

## Unsere Sonne und die 8 großen Planeten

Die Sonne ist für uns Erdbewohner ein besonders wichtiger und interessanter (Fix-) Stern, da

1. ohne sie auf der Erde kein Leben möglich wäre, und
2. sie sich in relativ geringer Entfernung von der Erde befindet (gewissermaßen vor unserer „kosmischen Haustür“) und damit der Beobachtung sehr viel besser und leichter zugänglich ist, als die anderen und weiter entfernten Sterne!

Im Gegensatz zu massereichen Sternen, die eine kurze „Lebenszeit“ haben, ist unsere Sonne mit ihrer relativ geringen Masse ein ganz durchschnittlicher Stern, der etwa 10 Milliarden Jahre „leben“ wird. Den weitaus größten Teil dieser Lebensspanne strahlte und strahlt sie weiterhin recht gleichmäßig, was die wichtigste Voraussetzung für die Existenz von Leben auf unserem Planeten war und ist. Erkenntnisse, die bei der Sonnenbeobachtung und -forschung gewonnen wurden, haben das Wissen über die gesamte Sternenwelt stark erweitert.

Die Sonne ist eine Kugel glühenden Gases mit einem Durchmesser von 1,392 Millionen Kilometern (das ist das 109-fache des Erddurchmessers!) und einer Masse, die 330.000 Erdmassen entspricht. Mit ihrer großen Anziehungskraft hält sie alle Planeten und sonstigen Körper unseres Sonnensystems auf den Bahnen um sie herum. Die Umlaufbahnen der Planeten sind Ellipsen, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht; d. h. die Entfernung eines Planeten von der Sonne ist nicht immer gleich wie bei einer Kreisbahn. So kann die Erde 147,1 Millionen Kilometer, aber auch bis zu 152,1 Millionen Kilometer von der Sonne entfernt sein; der Durchschnitt ist 149,6 Millionen Kilometer. Diese Entfernung wird auch als „Astronomische Einheit“ bezeichnet. Das von der Sonne ausgehende Licht braucht für diese Strecke immerhin 8,3 Minuten, obwohl es sich mit einer Geschwindigkeit von rund 300.000 Kilometern je Sekunde fortbewegt! Durch ihre große Anziehungskraft ist die Sonne an der Entstehung von Ebbe und Flut auf der Erde beteiligt. Da die Erde leicht abgeplattet ist und im Äquatorbereich einen „Wulst“ hat, zudem die Erdachse schräg auf der Erdbahnebene steht, versucht die Sonne mit ihrer Anziehungskraft die Erde „aufzurichten“. Hierdurch wird eine kreisförmige „Wanderung“ der Erdpole verursacht; ein solcher Kreiszyklus dauert rund 25.800 Jahre. Diese Erscheinung wird als „Präzession“ bezeichnet. Das hat u.a. zur Folge, dass unser heutiger Polarstern in wenigen Tausend Jahren nicht mehr Polarstern sein wird!

Die Sonne dreht sich in rd. 25 Tagen einmal um ihre Achse (zu den Polen hin dauert die Rotation allerdings etwas länger). Diese so genannte differenzielle (unterschiedliche) Rotation ist nur möglich, weil die Sonne ein Gasball und kein starrer Körper, wie zum Beispiel die Erde, ist.

Die Sonne besteht zu etwa 74% aus Wasserstoff (dem einfachsten und am häufigsten im Weltall vorkommenden chemischen Element), 24% Helium und 2% anderen (schwereren) Elementen. Die in der Sonne vorhandenen chemischen Elemente kann man durch besondere Untersuchungen (Spektralanalyse) des von ihr ausgestrahlten Lichtes feststellen. Im Zentralbereich der Sonne herrscht eine Temperatur von 15 bis 16 Millionen Grad; der Druck ist dort sehr groß und das Material so stark zusammengepresst, dass ein Kubikzentimeter etwa 160 Gramm wiegt!

Wobei ein geringer Bruchteil der Materie in Energie (Strahlung) umgewandelt wird. Pro Sekunde verliert die Sonne durch diese Umwandlung von Materie in Energie etwa 4 Millionen Tonnen Masse. Bis ein im Sonnenzentrum entstandener „Strahlungsblitz“ als Lichtstrahl die Sonnenoberfläche erreicht und verlässt, vergehen in der Regel mehrere hunderttausend Jahre. Außer sichtbarem Licht sendet die Sonne aber auch noch unsichtbare elektromagnetische Strahlung aus; von Röntgenstrahlen reicht das Spektrum über ultraviolette,

Bei der hohen Temperatur und dem unvorstellbar großen Druck verschmelzen Wasserstoffkerne zu Helium, sichtbares und infrarotes Licht bis hin zur Radiostrahlung. Alle diese verschiedenen Strahlungsarten können mit besonderen Instrumenten (zum Teil nur im Weltall auf Satelliten montiert) nachgewiesen und beobachtet werden. Aber auch atomare und subatomare Teilchen gehen als „Sonnenwind“ von der Sonne aus; diese Strahlung verursacht auf der Erde die Polarlichter und gelegentlich erhebliche Störungen im Funkverkehr.

Auf der Sonnenoberfläche beobachten wir häufig dunkle Stellen unterschiedlicher Größe und Form, so genannte Sonnenflecken, die manchmal so groß sind, dass sie den mehrfachen Erddurchmesser erreichen können. Diese schwarz bzw. in den Randbereichen grau erscheinenden Bereiche strahlen bei einer Temperatur von knapp 4.000° C erheblich schwächer als die übrige Sonnenoberfläche bei einer Temperatur von knapp 6.000° C. Der entstehende Helligkeitsunterschied täuscht uns die Dunkelheit der Flecken vor!

Alle 11 Jahre gibt es jeweils besonders viele Sonnenflecken (ein sogen. Maximum), dazwischen jeweils ein Minimum, während dessen die Sonne über Wochen hinweg völlig fleckenfrei sein kann. Bei totalen Sonnenfinsternissen oder mit speziellen Beobachtungsinstrumenten kann man einen Strahlenkranz, die so genannte Korona, um die Sonne herum beobachten, aber auch flammenartige Gasmassen („Protuberanzen“), die bis zu mehreren hunderttausend Kilometern über die Sonnenoberfläche empor geschleudert werden.

Sonnenforschung wird im Wesentlichen mit speziellen Sonnentelaskopen betrieben, die über besondere Zusatzgeräte zur Messung von Strahlungsintensitäten, Spektrallinien, Magnetfeldern usw. verfügen. Auch im Weltraum sind spezielle Satelliten für die Sonnenbeobachtung stationiert. **Wer als Interessierter Sonnenbeobachtung betreiben will, darf die Sonne nie ohne besondere Schutzfilter mit Fernrohren oder Ferngläsern beobachten, sonst drohen Erblindung und Geräteschäden! Wer derartige Beobachtungen durchführen möchte, erkundige sich bitte vorher bei Fachleuten in Sternwarten usw. über erforderliche Schutzmaßnahmen!**

Ein großes Teleskop für die Sonnenforschung befindet sich übrigens im Einsteinturm auf dem Telegrafenberg in Potsdam; dieser gehört zum Astrophysikalischen Institut Potsdam. Der Einsteinturm kann gelegentlich besichtigt werden, die Termine sind bei der Urania Potsdam unter der Telefon-Nummer (0331) 29 17 41 zu erfragen; dort werden ggf. auch Anmeldungen entgegengenommen.

Zum Abschluss noch einige Informationen über die Entstehung, den bisherigen und voraussichtlich weiteren Lebensweg unserer Sonne:

Vor etwa 4,6 Milliarden Jahren ist unsere Sonne zusammen mit anderen Körpern unseres Sonnensystems aus einer Gas- und Staubwolke entstanden. Entstehungsort war ein Spiralarm unseres Milchstraßensystems in ziemlicher Entfernung von dessen Zentrum. In der Wolke hat sich ein größerer Bereich unter der Wirkung seiner Schwerkraft immer mehr zusammen gezogen. Durch die fortschreitende Kontraktion entstand Wärme, die letztlich so groß wurde, dass bei etlichen Millionen Grad im Zentrum des neuen Sternes die Verschmelzung von Wasserstoff zu Helium begann. Dieser Prozess hat sich in unserer Sonne stabilisiert, läuft schon einige Milliarden Jahre und wird noch weitere Milliarden Jahre so laufen. Der Druck der äußeren Sonnenschichten hält dem Druck des „Atomofens“ im Zentrum genau die Waage. Ist der Wasserstoff im Zentrum der Sonne verbraucht und in Helium umgesetzt, wandert die „Brennzone“ etwas mehr nach außen, danach folgen noch andere Kernverschmelzungsreaktionen. Unsere Sonne wird dann „unruhig“, bläht sich zu einem roten Riesenstern auf, dessen äußerste Grenze fast bis an die Erdbahn reichen wird. Dann wird auch ein erheblicher Teil der Sonnenmasse in den Weltraum geblasen und es bleibt nur die Zentralregion als so genannter „Weißer Zwerg“ mit einem Durchmesser von Planetengröße übrig. Dieser weiße Zwerg kann keine Energie mehr aus atomaren Prozessen erzeugen, kühlt allmählich ab und „verglimmt“ im Laufe weiterer Jahrtausende. Ein Kubikzentimeter des Materials eines solchen weißen Zwerges wiegt übrigens etwa 100 Kilogramm!

Das im Weltraum stationierte Sonnenobservatorium SOHO beobachtet unsere Sonne kontinuierlich in verschiedenen Wellenlängenbereichen der elektromagnetischen Strahlung. Man kann Informationen und stets aktuelle Bilder aus dem Internet abrufen unter den umseitig angegebenen Adressen.

Internet-Adressen des Sonnenobservatoriums

SOHO:

**[sohowww.estec.esa.nl](http://sohowww.estec.esa.nl)**

**[sohowww.nascom.nasa.gov](http://sohowww.nascom.nasa.gov)**

## Unsere Sonne

Vor etwa 4,6 Milliarden Jahren sind die Sonne und ihre Planeten aus einer riesigen Gas- und Staubwolke entstanden. Die Sonne ist ein ganz gewöhnlicher Stern, der überwiegend aus Wasserstoff und Helium mit einem geringen Anteil schwererer chemischer Elemente besteht. Sie erzeugt die Energie durch Verschmelzung von Wasserstoffkernen zu Heliumkernen. Die Sonne hat eine sehr große Masse und hält durch ihre Anziehungskraft (Gravitation) die Planeten auf ihren Umlaufbahnen.

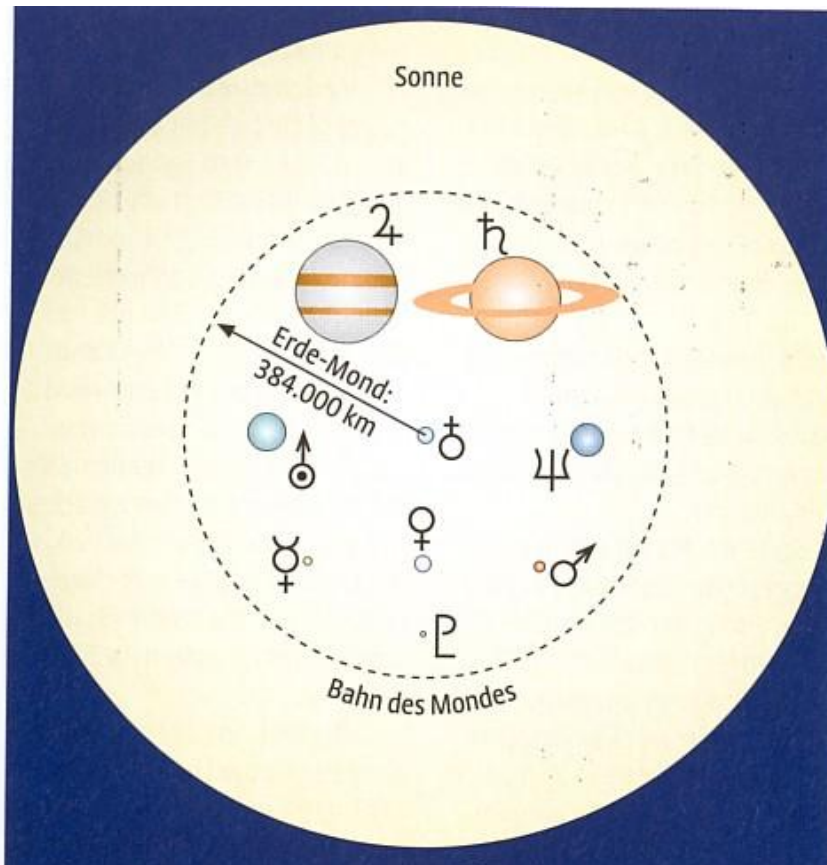
Die neun großen die Sonne in unterschiedlichen Abständen umkreisenden Planeten kann man in zwei Gruppen einteilen:

Die **erdähnlichen** Planeten, zu denen außer der Erde noch Merkur, Venus und Mars gehören nimmt eine und die so genannten **Gasriesen** oder **jupiterähnlichen** Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun.

Alle 4 Gasriesen haben Ringe; von der Erde aus ist allerdings nur das Ringsystem des Saturns zu beobachten, während die anderen Ringsysteme nur von Raumsonden aus beobachtet werden können. Erde und Pluto haben je einen Mond, der Mars zwei, während die Gasriesen jeweils von vielen unterschiedlich großen Monden umlaufen werden. Die beiden sonnennächsten Planeten Merkur und Venus haben allerdings keine Monde.

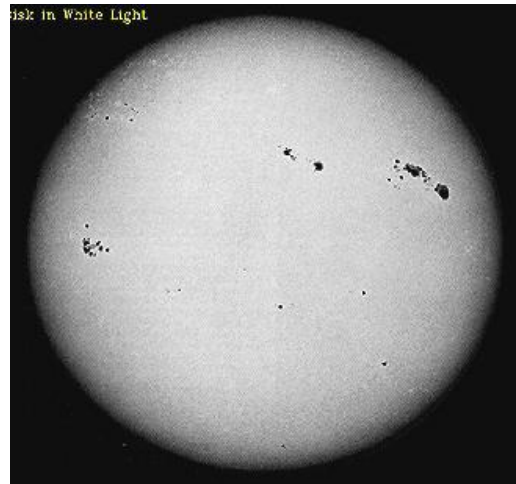
Außerdem gibt es noch eine Vielzahl von Asteroiden oder Planetoiden sowie Kometen, die auch zu unserem Sonnensystem gehören; ebenso eine große Zahl planetoidenähnlicher Körper jenseits der Neptunbahn; auf die hier allerdings nicht eingegangen werden soll.

Das folgende Schaubild (aus „Kosmos Himmelsjahr 2004“) stellt die Größenverhältnisse der Sonne und ihrer Planeten dar.



## Sonne

Durchmesser: 1.392.000 km  
Masse  $1,989 \times 10^{30}$  kg  
Dichte: 1,41 g/cm<sup>3</sup>  
Rotationsdauer  
(Mittelwert): 25 Tage 9 Stunden  
Oberflächentemperatur: 5.780° K  
Zentraltemperatur: ca. 15.000.000° K



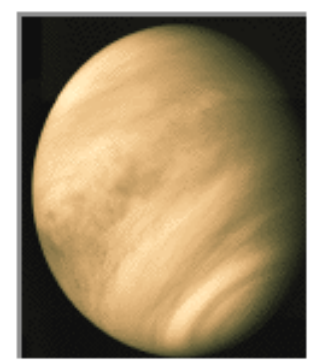
## Merkur

Durchmesser: 4.878 km  
Masse:  $3,302 \times 10^{23}$  kg  
Dichte: 5,43 g/cm<sup>3</sup>  
Zahl der Monde: --  
Rotationsdauer: 58,65 Tage  
Oberflächentemperatur:  
+ 430 bis – 185 °C  
Mittl. Entfernung von der Sonne:  
57,9 Mio. km  
Umlaufzeit um die Sonne: 88 Tage  
Mittlere Bahngeschwindigkeit: 47,9 km/s



## Venus

Durchmesser: 12.104 km  
Masse:  $4,869 \times 10^{24}$  kg  
Dichte: 5,24 g/cm<sup>3</sup>  
Zahl der Monde: --  
Rotationsdauer: 243,0 Tage  
Oberflächentemperatur: ca. 490° C  
Mittl. Entfernung von der Sonne: 108,2 Mio. km  
Umlaufzeit um die Sonne: 224,7 Tage  
Mittlere Bahngeschwindigkeit: 35,0 km/s



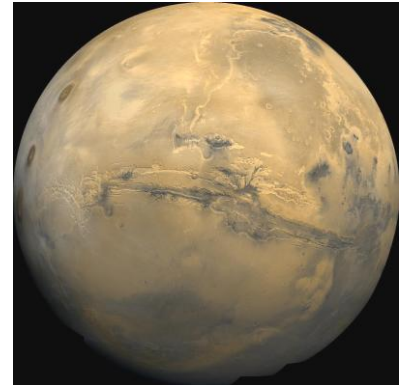
## Erde

Durchmesser: 12.756 km  
Masse:  $5,974 \times 10^{24}$  kg  
Dichte:  $5,52 \text{ g/cm}^3$   
Zahl der Monde: 1  
Rotationsdauer: 1 Tag (23 Std. 56 Min. 4 Sek.)  
Oberflächentemperatur: ca.  $+60^\circ$  bis  $-60^\circ \text{ C}$   
Mittl. Entfernung von der Sonne: 149,6 Mio. km  
Umlaufzeit um die Sonne: 1 Jahr (365,24 Tage)  
Mittlere Bahngeschwindigkeit: 29,8 km/s



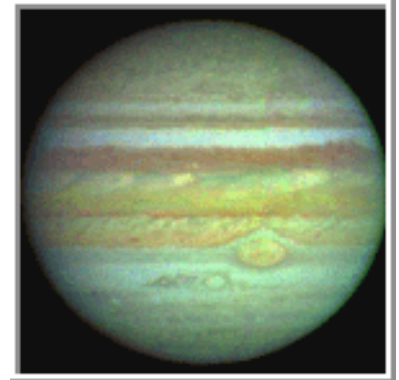
## Mars

Durchmesser: 6.794 km  
Masse:  $6,419 \times 10^{23}$  g  
Dichte:  $3,94 \text{ g/cm}^3$   
Zahl der Monde: 2  
Rotationsdauer: 1,03 Tage  
Oberflächentemperatur: ca.  $+20^\circ$  bis  $-100^\circ \text{ C}$   
Mittl. Entfernung von der Sonne: 227,4 Mio. km  
Umlaufzeit um die Sonne: 1,88 Jahre  
Mittlere Bahngeschwindigkeit: 24,1 km/s



## Jupiter

Durchmesser: 142.796 km  
Masse:  $1,899 \times 10^{27}$  kg  
Dichte:  $1,33 \text{ g/cm}^3$   
Zahl der Monde: über 61  
Rotationsdauer: 0,41 Tage  
Oberflächentemperatur: ca.  $-150^\circ \text{ C}$   
Mittl. Entfernung von der Sonne: 778,4 Mio. km  
Umlaufzeit um die Sonne: 11,86 Jahre  
Mittlere Bahngeschwindigkeit: 13,1 km/s



## Saturn

Durchmesser: 120.536 km  
Masse:  $5,685 \times 10^{26}$  kg  
Dichte:  $0,70 \text{ g/cm}^3$   
Zahl der Monde: mindestens 32  
Rotationsdauer: 0,44 Tage  
Oberflächentemperatur:  $-120^\circ$  bis  $-190^\circ \text{ C}$   
Mittl. Entfernung von der Sonne: 1.427 Mio. km  
Umlaufzeit um die Sonne: 29,42 Jahre  
Mittlere Bahngeschwindigkeit: 9,7 km/s  
Besonderheiten: Ringsystem!



## Uranus

Durchmesser: 51.118 km  
Masse:  $8,663 \times 10^{25}$  kg  
Dichte:  $1,32 \text{ g/cm}^3$   
Zahl der Monde: 24  
Rotationsdauer: 0,65 Tage  
Oberflächentemperatur: ca.  $-215^\circ \text{C}$   
Mittl. Entfernung von der Sonne: 2.871 Mio. km  
Umlaufzeit um die Sonne: 83,75 Jahre  
Mittlere Bahngeschwindigkeit: 6,8 km/s



## Neptun

Durchmesser: 49.424 km  
Masse:  $1,028 \times 10^{26}$  kg  
Dichte:  $1,64 \text{ g/cm}^3$   
Zahl der Monde: mindestens 8  
Rotationsdauer: 0,77 Tage  
Oberflächentemperatur: ca.  $-190^\circ \text{C}$   
Mittl. Entfernung von der Sonne: 4.498 Mio. km  
Umlaufzeit um die Sonne: 163,7 Jahre  
Mittlere Bahngeschwindigkeit: 5,5 km/s

