

Der Hakos- Planetenweg

Eine Entdeckungsreise durch unser
Sonnensystem



Gestaltung: Thomas Roßwog

Konzept: Prof. Dr. Rainer Glawion
Institut für Physische Geographie
Universität Freiburg

Textbeiträge: Christian Dombrowski
Freiburger Planetenweg
www.freiburger-planetenweg.de

Vorwort

"Der Weltraum – unendliche, unvorstellbare Weiten..."

Können Sie sich eine Entfernung von über 4 Milliarden Kilometer vorstellen? So weit ist es von der Erde bis zum äußersten Planeten unseres Sonnensystems, dem Neptun. Die Entfernung von der Erde zur Sonne beträgt „nur“ 150 Millionen Kilometer, aber das Licht benötigt dafür schon acht Minuten. Welche Möglichkeiten gibt es, solche Dimensionen darzustellen? Wie kann ein Mensch solche Entfernungen begreifen? Ein Planetenweg ermöglicht dem Besucher, diese Dimensionen körperlich erlebbar zu machen.

Bei einem Planetenweg handelt es sich um eine maßstabsgetreue Darstellung der Objekte unseres Sonnensystems und ihrer Abstände. Die Umsetzung und Gestaltung kann - wie zahlreiche Planetenwege auf der Welt zeigen - sehr unterschiedlich sein. Gemeinsam haben alle, dass mehr oder weniger naturgetreue Darstellungen (in Form von Modellen oder Abbildungen) der Sonne und der acht großen Planeten maßstabsgetreu entlang einer Wegstrecke aufgestellt werden. Die Sonne ist, wie alle Sterne (auch „Fixsterne“ genannt), ein selbstleuchtender Himmelskörper, während die Planeten (etwas unpräzise manchmal „Wandelsterne“ genannt) nur das Licht der Sonne reflektieren.

Um sich die Reihenfolge der Planeten – von der Sonne aus gesehen – leichter einprägen zu können, kann man folgenden Merksatz anwenden:

Mein Vater erklärt mir jeden Sonntag unsere Nachbarplaneten.
(Merkur Venus Erde Mars Jupiter Saturn Uranus Neptun)

Die Planeten sind im Maßstab 1:1,125 Milliarden, die Abstände zwischen den Himmelskörpern im Maßstab 1:2,25 Milliarden dargestellt, d.h. für einen Kilometer Planetenweg müssen im Weltall 2,25 Mrd. Kilometer zurückgelegt werden. Ausgehend von der Sonne mit einem Durchmesser von 1,24 m im Modell können Sie von der Hakos-Farm aus unser Sonnensystem durchwandern und erreichen nach 2 km den fernsten Planeten Neptun am Aussichtspunkt Walter's Point.

➡ *Der Startpunkt des Planetenwegs ist die gelbe Sonnenscheibe auf der Mauer der Farm links vom Eingang. Folgen Sie den Wegweisern zum Walter's Point. Die Wanderung dauert ca. 1,5 Std. (Hin- und Rückweg). Die Strecke ist leicht begehbar, wegen der losen Steine ist festes Schuhwerk angebracht. Nehmen Sie Wasser und Sonnenschutz mit. Ein Feldstecher hilft bei der Tierbeobachtung am Aussichtspunkt. Oft sind dort Bergzebras und andere Wildtiere zu beobachten.*

Sonne

Durchmesser:	1.392.500 km
Rotationsgeschwindigkeit:	25 Tage 9 Stunden 7 Minuten
Durchmesser im Modell:	1,24 m

Auf der Innenseite des Orionarms unserer Galaxis befindet sich ein mittelgroßer Stern, der im Vergleich zu anderen Sternen nicht besonders hell oder auffällig ist: unsere Sonne. Doch aus der Nähe betrachtet, ist dieser Stern in jeder Hinsicht überwältigend.

Die Sonne ist riesig. Sie hat einen Durchmesser von 1,4 Millionen Kilometern – das entspricht beinahe dem Vierfachen der Strecke zwischen Erde und Mond. Ihre Oberfläche ist ständig in Bewegung. Die Hitze dort beträgt bis zu 6000 Grad Celsius – genug, um Stein verdampfen zu lassen.

Immer wieder erschüttern gewaltige Explosionen, sogenannte „Protuberanzen“, die Sonnenoberfläche und setzen innerhalb von Sekunden die Energie von hundert Milliarden Wasserstoffbomben frei. Eine einzige Sekunde gebündelter Sonnenenergie könnte die Erde für 1 Million Jahre mit Strom versorgen – wenn wir sie nutzen könnten.

Die Sonne besteht zu 90 Prozent aus Wasserstoff. Das ist das einfachste und häufigste Element im Universum. Bei sehr hohen Temperaturen und extremem Druck verschmelzen Wasserstoffatome zu Helium – bei Bedingungen also, wie sie im Sonneninneren herrschen. Der Kern macht die Hälfte der Masse der Sonne aus, doch noch nicht einmal zwei Prozent ihres Volumens. Die Atome verschmelzen bei über 15,6 Millionen Grad. In jeder Sekunde werden fünf Millionen Tonnen Sonnenmaterie in reine Energie umgewandelt.

Obwohl sie bereits seit fast fünf Milliarden Jahren leuchtet, hat die Sonne erst die Hälfte ihres Brennstoffvorrats verbraucht. Die Strahlung, die in ihrem Kern entsteht, muss bis zur Oberfläche mehr als eine halbe Million Kilometer zurücklegen. Das geht sehr langsam. Denn wegen der hohen Materiedichte im Innern der Sonne kann die Strahlung keinen geraden Weg nehmen; sie wird immer wieder abgelenkt. Deshalb kann es zehn Millionen Jahre dauern, bis ein Lichtstrahl die Sonnenoberfläche erreicht. Von dort bis zur Erde dauert es dann nur noch weitere acht Minuten!

➡ *Folgen Sie dem Weg links von der Sonnenscheibe. Schon nach 25 m werden Sie am rechten Wegrand dem Merkur begegnen. Vergegenwärtigen Sie sich, dass Sie mit diesen wenigen Schritten 58 Millionen km im Sonnensystem durchwandert haben!*

Merkur

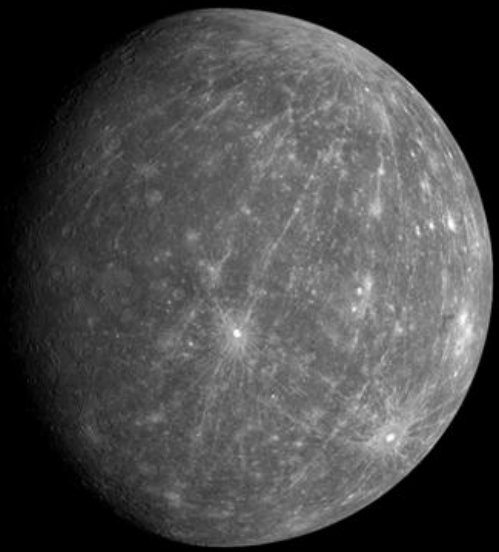


Bild der Raumsonde Messenger,
2011, NASA.

Durchmesser:	ca. 4.880 km
Entfernung zur Sonne:	ca. 58 Millionen km
Rotationsgeschwindigkeit:	56 Tage 15 Stunden 36 Minuten
Umlauf um die Sonne:	88 Tage
Durchmesser im Modell:	4,3 mm
Entfernung zum Sonnenmodell:	25 m

Von allen Planeten ist Merkur der kleinste und weitaus schnellste: Wie ein Sprinter auf der Innenbahn eines Stadions durchläuft er seine sonnennahe Bahn. Pro Sekunde legt er dabei bis zu 59 Kilometer zurück – das entspricht der Strecke zwischen Freiburg und Basel. Sein Durchmesser beträgt knapp 5000 Kilometer. Zum Vergleich: Der Mond der Erde hat einen Durchmesser von etwa 3500 Kilometern, und es gibt Monde im Sonnensystem, die sogar noch größer sind als dieser kleine Planet.

So schnell das Jahr auf Merkur verfliegt (es dauert 88 Erdentage), so lange währt dort ein Tag. Merkur benötigt 58 Tage für eine einzige Rotation, also zwei Drittel seines Sonnenumlaufs. Die uns vertrauten Begriffe von Tag und Nacht kann man auf Merkur nicht anwenden; vielmehr erscheint der Sonnentag auf Merkur infolge der kurzen Jahresperiode merkwürdig verzogen. Wenn die Sonne, nah und groß, über dem Horizont aufgeht, bleibt sie 176 Tage lang sichtbar – beinahe zwei Merkur-Jahre hindurch. Merkurs Oberflächentemperatur erreicht während dieses Dauersonnenscheins mehr als 400 Grad. Auf der Nachtseite hingegen kann die Temperatur auf minus 183 Grad fallen.

Die Umlaufbahn Merkurs entspricht einer sehr langgestreckten Ellipse. Darum ändert die Sonne am Merkurhimmel zwischen ihrem Auf- und Niedergang scheinbar ihre Größe – eine nach irdischen Begriffen höchst bizarre Erscheinung. Merkur besitzt weder eine nennenswerte Atmosphäre noch einen Mond. Seine Oberfläche ist übersät von Kratern, denen man die Namen von Künstlern gegeben hat – „Vivaldi“, „Tolstoi“, „Beethoven“, „Bach“ oder „Goethe“. Denn bei den Römern war Merkur der flinke Bote der Götter, dem auch die Künste anvertraut waren.

Obgleich Merkur heller ist als die meisten Fixsterne, lässt er sich bloß wenige Stunden im Jahr beobachten, immer während der Morgen- oder Abenddämmerung. Meist wird er von der Sonne überstrahlt. Nur während einer totalen Sonnenfinsternis kann man ihn hoch am Himmel sehen.

Venus



Durchmesser:	ca. 12.100 km
Entfernung zur Sonne:	ca. 108 Millionen km
Rotationsgeschwindigkeit:	243 Tage 3 Stunden 50 Minuten (rückwärts)
Umlauf um die Sonne:	224,7 Tage
Durchmesser im Modell:	10,8 mm
Entfernung zum Sonnenmodell:	48 m

Die Venus wurde schon oft für ein UFO gehalten, ein solch strahlender Glanz geht von ihr aus. In mondlosen Nächten kann sie Schatten werfen – unter idealen Bedingungen sieht man sie sogar am Tag.

Kein anderer Planet kommt der Erde so nah – bis auf 39 Millionen Kilometer – und keiner ist ihr so ähnlich: Fast ebenso groß, fast ebenso schwer, fast ebenso dicht wie die Erde, wirkt die Venus wie eine etwas kleinere Zwillingsschwester. Doch sobald man mit Hilfe von Sonden oder Radarechos unter ihre gleißend helle Wolkendecke blickt, hören die Gemeinsamkeiten auf.

Denn Venus ist eine Glutwelt voll riesiger Vulkane, Wüstenebenen und Lavarinnen, ohne Spur von Sauerstoff oder flüssigem Wasser. Die Temperatur auf ihrer Oberfläche sinkt selten unter 460 Grad – Blei würde dort schmelzen –, und der Druck ist so hoch wie in der irdischen Tiefsee. Ursache der Hitze ist ein dramatischer Treibhauseffekt. Die Atmosphäre besteht zu mehr als 96 Prozent aus Kohlendioxid, einem Gas, das jede Wärmeabstrahlung festhält und den Planeten aufheizt.

Es gibt ein Gebirge – die Maxwell-Region –, das höher ist als der Mount Everest. Die skorpionförmige Landmasse „Aphrodite Terra“ liegt genau auf dem Venus-Äquator, groß wie Südamerika. Der Himmel hängt voller Schwefelsäuretröpfchen und schimmert in düster-rötlichem Dauerlicht. Er reißt nie auf: Es ist unmöglich, auf der Venus einen Sonnenaufgang zu beobachten oder gar die Sterne.

Venus umrundet die Sonne auf einer perfekten Kreisbahn in 108 Millionen Kilometern Abstand; sie benötigt 225 Tage dafür. Erstaunlicherweise braucht sie mehr Zeit für eine Drehung um sich selbst, nämlich 243 Tage, so dass ein Venus-Tag länger dauert als ein Venus-Jahr. Außerdem rotiert sie anders herum als die übrigen Planeten (bis auf Uranus); ihre Drehachse steht gleichsam kopf. Nach einem Beschluss der Internationalen Astronomischen Union werden die meisten Formationen auf der Venus nach berühmten Frauen benannt.

Erde



NASA

Durchmesser:	ca. 12.750 km
Entfernung zur Sonne:	ca. 150 Millionen km
Rotationsgeschwindigkeit:	1 Tag (genauer: 23 h 56 m 4 s)
Umlauf um die Sonne:	365,25 Tage
Durchmesser im Modell:	11,3 mm
Entfernung zum Sonnenmodell:	67 m

Wir wissen nichts über die Häufigkeit von Leben im Universum. Ebenso wenig über Lebensformen, die in der Lage wären, über sich selbst und über die Welt nachzudenken so wie wir Menschen. Solang wir in dieser Hinsicht nur Vermutungen anstellen können, bleibt die Erde, der Planet des Lebens, unvergleichlich.

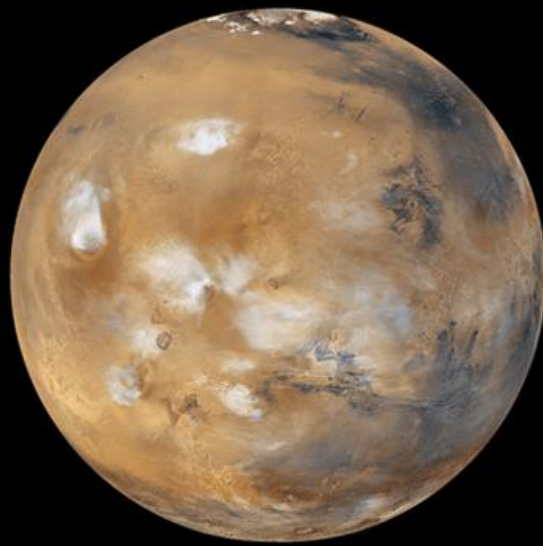
Mehrere Bedingungen haben die Entfaltung des Lebens begünstigt: Etwa das viele Wasser, das die Erde zum „blauen“ Planeten macht. Oder die Entfernung zur Sonne – freundliche 150 Millionen Kilometer. Oder die Atmosphäre, die die harte Strahlung abschirmt und dazu beiträgt, dass auf der Erdoberfläche durchschnittlich angenehme 15 Grad herrschen. Auch der Mond ist wichtig, da er die Rotation der Erde stabilisiert. Sein Durchmesser beträgt mehr als ein Viertel des Erddurchmessers (3.476 km zu 12.742 km). Kein zweiter Planet hat einen entsprechend großen Mond; manche Astronomen klassifizieren Mond und Erde daher sogar als Doppelplaneten.

Der Mond erzeugt Gezeiten – nicht nur auf den Ozeanen, sondern auch im Luftraum, ja selbst auf den Kontinenten. Täglich hebt sich der Boden unter unseren Füßen um dreißig Zentimeter, wir merken nur nichts davon, da sich die ganze Umgebung mithebt und keinen Bezugspunkt bietet. Die Flutberge wirken wie Bremsbacken auf die Erde und verlangsamen allmählich ihre Rotation, in 100.000 Jahren um knapp zwei Sekunden. Zur Saurierzeit waren die Tage deutlich kürzer als heute, und das Jahr hatte etliche Tage mehr.

Lange galt die Erde als Mittelpunkt des Universums – bis Kopernikus erkannte, dass sie genau wie die übrigen Planeten um die Sonne kreist. Alle Lebewesen sind für irdische Bedingungen maßgeschneidert: Ein Pferdehuf bildet in spezifischer Weise den Steppenboden ab, eine Flosse das Wasser, ein Flügel die Luft. Mehr als wir es uns gewöhnlich bewusst machen, sind auch wir Menschen – bis in unser Fühlen und Verhalten hinein – Abbilder der Erde.

➡ *Wenige Schritte zurück, an der Weggabelung, haben Sie einen Überblick über das ganze innere Sonnensystem. Sie sehen die Sonnenscheibe auf der Mauer und die Gesteinsplaneten Merkur, Venus, Erde und Mars auf den Holzpfosten. Vergleichen Sie die (maßstabgerechte) riesige Dimension der Sonne mit den winzigen erbsengroßen Planeten. Stellen Sie sich vor, wie diese „Erbsen“ durch die Weite des leeren Raumes um die Sonne kreisen.*

Mars



Die weissen Flächen sind Wassereiswolken in der Marsatmosphäre und die nördliche Poleiskappe. NASA

Durchmesser:	ca. 6.800 km
Entfernung zur Sonne:	ca. 228 Millionen km
Rotationsgeschwindigkeit	24 Stunden 37 Minuten 22,6 Sekunden
Umlauf um die Sonne:	687 Tage
Durchmesser im Modell:	6,0 mm
Entfernung zum Sonnenmodell:	100 m

Seit je hat der rote Planet Mars die Fantasie beflügelt. Wenn er nah bei der Erde steht, gehört er zu den auffälligsten Objekten am Himmel. Unzählige Bücher und Filme erzählen von Reisen zu ihm oder schildern Begegnungen mit Marsbewohnern. Selbst Astronomen hielten es lange Zeit für möglich, dass es dort eine Zivilisation gibt wie auf der Erde.

1877 glaubte der Direktor der Mailänder Sternwarte, Giovanni Schiaparelli, auf dem Mars ein System von Rinnen und Furchen zu erkennen, die er auf Italienisch „Canali“ nannte. Andere Astronomen sahen in den „Canali“ gar die Kanalbauten einer technisierten Kultur – ja, der Amerikaner Percival Lowell wollte beobachtet haben, wie dort Schiffe fuhrten ... Das Auflösungsvermögen besserer Teleskope machte später zwar jede Idee von Marskanälen zunichte – doch für die Science-Fiction ist die Vorstellung von klugen Außerirdischen seitdem anregend geblieben.

Im Gegensatz zu solchen Gedankenspielen präsentiert unser Nachbarplanet sich für irdische Raumsonden voller Staub, Geröll und Felsen – eine durch Eisenoxid rötlich gefärbte Wüste, aus der sich zuweilen gigantische Sandstürme erheben. Der Wechsel der Jahreszeiten zeigt sich vor allem an den Polen, denn sie tragen Kappen aus Wasser- und Trockeneis – mal mehr, mal weniger ausgedehnt. Leben könnte dort höchstens in einfacher, mikroskopisch kleiner Form existieren oder in vergangenen Zeiten existiert haben. Auf der Suche nach Leben wird der Mars heute von zahlreichen unbemannten Raumfahrzeugen angesteuert – bisher allerdings war das Auffinden von Spuren vergangener oder heutiger Lebensformen erfolglos.

Ebenso wie Merkur und Venus zählt der Mars zu den erdähnlichen Gesteinsplaneten. Doch er ist nur halb so groß wie die Erde und hat bloß ein Zehntel ihrer Masse. Ein Marstag dauert kaum länger als ein irdischer Tag – das Jahr jedoch ist doppelt so lang wie ein Erdjahr. Zu dem 27 Kilometer hohen Vulkan „Olympus Mons“ gibt es im ganzen Sonnensystem kein Gegenstück: Stünde er hier an der Dreisam, würde er eine fast deutschlandweite Fläche bedecken – und er wäre dreimal höher als der Himalaya!

➔ Auf dem weiteren Weg zum Jupiter kommen Sie nun am Gelände der Internationalen Amateursternwarte (IAS) vorbei. Tagesbesichtigungen der Teleskopanlagen sind nach Vereinbarung mit der Hakos-Farm möglich. Weitere Informationen zur IAS: www.ias-observatory.org und eine auf der Farm erhältliche Festschrift zum zehnjährigen Bestehen des Vereins.

Jupiter

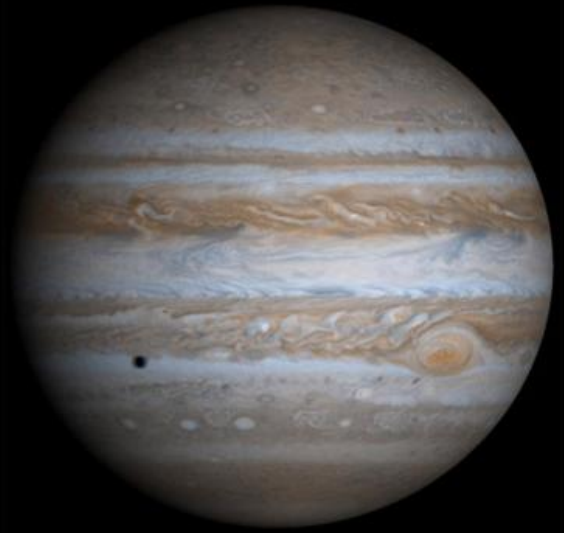


Bild der Raumsonde Cassini, NASA. Der Jupitermond Europa wirft seinen Schatten auf die Wolkenoberfläche des Planeten.

Durchmesser:	ca. 142.800 km
Entfernung zur Sonne:	ca. 778 Millionen km
Rotationsgeschwindigkeit:	9 Stunden 55 Minuten 30 Sekunden
Umlauf um die Sonne:	11,86 Jahre
Durchmesser im Modell:	12,7 cm
Entfernung zum Sonnenmodell:	346 m

Der Jupiter übertrifft alle anderen Planeten an Größe und Masse. Er ist so groß, dass mehr als tausend Erden in ihm Platz fänden, und so schwer, dass noch die Bahn der Sonne merklich durch ihn beeinflusst wird – über eine Entfernung von 780 Millionen Kilometern hinweg. Verschwände die Sonne plötzlich aus dem All, würden die übrigen Planeten ihre Runden um Jupiter ziehen.

Wenn Jupiter erscheint, beherrscht er den Nachthimmel als strahlend helles Gestirn. Kein Wunder, dass er nach dem römischen Götterkönig benannt ist. Nur die Venus und der Mond sind noch heller.

Mit dem Fernrohr blickt man auf eine turbulente Wolkenhülle, die sich in Parallelstreifen von hellen Zonen und dunklen Bändern gliedert, so dass der königliche Planet fast einem Osterei gleicht. Durch seine Atmosphäre wirbeln Stürme von unvorstellbarer Wucht, Gewitter entladen sich mit Urgewalt. Auch der „Große Rote Fleck“ auf der Südhalbkugel – er sieht aus wie ein riesiges Gegenauge auf der anderen Seite des Teleskops – ist nichts anderes als ein Wirbelsturm. Er hat den doppelten Durchmesser der Erde, und man beobachtet ihn schon seit über 350 Jahren.

Es ist schön, den Tanz der Jupitermonde zu verfolgen, die innerhalb weniger Stunden ihre Positionen zueinander verändern. Einer der Monde, Ganymed, ist größer als der Planet Merkur. Ein anderer Mond, Europa, könnte in seinem Ozean unter einer kilometerdicken Eisdecke an heißen Vulkansloten einfaches Leben hervorgebracht haben.

Zwölf Erdenjahre dauert ein Jupiterjahr – ein Jupitertag kaum zehn Stunden. Der Gigant hat einen Durchmesser von 140.000 Kilometern und ein weit ausgedehntes Magnetfeld, das bis zur Saturnbahn reicht.

Jupiter besteht aus den kosmischen Urelementen Wasserstoff und Helium; deswegen wird er, wie die folgenden äußeren Planeten Saturn, Uranus und Neptun, als Gasplanet bezeichnet. Er ist eine Art verhinderter Stern. Denn wäre er noch größer, würde das nukleare Feuer in seinem Innern zünden. Dann stünde er als zweite Sonne am Himmel. Mit seinen über sechzig Monden und Mönchen wirkt er jedoch auch so wie ein Sonnensystem im Kleinen.

➔ *Auf dem Weg zum Saturn biegen Sie an der Weggabelung zum „Walter’s Point“ ab. Die Abstände der Gasplaneten verdoppeln sich nun. Zum Saturn sind es rund 300 m und von dort zum Uranus 600 m.*

Saturn

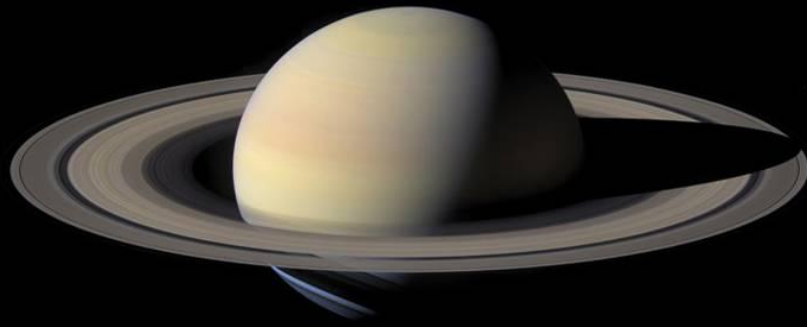


Bild der Raumsonde
Cassini, 2004, NASA.

Durchmesser:	ca. 120.500 km
Entfernung zur Sonne:	ca. 1434 Millionen km
Rotationsgeschwindigkeit:	10 Stunden 40 Minuten 24 Sekunden
Umlauf um die Sonne:	29,62 Jahre
Durchmesser im Modell:	10,7 cm (ohne Ring)
Entfernung zum Sonnenmodell:	637 m

Saturn ist das Sinnbild der Astronomie. Ein Blick durchs Fernrohr zeigt, warum: Ein weiter, heller, vollkommen ebenmäßiger Ring schwebt rund um seinen Äquator und verleiht ihm seine einzigartige Schönheit.

Mehr noch als Teleskope haben uns Raumsonden die Natur dieses Ringsystems nahegebracht: Es besteht aus Tausenden von Einzelringen, die sich aus Myriaden von Eis- und Gesteinsbrocken unterschiedlichster Größe zusammensetzen. Jeder dieser Brocken umkreist den Saturn wie ein kleiner Mond. Mit dem Wasser, das sie enthalten, könnte man mühelos mehrere Male die Ozeane der Erde auffüllen. Der innerste Ring beginnt bereits rund 7000 Kilometer über Saturns Wolkenoberfläche. Der äußerste reicht mehrere Hunderttausend Kilometer ins Weltall hinein. Im Vergleich zu ihrer Ausdehnung sind die Ringe ungemein dünn – wie ein Blatt Seidenpapier, das die Größe eines Fußballfeldes hat.

Saturn ist der fernste mit bloßem Auge noch sichtbare Planet. Er besitzt ein starkes Magnetfeld und mehr als sechzig Monde. In 29,5 Jahren wandert er einmal um die Sonne, von der er zehnmals weiter entfernt ist als die Erde, nämlich 1,43 Milliarden Kilometer. Er rotiert rasch; ein Saturntag dauert bloß zehneinhalb Stunden. Infolge seiner hurtigen Drehung ist er am Äquator deutlich ausgebaucht, stärker als alle anderen Planeten. Dort beträgt sein Durchmesser rund 120.000 Kilometer – nur Jupiter übertrifft ihn an Größe.

Saturn ist unglaublich leicht: In einer großen Wanne mit Ozeanwasser würde er schwimmen. Seine geringe Dichte ist typisch für einen Gasplaneten. Wie Jupiter und wie die Sonne besteht er im Wesentlichen aus Wasserstoff und Helium. Die heftigsten Gewitter des Sonnensystems toben durch seine Atmosphäre – mit Blitzen, tausendmal stärker als auf der Erde, und Windgeschwindigkeiten von bis zu 2000 Stundenkilometern. Es sind eisige Winde: Auf Saturn wird es kaum einmal wärmer als minus 180 Grad.

Die Planetensonde „Cassini“ umkreist seit dem Jahr 2004 den Ringplaneten und liefert spektakuläre Bilder von seinen Monden, Ringen und Atmosphärenbändern. Die europäische Sonde „Huygens“, die von Cassini Huckepack mitgeführt wurde, landete erfolgreich auf dem geheimnisumwitterten Saturnmond Titan, auf dem Flüsse und Seen aus Ammoniak unter der dichten Methanatmosphäre fotografiert wurden.

➔ *Betrachten Sie das Ringsystem am Planetenmodell: Die in Amateurteleskopen sichtbaren Ringe und die dunkle Cassini'sche Teilung sind dargestellt. Je nach Position von Saturn und Erde zueinander sehen wir die Ringe im Teleskop von oben, von unten oder in Kantenstellung. Sie können diese Verschiebung der Ringstellung simulieren, indem Sie um das Saturnmodell herumgehen.*

Uranus

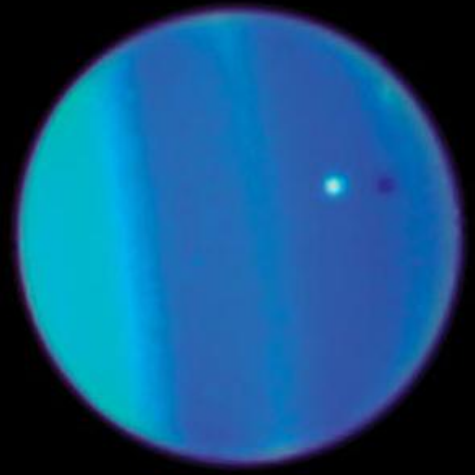


Bild des Hubble Space Telescope, NASA. Der Uranusmond Ariel (weisser Punkt) ist mit seinem Schatten vor der Planetenoberfläche sichtbar.

Durchmesser:	ca. 51.000 km
Entfernung zur Sonne:	ca. 2872 Millionen km
Rotationsgeschwindigkeit:	15 Stunden 26 Minuten (rückwärts)
Umlauf um die Sonne:	84,66 Jahre
Durchmesser im Modell:	4,5 cm
Entfernung zum Sonnenmodell:	1,276 km

Uranus ist so weit von der Erde entfernt, dass man ihn mit bloßem Auge nicht sehen kann. In der Antike und im Mittelalter war er deshalb unbekannt. Am Abend des 13. März 1781 entdeckte ihn, halb aus Zufall, der deutsche Musiker und Hobbyastronom Friedrich Wilhelm Herschel, als er durch sein Fernrohr nach Kometen ausschaute. Der neue Planet vergrößerte die Ausdehnung des damals bekannten Sonnensystems um das Doppelte; Johann Bode, der Direktor der Berliner Sternwarte, nannte ihn „Uranus“ – nach dem griechischen Gott des Himmels.

Uranus ist ein Gasriese; die Erde fände mehr als fünfzigmal in ihm Platz. 84 Jahre braucht er für einen Umlauf um die Sonne, die am Uranushimmel nur noch als winziges, aber gleißend helles Scheibchen erscheint. Obwohl ein Sonnenstrahl unvergleichlich schnell ist, benötigt er bis zum Uranus beinahe drei Stunden – der Weg ist fast drei Milliarden Kilometer weit.

Im Innern der Uranuskugel steckt vermutlich ein Felskern, um den sich ein breiter Mantel aus Eis, Methan und Ammoniak lagert. Die Atmosphäre besteht aus Wasserstoff, Helium und Methan. Sie breitet sich wie eine gleichförmige Hülle um den Planeten und verleiht ihm seinen kühlen, blaugrünlischen Schimmer, da sie die roten Lichtanteile zurückhält.

Uranus dreht sich – wie auch die Venus – andersherum als die übrigen Planeten. Wahrscheinlich ist er einmal mit einem großen Himmelskörper kollidiert. Seine Rotationsachse liegt fast flach in der Bahnebene, um 98 Grad zur Seite gekippt. Uranus „walzt“ seine Bahn entlang, wobei die Pole zeitweise seine wärmsten Gegenden sind. Doch was heißt „Wärme“? Die mittlere Temperatur liegt bei minus 213 Grad, und der Sommer ist nur um zwei Grad wärmer als der Winter.

Uranus besitzt ein dünnes, dunkles Ringsystem und mindestens 27 Monde, die – bis auf zwei – alle Namen von Shakespeare-Figuren tragen. Die beiden größten Monde, Titania und Oberon, wurden ebenfalls von Herschel entdeckt.

➡ *Den letzten Planeten Neptun erreichen Sie nach 700 m. Er steht auf dem Aussichtspunkt „Walter’s Point“, zu dem Sie gelangen, wenn Sie vor dem Tor des Weidezauns am Wegweiser rechts abbiegen und den Fußpfad hinaufsteigen.*

Neptun

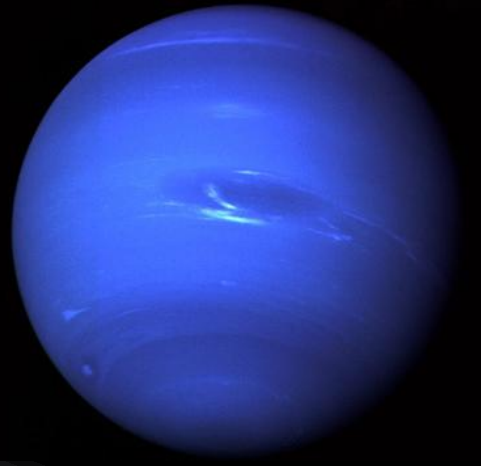


Bild der Raumsonde
Voyager 2, 1989,
NASA.

Durchmesser:	ca. 49.400 km
Entfernung zur Sonne:	ca. 4495 Millionen km
Rotationsgeschwindigkeit:	16 Stunden 3 Minuten
Umlauf um die Sonne:	165,5 Jahre
Durchmesser im Modell:	4,4 cm
Entfernung zum Sonnenmodell:	2,0 km

Neptun ist der äußerste der acht Planeten – 4,5 Milliarden Kilometer von der Sonne entfernt, dreißigmal weiter als die Erde. Das Sonnenlicht benötigt mehr als vier Stunden, um zu ihm zu gelangen – zur Erde sind es etwas mehr als acht Minuten. Ein einziger Sonnenumlauf Neptuns dauert 165 Jahre.

Auch Neptun ist ein blauer Planet – doch seine Farbe stammt nicht von großen Ozeanen auf seiner Oberfläche, sondern von dem Methan in der Atmosphäre, das die roten Anteile des Lichts absorbiert. Denn wie Jupiter, Saturn und Uranus ist Neptun ein gigantischer, schnell rotierender Gasball – eine blaue Riesenkugel mit einem Durchmesser von fast 50.000 Kilometern, die sich binnen 16 Stunden einmal um ihre Achse dreht.

Bis ins 19. Jahrhundert war Neptun unbekannt. Er verriet sich durch seine Einwirkung auf die Bahn des Nachbarplaneten Uranus, den er mit seiner Schwerkraft beeinflusst. Anhand der Bahnabweichungen konnte man Neptuns Position am Himmel errechnen – 1846 entdeckte ihn Johann Gottfried Galle an der Berliner Sternwarte schließlich im Teleskop.

In Neptuns Atmosphäre geht es turbulent zu: Stürme, groß wie die Erde, wirbeln um die Planetenkugel, Gebirge aus Methanwolken steigen auf, und das Magnetfeld ruft bunte Polarlichter hervor. Neptun hat mindestens 13 Monde; Triton, der größte Mond, gilt als kältester Ort im ganzen Sonnensystem. Dort sinkt die Temperatur auf minus 238 Grad Celsius – nur 35 Grad über dem absoluten Nullpunkt.

Im Maßstab unseres Planetenwegs entspricht 1 Kilometer der Strecke von 2,25 Milliarden Kilometern im All. Zwischen Sonne und Neptun liegen im Modell 2 Kilometer – wie weit wäre es, bei entsprechendem Maßstab, zu Alpha Centauri, unserem nächsten Stern? Der wäre rund 20.000 Kilometer von Hakos entfernt – so weit wie Hawaii! So „selten“ sind Sterne in galaktischen Systemen – und so „nah“ sind uns, trotz ihrer himmelweiten Entfernung, die anderen Planeten des Sonnensystems.

➔ *Schauen Sie von Neptun zurück zur Hakos-Farm, die von Walter's Point aus gut sichtbar ist. So weit ist die Sonne – maßstabsgerecht – von Neptun entfernt! Haben Sie für Ihre Wanderung bis hierher eine halbe Stunde gebraucht, dann haben Sie das Planetensystem mit vierfacher Lichtgeschwindigkeit durchschritten, um bis zum fernsten Planeten Neptun zu gelangen. Auch wenn Sie sich eine Stunde Zeit dafür gelassen haben, sind Sie immer noch mit doppelter Lichtgeschwindigkeit geflogen – doppelt so schnell wie das kosmische Tempolimit zulässt! Lassen Sie sich heute abend auf Hakos bei einer Sternführung Alpha Centauri zeigen – den nächsten Stern, der „nur“ 4,3 Lichtjahre (ca. 40.000.000.000.000 km) von der Sonne entfernt ist!*