

Unser Stern: die Sonne

Die Sonne ist ein richtiger Stern, denn sie produziert ihr Licht selber. Als riesige Gaskugel ist sie der grösste Körper im Sonnensystem; die Erde hätte auf ihrem Durchmesser 109-mal Platz. Alle Planeten umkreisen die Sonne und leuchten nur, weil sie von ihrem Licht angestrahlt werden. Die Sonnenstrahlung ermöglicht das Leben auf der Erde.

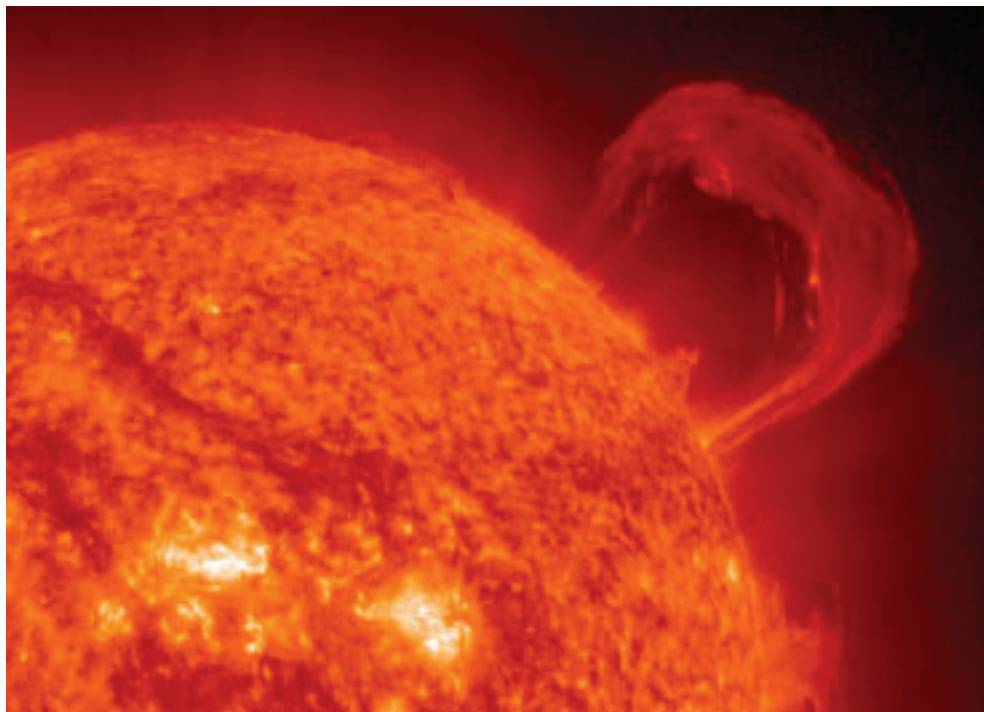
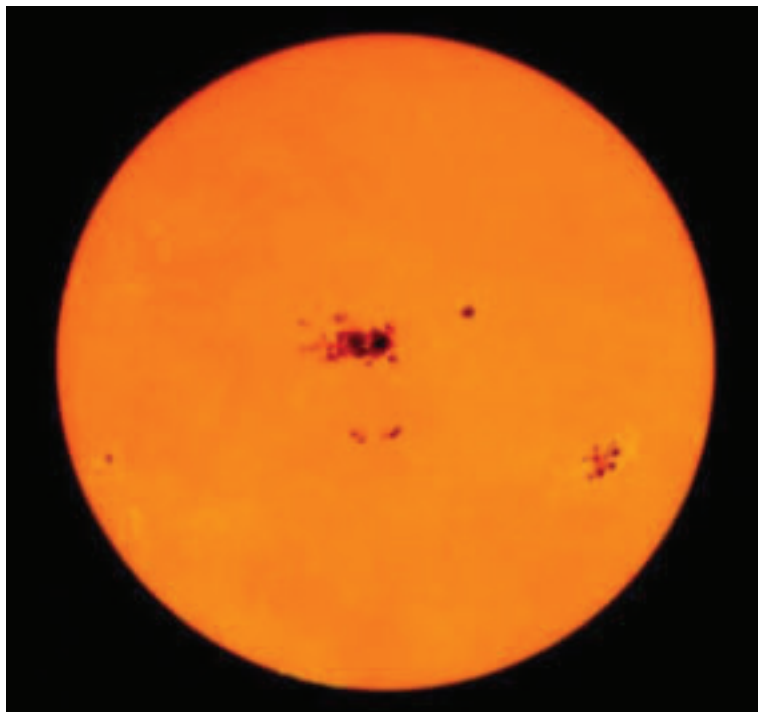
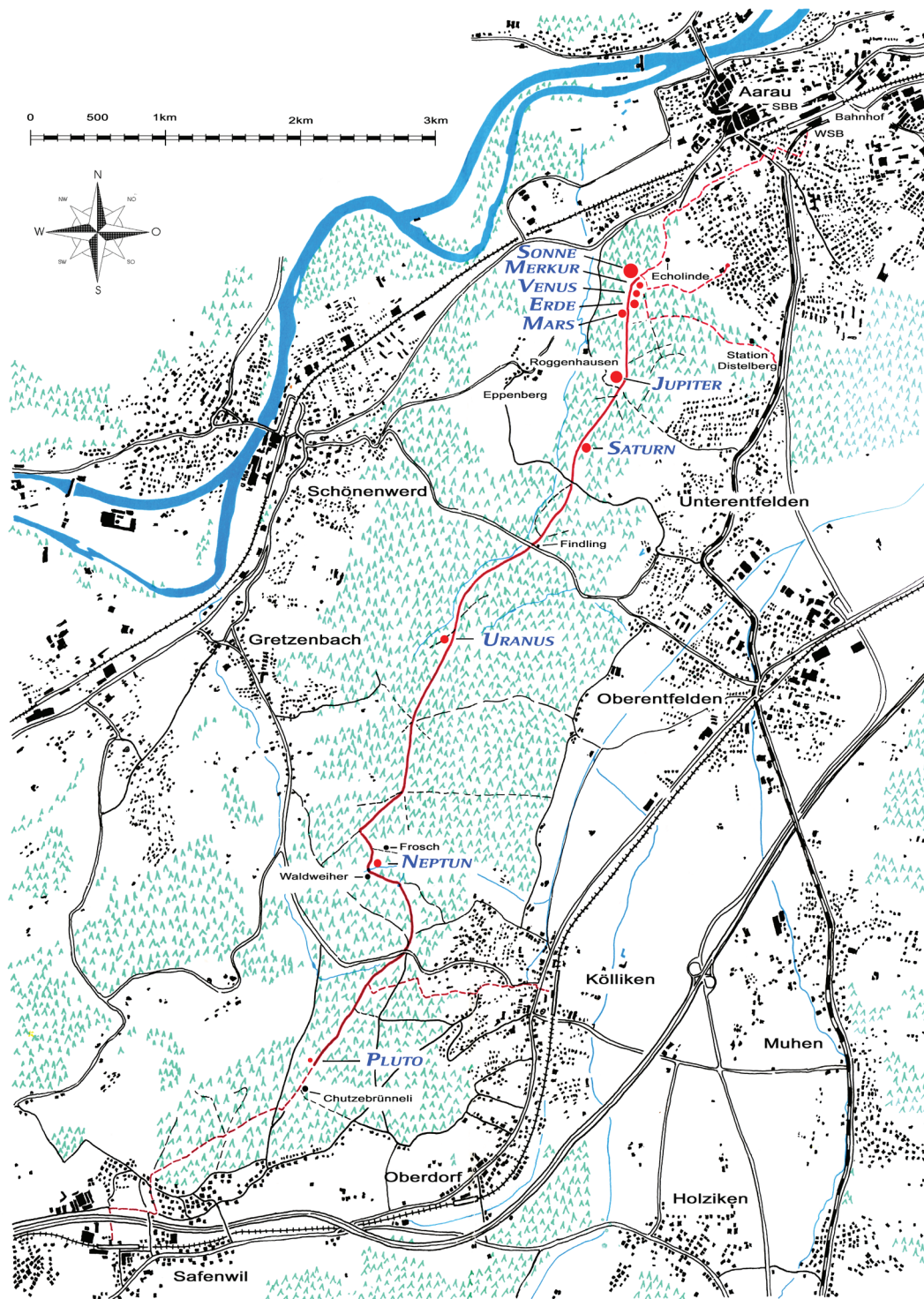
Das Innere wird durch Kernreaktionen aufgeheizt; die Sonne sendet deshalb Energie in Form von Licht, Wärme, Radiowellen und Röntgenstrahlen aus. Dank den Ergebnissen der Sonnenforschung verstehen wir die sehr viel weiter entfernten Sterne besser.



In mächtigen Sonnenstürmen schleudert sie gewaltige Teilchenmassen ins All. Erreichen sie die Erde, leuchten im irdischen Magnetfeld Polarlichter auf.



Mit der Kernfusion verliert die Sonne pro Sekunde 4 Mio. Tonnen Masse. Doch dies fällt kaum ins Gewicht: Seit ihrer Entstehung vor 4.57 Milliarden Jahren wurde erst knapp 1 Tausendstel ihrer Materie in Strahlung umgewandelt.

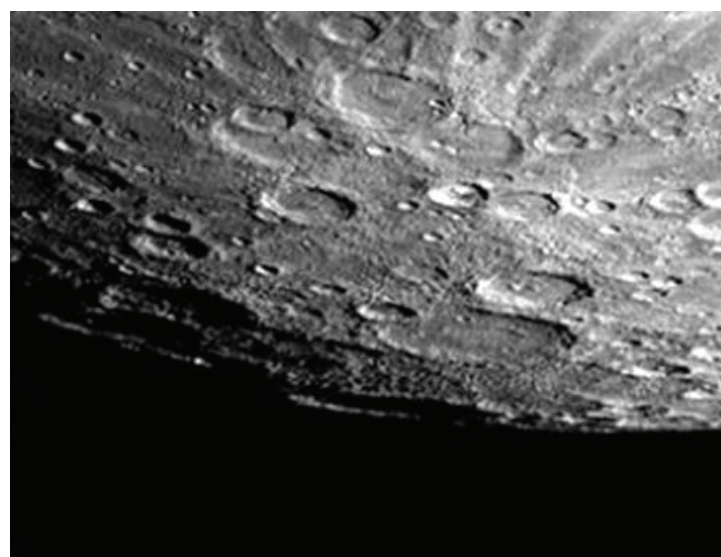



Merkur: auf Innenbahn um die Sonne


Der innerste Planet ist der Sonnenstrahlung stark ausgesetzt. Auf seiner Tagseite kann die Temperatur +430 °C erreichen, auf der Nachtseite sinkt sie bis -180 °C. Merkur verfügt über keine Atmosphäre, denn wegen der hohen Temperaturen und der geringen Anziehungskraft entweichen allfällige Gasmoleküle in den Weltraum.


Die Merkur-Oberfläche ist wie die Erde fest, gleicht aber stark der Oberfläche des Erdmonds: Zahlreiche Krater sind zu erkennen, die durch den Aufprall kleinerer und grösserer im Sonnensystem vagabundierender Körper entstanden sind.

Merkur wird von keinem Mond umkreist.



 Auf dem Merkur findet man für das Sonnensystem einzigartige Steilhänge: Sie erheben sich mehrere Kilometer senkrecht und können Hunderte Kilometer lang sein.

 In den Polargebieten befinden sich im Innern von Kratern Wassereis-Schichten.

 Die Sonne wandert nur ganz langsam über den Merkurhimmel. Von einem Sonnenaufgang zum nächsten dauert es 176 Tage. In dieser Zeit läuft Merkur zweimal um die Sonne.

		Mittlere Entfernung von der Sonne in Mio. km (Planetenweg: in m)	Durchmesser in 1000 km (Modell: in mm)	Umlaufzeit um die Sonne y = Jahre d = Tage	1 Eigenrotation dauert	Masse im Vergleich zur Erde (= 1)	Anzahl Monde	Sonnenlicht kommt an nach etwa
☉	Sonne		1393		27d	333'000		
☿	Merkur	58	4.9	89d	59d	0.06		3min
♀	Venus	108	12.1	225d	243d	0.82		6min
♁	Erde	150	12.8	365d	1d	1	1	8min
☾	Erdmond		3.5		25d 9h 7min	0.01		
♂	Mars	228	6.8	1y 322d	1d 0h 37min	0.1	2	13min
	Kleinplaneten		bis 1	2–11y		<0.0002		
♃	Jupiter	778	143	11y 315d	9h 55min	318	mind. 69	43min
♄	Saturn	1434	120.5	29y 167d	10h 33min	95	mind. 62	1h 20min
♅	Uranus	2872	51.1	84y	17h 14min	15	27	2h 40min
♆	Neptun	4498	49.5	165y	16h	17	14	4h 10min
♇	Pluto	5906	2.4	248y	6d 9h	0.003	5	5h 28min

Venus – der innere Nachbarplanet

Die von einer undurchsichtigen Atmosphäre dicht verhüllte Venus-Oberfläche kann mit Radarstrahlen erfasst werden. Sie dokumentieren eine leicht gewellte Landschaft mit Kratern und 3 Hochländern.

Die Venus wäre eigentlich der Schwesterplanet der Erde. Eine Art Treibhauseffekt führte aber zu einer heissen, dichten, überwiegend aus Kohlendioxid und Stickstoff bestehenden Atmosphäre. Die Temperatur am Boden beträgt ständig +470°C, der Luftdruck ist 92-mal so hoch wie auf der Erdoberfläche. Die Sicht ist trüb und erreicht bloss etwa 3 Kilometer.

Venus wird von keinem Mond umkreist.



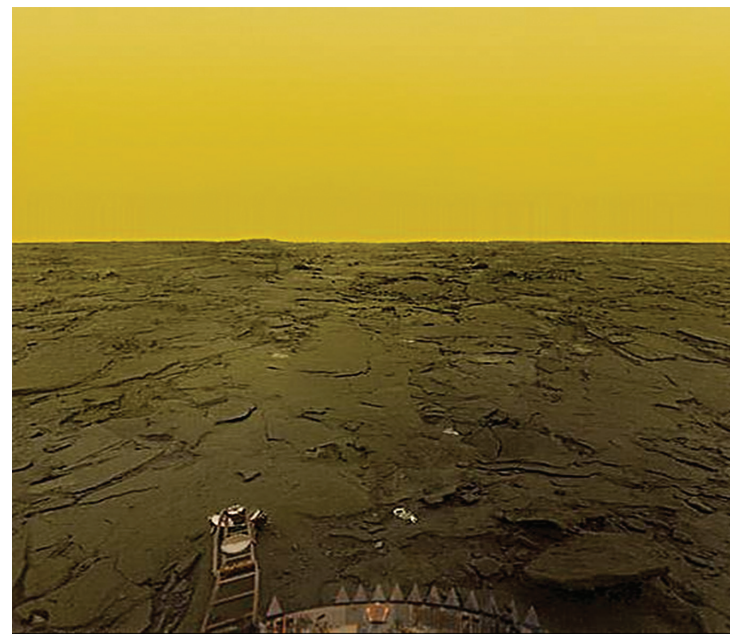
Gegenüber der Erde dreht sich Venus „andersherum“ und auch sehr langsam: Die Sonne geht dort im Westen auf und im Osten unter. Zwischen 2 Sonnenaufgängen vergehen 117 Erdtage, das ist fast ein halbes Venusjahr.



Da ihre Achse nahezu senkrecht auf der Umlaufbahn steht, kennt dieser Planet keine Jahreszeiten.



Die helle Venus fällt uns jeweils eine Zeitlang im Westen nach Sonnenuntergang auf oder dann im Osten vor Sonnenaufgang. Deshalb bezeichnet sie der Volksmund oft als Abend- bzw. Morgen-„Stern“.



		Mittlere Entfernung von der Sonne in Mio. km (Planetenweg: in m)	Durchmesser in 1000 km (Modell: in mm)	Umlaufzeit um die Sonne y = Jahre d = Tage	1 Eigenrotation dauert	Masse im Vergleich zur Erde (= 1)	Anzahl Monde	Sonnenlicht kommt an nach etwa
☉	Sonne		1393		27d	333'000		
☿	Merkur	58	4.9	89d	59d	0.06		3min
♀	Venus	108	12.1	225d	243d	0.82		6min
♁	Erde	150	12.8	365d	1d	1	1	8min
♁	Erdmond		3.5		25d 9h 7min	0.01		
♂	Mars	228	6.8	1y 322d	1d 0h 37min	0.1	2	13min
	Kleinplaneten		bis 1	2–11y		<0.0002		
♃	Jupiter	778	143	11y 315d	9h 55min	318	mind. 69	43min
♄	Saturn	1434	120.5	29y 167d	10h 33min	95	mind. 62	1h 20min
♅	Uranus	2872	51.1	84y	17h 14min	15	27	2h 40min
♆	Neptun	4498	49.5	165y	16h	17	14	4h 10min
♇	Pluto	5906	2.4	248y	6d 9h	0.003	5	5h 28min

Die Erde – unser blauer Planet

Die Erde ist der grösste Gesteinsplanet im Sonnensystem. Sie gilt als Ursprungs-ort und Heimat aller uns bekannten Lebewesen. Die reichen Wassermengen waren zur Entwicklung des Lebens sehr wichtig; zwei Drittel der Erdoberfläche sind wasserbedeckt. Die Rotation hat eine leichte Abplattung zur Folge: Der Erddurchmesser beträgt am Äquator 43 km mehr als zwischen den Polen.

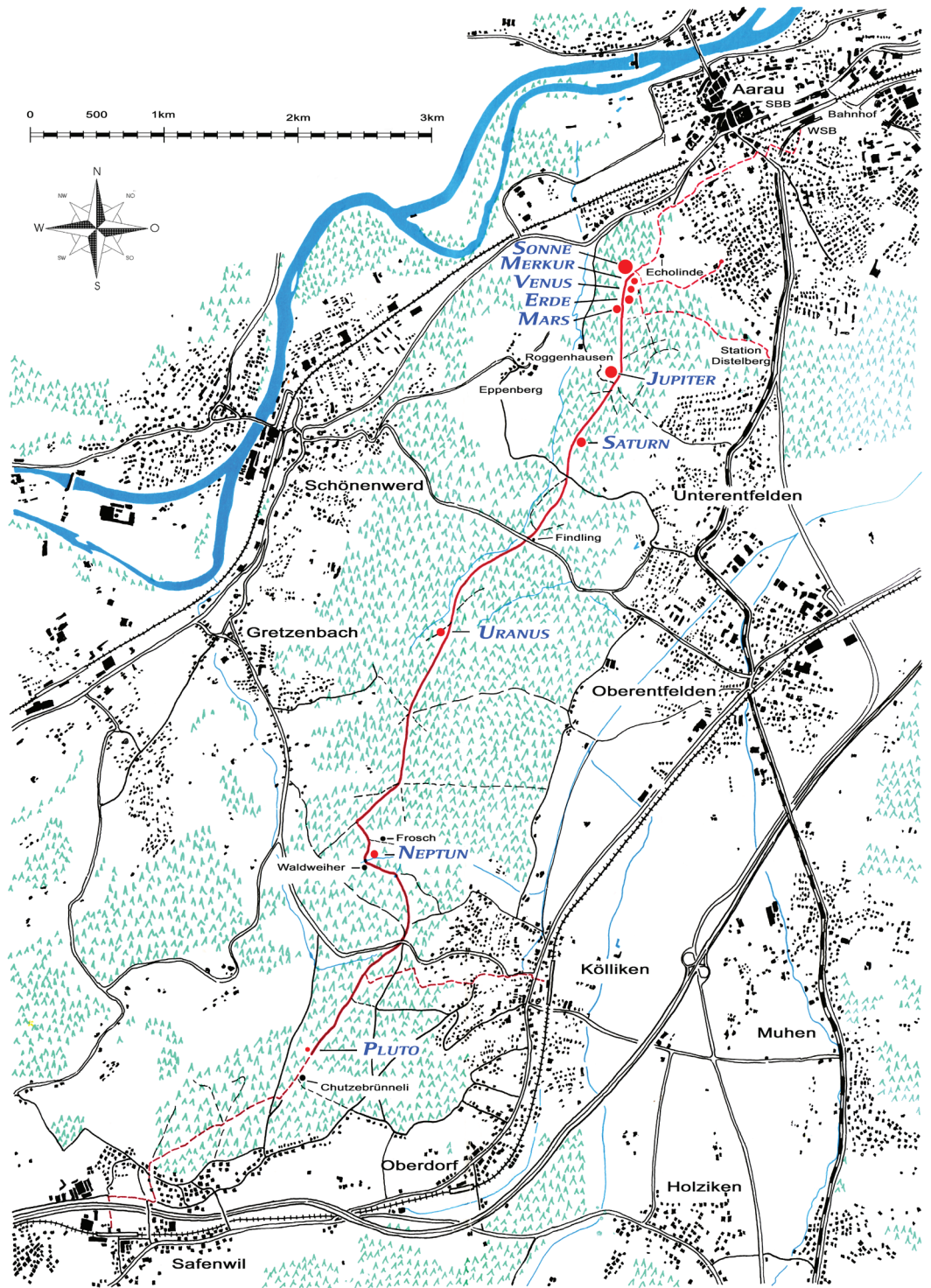
Das starke irdische Magnetfeld schützt uns vor gefährlichen Teilchen des pausenlos auftreffenden Sonnenwinds. Sie bewirken einerseits schöne Polarlichter, können aber auch Störungen der elektrischen Netzwerke verursachen.



Anders als vermutet, steht die Erde auf ihrer leicht elliptischen Umlaufbahn im Januar der Sonne näher als im Juli. Die Jahreszeiten sind aber eine Folge der gegenüber der Erdumlaufbahn um 66.5° geneigten Erdachse: Im Sommer ist die Nordhalbkugel der Sonne zugeneigt.



Das „Raumschiff Erde“ umkreist die Sonne mit der Durchschnittsgeschwindigkeit von $107'000 \text{ km/h}$ und legt dabei jedes Jahr nahezu 1 Milliarde Kilometer zurück!



Der Mond – unser treuer Begleiter

Der Mond weist keine Atmosphäre auf; seine feste Oberfläche ist mit Tausenden von Meteoriten-Einschlagskratern übersät. Bis jetzt ist er der einzige Körper ausserhalb der Erde, auf den Menschen gelangt sind – erstmals 1969. So konnten ausserirdische Gesteine untersucht werden, wodurch verschiedene Theorien über das Weltall bestätigt oder korrigiert wurden.

Wie die Planeten leuchtet der Mond nur, weil ihn die Sonne bescheint. Eine Mondhälfte ist dabei stets dunkel. Je nach Stellung von Sonne, Erde und Mond sieht man von der Erde aus bloss einen Teil seiner beleuchteten Hälfte. So ergeben sich die verschiedenen Mondphasen.

Der zunehmende Mond ist abends sichtbar, der abnehmende am Morgen. Zwischen 2 Vollmonden vergehen im Mittel 29.53 Tage.



Als *Vollmond* durchquert er ab und zu den dunklen Erdschatten. Dann ist eine *Mondfinsternis* zu sehen.



Befindet sich der *Neumond* genau zwischen uns und der Sonne, kommt es zu einer *Sonnenfinsternis*.



Betrachtet man den Mond, so zeigt er uns immer dieselbe Seite. Aber: Dreht sich denn der Mond nicht um sich selber? – Die Antwort: Doch, eine Drehung dauert aber gleich lang wie sein Umlauf um die Erde.



		Mittlere Entfernung von der Sonne in Mio. km (Planetenweg: in m)	Durchmesser in 1000 km (Modell: in mm)	Umlaufzeit um die Sonne y = Jahre d = Tage	1 Eigenrotation dauert	Masse im Vergleich zur Erde (= 1)	Anzahl Monde	Sonnenlicht kommt an nach etwa
☉	Sonne		1393		27d	333'000		
☿	Merkur	58	4.9	89d	59d	0.06		3min
♀	Venus	108	12.1	225d	243d	0.82		6min
♁	Erde	150	12.8	365d	1d	1	1	8min
☾	Erdmond		3.5		25d 9h 7min	0.01		
♂	Mars	228	6.8	1y 322d	1d 0h 37min	0.1	2	13min
	Kleinplaneten		bis 1	2–11y		<0.0002		
♃	Jupiter	778	143	11y 315d	9h 55min	318	mind. 69	43min
♄	Saturn	1434	120.5	29y 167d	10h 33min	95	mind. 62	1h 20min
♅	Uranus	2872	51.1	84y	17h 14min	15	27	2h 40min
♆	Neptun	4498	49.5	165y	16h	17	14	4h 10min
♇	Pluto	5906	2.4	248y	6d 9h	0.003	5	5h 28min

Mars – der Rote Planet

Mars ist im Sonnensystem der erdähnlichste Planet. Er weist jedoch nur eine sehr dünne Atmosphäre auf, in der gelegentlich gewaltige Staubstürme auftreten. Seine Oberfläche ist fest und verschiedentlich von mächtigen Schluchten durchzogen. An den Landestellen der Marssonden wurden Gesteinsbrocken, sandige Böden und Dünen fotografiert.

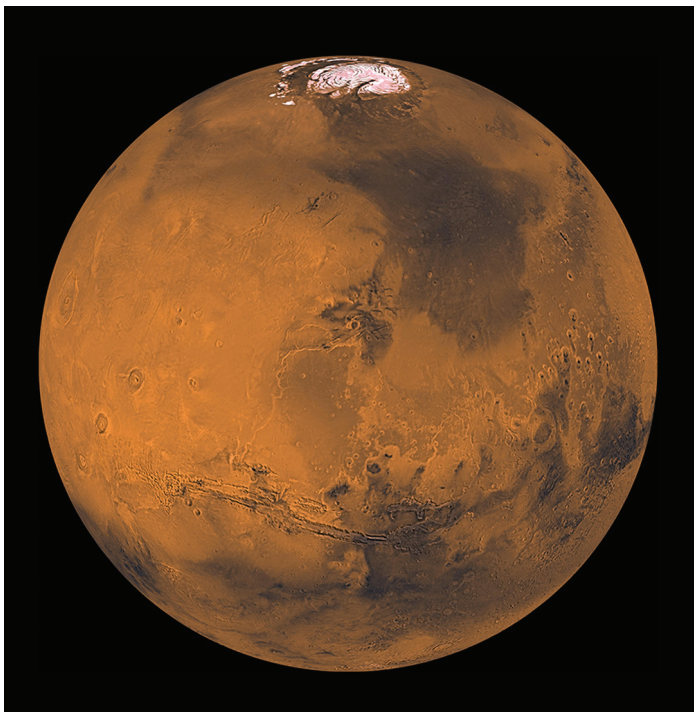
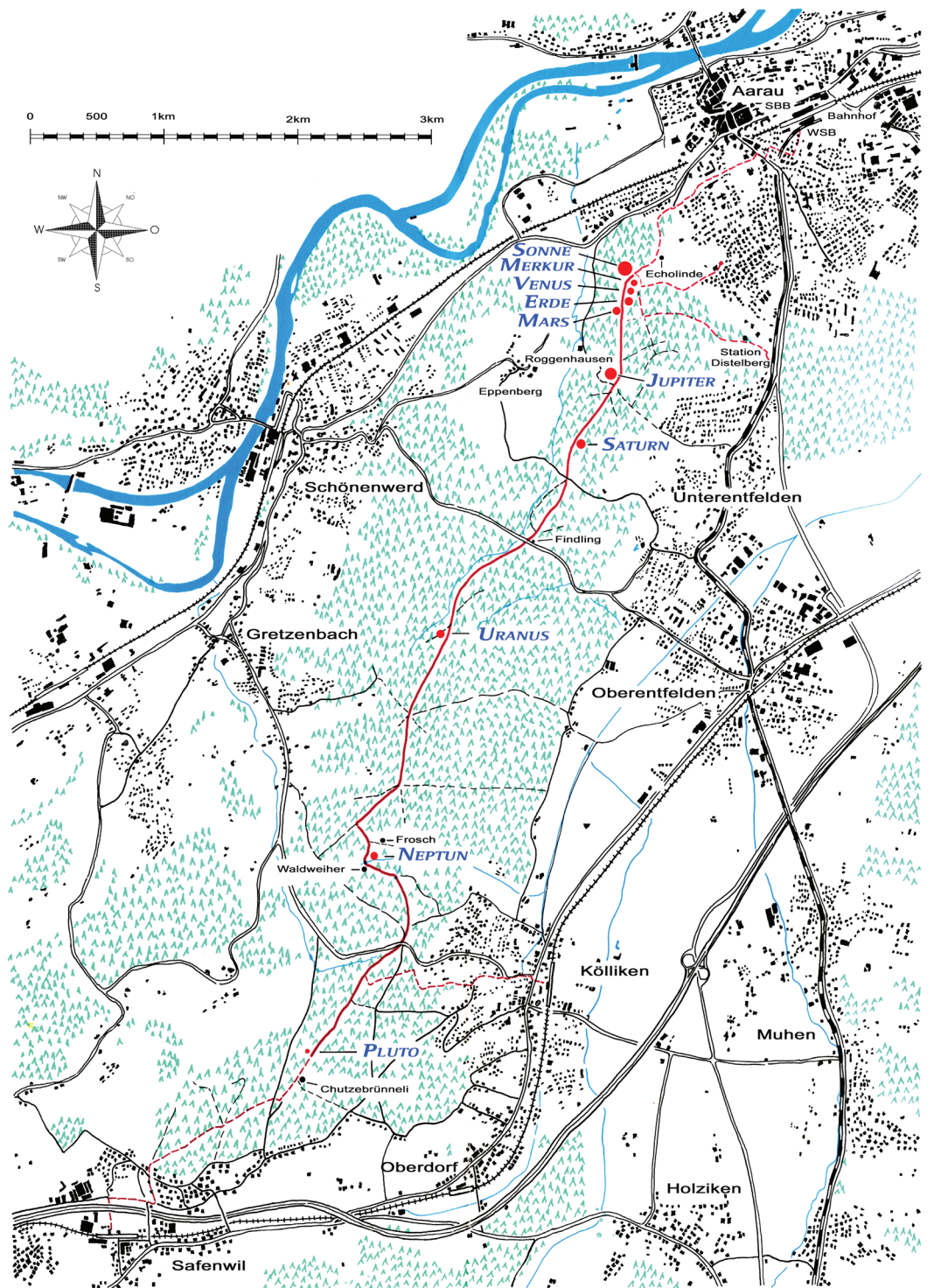
Um die Pole bilden sich Kohlenstoff-Schnee („Trockeneis“) und etwas Wasser-Eis. Oberflächenstrukturen lassen den Schluss zu, dass einmal Flüsse bestanden haben, die jetzt versiegt sind.



Die Rotfärbung der Oberfläche verdankt der Planet dem eisenoxydhaltigen Staub. – Der Schildvulkan *Olympus Mons* überragt seine Umgebung um 21'000 Meter.



Giovanni Schiaparelli glaubte 1877 zarte Bodenlinien zu sehen, die er „Canali“ (Gräben) nannte. In englischen Medien wurden sie fälschlich mit „Channels“ (Kanäle) übersetzt – und schon bald nahm man an, sie seien das Werk intelligenter Marsbewohner. Mittlerweile hat man sie als optische Täuschungen erkannt.



Kleinkörper im Sonnensystem



Kleinplaneten

Nebst den 8 Planeten befinden sich Hunderttausende kleinere Himmelskörper auf uns bekannten Sonnenumlaufbahnen, und laufend werden weitere entdeckt. *Ceres* und *Pluto* mit mehr als 1000 km Durchmesser zählen darunter zu den grössten. Beide sind Mitglieder der Kategorie **Zwergplaneten** und annähernd kugelförmig. Zahlreiche der steinigen Kleinplaneten (auch **Asteroiden** oder **Planetoiden** genannt) ziehen zwischen Mars und Jupiter oder jenseits von Neptun ihre Bahn und sind von unregelmässiger Gestalt. Vereinzelt können der Erde bedrohlich nahe kommen.



Kometen

Manchmal gelangt ein wenige Kilometer grosser Himmelskörper aus Eis, Staub und lockerem Gestein aus Regionen weit ausserhalb der Neptunbahn bis ins innere Sonnensystem. Dort verliert er Gase und Staub, weshalb er von einer diffusen Wolke eingehüllt ist. Der Strahlungsdruck der Sonne (Sonnenwind) lässt daraus einen Schweif entstehen, der oft in einen Gas- und Staubschweif geteilt ist. Durch nahe Begegnungen mit einem grossen Planeten können Kometen so abgelenkt werden, dass sie anschliessend regelmässig wieder erscheinen.



Sternschnuppen

Die schönen Leuchtspuren am Himmel (auch **Meteore** genannt) faszinieren uns immer wieder. Wenn die Erde auf ihrer Sonnenumlaufbahn mit rund 100'000 km/h auf winzige Metall- oder Gesteinskörner trifft, verglühen diese in der Atmosphäre und erzeugen solche Leuchterscheinungen. Gelegentlich kann auch ein kiesel- oder gar faustgrosser Körper darunter sein, der dann als sehr eindruckliche Feuerkugel (auch **Bolide** genannt) aufleuchtet, doch nur selten bis zur Erdoberfläche gelangt. Eine Kamera der Sternwarte Schafmatt registriert helle Meteore.



Meteorite

Kilogrammschwere oder noch grössere Brocken aus dem Sonnensystem erreichen ab und zu den Erdboden. Zuvor haben sie uns beim Flug durch die Atmosphäre mit extremem Licht, Knallen und Donnerrollen erschreckt. Meteorite aus Stein oder Eisen fallen, ohne viel Schaden anzurichten, zu Boden. Allerdings ist ihre Oberfläche vom heissen Ritt durch die Lufthülle gezeichnet. Das Meteoriten-Innere liefert wertvolle Informationen aus der Frühzeit des Sonnensystems oder von Mond und Mars. Einschläge tonnen-schwerer Körper treten zwar äusserst selten auf, können dann aber grosse Schäden anrichten.

Jupiter – ein Riesenplanet

Der grösste Planet des Sonnensystems ist eine Gaskugel, die im Wesentlichen aus Wasserstoff und Helium besteht. In der obersten Schicht wurden aber auch Ammoniak und andere einfache chemische Verbindungen entdeckt.

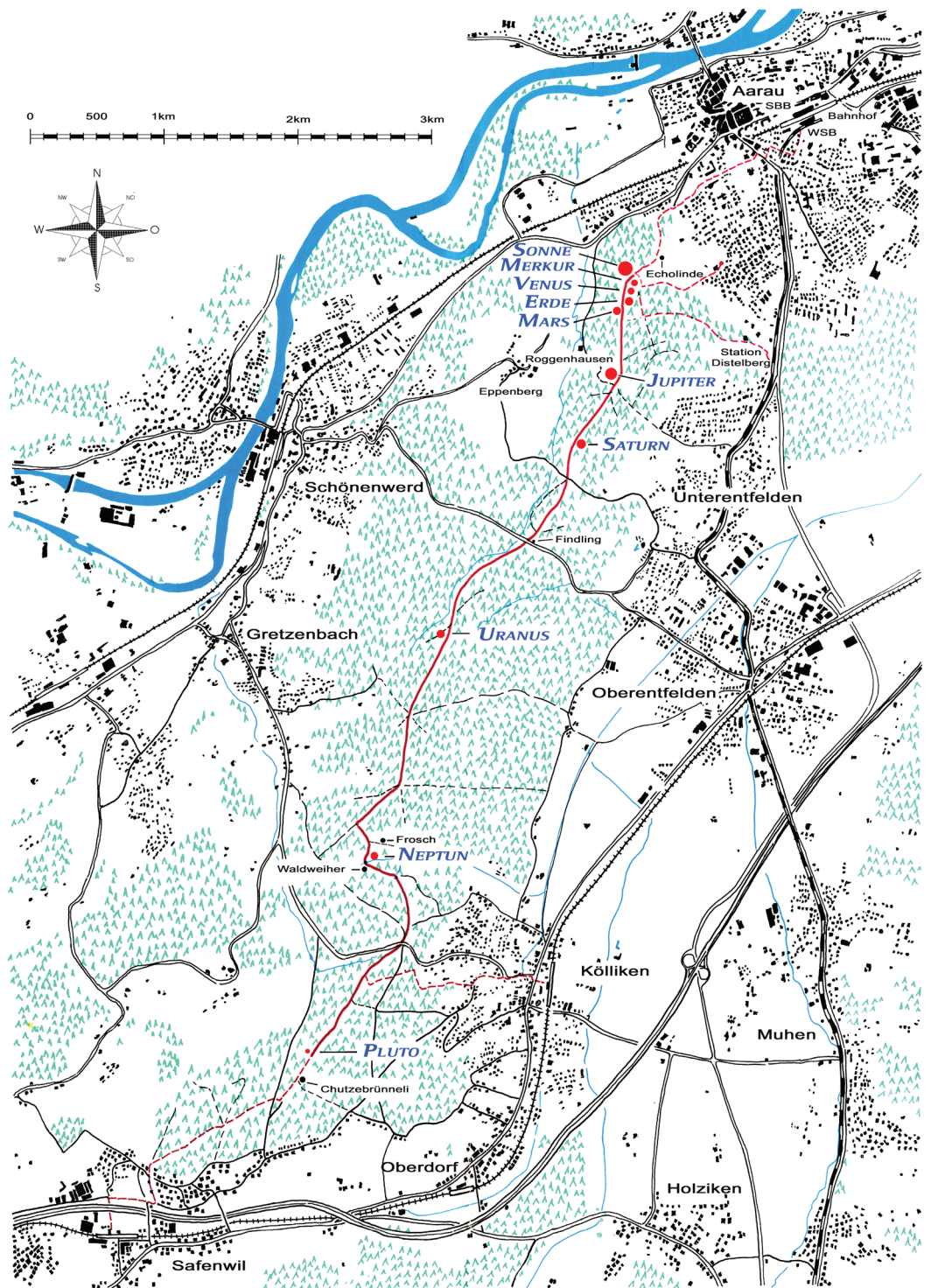
Jupiter dreht sich in bloss knapp 10 Stunden einmal um sich selber. Daher ist er deutlich abgeplattet und die Wolkenstrukturen sind bänderartig.



Im Jahr 1609 entdeckte der Italiener *Galileo Galilei* die 4 grössten Jupitermonde. Mittlerweile kennen wir über 60 weitere. Viele davon weisen feste Oberflächen auf und haben faszinierende Eigenheiten. Mond *Ganymed* ist der grösste darunter – grösser noch als der Erdmond oder der innerste Sonnenplanet Merkur.



Bereits in kleineren Fernrohren ist der *Grosse Rote Fleck* zu sehen: ein gigantischer Wirbelsturm – so gross, dass die Erde darin locker Platz hätte. Hier treten Windgeschwindigkeiten von 500 km/h auf. Zur Zeit nimmt sein Durchmesser allerdings etwas ab.

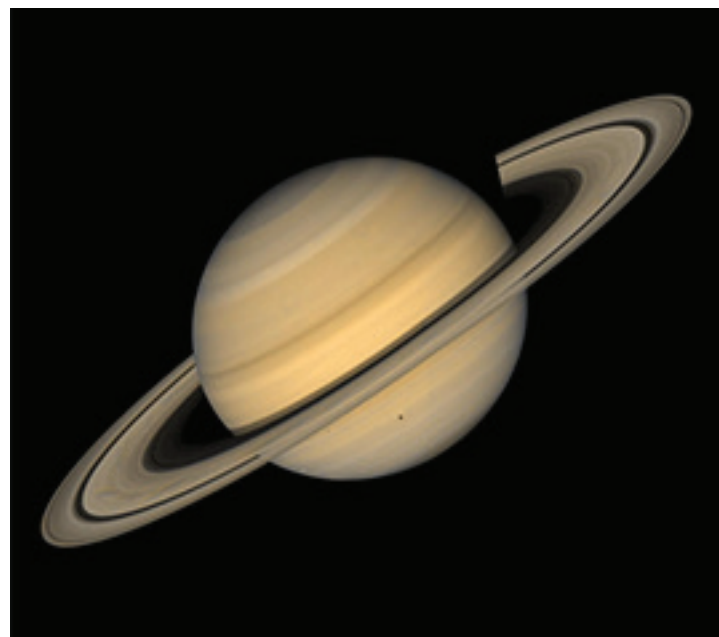


Saturn – der „Herr der Ringe“

Nach Jupiter ist er der zweitgrösste Planet im Sonnensystem und ebenfalls ein Gasriese. Im Sternwartenfernrohr lassen sich seine auffälligen Ringe beobachten. Detaillierte Untersuchungen haben ergeben, dass es insgesamt mehr als 100'000 sind.

Mit einer Dicke zwischen 10 und 100 m sind sie extrem dünn. Sie bestehen weitgehend aus Eis- und Gesteinsbrocken und liegen genau in der Äquatorebene des Saturn. Sie werfen sogar einen sichtbaren Schatten auf ihn – wie auch umgekehrt der Saturn auf seine Ringe.

Noch ist die Entstehung des Ringsystems nicht endgültig geklärt, doch spielen dabei die mehr als 60 bekannten Monde eine wichtige Rolle.



Saturn ist der am weitesten entfernte Sonnenplanet, der noch gut von blossen Auge zu sehen ist.



Im Juli 2013 hat die Raumsonde *Cassini* das berühmte „Bild mit dem Blue Dot“ geschossen: Als blauer Punkt (blue dot) ist darauf unter den Saturnringen die Erde zu erkennen – Heimat von inzwischen fast 8 Milliarden Menschen.

		Mittlere Entfernung von der Sonne in Mio. km (Planetenweg: in m)	Durchmesser in 1000 km (Modell: in mm)	Umlaufzeit um die Sonne y = Jahre d = Tage	1 Eigenrotation dauert	Masse im Vergleich zur Erde (= 1)	Anzahl Monde	Sonnenlicht kommt an nach etwa
☉	Sonne		1393		27d	333'000		
☿	Merkur	58	4.9	89d	59d	0.06		3min
♀	Venus	108	12.1	225d	243d	0.82		6min
♁	Erde	150	12.8	365d	1d	1	1	8min
♁	Erdmond		3.5		25d 9h 7min	0.01		
♂	Mars	228	6.8	1y 322d	1d 0h 37min	0.1	2	13min
	Kleinplaneten		bis 1	2–11y		<0.0002		
♃	Jupiter	778	143	11y 315d	9h 55min	318	mind. 69	43min
♄	Saturn	1434	120.5	29y 167d	10h 33min	95	mind. 62	1h 20min
♅	Uranus	2872	51.1	84y	17h 14min	15	27	2h 40min
♆	Neptun	4498	49.5	165y	16h	17	14	4h 10min
♇	Pluto	5906	2.4	248y	6d 9h	0.003	5	5h 28min

Uranus – der strukturlose Gasriese

Von blossen Auge könnte Uranus unter sehr günstigen Bedingungen noch knapp erkannt werden. Im Fernrohr zeigt er sich in grünlicher Farbe und praktisch ohne Oberflächendetails, was die Bestimmung der Rotationszeit recht schwierig machte.

Der englische Astronom *Friedrich Wilhelm Herschel* entdeckte den Planeten zufällig am 13. März 1781. Da er sich wegen seiner grossen Sonnenentfernung nur sehr langsam bewegt, hatten ihn frühere Astronomen noch für einen Stern gehalten.



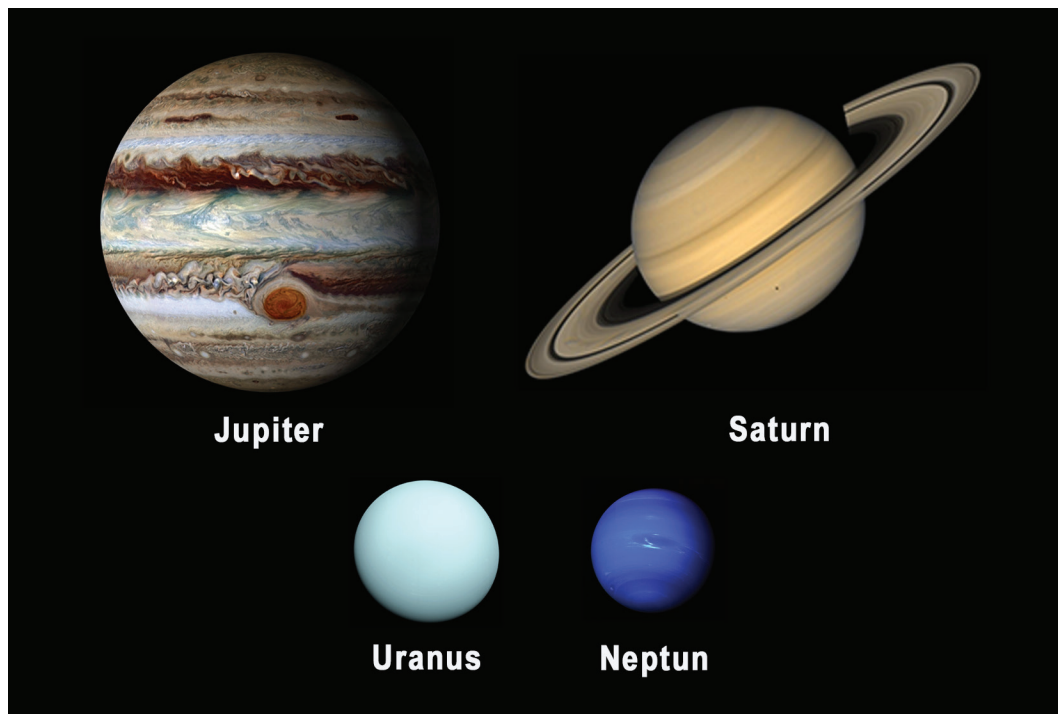
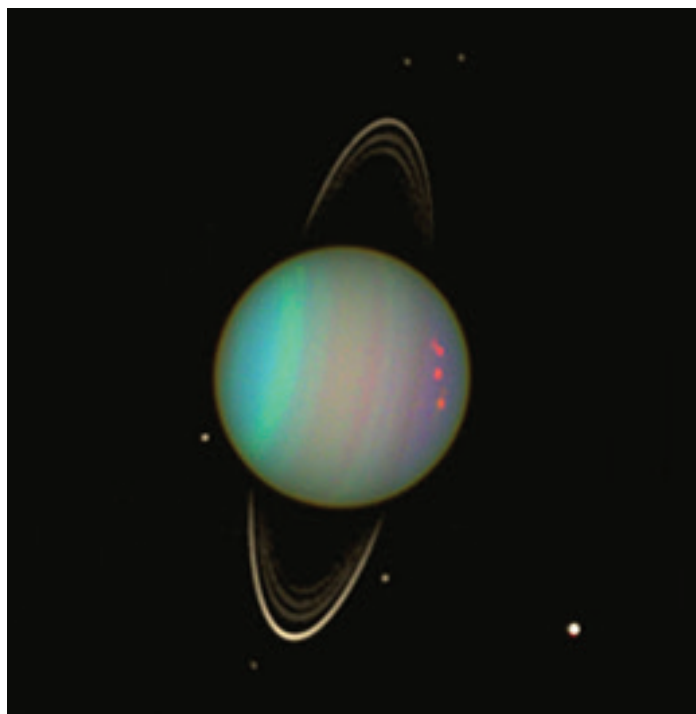
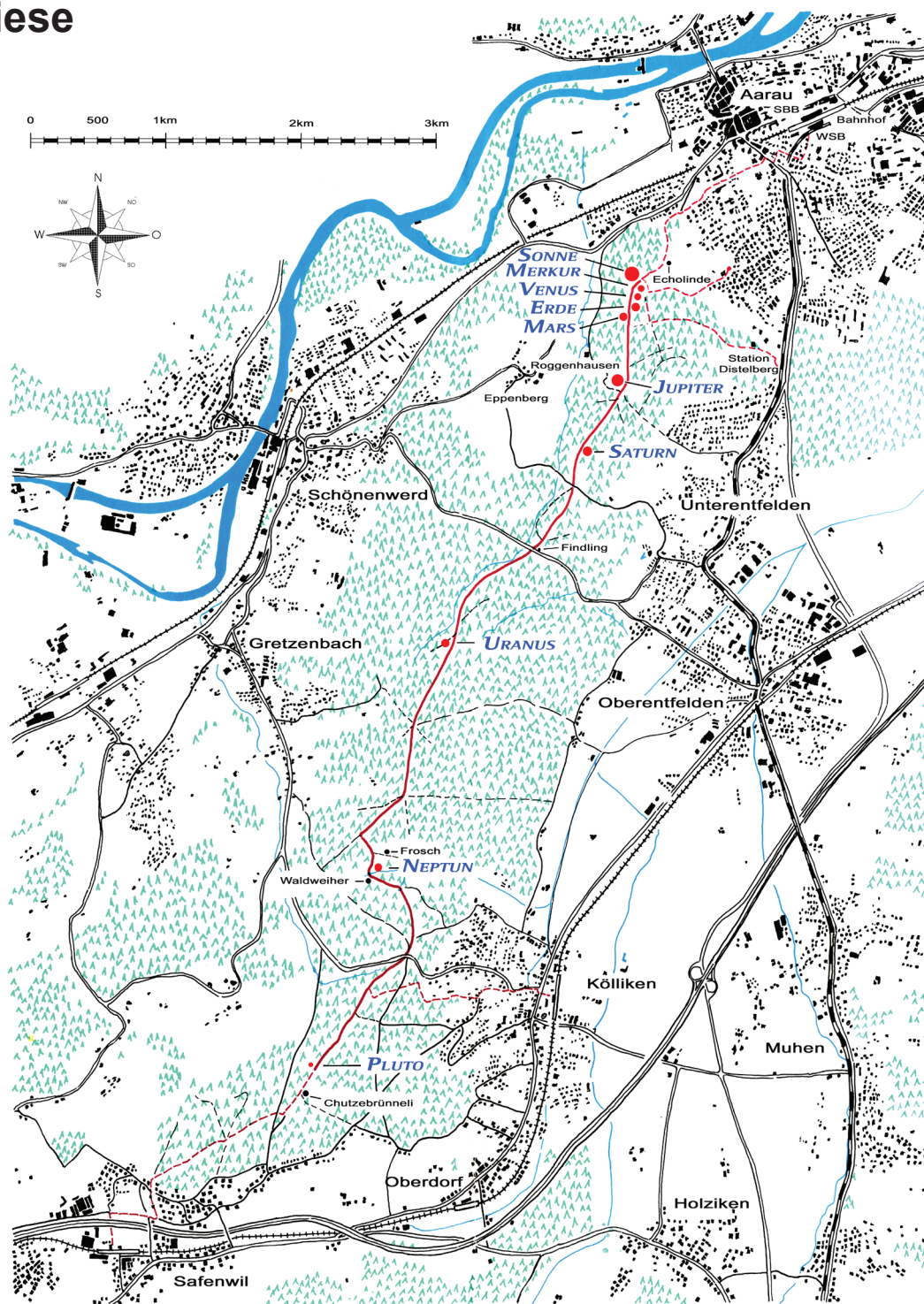
1977 wurde entdeckt, dass auch Uranus von einem ausgedehnten, aber sehr feinen Ringsystem umgeben ist.



Über seinen Namen entbrannte ein langer politisch gefärbter Gelehrtenstreit. Erst gegen 1850 setzte sich die Bezeichnung Uranus durch.



In der griechisch-römischen Götterwelt ist Uranus der Vater von Saturn und dieser wiederum der Vater von Jupiter.

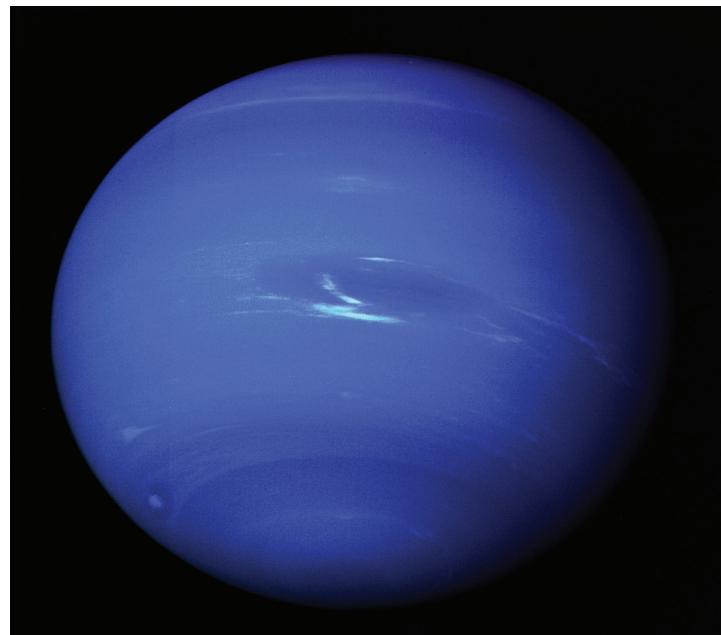


Neptun – ebenfalls ein „blauer Planet“

Allerdings sind es hier nicht wie bei der Erde grosse Wasserflächen, die ihm seine Farbe verleihen. Die bläuliche Farbe ist vielmehr die Folge davon, dass seine oberen Atmosphärenschichten neben Wasserstoff und Helium auch Methan enthalten. Dieses absorbiert den Rotanteil des Lichts.

Neptun, der viertgrösste Planet im Sonnensystem, ist wie Jupiter, Saturn und Uranus ein riesiger Gasplanet.

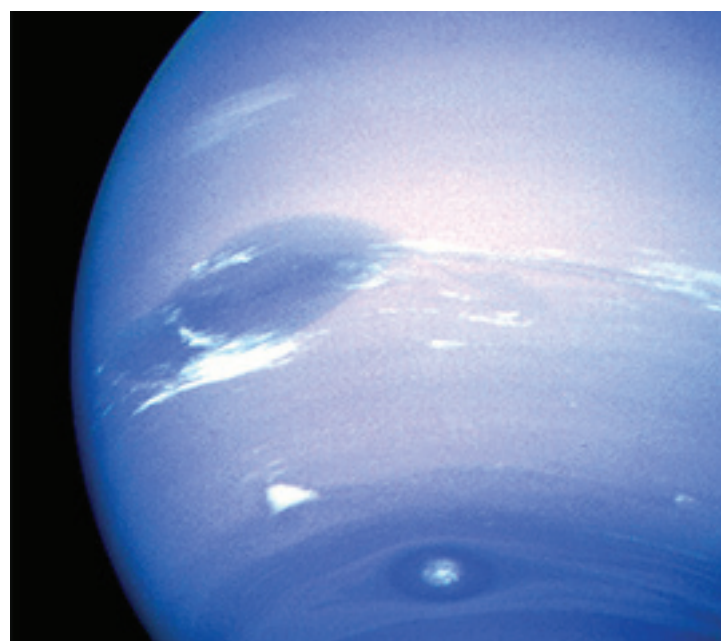
Auf Grund von geringen Störungen in der Uranus-Bahn errechnete 1846 der französische Mathematiker *Le Verrier* den möglichen Ort eines Störenfrieds, und wenige Wochen später entdeckte ihn der mit Le Verrier befreundete deutsche Astronom *Galle* an der vorausberechneten Himmelsstelle.



Wie die übrigen Gasplaneten rotiert Neptun verhältnismässig rasch um sich selber (vgl. Tabelle). Als Folge davon ist er ebenfalls elliptisch abgeplattet.



Der im Vergleich riesige Neptun zwingt den Zwergplaneten Pluto auf eine Umlaufbahn um die Sonne «im Verhältnis 3:2». Nach exakt 3 Neptun- und 2 Pluto-Umläufen begegnen sich damit beide Himmelskörper wieder am selben Ort.



		Mittlere Entfernung von der Sonne in Mio. km (Planetenweg: in m)	Durchmesser in 1000 km (Modell: in mm)	Umlaufzeit um die Sonne y = Jahre d = Tage	1 Eigenrotation dauert	Masse im Vergleich zur Erde (= 1)	Anzahl Monde	Sonnenlicht kommt an nach etwa
☉	Sonne		1393		27d	333'000		
☿	Merkur	58	4.9	89d	59d	0.06		3min
♀	Venus	108	12.1	225d	243d	0.82		6min
♁	Erde	150	12.8	365d	1d	1	1	8min
♁	Erdmond		3.5		25d 9h 7min	0.01		
♂	Mars	228	6.8	1y 322d	1d 0h 37min	0.1	2	13min
	Kleinplaneten		bis 1	2–11y		<0.0002		
♃	Jupiter	778	143	11y 315d	9h 55min	318	mind. 69	43min
♄	Saturn	1434	120.5	29y 167d	10h 33min	95	mind. 62	1h 20min
♅	Uranus	2872	51.1	84y	17h 14min	15	27	2h 40min
♆	Neptun	4498	49.5	165y	16h	17	14	4h 10min
♇	Pluto	5906	2.4	248y	6d 9h	0.003	5	5h 28min

Pluto – heute aber „bloss noch“ ein Zwergplanet

Nach seiner Entdeckung (1930), war er der äusserste Sonnenplanet – mit nur einem Drittel des Mondvolumens.

Nach der Entdeckung von neuen Körpern im äusseren Sonnensystem erkannte ihm 2006 die Internationale Astronomische Union den Planetenstatus ab: Sie ordnete ihn der neu geschaffenen Kategorie der Zwergplaneten zu.

2015 erreichte ihn die Raumsonde *New Horizons*, mit der spektakuläre Aufnahmen und Messungen gelangen. Die Pluto-Oberfläche ist fest – mit bis 3500m hohen Erhebungen. Unter der Oberfläche (v.a. Stickstoffeis) wird der Kern von einem Wassereismantel umhüllt.

5 Trabanten gehören zu ihm, von denen der Mond *Charon* der grösste ist.



Für die Namensgebung wurde ein Wettbewerb ausgerufen. Der Sieg kam der 11-jährigen Venezia Burnley aus Oxford zu, die den Namen des römischen Unterweltgottes Pluto vorgeschlagen hatte.



Seine Bahn ist exzentrisch und gegenüber den andern Planetenbahnen stark geneigt.

