



PLANETENWEG FRAUENFELD

**Modell des Sonnensystems
im Massstab 1:1 Milliarde**



DATEN ZUM SONNENSYSTEM

	Sonnenabstand Mio. km im Modell: m	Durchmesser in 1000 km im Modell: mm	Umlaufzeit Tage: d Jahre: y	Licht der Sonne er- reicht den Plane- ten nach (in Minuten)
Sonne		1'392		
Merkur	57.9	4.9	88.0 d	3.22
Venus	108.2	12.1	224.7 d	6.02
Erde	149.6	12.8	365.3 d	8.32
Erdmond	-	3.5	27.3 d	-
Mars	227.9	6.8	687.0 d	12.67
Jupiter	778.6	143.0	11.9 y	43.29
Saturn	1'433.5	120.5	29.5 y	79.69
Uranus	2'872.5	51.1	84.1 y	159.69
Neptun	4'495.1	49.5	164.9 y	249.90
Pluto	5'870.0	2.4	247.8 y	326.34

L I E B E B E S U C H E R

01 Das Wort „Planet“ ist griechisch und bedeutet „Wanderer“. Wir möchten Ihnen mit diesem Planetenweg unser Sonnensystem näherbringen, und dies auf einer Wanderung durch ein Stück herrlicher Natur in unmittelbarer Nähe der Stadt Frauenfeld.

Durch das Engagement der Jungen Wirtschaftskammer Frauenfeld wurde im August 1991 der Planetenweg eröffnet. Zugleich wurde die erste Auflage der Broschüre „Der Planetenweg Frauenfeld“ herausgegeben, welche seither der Öffentlichkeit und insbesondere auch den Schulen als lehrreiche und handliche Dokumentation zur Verfügung steht.

Anlässlich des 15-jährigen Jubiläums des Planetenwegs wurde erneut eine Arbeitskommission gebildet mit dem Ziel, eine überarbeitete, dem heutigen Wissensstand entsprechende Neuauflage zu lancieren.

Auf unserer Wanderung ausgehend von der Sonne beim Altersheim Stadtgarten treffen wir entlang des Reutenenbaches in kurzen Abständen die sonnennächsten Planeten Merkur, Venus, Erde und Mars. Weiter führt der Weg durch das Rüegerholz zum Jupiter und dann auf dem herrlichen Philosophenweg mit seinen einmaligen Naturböschungen und den Stadtreben zum Saturn. Der Pfad zum Uranus beim Försterhaus vorbei durch das Altholz zeigt uns die Schönheiten des Waldes mit seiner erhabenen Ruhe. Für den Rückweg geht's hinunter ins Tal und dann entlang der Murg zu den sonnenfernsten Planeten Neptun und Pluto. Die imposante Kraft des Wassers und seine frühe Nutzung durch den Menschen erleben wir dort auf Schritt und Tritt. Beim Königswuhr, wieder in unmittelbarer Stadtnähe, ist der planetarische Rundgang abgeschlossen.

Wir wünschen Ihnen viel Vergnügen!

Junge Wirtschaftskammer
Frauenfeld

EIN ÜBERBLICK

02 | 03

Lange Zeit stellte man sich die Erde als im Zentrum des Universums stehend vor. In alten Bildern findet man darum unseren Heimatplaneten in der Mitte dargestellt. Um ihn herum drehen sich auf Kreisbahnen der Mond, dann die inneren Planeten Merkur und Venus, danach die Sonne (!) gefolgt von den äusseren Planeten Mars, Jupiter und Saturn. Da die Planeten Uranus, Neptun und Pluto nur durch ein Teleskop zu sehen sind, waren sie damals noch nicht bekannt. Dieses System war in der damaligen Vorstellung umgeben von einer gigantischen Kugel, auf welcher sich die Sterne befanden. Da sich die gegenseitige Position dieser Sterne erst in mehreren Jahrhunderten merklich ändert, werden sie als Fixsterne bezeichnet.

Wir wissen heute aber, dass es sich bei diesen Sternen um riesige Gaskugeln handelt. Sie sind ähnlich aufgebaut wie unsere Sonne. Weil die Sterne so weit entfernt sind, erscheinen sie sogar in einem Teleskop nur als Lichtpunkte.

Unsere Sonne ist also nicht ein einzigartiger Stern. Sie ist umgeben von vielen weiteren Sternen. Der nächste – Proxima Centauri – befindet sich ein wenig mehr als vier Lichtjahre von uns entfernt. Zur Erklärung: Ein Lichtjahr ist die Distanz, welche das Licht in einem Jahr zurücklegt. Das sind etwa 9.5 Billionen Kilometer.

Heute wissen wir, dass sich unsere Sonne nicht um die Erde dreht, sondern dass sich die Erde – zusammen mit anderen Planeten – um die Sonne dreht.

Auf dem Planetenweg in Frauenfeld legen Sie nun in einem Modell (im Massstab 1:1 Milliarde) die Strecke von der Sonne bis zum Pluto zurück. Das heisst, jeder Meter, welchen Sie zurücklegen, bedeutet in Wirklichkeit eine Strecke von einer Million Kilometern. Oder anders ausgedrückt: Ihre Geschwindigkeit entspricht etwa der vierfachen Lichtgeschwindigkeit!

Sonne

Merkur

Venus

Erde

Mars

Ceres (Asteroid)

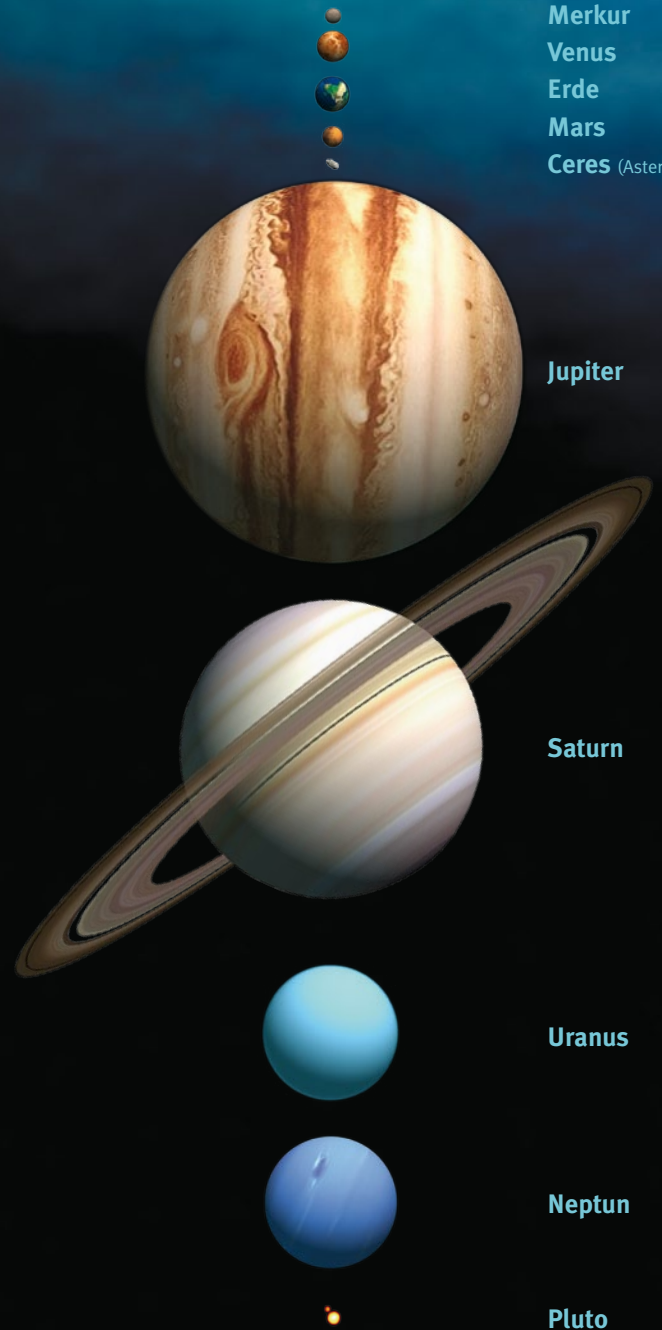
Jupiter

Saturn

Uranus

Neptun

Pluto





SONNE

04 | 05

Die Sonne ist das Zentrum unseres Planetensystems. Sie hat einen Durchmesser, der das 109-fache desjenigen der Erde beträgt. Ihre Masse macht etwa 99.9% der Gesamtmasse des ganzen Planetensystems aus.

Für das Leben auf unserem Planeten ist die Energie, welche die Sonne abstrahlt, der wichtigste Bestandteil. Diese Energie wird im Inneren der Sonne erzeugt. Dabei verschmelzen Wasserstoffatomkerne zu Heliumatomkernen. Bei dieser sogenannten Kernfusion werden jene enormen Energien freigesetzt.

Die Sonne entstand vor etwa 4.6 Milliarden Jahren. Es wird mindestens nochmals so lange dauern, bis sie dann als ein gigantischer roter Riese so gross sein wird, dass die inneren Planeten verschluckt werden. Die Gasmassen werden dann in den Weltraum abgegeben und ein kleiner weisser Zwergstern wird zurückbleiben, der so dicht ist, dass ein Löffel seiner Materie mehrere Tonnen wiegen würde.

Die Sonne darf nur durch spezielle Filter beobachtet werden, da man sonst erblinden kann. Auf der Oberfläche können teilweise dunkle Flecken ausgemacht werden – sogenannte Sonnenflecken. Diese erscheinen dunkler, weil sie mehrere hundert Grad Celsius kälter sind als die Umgebung. Meist treten diese Sonnenflecken in Gruppen auf. Die Fleckenzahl wird etwa alle elf Jahre maximal.

Die Sonne ist sehr aktiv. Von Zeit zu Zeit sind gewaltige Masseauswürfe zu beobachten. Diese Protuberanzen können durch spezielle Instrumente von der Erde aus gesehen werden.

Von der Sonne geht ausserdem ein Strom geladener Teilchen aus. Dieser Sonnenwind ist auf der Erde zum Beispiel verantwortlich für die Polarlichter.



Durchmesser	1'392'000 km
Durchmesser im Modell	1.392 m
Masse	$1.9891 \cdot 10^{30}$ kg
Masse in Erdmassen	333'183 Erdmassen
Dichte	1'408 kg/m ³
Temperatur an der Oberfläche	ca. 6'100 °C
Temperatur im Zentrum	ca. 15 Millionen °C
Leuchtkraft	$3.8 \cdot 10^{26}$ Watt
Rotationsdauer am Äquator	25 d 9 h 7 m

Bildquelle: **Sonne**
Aufgenommen am 14.09.1999
mit dem Extreme Ultraviolet Imaging Telescope
des SOHO-Satelliten (ESA/NASA)



MERKUR

06 | 07

Merkur ist der Planet, welcher der Sonne am nächsten steht. Sein Aussehen gleicht demjenigen des Mondes. Merkur besitzt eine feste Oberfläche, welche von unzähligen Kratern übersät ist. Sie sind durch Einschläge von Meteoriten entstanden.

Die Atmosphäre des Merkurs ist ausserordentlich dünn. Die Hauptbestandteile sind vermutlich Wasserstoff und Helium, welche vom Sonnenwind stammen.

Merkur besitzt auch ein Magnetfeld. Dessen Stärke beträgt aber nur etwa ein Prozent derjenigen des Erdmagnetfeldes.

Die Oberflächentemperaturen auf Merkur schwanken sehr stark. Sie können auf der sonnenzugewandten Seite bis +425°C annehmen. Die Minimaltemperatur auf der Nachtseite des Planeten kann hingegen bis -170°C sinken.

Merkur hat keinen Mond, welcher ihn umkreist. Es gibt Vermutungen, nach welchen Merkur einmal ein Mond der Venus war und ihr im Laufe der Zeit entwichen ist und nun um die Sonne kreist.

Der Merkur ist relativ schwierig zu beobachten. Da er sich von der Erde aus gesehen nie sehr weit von der Sonne entfernt, findet man ihn entweder kurz vor Sonnenaufgang tief am Osthorizont oder kurz nach Sonnenuntergang tief am Westhorizont.

Durchmesser	4'879 km
Durchmesser im Modell	4.9 mm
Mittlerer Abstand von der Sonne	57'900'000 km
Umlaufzeit um die Sonne	87.969 Tage
Masse	$3.3 \cdot 10^{23}$ kg
Masse in Erdmassen	0.055 Erdmassen
Dichte	5'427 kg/m ³
Mittlere Oberflächentemperatur	ca. 165 °C
Rotationsdauer am Äquator	58 d 15 h 36 m
Anzahl Monde	0



Bildquelle: **Merkur**
Mosaikbild, zusammengestellt aus Aufnahmen, welche
Mariner 10 am 29. März 1974 gemacht hat (USGS/NASA)



VENUS

08 | 09

Der hellste am Himmel sichtbare Planet ist die Venus. Sie ist auch bekannt unter den Namen Abend- oder Morgenstern. Diese hat sie erhalten, da sie – wie Merkur – immer relativ nah bei der Sonne steht und darum nach Sonnenuntergang über dem westlichen Horizont als erster Punkt in der Dämmerung leuchtet. Oder sie steht am Morgen vor Beginn des Tagesanbruchs als auffälliger Punkt über dem Osthorizont, dann ist sie der Morgenstern.

Durch ein Fernrohr von der Erde aus sind keine Oberflächenstrukturen zu erkennen, da die Venus von einer dicken Atmosphäre umgeben ist. Sie besteht zu etwa 96% aus Kohlendioxid und versperrt uns dadurch die Sicht auf die Planetenoberfläche. Wegen dieser dicken Schicht um die Venus herrscht dort ein Treibhauseffekt. Dies bedeutet, dass Wärme auf dem Planeten fast nicht mehr entweichen kann. Diese Tatsache hat eine durchschnittliche Oberflächentemperatur von etwa 465°C zur Folge.

Verschiedene Sonden haben die ganze Oberfläche der Venus mit Radar abgetastet. Ein sehr grosser Teil der Venusoberfläche zeigt nur leichte Wellungen mit Höhen und Tiefen, die streckenweise von Gebirgszügen unterbrochen sind. Der Höhenunterschied zwischen dem tiefsten und dem höchsten Punkt auf der Oberfläche beträgt etwa 12 Kilometer. Eines der grössten Rätsel, welches uns die Venus stellt, ist, dass ihre Rotationsrichtung in die umgekehrte Richtung zeigt und dass sie sich im Vergleich sehr langsam um ihre Achse dreht. Einige Theorien begründen diese Tatsache damit, dass die Venus in früherer Zeit einmal mit einem Meteoriten kollidierte.

Durchmesser	12'104 km
Durchmesser im Modell	12.1 mm
Mittlerer Abstand von der Sonne	108'200'000 km
Umlaufzeit um die Sonne	224.701 Tage
Masse	$4.87 \cdot 10^{24}$ kg
Masse in Erdmassen	0.816 Erdmassen
Dichte	5'243 kg/m ³
Mittlere Oberflächentemperatur	ca. 465 °C
Rotationsdauer am Äquator	243 d 30 m (gegenläufig)
Anzahl Monde	0



Bildquelle: **Venus**
Mosaikbild, zusammengestellt aus Radaraufnahmen, welche von der Sonde Magellan aufgenommen wurden (JPL/NASA, 1991)



ERDE

10 | 11

Wie alle anderen Planeten entstand die Erde vor etwa 4.6 Milliarden Jahren zusammen mit der Sonne. Man nimmt an, dass die Erdoberfläche in den ersten Jahrtausenden von unzähligen Meteoriten getroffen wurde. Heute ist von den Auswirkungen dieses Bombardements nicht mehr viel zu sehen, da die Spuren durch geologische Prozesse verwischt wurden.

Die Erdoberfläche besteht aus etwa 70% Wasser. Die Kontinente machen den Rest aus. Vom Weltraum aus sind viele weisse Wolken aus Wasserdampf sichtbar. Durch eine Neigung der Erdachse von etwa 23.5° fällt nicht immer gleich viel Sonnenlicht auf einen Quadratmeter der Oberfläche. Das ist der Grund für die Entstehung der Jahreszeiten. Der Nord- und der Südpol sind mit Eis bedeckt.

Die Erde ist der grösste bekannte Planet im Sonnensystem mit einer festen Oberfläche. Die grösseren Planeten Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun bestehen alle hauptsächlich aus Gas.

Auf keinem anderen Planeten ausserhalb der Erde hat man bis heute Leben entdeckt. Diverse Gegebenheiten sind verantwortlich dafür: Die Erde befindet sich in einem Abstand von der Sonne, in welchem die Temperaturen für Lebewesen anscheinend ideal sind. Eine Atmosphäre schützt uns vor Einschlägen von Meteoriten oder zum Beispiel auch vor gefährlicher Strahlung.



Durchmesser	12'756 km
Durchmesser im Modell	12.8 mm
Mittlerer Abstand von der Sonne	149'600'000 km
Umlaufzeit um die Sonne	365 d 6 h 9 m
Masse	$5.97 \cdot 10^{24}$ kg
Dichte	5'515 kg/m ³
Mittlere Oberflächentemperatur	ca. 15 °C
Rotationsdauer am Äquator	23 h 56 m 4 s
Anzahl Monde	1

Bildquelle: **Erde**
Echtfarben-Mosaikbild der Erde (NASA, 2001)



ERDMOND

12 | 13

Der Mond ändert sein Aussehen am Himmel täglich. Einmal nimmt er ab und dann wieder zu. Diese Phasen des Mondes kommen zustande, weil er von der Sonne immer nur zur Hälfte beleuchtet wird. Da sich der Mond um die Erde dreht, sehen wir ihn immer wieder aus einer anderen Position.

Schon von blossen Auge kann man auf der Mondoberfläche bizarre Strukturen ausmachen, einfach gesagt: helle und dunkle. Unsere Vorfahren stellten sich unter diesen Gebieten dasselbe vor, wie sie es auf der Erde schon beobachtet hatten: Landgebiete und Meere. Daher rühren auch die heute gültigen Bezeichnungen „Terra“ (Einzahl „Terra“) und „Maria“ (Einzahl „Mare“). Die Maria, also die dunklen, mehr oder weniger runden Gebiete auf dem Mond, sind vermutlich durch Einschläge von Meteoriten entstanden. In die so gebildeten tiefen Kraterbecken konnte Lava aus dem Inneren des Mondes einfließen. Dadurch erklärt sich auch ihre dunkle Färbung. Die Maria weisen keine speziellen Strukturen auf, ganz im Gegensatz zu den Terra. Hier sind unzählige Krater auszumachen, welche vermutlich auch durch die Einschläge vieler kleiner kosmischer Trümmer entstanden sind.

Bei uns auf der Erde werden wir durch eine Atmosphäre vor übermässiger Sonneneinstrahlung geschützt. Ebenso sinkt die Temperatur auf der Erdoberfläche in der Nacht nicht so schnell, da ein grosser Teil der Wärme von den Luftschichten um die Erde zurückgehalten wird. Ganz anders ist das auf dem Mond: Er besitzt keine Atmosphäre. Aus diesem Grunde kann sich die Temperatur in der Nacht bis auf -150°C abkühlen. Am Tage kann sie aber über 100°C erreichen.

Durchmesser	3'475 km
Durchmesser im Modell	3.5 mm
Mittlerer Abstand von der Erde	384'000 km
Umlaufzeit um die Erde	27 d 7 h 44 m
Masse	$7.3 \cdot 10^{22}$ kg
Masse in Erdmassen	0.012 Erdmassen
Dichte	3'340 kg/m ³
Mittlere Oberflächentemperatur	ca. -20 °C
Rotationsdauer am Äquator	27 d 7 h 44 m

Bildquelle: **Erdmond**
Aufgenommen im Dezember 1972
von der Besatzung der Apollo 17 (NASA)





MARS

14 | 15

Mars wird oft „der rote Planet“ genannt. Durch ein Fernrohr betrachtet, zeigt er seine typische rötliche Färbung. Die Farbe ist auf Eisenoxidstaub auf der Oberfläche zurückzuführen.

Im Jahre 1877 wurden um den Mars zwei kleine Monde mit je etwa 15 km Durchmesser gefunden: Phobos und Deimos. Es gibt Theorien, welche besagen, dass die Marsmonde zwei eingefangene Planetoiden seien.

Auf dem Mars sind – sogar schon von der Erde aus – Polkappen auszumachen. Sie verändern sich im Laufe eines Marsjahres merklich. Sie zeigen ihre grösste Ausdehnung zur Zeit des Winters auf der betreffenden Halbkugel und schrumpfen dann im Frühling und Sommer stark zusammen. Ein Spektakel, welches von der Erde aus vor allem auf der Südhalbkugel des Mars beobachtet werden kann.

Die diversen Raumsonden-Aufnahmen zeigen viele Canyons und alte, trockene Flusstäler auf dem Mars. So gibt es ein riesiges Grabensystem, das „Valles Marineris“, welches eine Gesamtlänge von 4'000 km und eine Tiefe bis 7 km aufweist.

1877 entdeckte Giovanni Schiaparelli Linien auf dem Mars, die sich meistens schnurgerade über die Oberfläche erstreckten. In seiner Vorstellung handelte es sich hier um Kanäle, welche Marsbewohner von den Polkappen zu den bewohnten Städten in der Äquatorgegend gebaut hatten. Diese Entdeckung löste eine regelrechte „Marsmanie“ aus: Eine Flut von Marsromanen ergoss sich auf den Büchermarkt. Heute wissen wir, dass diese „Marskanäle“ optische Täuschungen sind. Die Frage nach Leben auf dem roten Planeten ist aber bis heute noch aktuell. Die Sonden, welche bis heute auf dem Mars gelandet sind, haben indes keine Anzeichen von Leben gefunden.



Durchmesser	6'794 km
Durchmesser im Modell	6.8 mm
Mittlerer Abstand von der Sonne	227'900'000 km
Umlaufzeit um die Sonne	686.98 Tage
Masse	$6.42 \cdot 10^{23}$ kg
Masse in Erdmassen	0.108 Erdmassen
Dichte	3'933 kg/m ³
Mittlere Oberflächentemperatur	ca. -65 °C
Rotationsdauer am Äquator	1 d 37 m
Anzahl Monde	2

Bildquelle: **Mars**
Aufgenommen vom Hubble-Weltraumteleskop
am 27. 08. 2003 (NASA)

KLEINPLANETEN

16 | 17

Giuseppe Piazzi entdeckte in der Neujahrsnacht 1800/1801 einen kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter. Er wurde Ceres getauft. Es folgten weitere Entdeckungen von ähnlichen Kleinplaneten: 1802 wurde Pallas entdeckt, 1803 Juno und 1807 Vesta.

Alle diese kleinen Himmelskörper – sie werden auch Planetoiden oder Asteroide genannt – ziehen ihre Bahn zwischen Mars und Jupiter um die Sonne. Diese Gegend bezeichnet man darum auch als Planetoiden- oder Asteroidengürtel. Bis heute sind über 100'000 solche Planetoiden bekannt.

Man nimmt an, dass sich diese Körper bei der Entstehung des Planetensystems nicht zu einem Planeten formen konnten. Die Gesamtmasse aller Kleinplaneten beträgt nämlich nur etwa 0.002 Erdmassen. Die Durchmesser der meisten dieser Körper ist kleiner als 100 Kilometer. Viele Kleinplaneten sind unregelmässig geformt.

In der nebenstehenden Tabelle sind einige Kleinplaneten aufgelistet.

Kleinplanet	Durchmesser
Ceres	960 km × 932 km
Pallas	570 km × 525 km × 482 km
Juno	240 km
Vesta	530 km
Ida	58 km × 23 km

Es wurden auch viele weitere Kleinplaneten jenseits der Neptunbahn gefunden. Diese bilden den sogenannten Kuipergürtel.



Bildquelle: **Asteroid Ida mit Mond Dactyl**
Aufgenommen von der Galileo-Weltraumsonde
am 28. August 1993 (JPL/NASA)

JUPITER

18 | 19

Jupiter ist ein Gasplanet, er hat also keine feste Oberfläche. Sein Durchmesser beträgt etwa das Elffache des Erddurchmessers. Er ist damit der grösste Planet unseres Sonnensystems.

Da sich der Jupiter in nur knapp zehn Stunden einmal um seine Achse dreht, macht sich an den Polen eine starke Abplattung bemerkbar. Schon mit einem Amateurfernrohr können auf dem Jupiter sehr interessante Oberflächenstrukturen ausgemacht werden. Wir können dunkle Bänder und helle Zonen unterscheiden, welche parallel zum Äquator verlaufen. Die hellen Streifen sind aufsteigende Gasströme in der Jupiteratmosphäre, die dunklen absteigende.

Es sind aber noch viele weitere Phänomene zu beobachten: weissliche, graue oder sogar rötliche Flecken, Aus- und Einbuchtungen, Kerben sowie dunkle Brücken zwischen den Bändern, die quer über die hellen Zonen verlaufen.

Ein typisches Merkmal des Jupiters ist der „Grosse Rote Fleck“. Es handelt sich hier vermutlich um einen mehr oder weniger konstanten Wirbelsturm, der durch Kräfte im Inneren des Planeten angetrieben wird.

Jupiter besitzt sehr viele Monde, welche ihn umrunden. Als Galilei zu Beginn des 17. Jahrhunderts sein Fernrohr auf den Jupiter richtete, entdeckte er die vier grössten, heute nach ihm benannten Galileischen Monde: Ganymed, Kallisto, Io und Europa.

Als sich die Raumsonde „Voyager 1“ vom Jupiter in Richtung Saturn wegbewegte und nochmals zurückblickend ein Foto machte, entdeckte sie einen Ring um Jupiter. Der Ring scheint aus mindestens drei Komponenten zu bestehen, er ist aber nur sehr dünn.



Durchmesser	142'984 km
Durchmesser im Modell	14.30 cm
Mittlerer Abstand von der Sonne	778'600'000 km
Umlaufzeit um die Sonne	11.9 Jahre
Masse	$1.899 \cdot 10^{27}$ kg
Masse in Erdmassen	318.1 Erdmassen
Dichte	1'326 kg/m ³
Mittlere Oberflächentemperatur	ca. -110 °C
Rotationsdauer am Äquator	9 h 56 m
Anzahl Monde	63

Bildquelle: **Jupiter**

Aufgenommen von der Cassini-Sonde
am 29.12.2000 (NASA)

SATURN

20 | 21

Saturn scheint ähnlich aufgebaut zu sein wie Jupiter. Er ist auch ein Gasplanet. Auf dem Planeten können ähnliche Bänder wie jene auf Jupiter beobachtet werden. Am nächtlichen Himmel ist Saturn ein auffälliges Objekt.

Die erste Fernrohrbeobachtung des Saturns geht auf Galileo Galilei zurück, der ihn im Juli 1610 in seinem Fernrohr mit 32-facher Vergrößerung betrachtete. Sein Eindruck war verwirrend, so dass er anmerkte: „Der Planet ist nicht allein, sondern besteht aus drei Himmelskörpern, die auf einer Linie stehen und sich nicht gegeneinander bewegen.“ Galilei hatte den Saturnring entdeckt, man spricht darum auch sehr oft vom „Ringplaneten“. Der Ring wurde aber vorerst gar nicht als solcher erkannt. Erst Christiaan Huygens erkannte 1655 das Geheimnis dieses Phänomens, welches Galilei zuvor schon beobachtet hatte.

Heute ist bekannt, dass der Ring des Saturns eigentlich aus mehreren Ringen besteht. Wir müssen also vom Ringsystem des Saturns sprechen. Vorerst waren drei Teilringe bekannt, man unterschied von aussen nach innen die Ringe A, B und C. Die Teilung zwischen Ring A und B ist nach ihrem Entdecker Giovanni Domenico Cassini benannt und heisst „Cassinische Teilung“. 1969 fand man auf photographischem Weg noch einen weiteren Ring, der den Buchstaben D erhielt; er liegt noch innerhalb des C-Ringes. Die „Voyager“-Raumsonden entdeckten schliesslich noch die Ringe E, F und G, welche sich aber ausserhalb des Ringes A befinden.

Bei den Ringen handelt es sich um unzählige Staub- und Eisteilchen, welche vom Planeten angezogen werden und so eine Umlaufbahn um diesen beschreiben.

Auch der Saturn besitzt viele Monde. Der grösste heisst Titan und hat einen Durchmesser von 5'150 Kilometern.

Durchmesser	120'536 km
Durchmesser im Modell	12.05 cm
Mittlerer Abstand von der Sonne	1'433'500'000 km
Umlaufzeit um die Sonne	29.5 Jahre
Masse	$5.68 \cdot 10^{26}$ kg
Masse in Erdmassen	95.1 Erdmassen
Dichte	687 kg/m ³
Mittlere Oberflächentemperatur	ca. -140 °C
Rotationsdauer am Äquator	10 h 40 m
Anzahl Monde	47



Bildquelle: **Saturn**

Aufgenommen von der Cassini-Sonde
am 27. März 2004 (NASA)



URANUS

22 | 23

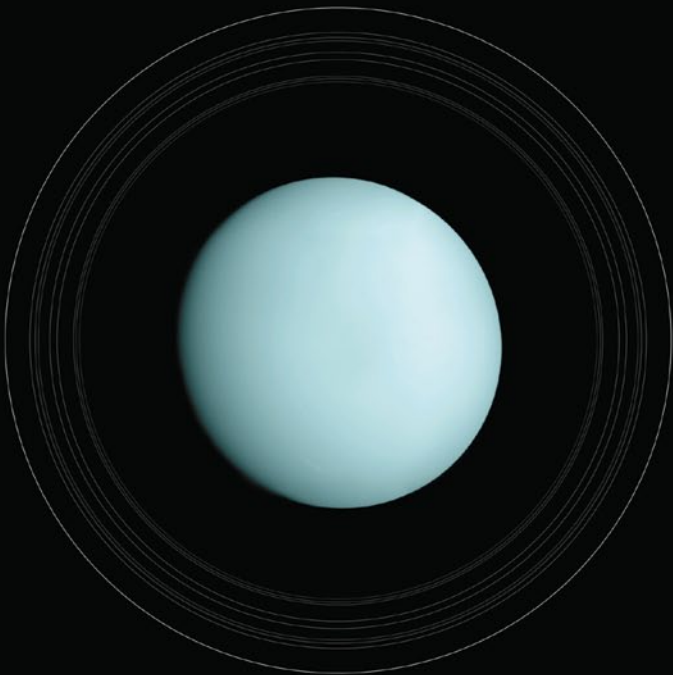
Uranus gehört zu den Riesenplaneten. Er ist nach Jupiter und Saturn der drittgrösste Planet. Im Fernrohr ist Uranus noch als Scheibchen erkennbar. Uranus wurde erst im Jahre 1787 von Wilhelm Herschel entdeckt.

Die Atmosphäre des Gasplaneten besteht vor allem aus Methangas, welches den Planeten in einer blaugrünen Färbung erscheinen lässt. Auf neueren Aufnahmen erkennt man auf Uranus ähnliche Bänder wie auf Jupiter und Saturn. Auf dem Planeten wurden schon einige Monate andauernde Wirbelstürme ausgemacht.

Dieser Planet weist eine ungewöhnliche Achsenneigung von 98° auf. Das bedeutet, dass Uranus eigentlich um die Sonne „rollt“. Er ist der einzige Planet in unserem Sonnensystem, der eine so extreme Achsenneigung besitzt. Uranus ist schon so weit von der Sonne entfernt, dass ein Umlauf 84 Jahre dauert.

1977 wurde von der Erde aus auf Uranus ein feines Ringsystem entdeckt. Erst durch die Sonde „Voyager 2“, welche Uranus im Jahre 1986 passierte, wissen wir mehr darüber: Man hat elf dünne, dunkle Ringe gezählt, welche grösstenteils aus metergrossen Brocken aufgebaut sind.

Durchmesser	51'118 km
Durchmesser im Modell	5.11 cm
Mittlerer Abstand von der Sonne	2'872'500'000 km
Umlaufzeit um die Sonne	84.1 Jahre
Masse	$8.68 \cdot 10^{25}$ kg
Masse in Erdmassen	14.5 Erdmassen
Dichte	1'270 kg/m ³
Mittlere Oberflächentemperatur	ca. -195 °C
Rotationsdauer am Äquator	17 h 14 m (gegenläufig)
Anzahl Monde	27



Bildquelle: **Uranus**
Mosaikbild bestehend aus vier Bildern, welche die Sonde „Voyager 2“ beim Vorbeiflug im Januar 1986 aufgenommen hat (NASA)



NEPTUN

24 | 25

Neptun ist der äusserste und zugleich kleinste der vier grossen Gasplaneten. Er hat aber immerhin noch einen beinahe viermal so grossen Durchmesser wie die Erde. Der Neptun wurde schon von Galilei im Jahre 1610 bemerkt, er hat ihn aber für einen Fixstern gehalten und als solchen in seine Sternkarte eingezeichnet. 1846 wurde er dann von Gottfried Galle „definitiv“ entdeckt.

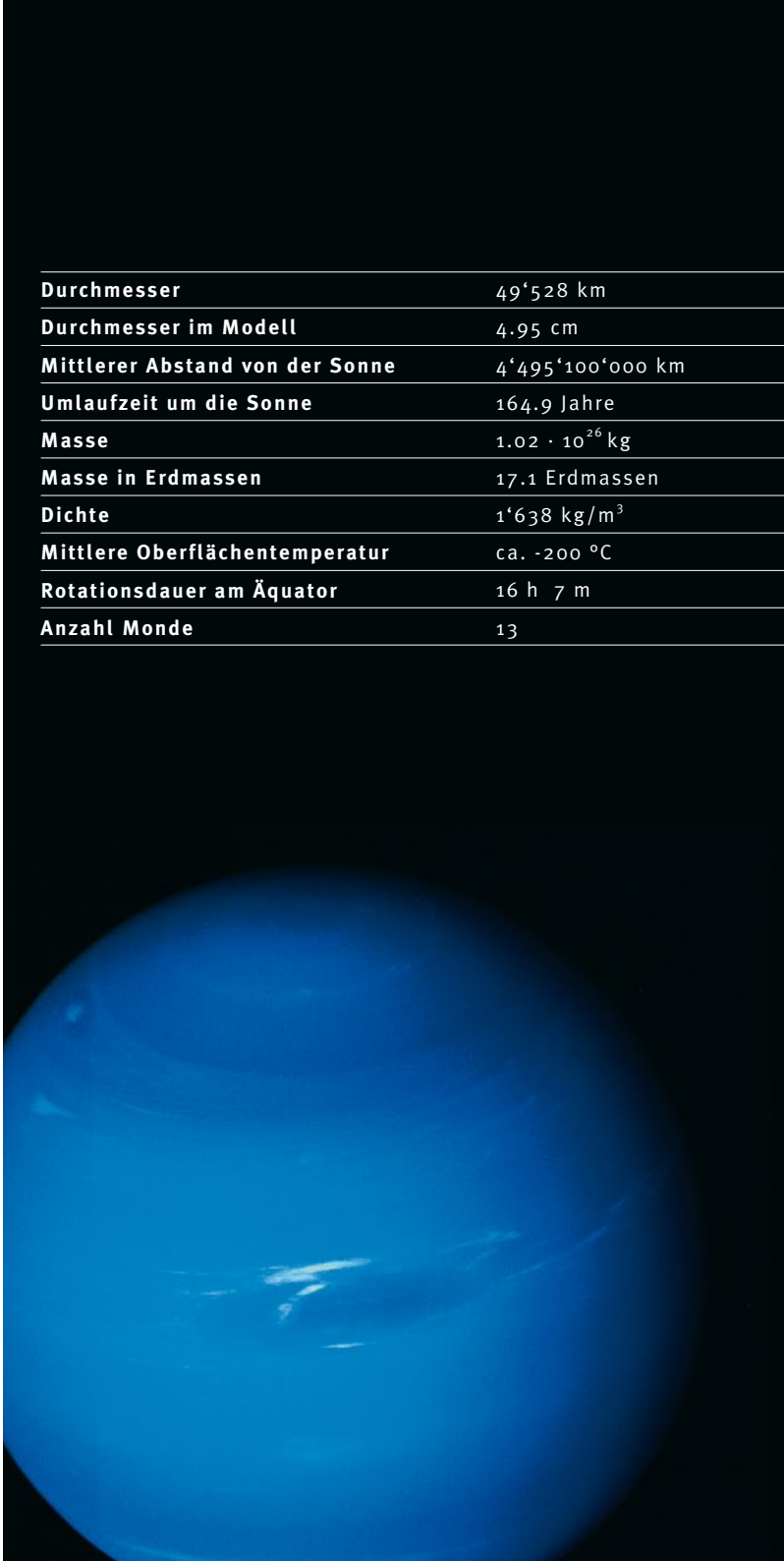
Bis zum Jahre 1989 war von Neptun nicht viel mehr bekannt als seine ungefähre Grösse und seine Bahn. Ausserdem waren zwei Monde bekannt: der grosse Triton und die kleine Nereide. Es wurde auch ein Ringsystem vermutet.

Die Welt, die sich dann der Sonde „Voyager 2“ 1989 präsentierte, sprengte alle Erwartungen: Neptun ist ein Planet mit einer bläulichen Färbung, ähnlich der auf der Erde. Ausserdem zeigten sich interessante Wolkenstrukturen. Eine absolute Sensation war das Auffinden eines Fleckes, der dem „Grossen Roten Fleck“ auf Jupiter sehr ähnlich ist. Zu jenem Zeitpunkt war dieser Fleck dunkel. Er wurde als „Grosser Dunkler Fleck“ bezeichnet. Spätere Aufnahmen vom Hubble-Weltraumteleskop zeigen, dass der Fleck wieder verschwand und neue helle und dunkle Flecken auftreten. An den Fleckenrändern sind zum Teil Wolken auszumachen.

Auch die Frage nach Ringen wurde geklärt: Die Aufnahmen von „Voyager 2“ machen ein schwaches Ringsystem erkennbar.

Durchmesser	49'528 km
Durchmesser im Modell	4.95 cm
Mittlerer Abstand von der Sonne	4'495'100'000 km
Umlaufzeit um die Sonne	164.9 Jahre
Masse	$1.02 \cdot 10^{26}$ kg
Masse in Erdmassen	17.1 Erdmassen
Dichte	$1'638 \text{ kg/m}^3$
Mittlere Oberflächentemperatur	ca. -200 °C
Rotationsdauer am Äquator	16 h 7 m
Anzahl Monde	13

Bildquelle: **Neptun**
Aufgenommen von der Raumsonde „Voyager 2“ beim Vorbeiflug im August 1989 (NASA)



Der kleinste Planet, Pluto, wurde erst im 20. Jahrhundert entdeckt. Am 18. Februar 1930 fand Clyde Tombaugh durch den Vergleich von Himmelsaufnahmen den Planeten Pluto. Im Jahre 1978 wurde dann auch noch ein Plutomond entdeckt: Charon.

Pluto hat eine stark exzentrische Umlaufbahn: Er befindet sich sogar während einiger Jahre seiner Wanderung näher bei der Sonne als Neptun. Dies war das letzte Mal zwischen dem 7. Februar 1979 und dem 11. Februar 1999 der Fall.

Über Pluto ist noch nicht sehr viel bekannt. Man weiss aber, dass er sicher eine feste Oberfläche haben muss. Vermutlich ist diese mit Eis bedeckt.

Der Mond Charon ist im Vergleich zu Pluto sehr gross. Das führt dazu, dass sich die beiden Körper – Pluto und Charon – um einen gemeinsamen Schwerpunkt drehen, welcher zwischen dem Planeten und dem Mond liegt. Darum spricht man auch häufig von einem Doppelplanetensystem.

2005 wurden vom Hubble-Weltraumteleskop zwei weitere Monde entdeckt. Im Juni 2006 erhielten sie durch die Internationale Astronomische Union die Namen Hydra und Nix.

In neuerer Zeit wurden diverse weitere Objekte jenseits der Neptunbahn entdeckt, unter anderem sogar solche, die grösser als Pluto sind. Sie bilden den sogenannten Kuipergürtel. Hier stellt sich natürlich berechtigterweise die Frage, ob Pluto wirklich ein Planet ist oder ob er einfach ein Objekt des Kuipergürtels ist.

Durchmesser	2'390 km
Durchmesser im Modell	2.4 mm
Mittlerer Abstand von der Sonne	5'870'000'000 km
Umlaufzeit um die Sonne	247.8 Jahre
Masse	$1.25 \cdot 10^{22}$ kg
Masse in Erdmassen	0.0021 Erdmassen
Dichte	1'750 kg/m ³
Mittlere Oberflächentemperatur	ca. -225 °C
Rotationsdauer am Äquator	6 d 9 h 18 m (gegenläufig)
Anzahl Monde	3



Bildquelle: **Pluto (links) und sein Mond Charon**
Aufgenommen vom Hubble-Weltraumteleskop
am 21. Februar 1994 (NASA)

UNSERE MILCHSTRASSE

28 | 29

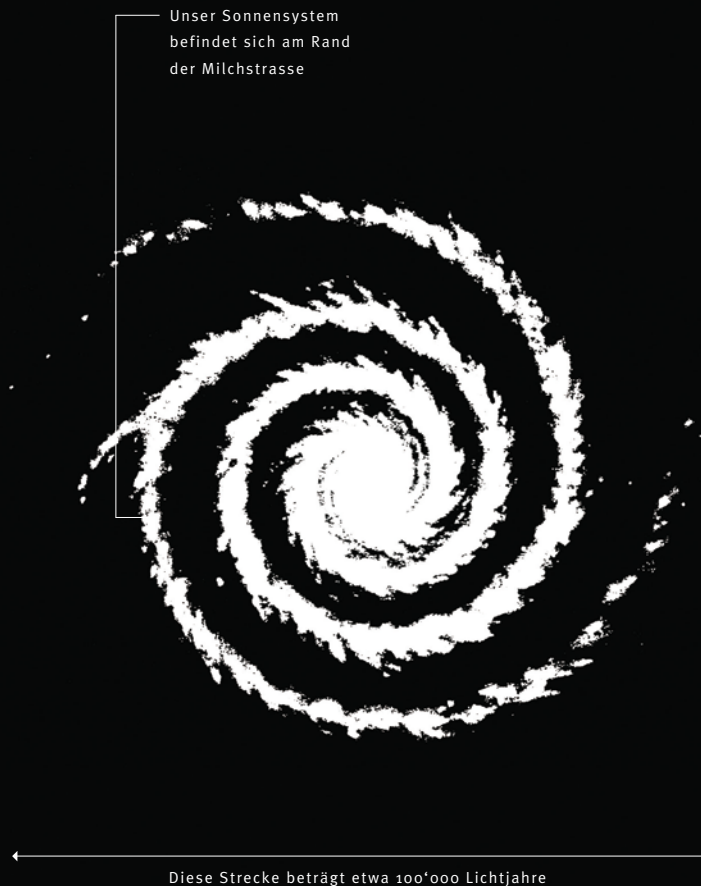
Um die Sonne kreisen also die Planeten. Um die Planeten – mit Ausnahme von Merkur und Venus – drehen sich Monde. Zum Sonnensystem gehört aber auch ein Bereich ausserhalb von Neptun. In diesem so genannten Kuipergürtel kreisen viele Kleinplaneten um die Sonne. Noch weiter draussen – bis in einer Entfernung von etwa 1.5 Lichtjahren – ist das Sonnensystem von einer Wolke umgeben, welche aus Gesteins-, Staub- und Eiskörpern unterschiedlicher Grösse besteht. Man nennt diese Gegend die „Oortsche Wolke“. Vermutlich stammen die Kometen – das sind gefrorene Gesteinskörper, welche bei der Annäherung an die Sonne einen Schweif bilden – aus dieser Gegend jenseits der Planeten.

Die Sonne bildet zusammen mit etwa 300 Milliarden weiteren Sonnen die Milchstrasse. Man nennt eine solche Ansammlung von Sternen auch Galaxie. Der nächste Fixstern ist etwa vier Lichtjahre von der Erde entfernt.

Unsere Milchstrasse hat einen Durchmesser von etwa 100'000 Lichtjahren. Die Sonne ist etwa 26'000 Lichtjahre vom galaktischen Zentrum entfernt.

In der Umgebung um Galaxien findet man Kugelsternhaufen. Dabei handelt es sich um Anhäufungen von einigen hunderttausend Sternen, welche durch gegenseitige Gravitation zusammengehalten werden.

Abbildung: Unsere Galaxie (sie wird Milchstrasse genannt) und die Position des Sonnensystems



DAS UNIVERSUM

30 | 31

In einem Abstand von etwa 150 Millionen Lichtjahren vom galaktischen Zentrum wird unsere Milchstrasse von zwei kleineren Galaxien begleitet. Man nennt sie die Magellanschen Wolken.

In der weiteren Umgebung sind viele Millionen Galaxien bekannt. Häufig findet man sie zu grossen Haufen zusammengefasst. Noch erstaunlicher erscheint die Tatsache, dass sogar diese Galaxienhaufen noch einmal in gigantischen Haufen angeordnet sind, in sogenannten Superhaufen!

Die heute gängigste Theorie über die Entstehung des ganzen Universums geht davon aus, dass die gesamte Materie in einem Augenblick vor etwa 14 Milliarden Jahren entstand (Urknall). Seit damals dehnt sich das ganze Universum aus.

Die Dimensionen der Objekte im Universum scheinen gigantisch! Während das Licht etwa elf Stunden braucht, um das Planetensystem zu durchwandern, benötigt ein Lichtsignal vom einen zum anderen Ende einer Galaxie schon 100'000 Jahre. Die Durchmesser von Galaxienhaufen betragen dann schon etwa zehn Millionen Lichtjahre, jene von Superhaufen gar etwa eine Milliarde Lichtjahre.

Im Modell des Frauenfelder Planetenweges müsste man etwa einmal um die Erde laufen, bis man beim nächsten Fixstern vorbeiwandern würde. Das Zentrum der Milchstrasse wäre in diesem Massstab zwischen Mars und Jupiter. Das sind wirklich unvorstellbare Dimensionen!

BESTEN DANK

32 |

Einen speziellen Dank richten wir an unsere Sponsoren.
Sie ermöglichten uns durch Ihre finanzielle Unterstützung
dieses Projekt erst zu realisieren.

Herzlichen Dank

- dem Departement für Erziehung und Kultur Kanton Thurgau
- der Primarschulgemeinde Frauenfeld
- der Stadt Frauenfeld
- der Thurgauer Kantonalbank, Frauenfeld
- Herrn Dr. med. Ruedi Graf, Gachnang-Islikon

GLOSSAR

Asteroid	Dasselbe wie Kleinplanet.
Fixstern	Fast alle Sterne am Nachthimmel sind Fixsterne: der Sonne ähnliche Himmelskörper, die selber Licht aussenden.
Galaxie	Eine Ansammlung von mehreren Milliarden Fixsternen. Unsere Galaxie wird Milchstrasse genannt.
Kleinplanet	Kleines planetenähnliches Objekt, das sich um die Sonne bewegt.
Komet	Gefrorener Gesteinskörper, welcher bei der Annäherung an die Sonne einen Schweif bildet.
Lichtjahr	Bequeme Einheit, um mit grossen Distanzen zu rechnen. Licht legt in einer Sekunde 300'000 km zurück. Ein Lichtjahr ist der Weg, den das Licht in einem Jahr zurücklegt (rund 9,5 Billionen km).
Mond	Einerseits der Mond der Erde, andererseits aber auch jeder Trabant eines anderen Planeten.
Planet	Die neun grossen Körper, die um die Sonne kreisen. Sie reflektieren das auftretende Sonnenlicht.
Planetoid	Dasselbe wie Kleinplanet.





Impressum:

Text: Christian Hänni, Frauenfeld

Bilder: NASA , ESA

Gestaltung: Formreich GmbH, Frauenfeld

Herausgeber: Junge Wirtschaftskammer Frauenfeld

Druck: Genius Media AG, Frauenfeld

Alle Planetendaten stammen aus den „Planetary Fact Sheets“
der NASA (Stand Juli 2006).

Broschüren sind erhältlich beim Infoschalter im
Rathaus oder bei der Jungen Wirtschaftskammer
Frauenfeld, Postfach, 8500 Frauenfeld