Arosa

PLANETENWEG

Prätschli–Roter Tritt

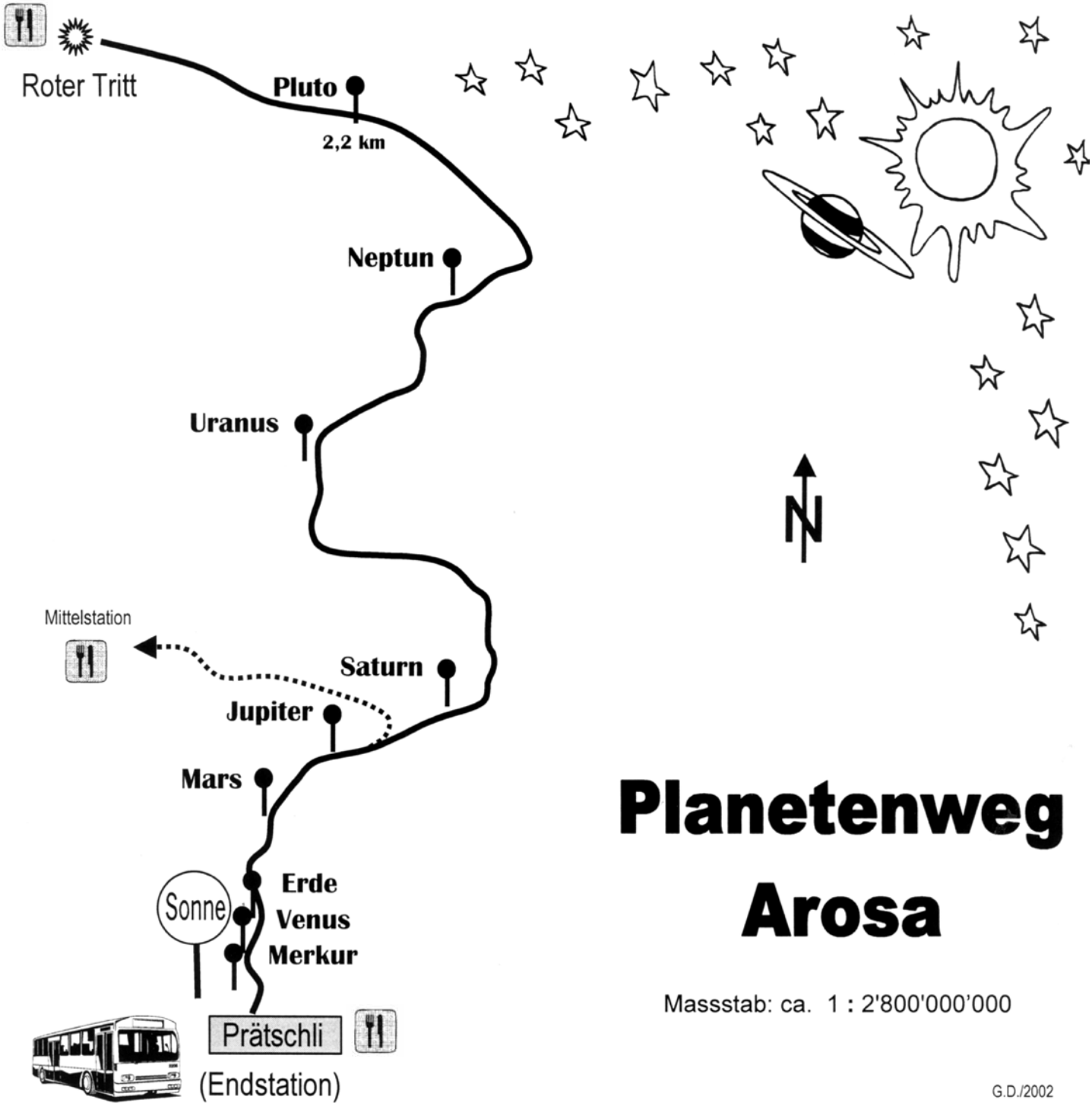
Liebe Gäste und Einheimische

Der Planetenweg entstand 1997 aus einer Projektidee der 3. Sekundarklasse unter der Leitung von Georg Devonas und in Zusammenarbeit mit Michi Eugster von Arosa Tourismus.

Auf einer Strecke von 2,2 Kilometern können Sie unser Sonnensystem abwandern. Damit Sie eine Vorstellung der Dimensionen bekommen, sollten Sie wissen, dass jeder Millimeter, den Sie zu Fuss zurücklegen, 2’800 Kilometern in Wirklichkeit entspricht.

Lassen Sie sich in die Geheimnisse unseres Sonnensystems einführen und holen Sie nähere Informationen zu den einzelnen Planeten aus dieser Planetenweg-Broschüre.

Foto Titelseite: Foto Homberger, Arosa
Sicht vom Weisshorn Richtung Arosa
mit Schiesshorn und Furggahorn im Hintergrund.



Planetenweg Arosa

Massstab: ca. 1 : 2'800'000'000

G.D./2002

Sonne

Durchmesser	1,39 Mio. km
Rotationszeit am Äquator	24,6 Tage
Masse	1,989 x 10^{30}kg
Alter	~ 5 Mia. Jahre
Beleuchtung auf der Erde	~ 100’000 lux
Oberflächentemperatur	5500 °C

Unsere Sonne und gleichzeitig ihre Planeten sind vor etwa 4,5 Milliarden Jahren entstanden. Die Sonne enthält 99,5% der Masse des Sonnensystems, die Planeten sind im Vergleich dazu klein wie Staubkörner. Gemessen an anderen Sternen, alles auch Sonnen in unvorstellbar weiter Entfernung, ist sie aber nur durchschnittlich gross.
Die Sonne besteht zu fast 75% aus Wasserstoff und zu fast 25% aus Helium. Der Rest beinhaltet alle anderen natürlichen Elemente. Die Menge an Helium nimmt ganz langsam zu, es entsteht bei der Kernfusion, wo Wasserstoff zu Helium verbrannt wird. Aus diesem Prozess bezieht die Sonne ihre Energie. Obwohl sie pro Sekunde ca. 4 Millionen Tonnen „Brennmaterial“ verbraucht, reicht ihr Vorrat noch für gut 5 Milliarden Jahre. Ist der Wasserstoff aufgebraucht, setzen andere Kernverschmelzungsprozesse ein, die weniger energieeffizient sind. Eine Folge davon ist, dass sich die Sonne ausdehnen wird, bis sie die inneren Planeten (Merkur, Venus, Erde und Mars) verschluckt hat.

Merkur

Durchmesser	4’878 km
Entfernung von der Sonne	57,9 Mio. km
Umlaufzeit um die Sonne	88 Tage
Tageslänge	58,6 Tage
Masse	3,29 x 10^{24} kg
Oberflächentemperatur	~330 °C (- 200 °C bis + 400 °C)
Anzahl bekannter Monde	-

Merkur ist nach Pluto der zweitkleinste Planet. Obwohl seine Distanz zur Erde relativ klein ist, ist er weniger erforscht als beispielsweise Venus oder Mars. Bislang ist nur eine Raumsonde, Mariner 10 (1974/75), zu ihm gestartet und lediglich 45% seiner Oberfläche wurden vermessen. Seine Beobachtung von der Erde aus oder mit dem Hubbel Weltraumteleskop ist schwierig, da er stets sehr nahe an der Sonne steht und von deren Licht überstrahlt wird. Auffallend ist die grosse Tageslänge des Merkurs: Durch die langsame Rotation liegt ein Punkt auf seiner Oberfläche während 2/3 des Merkur-Jahres in der Sonne. Dies führt zu enormen Temperaturunterschieden. Auf der Tagseite herrschen +400 °C, auf der Nachtseite fällt das Thermometer auf -200 °C. Die von Kratern übersäte Oberfläche gleicht der des Mondes. Mit seiner geringen Masse verfügt Merkur nicht über genügend Anziehungskraft, um eine Atmosphäre zu haben.

Venus

Durchmesser	12’104 km
Entfernung von der Sonne	108,2 Mio. km
Umlaufzeit	224,7 Tage
Tageslänge	243 Tage
Masse	$4{,}87 \times 10^{24}$ kg
Oberflächentemperatur	460 °C
Anzahl bekannter Monde	-

Die Venus ist neben der Sonne und dem Mond das hellste Objekt am Himmel. Sie ist jeweils in der Dämmerung zu sehen und deshalb als Morgenstern respektive Abendstern bekannt.
Die Venus gleicht in ihrer Grösse und chemischen Zusammensetzung sehr der Erde - mit Ausnahme der Atmosphäre. Diese besteht praktisch ausschliesslich aus Kohlendioxid (CO^2). Das führt zu einem gigantischen Treibhauseffekt, der durch den langen Venustag noch verstärkt wird. Es entstehen Oberflächentemperaturen von 460 °C, sowohl auf der Tag- wie auch auf der Nachtseite. Ähnlich einem Dampfkochtopf bewirken diese Temperaturen einen Luftdruck, der 40mal grösser ist als auf der Erde.
Die Venus ist konstant von einer dicken Wolkenschicht umgeben, die eine planetenweite Strömung parallel zum Äquator erkennen lässt. Einige Raumsonden funkten Bilder der Oberfläche zur Erde, die eine steinübersäte Wüste unter dichtem Dunst zeigen. Aufgrund der Umweltbedingungen blieben diese Sonden aber nur kurz funktionsfähig. Erst mit der Hilfe von Radarstrahlen konnte eine Karte der Venus erstellt werden. Sie zeigt, dass die Oberfläche der Venus vom Vulkanismus geprägt ist: 80% besteht aus erkalteten Lavaströmen aus unzähligen Vulkanen. Einige der Bodenformen sind auf der Erde nicht bekannt und geben den Geologen noch Rätsel auf.
Es wird allgemein angenommen, dass sich die Venus und die Erde in einem frühen Stadium ihrer Entwicklung sehr ähnlich waren. Dank ihrer grösseren Distanz zur Sonne konnte auf der Erde später Wasser in flüssiger Form auftreten, eine entscheidende Voraussetzung zur Entstehung des Lebens.

Erde

Durchmesser	12’756 km
Entfernung von der Sonne	149,6 Mio. km
Umlaufzeit	365,256 Tage
Tageslänge	23,934 Stunden
Masse	$5{,}98 \times 10^{24}$ kg
Oberflächentemperatur	-40 °C bis +35 °C
Anzahl bekannter Monde	1

Vom Weltraum aus betrachtet fallen auf der Erde vor allem zwei Dinge auf: Die Erde ist zu 70% von Ozeanen bedeckt und von weissen Wolken aus Wasserdampf umgeben. Seit mindestens 3,6 Milliarden Jahren gibt es auf der Erde Leben. Es hat Eigenschaften und Gestalt der Erde nachhaltig beeinflusst und verändert. Die Algen und Pflanzen erhöhten in den Jahrmillionen ihrer Existenz den Sauerstoffanteil in der Atmosphäre auf die für den Menschen nötige Menge. Erst seit wenigen Millionen Jahren gibt es Gräser, die den Boden lückenlos bedecken können. Dies hat die Erosion erheblich verlangsamt und die Bildung von fruchtbaren Böden ermöglicht. Vor etwa 4 Millionen Jahren erschienen die ersten Menschen, in ihrer heutigen Gestalt bevölkern sie seit 400’000 Jahren die Kontinente.
Die Erde ist schalenförmig aufgebaut. Um einen festen Kern hüllt sich ein zähflüssiger Mantel, auf dem die Kontinente und Ozeane schwimmen. Die Kontinente sind ständig in Bewegung und sind im Laufe der Jahrmillionen immer wieder neu zusammengewachsen und auseinander gebrochen. Wo sie aufeinander trafen, türmen sich heute Gebirge auf, beispielsweise im Himalaya. Brachen sie auseinander, entstanden zwischen ihnen gewaltige Ozeane, etwa der Atlantik zwischen Europa / Afrika und Amerika.

Mars

Durchmesser	6’749 km
Entfernung von der Sonne	227,9 Mio. km
Umlaufzeit	1,88 Jahre
Tageslänge	24,62 Stunden
Masse	$6{,}39 \times 10^{23}$ kg
Oberflächentemperatur	-23 °C
Anzahl bekannter Monde	2

Mars ist der Planet, der die Menschen am meisten beschäftigt. Er ist zwar deutlich kleiner als die Erde, aber unter allen Planeten kommen seine Umweltbedingungen jenen der Erde am nächsten. Die ersten Astronomen, die über Fernrohre verfügten, entdeckten auf dem Mars dunkle Linien, die sie für Bewässerungskanäle hielten. Die Marsmännchen waren geboren, warum sie aber grün sein mussten, weiss wohl die Filmschmiede in Hollywood am besten. Seither laufen die Diskussionen heiss, ob es auf dem Mars einmal Leben gab oder unter Umständen immer noch gibt. Die zwei amerikanischen Viking-Sonden von 1976 führten Experimente durch, die kein Leben nachweisen konnten. Inzwischen werden diese Ergebnisse aber angezweifelt, da man praktisch sicher ist, dass es auf dem Mars einmal Wasser gab. Zeugen dafür sind Flusstäler und Überschwemmungsebenen überall in der toten Marswüste. An den Polen befinden sich Eiskappen aus gefrorenem Kohlendioxid, vielleicht sogar aus Wassereis. Auf dem Mars befinden sich auch die längste bekannte Schlucht und der höchste Berg im Sonnensystem: Valles Marineris ist ein ganzes System von Schluchten ähnlich dem Grand Canyon auf der Erde, das 4000 km lang und zwei bis sieben Kilometer tief ist, und der Vulkan Olympus Mons erreicht eine Höhe von 27 km über der mittleren Marsoberfläche.

Jupiter

Durchmesser	142’796 km
Entfernung von der Sonne	778,3 Mio. km
Umlaufzeit	11,87 Jahre
Tageslänge	9,842 Stunden
Masse	$1{,}90 \times 10^{27}$ kg
Oberflächentemperatur	- 150 °C
Anzahl bekannter Monde	17

Jupiter ist der grösste der Planeten. Er ist der erste der sogenannten äusseren Planeten, besteht überwiegend aus Gasen und wird auch als Gasriese bezeichnet. Tief im Innern wird ein kleiner fester Kern aus Stein und Metall vermutet. Da er für seine Grösse sehr schnell um sich selbst rotiert, entsteht eine grosse Zentrifugalkraft, die den Gasriesen am Äquator ausdehnt. Seine Pole erscheinen dadurch stark abgeplattet, ein Effekt, der bereits mit einem guten Feldstecher zu sehen ist. Ebenfalls zu erkennen sind die markanten Wolkenbänder, die den Planeten einhüllen. Eine Besonderheit ist der Grosse Rote Fleck. Es handelt sich dabei vermutlich um einen Wirbelsturm, der eine Fläche von 40’000 km auf 15’000 km einnimmt und schon seit Jahrhunderten beobachtet wird. Jupiter verfügt über einen kleinen Ring, der aber von der Erde aus nicht zu sehen ist. Viel auffälliger sind da seine Monde. Bislang sind über 16 bestätigt. Die vier bekanntesten sind Io, Europa, Ganymed und Kallisto, nach ihrem Entdecker Galileo Galilei die vier galileischen Monde genannt. Ihre Bahnen um Jupiter sind mit einem guten Feldstecher leicht zu verfolgen. Io ist ein sehr aktiver Mond mit unzähligen Geysiren und Schwefelvulkanen, Europa ist gänzlich von einer dicken Eisschicht bedeckt, die kreuz und quer mit Rissen und Sprüngen durchzogen ist. Ganymed und Kallisto gleichen eher dem Erdenmond mit Kratern und Geröllwüsten.

Saturn

Durchmesser	120’000 km
Entfernung von der Sonne	1429 Mio. km
Umlaufzeit	29,48 Jahre
Tageslänge	10,24 Stunden
Masse	5,69 x 10^{26} kg
Oberflächentemperatur	- 183 °C
Anzahl bekannter Monde	23

Saturn ist berühmt für seine Ringsysteme. Als Galileo Galilei den Planeten 1610 zum ersten Mal in einem Fernrohr beobachtete, war er verwirrt, weil er ihm nicht rund erschien. Die Ringe stehen nicht immer im gleichen Winkel zur Erde, was sie mal deutlich und mal gar nicht in Erscheinung treten lässt. Erst 1977 entdeckte die Wissenschaft, dass auch die andern Gasplaneten (Jupiter, Uranus und Neptun) über Ringe verfügen, wenn auch nicht so imposante wie Saturn. Zwei deutliche Ringe (A und B) sowie ein feinerer (Ring C) sind von der Erde aus zu sehen. Trotz ihrer grossen Ausdehnung (Durchmesser ca. 250’000 km) sind sie nicht dicker als anderthalb Kilometer. Das Material, hauptsächlich Eis und Staub, ist sehr fein verteilt. Würde man die Ringe des Saturn zu einem einzigen Körper zusammenballen, entstünde eine Kugel von gerade mal 100 km Durchmesser.
Wie Jupiter besteht Saturn vor allem aus Wasserstoff und Helium, mit Spuren von Wasser, Methan und Ammoniak. Die Astronomen gehen davon aus, dass die Gaswolke, aus der die Sonne mitsamt ihren Planeten entstand, auch ungefähr diese Zusammensetzung hatte. Ebenfalls wie Jupiter strahlt Saturn mehr Energie ab, als er von der Sonne empfängt. Für die zusätzliche Energie ist ein Kompressionseffekt verantwortlich. Durch die grosse Masse des Planeten wird sein Gas nach innen gezogen und dabei komprimiert. Es entsteht Wärmeenergie, wie bei einer Velopumpe.

Uranus

Durchmesser	50’800 km
Entfernung von der Sonne	2875 Mio. km
Umlaufzeit	84,07 Jahre
Tageslänge	15,6 Stunden
Masse	8,69 x 10^{25} kg
Oberflächentemperatur	- 213 °C
Anzahl bekannter Monde	21

Uranus ist der erste Planet, der zu modernen Zeiten entdeckt wurde, Merkur bis Saturn waren alle schon in prähistorischer Zeit bekannt. Er wurde schon 1690 gesichtet, aber irrtümlich für einen Stern gehalten; 1781 erbrachte dann William Herschel den Nachweis, dass es sich um einen Planeten handelt.
Aussergewöhnlich an Uranus ist seine Lage im Raum. Alle anderen Planeten – ausgenommen Pluto – haben eine Rotationsachse, die beinahe senkrecht zu ihrer Bahnebene steht, sie kreisen „aufrecht“ um die Sonne. Uranus hingegen ist gekippt, seine Pole zeigen abwechselnd direkt zur Sonne. Daraus folgt, dass der Planet an den Polen mehr Energie als am Äquator aufnimmt. Dennoch sind die Regionen am Äquator wärmer als die Pole. Woher dieser Effekt kommt, und was den Planeten in diese „schiefe Lage“ gebracht hat, ist noch nicht geklärt.
Uranus setzt sich aus Felsen und verschiedenen Eisarten zusammen. Er scheint keinen eigentlichen Kern zu haben, sondern einfach eine mehr oder weniger gleichförmige Kugel zu sein. In gewisser Weise ähnelt er den Kernen von Jupiter und Saturn ohne deren massige Gashüllen. In der Atmosphäre von Uranus (bestehend aus Wasserstoff, Helium und Methan) sind Wolkenstreifen erkennbar, die im Unterschied zu Jupiter und Saturn sehr fein sind und sich sehr schnell bewegen.

Neptun

Durchmesser	48’600 km
Entfernung von der Sonne	4497 Mio. km
Umlaufzeit	16,492 Jahre
Tageslänge	16,1 Stunden
Masse	$1{,}03 \times 10^{26}$ kg
Oberflächentemperatur	-193 °C
Anzahl bekannter Monde	8

Neptuns Existenz wurde berechnet, bevor man ihn gesehen hatte. Die Umlaufbahn von Uranus zeigt nämlich Unregelmässigkeiten, die sich nur durch einen weiteren Planeten in seiner Nähe erklären lassen. 1846 wurde Neptun dann nur wenig neben der vorhergesagten Stelle entdeckt. Nachfolgende Berechnungen zeigten, dass die vorausgesagten Bahndaten ziemlich schnell von der tatsächlichen Bahn abwichen. Wäre die Suche wenige Jahre früher oder später durchgeführt worden, wäre in der Nähe der berechneten Stelle nichts gefunden worden. Über Neptun wissen wir sehr wenig, da bisher nur eine Raumsonde (Voyager 2, 1989) ihn erreichte.
Seine Zusammensetzung ist ähnlich der von Uranus, auch er reflektiert ein blaues Licht. Im Unterschied zu Uranus hat er aber wahrscheinlich einen kleinen Kern aus felsigem Material. Die Winde, die seine feinen, hellen Wolkenbänder und Wirbelstürme antreiben, sind mit Geschwindigkeiten bis zu 2000 km/h die schnellsten des Sonnensystems. Voyager 2 entdeckte auf der Südhalbkugel einen grossen dunklen Fleck, ähnlich dem Roten Fleck auf Jupiter, der deshalb auch als Sturmgebilde interpretiert wurde. Als man 1994 das Hubble Weltraumteleskop auf Neptun richtete, war er jedoch verschwunden. Dafür wurde kurz darauf ein ähnlicher Fleck auf der Nordhalbkugel gesichtet, was eine aktive und turbulente Neptunatmosphäre nahe legt.

Pluto

Durchmesser	2’370 km
Entfernung von der Sonne	5900 Mio. km
Umlaufzeit	247,9 Jahre
Tageslänge	6,375 Tage
Masse	$6{,}6 \times 10^{23}$ kg
Oberflächentemperatur	< -200 °C
Anzahl bekannter Monde	1

Pluto wurde 1930 durch Zufall entdeckt: Zwei zu unterschiedlichen Zeiten aufgenommene Fotografien zeigten einen Lichtpunkt, der sich bewegte. Berechungen ergaben, dass der Himmelskörper sich in derselben Ebene wie die Planeten um die Sonne bewegt, allerdings in einer stark in die Länge gezogenen Bahn. Die hat zur Folge, dass Pluto zeitweise näher an der Sonne ist als Neptun, und daher den Titel als sonnenfernster Planet vorübergehend abgeben muss. Eine Zeit lang wurde noch nach einem zehnten Planeten gesucht, die Berechnungen, die darauf hindeuteten, erwiesen sich aber inzwischen als falsch.
Pluto wurde noch nie von einer Raumsonde besucht. Er ist so weit von der Sonne weg und so klein, dass selbst das Hubble Weltraumteleskop nur ein undeutliches Bild von ihm liefert. Manche denken, Pluto sollte eher als grosser Asteroid oder als Komet betrachtet werden.
Ähnlich wie Uranus, sind auch bei Pluto die Pole zur Seite gekippt. Seine Zusammensetzung ist unbekannt, seine Oberflächentemperatur wird auf ca. –230 °C geschätzt. 1978 wurde Plutos Mond Charron entdeckt. Pluto als Zwergplanet (siehe neues aus der Astronomie) wird von einem der grössten Monde, genannt Charron, umkreist.

Quiz

Versuchen Sie die Bilder einem Planeten bzw. der Sonne zuzuordnen.

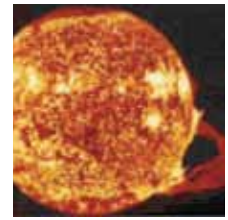
A

B

C

D

E

F 

G

H

I

K

Neues aus der Astronomie

Pluto wird zum Zwergplaneten

Im Jahre 2006 wurde wenig hinter Pluto ein Ring rund um das ganze Sonnensystem entdeckt, der dreimal so weit wie die Plutobahn ins Weltall hinausreicht.
So bewegt sich Pluto zusammen mit vielen anderen Himmelskörpern (z.B. Eris, der grösser ist als Pluto) im sogenannten Kuiper-Gürtel.

Die internationale astronomische Union hat den Begriff „Planet“ so definiert:
1. Ein Planet muss rund sein.
2. Ein Planet umkreist die Sonne.
3. Die eigene Umlaufbahn wird durch den Planeten von anderen Himmelskörpern gesäubert.
Die dritte Bedingung besitzt Pluto nicht und wurde deshalb neu zum Zwergplaneten klassifiziert.

Neue Teleskope werden noch mehr Geheimnisse unseres Sonnensystems lüften.

Hinter dem Kuiper-Gürtel folgt ein leerer Weltraum bis zum Stern Alpha Centauri, welcher der Sonne am nächsten steht. Die Distanz beträgt 4.3 Lichtjahre oder 39 Billionen Kilometer.
Im Vergleich zum Massstab vom Aroser Planetenweg wäre Alpha Centauri von Arosa aus in einer Entfernung von etwa Florida in den Vereinigten Staaten.

Lösung vom Quiz

A = Jupiter	F = Sonne
B = Erde	G = Merkur
C = Pluto	H = Uranus
D = Neptun	I = Mars
E = Saturn	K = Venus

Die Verantwortlichen

Der Initiant Georg Devonas (links) realisierte den ersten Planetenweg 1997 im Rahmen eines Projektes der Sekundarschule Arosa.
Michi Eugster (rechts) ist der Erbauer des jetzigen Planetenweges und ist im Auftrag von Arosa Tourismus für dessen Unterhalt verantwortlich.

Bild: Jahr 1997

Arosa Tourismus
Sport- und Kongresszentrum
CH - 7050 Arosa
Tel. +41 (0)81 378 70 20
arosa@arosa.ch
www.arosa.ch