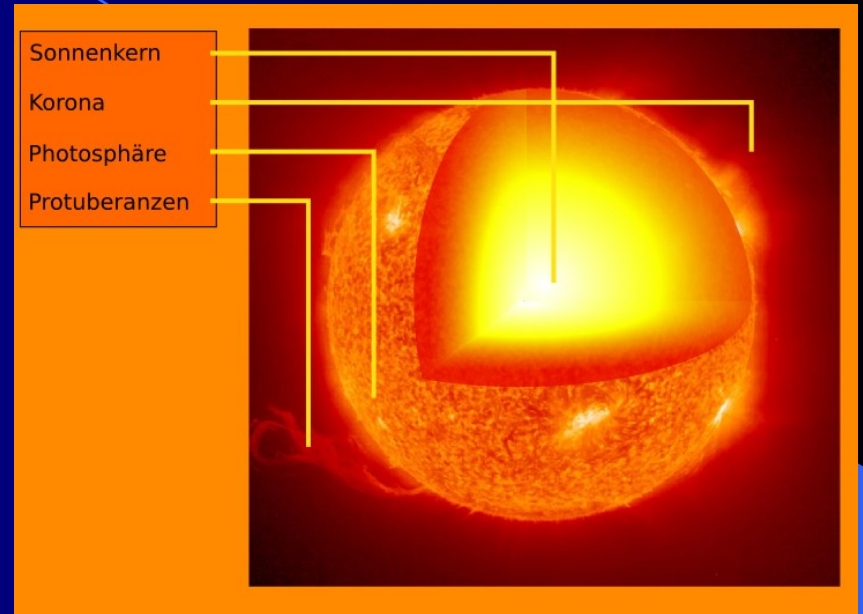
Die Sonne, ein Gasball von 1,4 Millionen km Durchmesser, besteht im wesentlichen aus einer Hülle und einem Kern, in dem bei 15 Millionen Grad durch Kernfusion Energie erzeugt wird. Diese Energie wird als Strahlung in die äußeren Zonen transportiert. (Ein Photon dieser Strahlung braucht durch ständige Kollisionen mit der Sonnenmaterie mehrere 100 000 Jahre, bis es die Oberfläche der Sonne erreicht.)

In einer Tiefe von ca. 21 000 km beginnt die Hülle, in der die Energie nicht als Strahlung, sondern durch Konvektion (Umwälzung heißer Materie) weiter nach außen transportiert wird.



# Die Sonne II

Die eigentliche "Oberfläche" der Sonne ist die nur etwa 400 km dicke, 5500 Grad heiße *Photosphäre*, die sichtbare "Sonnenscheibe". Darüber liegt die ca. 2000 km dicke *Chromosphäre*, in der die Temperatur nach oben hin ansteigt, bis sie in der *Korona* 1 Million Grad erreicht. Diese Aufheizung dieser extrem verdünnten Gashülle kommt durch Stoßwellen aus der Chromosphäre und magnetische Effekte (Erzeugung starker Ströme) zustande.



# Entfernungen I

Wer eine Tagestour von 20 km hinter sich hat, weiß, daß er eine beachtliche Strecke zurückgelegt hat. Auch der Weltumsegler hat nach 40 000 km eine große Distanz bewältigt. Das Empfinden für große Entfernungen ist also ziemlich subjektiv.

Die wirklich großen Entfernungen findet man im Weltall. Bis zum Mond sind es z. B. 384 000 km (das sind fast 10 Erdumrundungen), bis zur Sonne sind es 150 Millionen km. Mit einem 250 km/h schnellen Auto wäre man bis dort fast 70 Jahre unterwegs.

Wirklich sehr, sehr große Entfernungen findet man außerhalb des Sonnensystems. Das Licht legt in jeder Sekunde (!) 300 000 km zurück, das sind  $7 \frac{1}{2}$  Erdumrundungen. Die Strecke, die es in einem Jahr zurücklegt, heißt 1 *Lichtjahr*, das sind 9 500 000 000 000 km (10 000 mal 1 Milliarde km!).

1 Lichtjahr ist also eine ziemlich lange Strecke. Im Weltall werden die Entfernungen zwischen den Sternen im allgemeinen in Lichtjahren gemessen.

# Entfernungen II

Die Sonne hat einen Durchmesser von 1,4 Millionen km. Stellen wir uns das milliardenfach (!) verkleinert vor, dann hätte sie einen Durchmesser von 1,40 m. Unsere Erde wäre dann ein Kügelchen mit 1,3 cm Durchmesser, und selbst Jupiter, der größte Planet des Sonnensystems, wäre nur 14 cm groß! In diesem Maßstab wäre das winzige Kügelchen Erde 150 m von der Sonne entfernt. Merkur und Venus würden sie in einem Abstand von 58 m bzw. 108 m umrunden, und die 6 Milliarden km bis zum Pluto entsprächen 6 km.

Der nächste Fixstern ist Proxima Centauri, ein Teil des aus drei Sternen bestehenden Systems Alpha Centauri. Er ist ca. 4 Lichtjahre von uns entfernt, in Kilometern ausgedrückt wäre das eine 4 mit 13 Nullen dahinter. Im eben dargestellten Modell (Sonnendurchmesser 1,40 m, Entfernung bis zum Pluto 6 km) wäre er fast 40 000 km entfernt, also eine Erdumrundung. Dies sind die sprichwörtlichen "astronomischen Zahlen".

Dabei sind uns Sterne wie Proxima Centauri oder Sirius (8 Lichtjahre entfernt) in kosmischen Maßstäben sehr nahe!

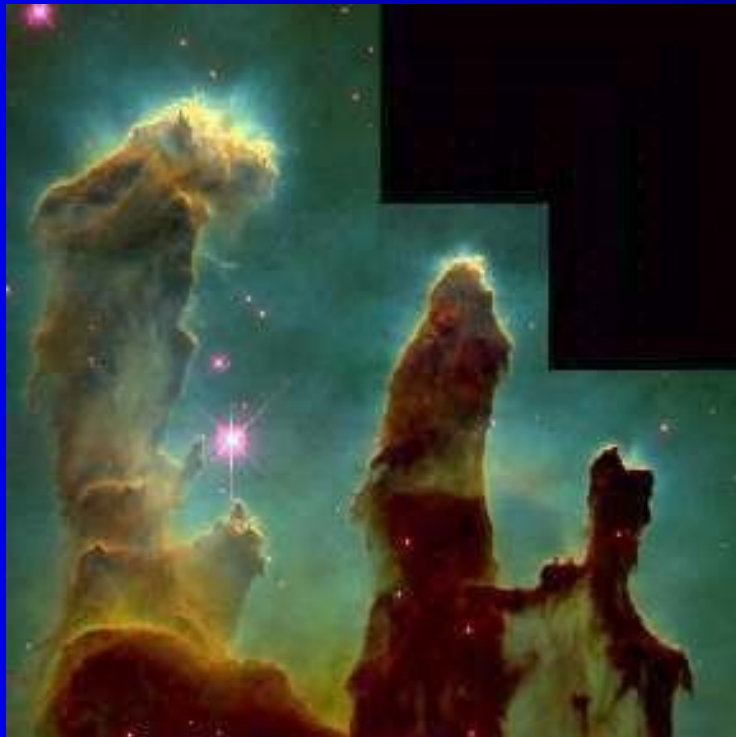
# Fixsterne

Die Fixsterne sind Sonnen, ähnlich unserer Sonne. Es gibt sie in vielen Variationen, z. B. kann die Helligkeit eines Sterns ein Millionstel der Helligkeit unserer Sonne betragen, aber auch das millionenfache. Ihre Größe reicht von einem Hundertstel der Größe der Sonne bis zum mehr als 500fachen Sonnendurchmesser! Die Oberflächentemperaturen reichen von 3000 Grad bei roten Sternen bis 45 000 Grad bei blauen Sternen (Sonne: knapp 6000 Grad).

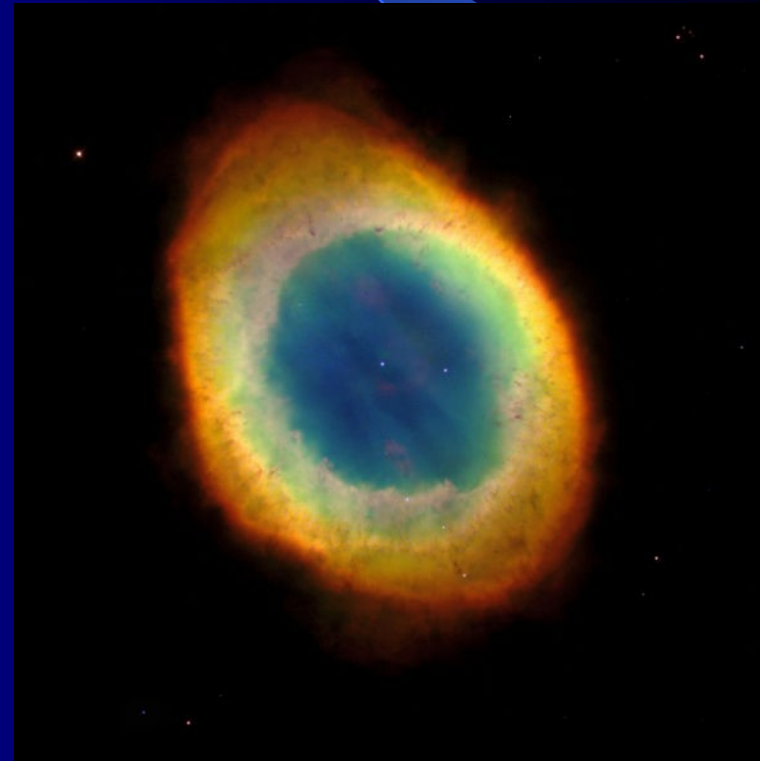
Sterne entstehen in durch ihre eigene Schwerkraft kollabierenden Gas- und Staubwolken. Bei steigender Größe und Dichte wächst die Temperatur so weit an, daß im Innern der Fusionsprozeß beginnen kann. Ist nach Milliarden von Jahren kein „Brennmaterial“ mehr vorhanden, so hängt das Ende von ihrer Masse ab: kleine Sterne enden als hell strahlende *Weißer Zwerge* und verlöschen nach langer Zeit; große Sterne enden in gewaltigen *Supernova-Explosionen*, bei denen sie die in ihnen erzeugten Elemente in das Universum blasen und danach als *Neutronenstern* oder *Schwarzes Loch* enden.

# Geburt und Tod

Die Bilder zeigen links in den aufragenden „Fingern“ aus Staub und Wasserstoff bestehende Sternentstehungsgebiete, rechts einen Ringnebel, den ins Weltall geblasenen Überrest eines Sterns. Im Zentrum des Ringnebels steht ein Weißer Zwerg.



NASA/Hubble

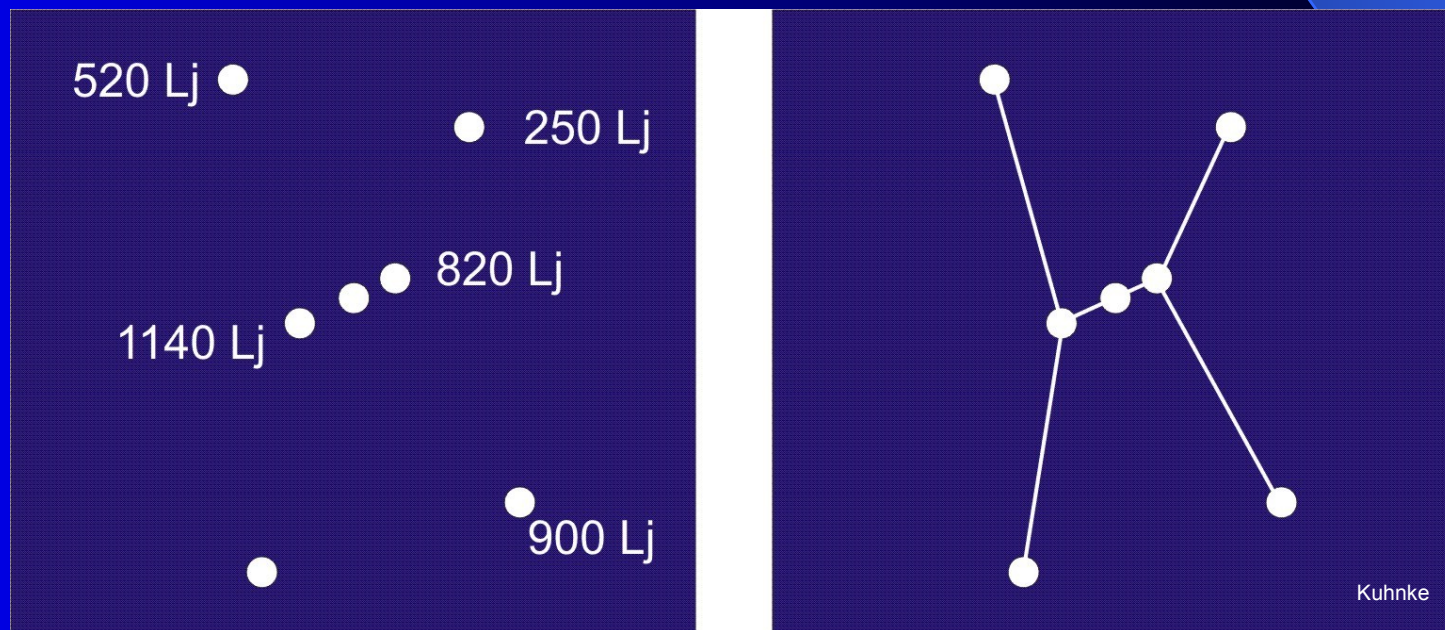


NASA/Hubble

# Sternbilder

Die Sterne sind unterschiedlich weit von uns entfernt. Da uns aber bei den riesigen Entfernungen mit dem Auge keine Entfernungsabschätzung möglich ist, erscheint uns der Sternenhimmel als kuppelförmiges "Himmelsgewölbe", an dem wir alle Sterne in scheinbar gleicher Entfernung sehen.

So sind z. B. die Sternbilder keine aus mehreren Sternen zusammengesetzten real existierenden Gebilde. Das linke Bild zeigt die Entfernungen zu den Sternen des Orion. Man erkennt daran leicht, daß die einzelnen Sterne in keinerlei Beziehung zueinander stehen. Sternbilder (rechts) entstehen erst in unserer Phantasie.

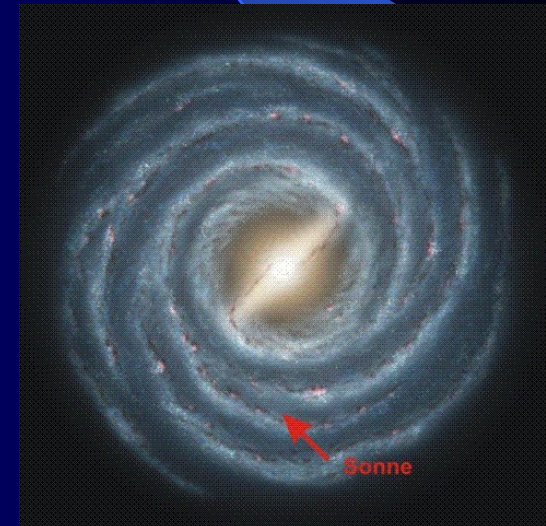


# Galaxien

Die Sterne sind nicht gleichmäßig im Universum verteilt, sondern befinden sich zum großen Teil in linsenförmigen Gebilden mit Spiralstruktur, den *Galaxien*. Die Galaxie, in der sich unser Sonnensystem und die mit bloßem Auge sichtbaren Sterne befinden, nennt man die "Milchstraße". Sie enthält etwa 200 Milliarden (!!!) Sterne und hat einen Durchmesser von fast 100 000 Lichtjahren (!!!)



NASA



NASA

Das Bild links zeigt unseren (2 Millionen Lichtjahre entfernten) Nachbarn, die Andromeda-Galaxie. Ungefähr so muß man sich unsere Milchstraße von außen betrachtet vorstellen. Rechts die ungefähre Lage unseres Sonnensystems in unserer Galaxis.

# Galaxien und mehr

Von der Ebene des Sonnensystems aus betrachtet, findet man also „oberhalb“ und „unterhalb“ der Ebene wenig Sterne, man blickt in den intergalaktischen Raum hinaus. Schaut man aber in Richtung der galaktischen Ebene, so bietet sich der Blick auf viele Milliarden Sterne, die als milchiges Band erscheinen, daher die Bezeichnung "Milchstraße".

Umgeben ist eine Galaxis von vielen *Kugelsternhaufen*, die aus jeweils zehntausenden bis einigen Millionen Sterne bestehen.

Die Galaxien wiederum sind in Gruppen angeordnet, sogenannten *Galaxienhaufen*. Zu unserer *Lokalen Gruppe* gehören u. a. unsere Milchstraße, ihre beiden relativ kleinen Begleitgalaxien (die Magellanschen Wolken) und die Andromedagalaxie mit zwei Begleitern. Diese Galaxienhaufen ihrerseits wieder finden sich zu *Superhaufen* zusammen.

Die Superhaufen bilden eine Art großblasigen "Schaum" im Universum: es besteht aus gigantischen, Hunderte von Millionen von Lichtjahren großen, leeren Räumen, den *Voids*, die von "Wänden" aus Milliarden von Superhaufen umgeben sind.

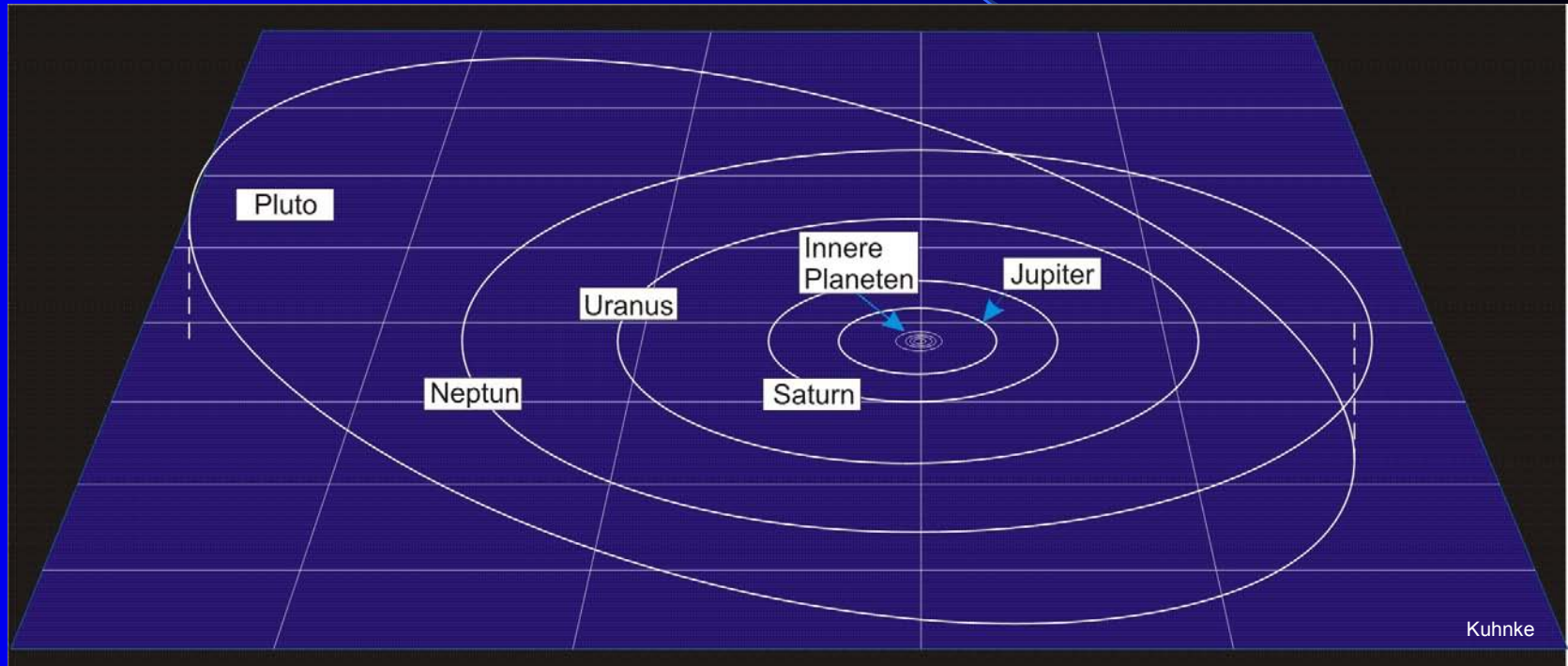
# Eine Reise durch das Sonnensystem

„Wir fliegen nicht besonders weit... Und jetzt kommt die schlechte Nachricht: Ich fürchte, bis zum Abendessen werden wir nicht zurück sein. Selbst mit Lichtgeschwindigkeit würden wir mehrere Stunden brauchen, bis wir beim Pluto ankommen... Unterwegs würden wir als Erstes erkennen, daß der leere Raum tatsächlich sehr leer und entsetzlich ereignislos ist. Unser Sonnensystem mag auf viele Billionen Kilometer das lebhafteste Gebilde sein, aber die gesamte darin enthaltene sichtbare Materie - die Sonne, die Planeten mit ihren Monden, die ... treibenden Felsblöcke des Asteroidengürtels, die Kometen... - füllen nicht mal ein Billionstel des zur Verfügung stehenden Raumes aus...

Die meisten Schulbuchabbildungen zeigen die Planeten als Nachbarn mit regelmäßigen Abständen... In Wirklichkeit liegt der Neptun keineswegs kurz hinter dem Jupiter, sondern sehr, sehr weit hinter dem Jupiter - fünfmal weiter, als der Jupiter von uns entfernt ist... Wenn wir den Pluto erreichen, sind wir von der Sonne... so weit entfernt, daß sie auf die Größe eines Stecknadelkopfes geschrumpft ist. Eigentlich ist sie dann nur noch ein heller Stern.“

Aus Bill Bryson, Eine kurze Geschichte von fast allem

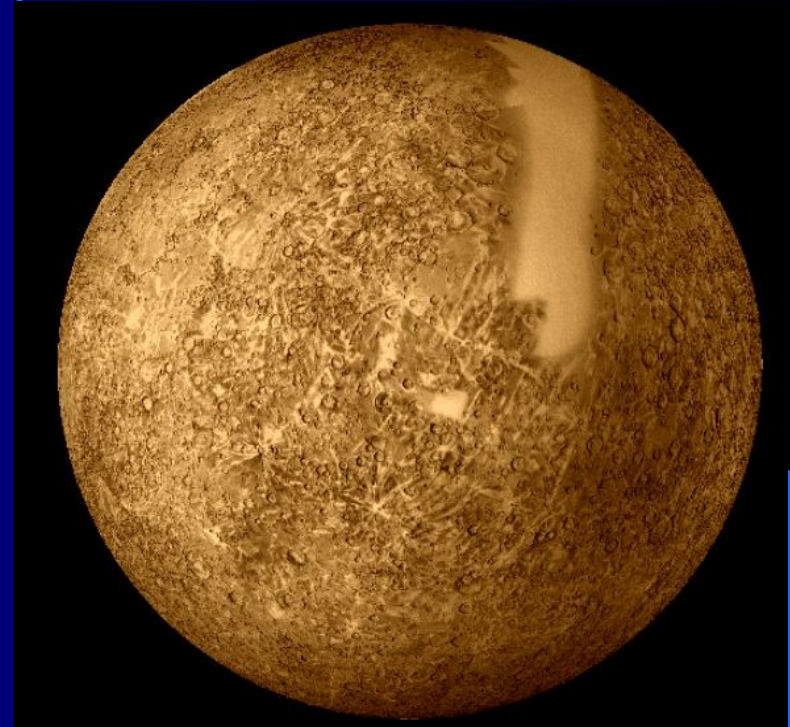
Diese Abbildung zeigt die Verhältnisse im Sonnensystem annähernd maßstäblich.



# Merkur

Merkur, der innerste Planet, ist nur 58 Millionen km von der Sonne entfernt. Er ist deutlich kleiner als die Erde, sein Durchmesser beträgt 4900 km.

Seine Oberfläche ist von Einschlagkratern geprägt und erinnert an den Mond. Er rotiert sehr langsam, auf seiner Tagseite beträgt die Temperatur 430 °C, auf der Nachtseite – 130 °C.

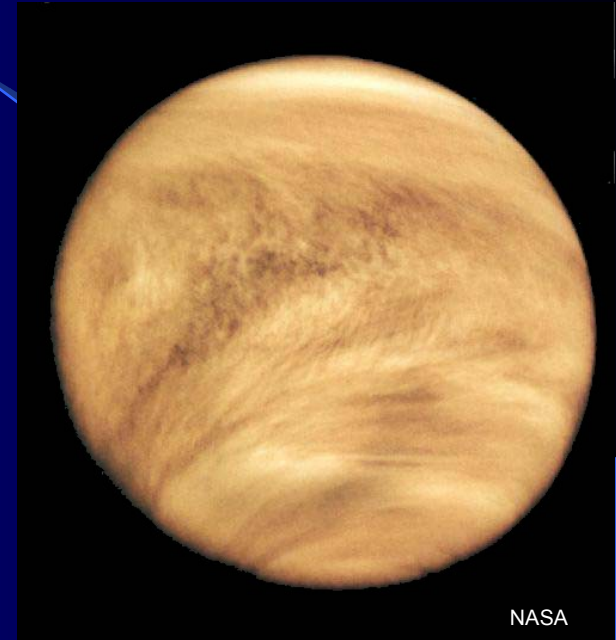


NASA

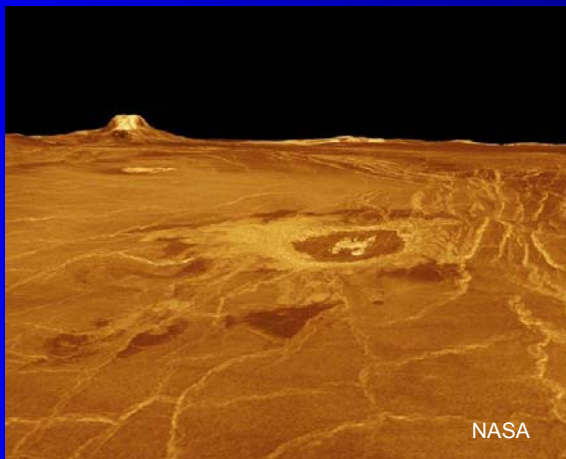
Dieses Bild des Merkur ist aus mehreren 1974 und 1975 entstandenen Aufnahmen der Sonde Mariner 10 zusammengesetzt. Derzeit ist die Sonde MESSENGER (MErcury Surface, Space ENvironment, GEOchemistry and Ranging) zum Merkur unterwegs, die ihn 2011 erreichen soll.

# Venus

Die Venus hat einen Durchmesser 12100 km, ist also ungefähr so groß wie die Erde. Ihre Entfernung von der Sonne beträgt 108 Millionen km. Sie ist von einer dichten Wolkendecke umhüllt, ihre Atmosphäre besteht zu 95 % aus  $\text{CO}_2$ . An ihrer Oberfläche herrscht ein Druck wie in 90 m Meerestiefe, die Temperatur liegt durch einen extremen Treibhauseffekt bei  $460\text{ }^\circ\text{C}$ .



Das Bild zeigt die Venus im ultravioletten Licht, dadurch kommen die Wolkenstrukturen deutlich zum Vorschein.

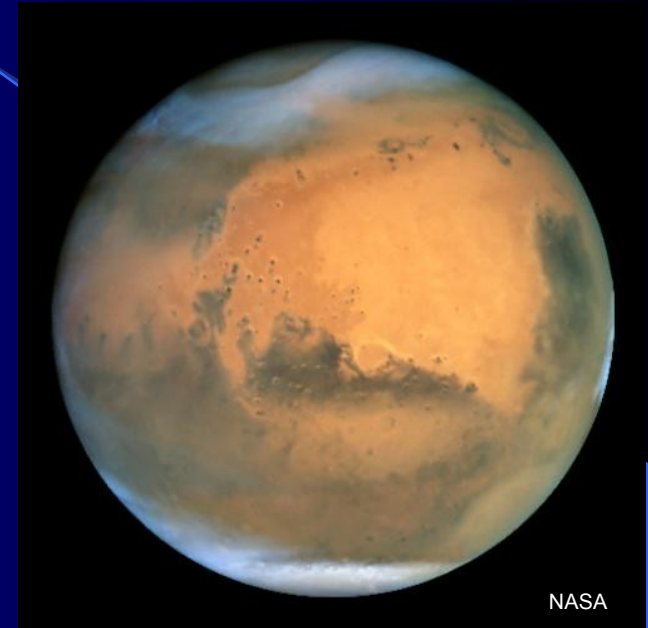


Ein aus Radaraufnahmen der Sonde Magellan (1989 – 1994) vom Computer erzeugtes Landschaftsbild (zwanzigfach überhöht).

# Mars

Durch erfolgreiche Missionen zu diesem Planeten war Mars um die Jahrtausendwende der wohl bekannteste Planet. Bei einer Sonnenentfernung von 230 Millionen km hat er einen Durchmesser von 6800 km.

In seiner überwiegend aus  $\text{CO}_2$  bestehenden Atmosphäre herrscht nur 1/1000 des irdischen Luftdrucks, die durchschnittliche Tagestemperatur liegt bei  $-20\text{ }^\circ\text{C}$ . Schon im Teleskop auffallend sind seine beiden aus Eis und Trockeneis (gefrorenes  $\text{CO}_2$ ) bestehenden Polkappen.



Ein vom Weltraumteleskop Hubble aufgenommenes Marsfoto und eine Panorama-Aufnahme von Pathfinder.

# Jupiter

Jupiter hat einen Durchmesser von 143800 km, elfmal so viel wie der Durchmesser der Erde. Seine Entfernung von der Sonne beträgt 778 Millionen km. In seiner hauptsächlich aus Wasserstoff und Helium bestehenden Atmosphäre liegt die Temperatur bei  $-150\text{ °C}$ . In seinem Inneren steigt der Druck so stark an, daß Wasserstoff in flüssiger und im Kern schließlich in metallischer Form vorliegt. Er verfügt über ein von der Erde aus nicht sichtbares Ringsystem, das erst in den 1970er Jahren von Voyager 1 entdeckt wurde.



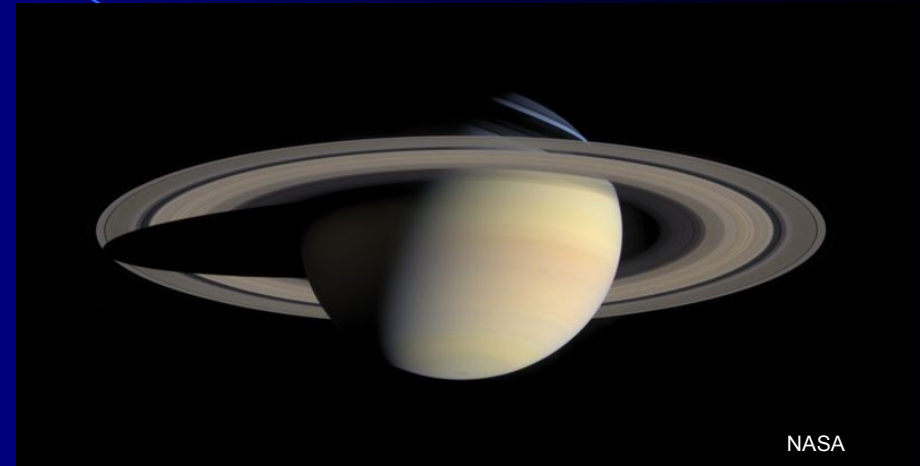
NASA

Jupiter mit seinen charakteristischen Wolkenbändern. Gut zu erkennen ist der *Große Rote Fleck*, ein seit 300 Jahren beobachteter stabiler Wirbelsturm. Links unten Ganymed, einer seiner Monde.

# Saturn

Saturn durchmisst 120 000 km und ist 1,4 Milliarden km von der Sonne entfernt. Typisch für ihn sind neben den schon in kleinen Teleskopen sichtbaren Ringen die Wolkenbänder, ähnlich wie beim Jupiter.

Seine Dichte ist so gering, daß er im Meer schwimmen würde (er ist nur zu groß für einen irdischen Ozean).



NASA

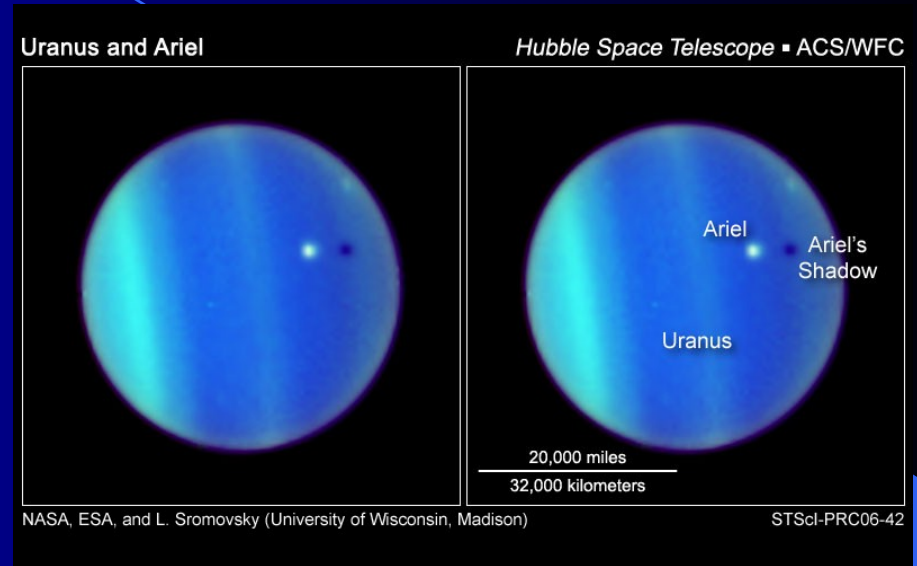


NASA

Saturn und ein Teil seines Ringsystems,  
fotografiert von der Sonde Cassini.

# Uranus

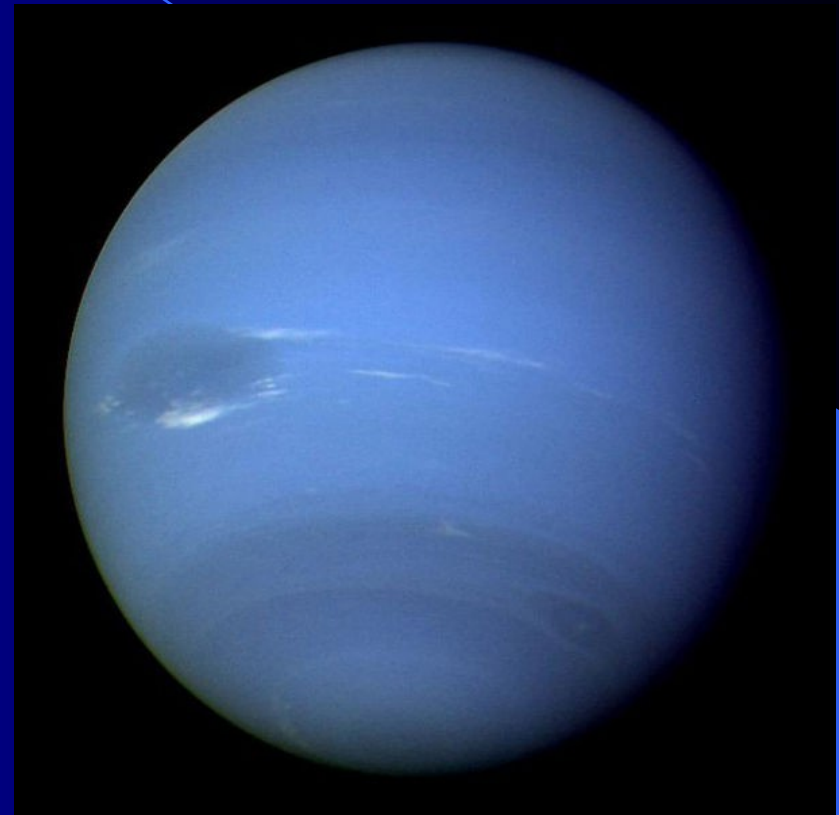
Uranus ist 2870 Millionen km von der Sonne entfernt. Er hat einen Durchmesser von 52 000 km. Seine Atmosphäre besteht hauptsächlich aus Wasserstoff, Helium und Methan. Er ist ebenfalls mit (erst im Jahr 1977 entdeckten) Ringen ausgestattet. Ähnlich wie das des Jupiter ist es ein sehr feines und dunkles Ringsystem.



Das Infrarotbild zeigt Uranus mit Ariel, einem seiner Monde und dessen Schatten auf der Wolkendecke.

# Neptun

Der hier in einer Falschfarbenaufnahme von Voyager 2 gezeigte Neptun ist etwa so groß wie Uranus, seine Entfernung von der Sonne beträgt 4,5 Milliarden km. Seine Atmosphäre ähnelt der des Uranus. Neptun hat mindestens 2 Ringe.

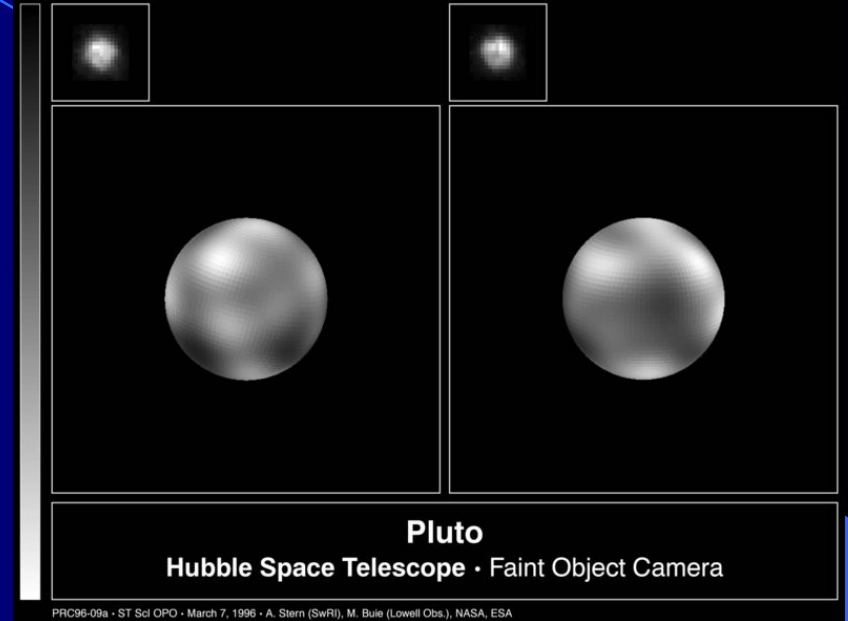


NASA

# Pluto

Pluto, nach der seit 2006 gültigen Definition der IAU kein Planet mehr, hat lediglich einen Durchmesser von 3500 km, seine Entfernung von der Sonne beträgt im Mittel 6 Milliarden km. Allerdings ist seine Bahn so stark exzentrisch, daß er zeitweise der Sonne näher steht als Neptun. Sein größter Mond ist Charon. Auf Pluto ist es kalt: - 230 °C.

Pluto wird heute der Klasse der Zwergplaneten zugerechnet, zu denen auch der Asteroid Ceres gehört. Jenseits von Pluto, im Kuiper-Gürtel, befinden sich weitere Himmelskörper, wie Eris (die größer als Pluto ist), Quaoar, Sedna und andere.



# Heimwärts



The image features a dark blue background with a lighter blue curved line starting from the top left and curving towards the right. A blue wedge-shaped area is located on the right side, pointing towards the center. The word "Ende" is written in a gold, stylized font in the center of the image.

Ende