



Sonnensystem

<http://de.wikibooks.org>

Wikijunior – Bücher für junge Leser

1. Auflage

ISBN: 978-3-11111-111-1

Texte und Bilder für diese Beispiel-Ebook basieren auf dem Buch *Wikijunior Sonnensystem* aus dem Projekt Wikibooks – Sammlung freier Lehr-, Sach- und Fachbücher. Sie stehen unter der Doppellizenz GNU-Lizenz für freie Dokumentation und Creative Commons CC-BY-SA 3.0.

Unter http://de.wikibooks.org/wiki/Wikijunior_Sonnensystem ist die Liste der Autoren verfügbar.

Bei Fragen und Anregungen wenden Sie sich an tobias.fischer@pagina-tuebingen.de oder gregor.fellenz@publishingx.de

1. Einleitung

Hast du dich jemals über die Dinge am Himmel gewundert? Die Sonne, der Mond oder die Sterne? Menschen beobachten den Himmel schon seit langer Zeit, um herauszufinden, was dort draußen ist. Wir erfinden immer wieder neue Methoden, um mehr über den Weltraum zu erfahren.

Planeten sind große Kugeln aus Gestein oder Gas, die sich um Sterne herum bewegen. Wir leben auf einem, den wir Erde nennen. Er bewegt sich um einen Stern, den wir Sonne nennen. Es gibt sieben andere Planeten, die sich um unsere Sonne bewegen, und auch noch eine Menge kleinerer Sachen. Die Sonne und all diese Dinge, die sich um sie herum bewegen, nennen wir Sonnensystem.

Vor langer Zeit haben die Menschen nicht verstanden, dass sich die Planeten und andere Dinge im Sonnensystem um die Sonne bewegen. Sie dachten, dass sich alles um die Erde herum bewegt, einschließlich der Sonne. Das erschien natürlich, weil wir nicht spüren, dass sich die Erde bewegt, nicht wahr?

Jedenfalls, vor etwa 500 Jahren, behauptete ein Mann namens Kopernikus, dass sich alle Planeten um die Sonne bewegen¹. Nach weiteren 100 Jahren begann Galileo den Himmel mit einer neuen Erfindung zu beobachten: einem Teleskop². Er zeigte, dass es ganz normal ist, dass sich die Planeten um die Sonne bewegen. Später begannen immer mehr Menschen damit, mit einem Teleskop den Himmel zu beobachten. Sie begannen zu lernen, wie sich die Planeten und die anderen Dinge im Sonnensystem bewegten.

Jetzt schicken wir Raketen in den Weltraum, um mehr zu erfahren. Astronauten reisen um die Erde. Einige von ihnen landeten auf dem Mond. Roboter können zu anderen Planeten fliegen und fotografieren. Wir kön-

1. "About 500 years ago, however, a man we call Copernicus..."

2. "Then, about 100 years later, a man called Galileo..."

nen Dinge sehen, von denen Astronomen wie Kopernikus oder Galileo nur träumen konnten.

Wir können mächtige Teleskope benutzen, um zu sehen, was auf anderen Sternen geschieht. Wir vergleichen Fotos von entfernten Sternen mit Fotos der Sonne. Wir können tausende Bilder der Planeten analysieren, um mehr über die Erde zu lernen. Wir wollen viel von den vielen Dingen in unserem Sonnensystem lernen, um uns vorzustellen, wie es vor langer Zeit entstand. Wir könnten dadurch auch vermuten, was damit in später Zukunft passieren könnte.

2. Das Sonnensystem

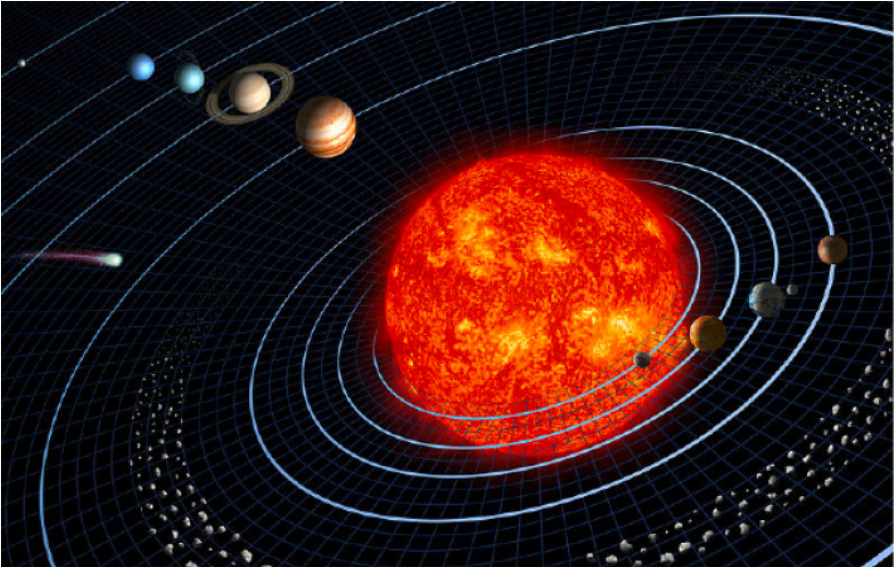


Abb. 2.1 Das Sonnensystem. Es zeigt die Sonne, die inneren Planeten, den Asteroidengürtel, äußere Planeten und einen Kometen.

Im Zentrum des Sonnensystems befindet sich die Sonne. Sie ist ein Stern wie Milliarden anderer Sterne am Himmel. Die anderen Sterne sind aber so weit von uns entfernt, dass sie wie winzige Punkte aussehen. Die Sonne ist wichtig für uns, weil sie uns Wärme, Licht und Energie gibt um zu leben. Ohne die Sonne gäbe es also kein Leben auf der Erde! Alle anderen Dinge im Sonnensystem kreisen um die Sonne herum. Die Planeten sind die größten dieser Objekte, und die Erde ist einer von den acht Planeten. Aber die Planeten sind ziemlich unterschiedlich! Mehr über die Sonne (siehe Seite 15).

Viele der Planeten haben *Monde*. Ein Mond kreist immer um seinen Planeten. Der Merkur hat keinen Mond³, die Venus auch nicht, die Erde hat einen und der Jupiter hat 63!⁴

Die der Sonne am nächsten gelegenen Planeten werden die *Inneren Planeten* genannt. Das sind Merkur, Venus, Erde und Mars. Dahinter kommt ein breiter Ring von *Asteroiden*, das sind Brocken von Gestein, die viel kleiner sind als ein Planet. Dieser Ring wird *Asteroidengürtel* genannt. Im Asteroidengürtel gibt es auch einen Zwergplaneten (kleiner als ein normaler Planet), der Ceres heißt. Anschließend kommen die *äußeren Planeten*: Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun. Weiter außen sind noch einige Zwergplaneten. Einen davon kennst du vielleicht: Pluto, der früher noch Planet genannt wurde. Weitere Zwergplaneten sind Eris, Make-make und Haumea.

Die Planeten sind nach römischen Göttern benannt, die vor langer Zeit von den Menschen verehrt wurden. Die Namen und die Reihenfolge der Planeten kannst Du Dir ganz einfach mit einer Eselsbrücke merken: „**M**ein **V**ater **e**rklärt **m**ir **j**eden **S**onntag **u**nseren **N**achthimmel“. Die Anfangsbuchstaben der einzelnen Worte stehen jeweils für einen Planeten:

- **M**erkur
- **V**enus
- **E**rde
- **M**ars
- **J**upiter
- **S**aturn
- **U**ranus
- **N**eptun

Weil das „M“ zweimal vorkommt, kannst Du Dir einfach merken, dass Merkur zuerst kommt.

3. "Mercury has no moons."

4. "Jupiter has 63!"

Hinter der Umlaufbahn des Neptuns gibt es einen weiteren ausgedehnten Ring, ähnlich dem Asteroidengürtel, den *Kuipergürtel*. Gesprochen: \\Keupa\\, Kuiper war der Nachname der Person, die als erstes über diesen Asteroidengürtel schrieb. Die meisten Körper des Kuipergürtels sind im Teleskop nur sehr schwer zu erkennen.

Außerhalb des Kuipergürtels befindet sich noch die *Oortsche Wolke*. Die Wissenschaftler vermuten, dass das ein Gebiet ist, woher die Kometen kommen. Es ist sehr weit von der Sonne entfernt, viel, viel weiter als der Pluto, mehr als 1000 mal so weit. Es liegt sozusagen am Rand unseres Sonnensystems. Und ja, „Oort“ war der Nachname des ersten Menschen, der über diese Wolke etwas schrieb.

Zwischen all diesen Dingen befindet sich Staub. Die Staubteilchen sind sehr weit voneinander entfernt, aber sie leuchten im Licht der Sonne. Vor Sonnenaufgang im September oder Oktober kann man sie im Osten glühen sehen. Wir nennen es das Zodiakallicht, wenn sich die Staubkörner zwischen der Erde und der Sonne befinden und *Gegenschein*, wenn sich die Staubkörner auf der anderen Seite der Erde befinden.

Wenn Teile des Staubes auf die Erdatmosphäre treffen, dann leuchten sie hell auf. Wir nennen das Sternschnuppen oder Meteoriten.

Dahinter ist ein großer leerer Raum ohne Luft oder andere Sachen. Der unserer Sonne nächstliegende Stern ist tausende Male weiter weg als unser gesamtes Sonnensystem groß ist. Das Universum ist ein wirklich riesiges Gebilde!

2.1 Was hält das Sonnensystem zusammen?

Warum umkreisen die Planeten die Sonne? Warum umkreisen Monde Planeten? Warum macht sich die Sonne nicht davon und lässt die Planeten hinter sich? Die Antwort auf all diese Fragen haben mit der *Gravitation* zu tun. Die Gravitation ist die Anziehungskraft, die jede Masse auf jede andere Masse ausübt. Ein Gegenstand auf der Erde ist „schwer“, weil die Erde ihn nach unten zieht, der Gegenstand fällt, weil er von der Erde angezogen wird. Die Anziehungskraft zwischen kleineren Körpern ist zu

schwach, um sie zu spüren, aber die Anziehungskraft der Sonne und der Planeten ist recht stark, da diese sehr massiv sind.

Wir spüren die Anziehungskraft der Sonne nicht, weil sie auch die Erde, auf der wir stehen, anzieht. Aber die Gravitation der Sonne ist groß genug, um die Erde nicht wegfliegen zu lassen. Obwohl sich die Erde so schnell bewegt, bleibt sie auf der Bahn um die Sonne. Es ist so, als wären sie unsichtbar aneinander festgebunden. Genauso funktioniert es mit Monden, die ihre Planeten umkreisen. Sie werden durch die Gravitationskraft auf ihren Bahnen gehalten. Übrigens steht auch die Sonne selbst nicht still im Weltraum. Das ganze Sonnensystem umkreist das Zentrum unserer Galaxie. Und alles hält zusammen, weil es die Gravitationskraft gibt.

Wenn sich die Erde nicht bewegen würde, würde sie wegen der Gravitationskraft in die Sonne fallen. Da sie aber sehr schnell um die Sonne herum läuft und dabei ständig „um die Kurve“ fliegt, wird sie nach außen gedrückt, genauso wie du im Auto in der Kurve nach außen gedrückt wirst. Diese Kraft, die auf jeden Körper wirkt, der sich um eine Kurve bewegt, heißt Fliehkraft oder Zentrifugalkraft. (Zentrifugen sind Apparate, in denen Flüssigkeiten schnell gedreht und so die schwereren Bestandteile der Mischung an die Wand gedrückt werden.)

Die Gravitationskraft und die Zentrifugalkraft halten sich für jeden Planeten genau das Gleichgewicht, und so kreisen diese immer weiter auf ihren Bahnen.

Über Gravitation, Masse und Gewicht

Materie ist das, woraus alle Dinge bestehen. Die Masse eines Körpers sagt uns, welche Menge von Materie er enthält. Zwei Bananen haben die doppelte Masse einer Banane. Aber ein Stück Eisen, was so groß ist wie eine Banane, hat mehr Masse, denn im Eisen ist die Materie dichter zusammengedrückt (es ist deshalb auch schwerer). Je mehr Masse ein Ding hat, desto mehr wird es von der Gravitation angezogen und desto stärker zieht seine Gravitation andere Objekte an.

Die Kraft, mit der die Erde uns anzieht, nennen wir *Gewicht*. Die Astronauten wiegen auf dem Mond viel weniger als auf der Erde, weil der Mond eine kleinere Masse als die Erde hat. Deshalb ist auch seine Gravitationskraft kleiner, er zieht nicht so doll. Jeder Himmelskörper besitzt eine eigene Gravitation. Die Banane wird auf dem Mond viel langsamer zu Boden fallen, da der Mond nicht so stark an ihr zieht.

Die Gravitationskraft eines Körpers ist umso stärker, je näher man dran ist, und um so schwächer, je weiter man weg ist. Auf einem hohen Berg wiegen wir ein klein bisschen weniger als an einem viel niedrigeren Punkt. Das ist so, weil wir auf dem Berg viel weiter vom Erdmittelpunkt, respektive Erdkern entfernt sind.

Die Anziehungskraft der Erde oder von anderen Himmelskörpern hört im Weltraum nicht auf, sie wird nur immer schwächer. Wenn man eine Banane stark genug im richtigen Winkel werfen könnte, so würde sie die Erde umkreisen. So bringen Raketen Astronauten in den Weltraum. Wenn Du die Banane noch viel viel stärker in die richtige Richtung werfen würdest, dann würde sie von der Erde wegfiegen und nie wieder zurückkommen – aber unsere Arme sind nicht so stark.

2.2 Wer entdeckte das Sonnensystem?

Jeder, der nach oben in den klaren Himmel sieht, kann sieben helle Objekte sehen. Das sind unsere Sonne, unser Mond, der Merkur, die Venus, der Mars, der Jupiter und der Saturn. Menschen wussten schon seit langer Zeit von ihnen. Die Griechen und Römer glaubten, dass sie mit den Göttern verbunden seien. In Babylon hatte man die Tage der Woche nach ihnen benannt. Fast jeder war sich sicher, dass alle Dinge die Erde umkreisen. Sie wussten nicht, dass wir in einem *Sonnensystem* leben.

Im Jahr 1543 fand Nikolaus Kopernikus heraus, dass die Planeten die Sonne umkreisen. Nur der Mond umkreist die Erde. Aber Kopernikus hatte die meiste Zeit seines Lebens Angst, das zu sagen. Dann richtete aber Galileo Galilei sein Teleskop in den Himmel. Er fand Monde, die den Jupiter umkreisten. Er war sich sicher, dass Kopernikus mit seiner

Idee recht hatte und bekam große Schwierigkeiten, als er das sagte. Es brauchte 70 Jahre, um die Wissenschaftler davon zu überzeugen, dass die Planeten die Sonne umkreisen. Aber heute versteht fast jeder, dass wir in einem Sonnensystem leben.

Die Menschen bauten bessere Teleskope und fanden noch viel mehr Dinge im Himmel – Monde, Planeten, Asteroiden. Selbst heute werden weitere Dinge gefunden. Erst vor Kurzem fanden Astronomen Dinge wie etwa den Pluto. Eines wird **2003 UB313**, genannt und ist größer als der Pluto.

Seit August 2006 werden diese dem Pluto ähnlichen Objekte Zwergplaneten genannt.

2.3 Wie erforschten wir das Sonnensystem?

Bevor das Teleskop erfunden wurde, erforschten die Menschen den Himmel mit bloßen Augen. Sie sahen, wie die Planeten über den Himmel wanderten. Sie lernten vorherzusagen, wo die Sonne, der Mond und die Planeten am Himmel zu finden sein würden. Sie bauten *Observatorien* – das sind

Plätze, um den Himmel zu beobachten. Sie beobachteten die Sonne und die Sterne, um die Zeit im Jahr zu wissen. In China wusste man sogar, wann der Mond die Sonne verdeckt.. Die meisten Menschen dachten, dass *Himmelskörper* Kriege oder Frieden auf der Erde auslösen können.



Abb. 2.2 Das Bild der Sonne erscheint auf einem Blatt Papier (Jahr 1625).

Nachdem das Teleskop zum ersten Mal gebaut wurde, wurde es von den Menschen immer mehr verbessert. Astronomen sahen, dass die Planeten nicht wie die Sterne sind. Es gibt Welten wie die Erde. Sie konnten sehen, dass einige Planeten Monde hatten. Die Menschen begannen darüber nachzudenken, wie diese Welten aussehen würden. Als erstes dachten einige, dass die anderen Planeten und Monde auch von Menschen oder Tieren bewohnt seien. Sie überlegten, wie es wäre, auf einer der anderen Welten zu leben. Dann bauten sie noch bessere Teleskope und sahen, dass es keine Pflanzen oder Tiere auf dem Mond gibt oder gar auf dem Mars.

Jetzt können wir die anderen Welten erforschen, indem wir dorthin reisen. Insgesamt zwölf Astronauten waren vor 30 Jahren auf dem Mond spazieren. Sie brachten Gestein und Staub zurück auf die Erde. Sonden flogen an den Planeten Venus, Mars und an den äußeren Planeten vorbei. Die Bilder, die sie machten, zeigten uns das meiste, was wir heute über diese Planeten wissen. Roboter landeten auf dem Mars im Jahr 1971, 1976, und 1997. Sie machten tausende Bilder vom Planeten. Zwei Roboter-Sonden, „Spirit“ und „Opportunity“, arbeiten noch immer auf



Abb. 2.3 Die Voyager-2 Sonde.



Abb. 2.4 Der Astronaut Buzz Aldrin auf dem Mond.

dem Mars. Sie senden uns Fotos und Videos zurück zur Erde. Außerdem untersuchen sie, woraus die Steine und das Gestein auf dem Mars bestehen.

Bis jetzt haben wir noch kein Leben gefunden, außer auf der Erde. Vielleicht lebten einst kleine einzellige Lebewesen auf dem Mars. Vielleicht gibt es Leben unter dem Eis auf Europa, einem der Monde des Jupiters. Neue Missionen sind geplant, um zu erforschen, ob es auf diesen Welten irgendwo Leben gibt.

Wie ist es entstanden?

Unser Sonnensystem ist ein Teil der Milchstraßengalaxie. Galaxien sind große Ansammlungen von Staub, Gasen, Sternen und anderen Himmelskörpern. In unserer Milchstraßengalaxie gibt es Wolken von Staub und Gas, in der neue Sterne entstehen. Unser Sonnensystem entstand in einer Wolke. Ein Teil dieser Wolke wurde kleiner und weniger weit verteilt. Es bildete sich eine dicke,

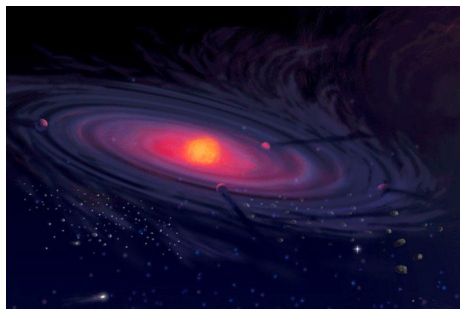


Abb. 2.5 Die Sonne und die Planeten bilden sich aus einer Scheibe aus Schmutz und Gasen.

sich drehende Scheibe von Gas und kleinen Staubteilchen. Diese Scheibe war in der Mitte am dicksten. Langsam stürzte die Mitte ein, bis daraus eine Sonne wurde. Wir erforschen immer noch, wie sich die Planeten gebildet haben. Die meisten Wissenschaftler glauben, dass sie aus dem übriggebliebenen Gas und Staub entstanden.

So könnte es gewesen sein. Der Rest der Scheibe drehte sich weiter um die Sonne. Die kleinen Teilchen stießen miteinander zusammen, und einige blieben haften. So entstanden aus dem Staub nach und nach Körnchen, die ihrerseits Klumpen in Kiesgröße bildeten, dann Kiesel und dann Steine. Die Zusammenstöße der Steine bildeten Felsen, und aus zusammenstoßenden Felsen wurden noch größere Dinge. Diese großen

Gebilde fegten die übrigen Reste zusammen und bildeten Planeten, Monde und Asteroiden.

Die Sonne wurde immer heißer, als sie kollabierte. Sie begann zu strahlen. Die Temperatur im Zentrum erreichte eine Temperatur von einer Million Grad. Die Sonne begann damit, eine Menge Licht und Wärme zu erzeugen. Das Licht und die Wärme verdrängten den meisten verbliebenen Staub und das Gas zwischen den inneren Planeten. Das Licht und die Wärme sind das Sonnenlicht, was wir jeden Tag auf der Erde sehen und fühlen können.

2.4 Was passiert mit unserem Sonnensystem?

In etwa 5 Milliarden Jahren wird die Sonne den meisten Teil ihres Treibstoffs, also den Wasserstoff, verbraucht haben. Damit wird sie in den letzten Zyklus ihres Lebens eintreten. Sie wird kollabieren und anschließend wird sich die äußere Hülle der Sonne aufblähen. Sie wird zu einem *Roten Riesen*.

Sie wird dabei so groß werden, dass einige der Planeten innerhalb der Sonne sein werden. Diese Planeten werden verbrennen. Welche Planeten dadurch zerstört werden, hängt davon ab, wie viel der Sonnenmasse verloren geht. Ein heftiger Sonnenwind wird den größten Teil der äußeren Hülle von der Sonne wegwehen. Die Sonne wird deshalb viel weniger Masse besitzen. Die Gravitationskraft der Sonne wird kleiner. Und die Planeten werden sich noch weiter von der Sonne weg bewegen.

Nachdem sie ein Roter Riese geworden ist, wird die Sonne damit beginnen, das *Helium* zu verbrennen und dadurch noch kleiner werden. Dann ist sie kein roter Riese mehr. Die Sonne wird ihr Helium in etwa hundert Millionen Jahren verbraucht haben. Dann wird sie noch einmal zu einem roten Riesen und noch mehr Gas wird in den nächsten hunderttausend Jahren weggeweht werden.

Ein *planetarer Nebel* wird sich bilden. Dieser kann ein paar Tausend bis zu ein paar Zehntausend Jahre existieren. Er wird im Licht der Sonne glühen.

Im Zentrum könnte die Sonne zu einem kleinen Stern schrumpfen, der **Weißer Zwerg** genannt wird. Ein solcher Stern ist etwa so groß wie die Erde. Es würden zirka Hundert solcher weißen Zwerge gebraucht, um die Größe der heutigen Sonne einzunehmen. Die Sonne hat nun

keinen Treibstoff mehr. Sie hat noch jede Menge Wärme gespeichert und wird langsam kühler und trüber. Dann, in etwa Hundert Milliarden Jahren, geht ihr Licht ganz aus.

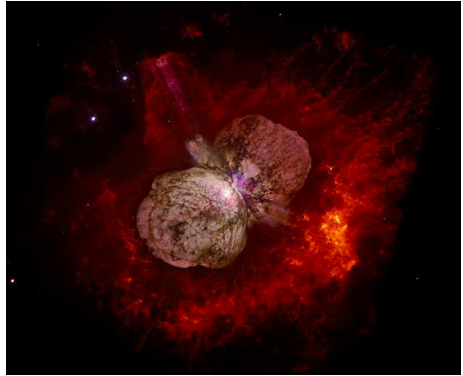


Abb. 2.6 Der massive schnell alternde Stern Eta Carinae stößt eine riesige Gaswolke aus und bildet einen planetarischen Nebel.

3. Die Sonne

Die Sonne ist kein Planet, sondern ein Stern. Ein ungemütlicher Ort, ungeeignet für einen Ausflug. Auf ihrer Oberfläche herrscht eine Temperatur von mehr als 5.000 °C, in Europa war die höchste je gemessene Temperatur (Spanien) bei 50 °C.

Aber nicht nur deshalb kann man dort nicht herumlaufen, die Sonne hat ausserdem keine feste Oberfläche; sie besteht aus Gasen.

Hauptsächlich Wasserstoff, den sie in Helium umwandelt und dabei eine unvorstellbare Hitze freisetzt.

Auf dem Weg zur Sonne kommen wir an zwei anderen Planeten vorbei. Zunächst die Venus und der Sonne am nächsten der Merkur. Das Wetter auf diesen Planeten lässt sehr zu wünschen übrig: Viel zu heiß tagsüber (425 °C) und zu kalt (-170 °C) nachts, dazu kommen noch Stürme mit 300 km/h.

Von dieser immensen Hitze bekommen wir auf der Erde auch einiges ab. Nur sind wir viel weiter weg; darum wird es hier nicht so heiß. Unser ganzes Leben hängt von der Versorgung mit Licht und Wärme ab. Die Pflanzen, die unseren Sauerstoff produzieren, hätten ohne die Kraft der Sonne keine Chance, genauso wenig wie wir Menschen.

Anm.: Die höchste gemessene Temperatur war in der Stadt Azizia (Libyen) mit 58 Grad!

Diese Stadt liegt am Äquatorgürtel auf dem Nullten Breitengrad.

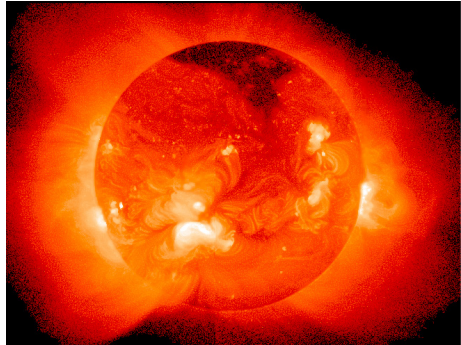


Abb. 3.1 Die Sonne, beobachtet durch ein Röntgenteleskop.

3.1 Wie groß ist die Sonne?

Unsere Sonne ist um ein vielfaches größer als die Erde! Ihr Durchmesser beträgt mehr als 1.000.000 km (109 mal der Erddurchmesser) und ihre Masse macht ungefähr 98% des Sonnensystems aus. Auf der Sonnenoberfläche würde man 28 mal so schwer sein wie auf der Erde, weil die höhere Masse auch eine höhere Anziehungskraft erzeugt.

Mehr als 1.000.000 Erdkugeln passen in die Sonne rein, das möchte man gar nicht glauben, wenn man das Kügelchen am Himmel sieht. Dass sie bei uns so klein wirkt, liegt allerdings nur an der enormen Entfernung. Im Vergleich zu anderen Sternen ist unsere Sonne nur Durchschnitt.

Ein sehr schwacher *Solarwind*, bestehend aus Gasen, bläst von der Sonne in alle Richtungen des Sonnensystems.

3.2 Wie sieht die Oberfläche aus?

Die Oberfläche der Sonne heißt *Photosphäre*, was „Kugel aus Licht“ bedeutet. Diese Lichtkugel besteht aus sehr heißem Gas (rund 5.500 °C), das bei dieser Temperatur ionisiert ist und darum Plasma genannt wird. Die Gase an der Oberfläche sind weniger dicht als im Inneren, und sie leuchten vom Licht und der Hitze, die sie durchdringen.

3.3 Wie macht die Sonne Licht und Hitze?

Die Sonne ist die Hauptenergiequelle für die Erde. Die Energie wird durch einen Prozess mit dem Namen *Nukleare Fusion* oder „Kernfusion“ tief im Inneren der Sonne hergestellt. Vier Wasserstoffatome verschmelzen zu einem Heliumatom. Ein Heliumatom ist leichter als vier Wasserstoffatome. Aus der fehlenden Materie ist Energie geworden. Das ist die gleiche Energie, die in einer Wasserstoffbombe frei wird.

Element	Atomgewicht
H	1,0079
4 H	$4 \times 1,0079 = 4,0316$
He	4,0026
Differenz	0,0290

Kern: Das Zentrum der Sonne ist sehr dicht, das heißt, es ist sehr schwer. Etwa 12 mal so schwer wie Blei, oder anders ausgedrückt, wäre es aus Blei müsste es 12 mal so groß sein, wie es tatsächlich ist. Außerdem ist die Hitze unvorstellbar groß, ca 15.000.000 °C. Es ist jener Ort an dem die meisten nuklearen Reaktionen statt finden.

Strahlungszone: In dieser Zone kämpfen sich die Hitze, das Licht und die Röntgenstrahlen vom Kern zur Oberfläche. Die Gase aus dieser Zone sind dicht; sie schlucken die Strahlung und geben sie später wieder ab. Hast du jemals versucht im Wasser zu rennen? Das ist das selbe wie für die Lichtwellen in dieser Region der Sonne. Es kann für einen einzigen Lichtstrahl Jahrmillionen dauern um diese Zone zu durchqueren.

Konvektionszone: Hast du schon einmal die flimmernde, heiße Luft über Feuer beobachtet? Bestimmt, es ist, weil die Hitze die Luft in Bewegung versetzt. Heiße Gase werden leichter und steigen auf. Kalte Gase werden schwerer und sinken. In dieser Zone sind die Gase weniger dicht. Sie sind etwa gleich wie die Luft auf der Erde. Gase im inneren Teil dieser Zone werden von der Zone darunter aufgeheizt. Sie steigen auf, kühlen ein wenig ab, und sinken wieder. Manchmal stoßen, steigen oder fallen die Gase aufeinander aber meistens bilden sie Kreisläufe wie im Meer und in der Atmosphäre auf der Erde. Diese Kreisläufe werden üblich *Konvektionszellen* genannt.

3.4 Was sind Sonnenflecken?

Sonnenflecken sind dunkle Punkte auf der Sonne. Aber sie sind trotzdem noch sehr hell – heller als ein Blitz. Diese Flecken sind kälter als der Rest, aber dennoch sehr heiß – etwa $2.000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($3600\text{ }^{\circ}\text{F}$). Sonnenflecken entstehen durch Veränderungen des Magnetfeldes der Sonne und bilden normalerweise Gruppen, die sich zusammen mit der Sonne drehen.

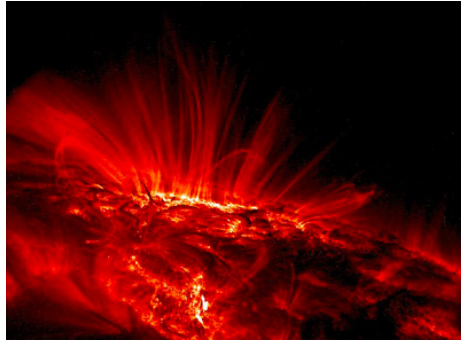


Abb. 3.2 Die Großaufnahme eines Sonnenflecks mit Protuberanzen

Die Anzahl der Sonnenflecken steigt oder fällt alle 11 Jahre.

3.5 Wie ist die Sonnenatmosphäre aufgebaut?

Über der Photosphäre sind alle Sonnengase weniger dicht. Es gibt 2 Schichten, die wir mit speziellen Teleskopen beobachten können. Über diesen strömt das Gas als *Sonnenwind*, der bis zum Ende des Sonnensystems reicht.

Protuberanzen und Sonneneruptionen

Wenn du ein Teleskop mit speziellen Filtern hast, könntest du Ausbrüche rund um die Sonne sehen.

Mann nennt sie „Protuberanz“. Diese Protuberanzen sehen aus wie Vulkane. Sie sind Hunderte oder Tausende Kilometer lang. Einige davon sind sogar grösser als die Erde. Sie scheinen häufig von den Sonnenflecken auszugehen. Manchmal entfernen sie sich so weit von der Sonne, dass sie wegfiegen. Passiert so etwas, nennt man das Sonneneruptionen.

Chromosphäre

Chromosphäre bedeutet so viel wie „Lichtball“. Sie liegt über der Photosphäre und ist weniger hell.

Normalerweise kann man sie gar nicht sehen, doch kurz vor einer Sonnenfinsternis ist es möglich, sie mit speziellen Filtern sichtbar zu machen. Sie sieht aus wie ein Blitz, der die Farben des Regenbogens hat.

Korona

Korona bedeutet Krone, und tatsächlich sehen die Bilder der Korona wie eine Krone aus. Die Korona liegt über der Chromosphäre und ist heißer als die Photosphäre; sie glüht. Sie besteht aus dünnem Gas, das von der Sonne weggeblasen wird. Die Korona wandelt und wechselt sich, aber es ist schwer sie zu sehen, selbst mit speziellen Teleskopen.



Abb. 3.3 Die Korona, während einer Sonnenfinsternis

Sonnenwind

Etwas von dem Gas der Sonne wird an der Oberfläche der Korona herausgeblasen. Eine steife Brise, der Wind, weht mit mehr als 200.000 km/h ins All hinaus.

Der Sonnenwind ist stark genug, um Staub und Gas von einem Kometen wegzudrücken und daraus den Schweif zu bilden.

Im Jahre 1960 wurde der Satellit „Echo 1“ ins Weltall geschossen, er war im Prinzip ein großer Luftballon, den die Sonnenwinde in seine vorbestimmte Bahn gepustet hatten.

Mit diesem Wind soll es in Zukunft möglich sein, ganze Raumschiffe zu bewegen. Mit einem Sonnensegel wird der Wind eingefangen und das

Raumschiff angetrieben. Das funktioniert etwa so wie ein Piratenschiff aus alten Zeiten

Heliopause

Die *Heliopause* ist ein Bereich, in dem der Sonnenwind auf den Wind anderer Sterne trifft. Hier wird der Sonnenwind plötzlich langsamer. Im Mai 2005 flog das Raumfahrzeug Voyager I durch diese Region und bekam einen ordentlichen Stoß. Voyager I durchfliegt gerade die Heliopause. Weil das alles so weit von der Erde entfernt geschieht, ist es schwierig zu beobachten.

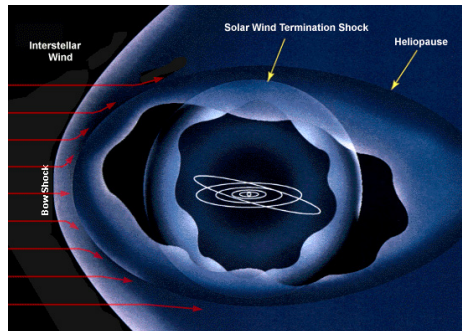


Abb. 3.4 Heliopause: wo der Sonnenwind auf den Rand des Sonnensystems trifft

3.6 Was ist Sonnenwetter?

Wusstest du, dass die Sonne Wetter hat? Erdwetter ist das, was in unserer Atmosphäre geschieht. Sonnenwetter ist das, was in der Atmosphäre der Sonne geschieht. Die Atmosphäre der Sonne reicht bis zum Rand des Sonnensystems, also beeinflusst das Sonnenwetter die Erde. Das Sonnenwetter (auch Weltraumwetter) umfasst Sonnenlicht, Sonnenwind, Röntgenstrahlen und andere Strahlung.

Sonneneruptionen schießen eine Menge sehr heißes Gas aus der Sonne. Wenn so ein Ausbruch die Erde trifft, wird er Sonnensturm genannt. Er kann elektrische Ausfälle verursachen oder Funksignale blockieren. Auch Satelliten können beschädigt werden. Die Strahlung eines starken Sonnensturmes könnte Astronauten töten, wenn sie nicht geschützt sind. Die Atmosphäre der Erde ist es, die uns vor diesen Ausbrüchen schützt.

Sonneneruptionen können Lichteffekte verursachen, die man „Aurora“ nennt. Sie sehen aus wie schöne Vorhänge aus schimmerndem Licht. Sie werden auch Nordlichter (*Aurora borealis*) genannt, wenn sie in der Nähe des Nordpols erscheinen, und Südlichter (*Aurora australis*), wenn sie nahe beim Südpol auftreten. Das Sonnenwetter beeinflusst auch andere Planeten. Außer auf Merkur und Pluto konnten Auroras auf allen Planeten beobachtet werden.