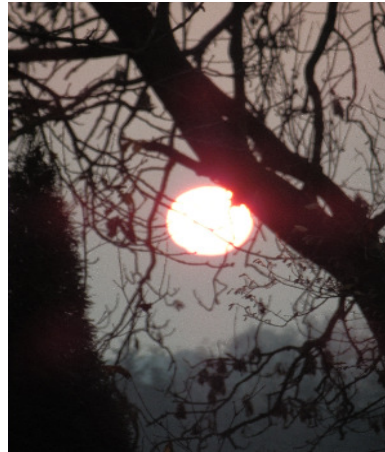
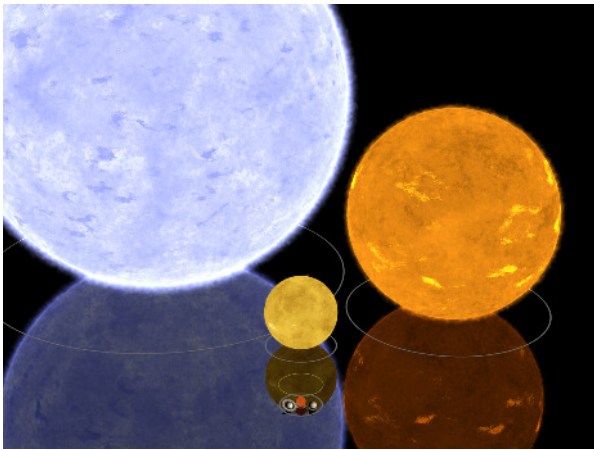
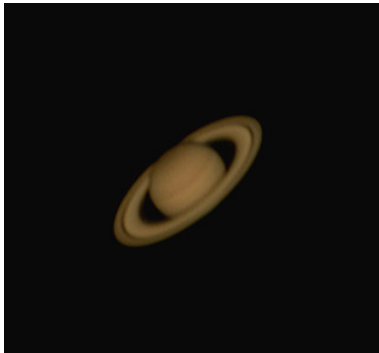


Die Sonne

Es gibt 100 bis 200 Milliarden Sterne in der Milchstraße. Davon ist einer die Sonne. Sie ist ein Stern von nur bescheidener Größe. Viele Sterne sind mehrere hundert Mal größer als die Sonne. Dennoch ist sie der größte und leuchtkräftigste Himmelskörper in unserem Sonnensystem, mit einem Durchmesser von 1.392.000 Kilometern. Die Erde hat einen Durchmesser von nur 12.756 Kilometern. 109 Erdkugeln müsste man aneinanderreihen, um den Durchmesser der Sonne zu erlangen. Ihr Rauminhalt ist so groß, dass 1,3 Millionen Erdbälle in ihr Platz haben. Von der Gesamtmasse aller Himmelskörper des Sonnensystems sind 99,9 % in ihr enthalten. Somit ist sie das bestimmende Objekt im Sonnensystem.



Durch ihre gewaltige Anziehungskraft, bedingt durch ihre Masse, diktiert sie den Lauf der Planeten. Sie erzeugt Licht und Wärme, ohne die Leben auf der Erde nicht möglich wäre. Ihr Licht lässt Mond und Planeten scheinen.



Warum scheint die Sonne? Mit dieser Frage haben sich schon die ersten Astronomen beschäftigt. Lange Zeit wurde geglaubt, dass die Sonne Wärme und Licht durch chemische Vorgänge hervorbringt. Etwa durch die Verbrennung von Holz oder Kohle.



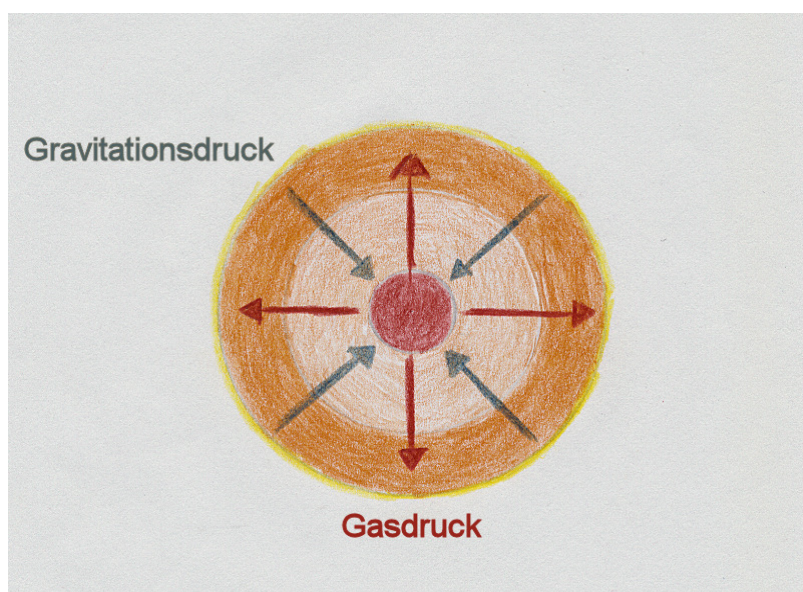
Diese Vorstellung wurde in der Mitte des 19. Jahrhunderts endgültig aufgegeben. Mittlerweile waren Astronomen in der Lage, die Größe der Sonne und ihren Abstand zur Erde, ziemlich genau zu berechnen. Außerdem hatten Geologen und Biologen neue Messmethoden entwickelt, um das Alter der Erde anhand von Gesteinen und Fossilien neu zu bestimmen. Bis zu diesem Zeitpunkt wurde das Alter von Sonne und Erde völlig unterschätzt. 6000 Jahre sollten beide Himmelskörper alt sein. Nun wurde das Alter auf einige Millionen Jahre festgelegt. Damit war klar, dass eine Energieabgabe durch Feuer oder andere chemische Reaktionen über derart lange Zeiträume nicht möglich ist. Der Brennstoffvorrat wäre schon lange verbraucht.

Bis Anfang des 20. Jahrhunderts blieb das Sonnenlicht ein Geheimnis, aber es sollten nur noch wenige Jahrzehnte bis zur Lösung des Rätsels vergehen.

Die Sonne ist eine riesige Gaskugel, bestehend aus 70% Wasserstoff, 28% Helium und 2% schwereren Elementen. Die gewaltige Energie die sie abgibt, wird in ihrem Kern erzeugt. Dort wird Wasserstoff zu Helium umgewandelt. Diese Umwandlung (Kernfusion) kann nur bei extrem hohen Temperaturen erfolgen, die nur im Kern der Sonne zu finden sind. Bei 15 Millionen Grad Celsius werden in jeder Sekunde 657 Millionen Tonnen Wasserstoff in 653 Millionen Helium verwandelt. Die Differenz von 4 Millionen Tonnen wird in Energie umgesetzt. In einer Sekunde erzeugt die Sonne mehr Energie, als je in der menschlichen Zivilisation benötigt wurde:

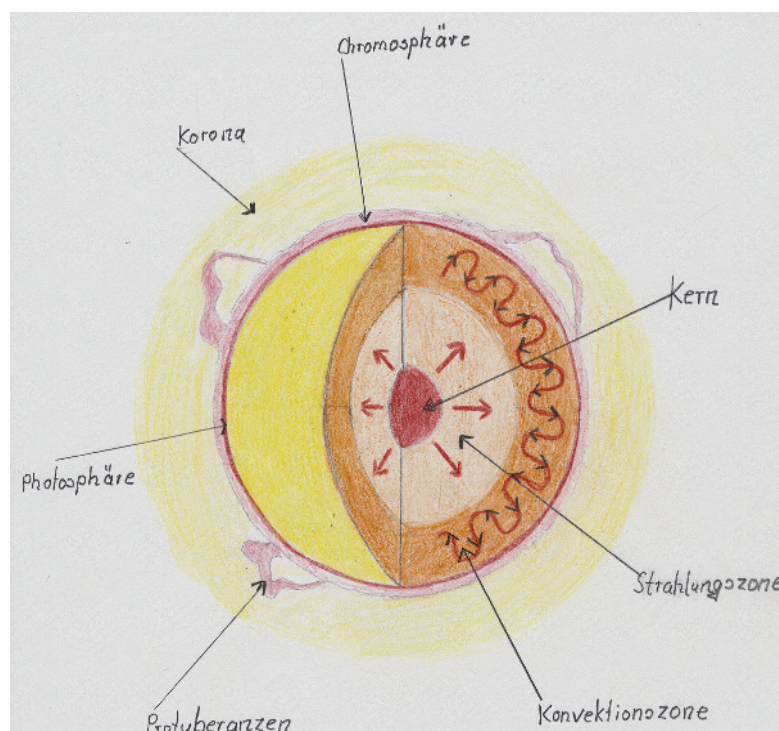
380 000 000 000 000 000 000 000 Megawatt

Neueste Berechnungen belegen, dass die Sonne schon 4,5 Milliarden Jahre scheint und noch weitere 4,5 Milliarden Jahre scheinen wird. Um so lange zu funktionieren, müssen hohe Dichte und Hitze in ihrem Kern erhalten bleiben. Die Schwerkraft sorgt dafür, dass das Gewicht der äußeren Schichten zur Sonnenmitte hin immer stärker zunimmt. Durch diesen Druck wird das Gas im Kern so dicht und heiß, dass die Kernfusion beginnt und Energie freisetzt. Hohe Dichte und Hitze erzeugen hierdurch auch so viel Gegendruck (Gasdruck), um der Schwerkraft entgegen zu wirken. Somit halten diese beiden Kräfte die Sonne für einen derart langen Zeitraum in einem stabilen Gleichgewicht. Ohne den starken Gasdruck würde die Sonne, aufgrund der Schwerkraft, kollabieren. Bei fehlender Schwerkraft würde sich das Gas diffus im Weltall verteilen.

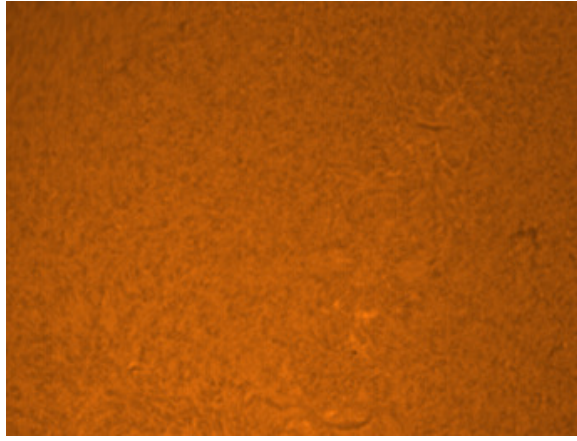


Licht und Wärme entstehen im Kern der Sonne. Diese Energie wird in Form von Photonen zur Oberfläche der Sonne getragen, um von dort ins Weltall zu entweichen. Für ein Photon ist der Weg vom Kern bis zur Oberfläche eine sehr lange Reise. Hierfür benötigt das Photon einige hunderttausend Jahre, obwohl es sich mit Lichtgeschwindigkeit fortbewegt. Aufgrund der hohen Dichte im Kern und in der anschließenden Strahlungszone haben die Photonen nur wenig Raum, um sich frei zu bewegen. Das hat zur Folge, dass die Photonen auf ihrem Weg nach außen, ständig mit anderen Teilchen kollidieren und dabei in alle möglichen Richtungen gestreut werden.

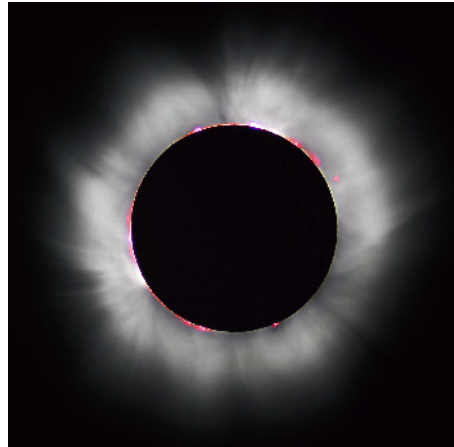
Haben die Photonen den oberen Rand der Strahlungszone erreicht, etwa 200.000 Kilometer unter der Sonnenoberfläche, treten sie in die sogenannte Konvektionszone ein. Hier ist die Temperatur schon auf etwa 2 Millionen Grad abgesunken. In dieser Zone steigt heißes Gas in Blasen nach oben, kühlt ab und sinkt wieder nach unten. Die Photonen werden jetzt im Eiltempo mit dem heißen Gasblasen an die Oberfläche transportiert. Die Oberfläche ist die 400 Kilometer dicke Photosphäre mit einer Durchschnittstemperatur von 5.500 Grad Celsius. Die Gasdichte ist hier so gering, dass die Photonen als Licht und Wärmestrahlung ungehindert die Sonne verlassen können.



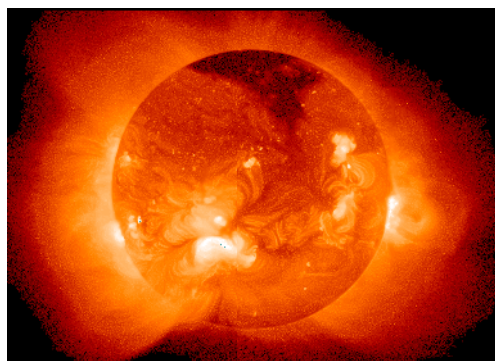
Die Photosphäre bildet die Oberfläche der Sonne. Aufgrund des Auf- und Absteigens des Gases in der Konvektionszone erscheint die Sonnenoberfläche marmoriert. Vergleichbar mit der Oberfläche von Wasser, das in einem Gefäß zum Kochen gebracht wird. Diese Struktur wird als Granulation bezeichnet. So wie im kochenden Wasser Blasen nach oben steigen und zerplatzen, sind es auf der Oberfläche der Sonne die Granule, die nach kurzer Zeit vergehen und durch neue ersetzt werden. Die Körner (Granule) haben einen Durchmesser von etwa 1000 Kilometern.



Oberhalb der Photosphäre befindet sich die 10.000 km dicke Chromosphäre. Aufgrund ihrer niedrigeren Dichte ist auch die Ausstrahlung wesentlich geringer als die der Photosphäre. Somit wird sie von der Photosphäre überstrahlt und wird nur bei einer totalen Sonnenfinsternis als rötlicher Saum sichtbar. In der untersten Schicht der Chromosphäre herrscht eine Temperatur von 4.500 Grad, die bis zur oberen Grenze auf über eine Million Grad ansteigt.

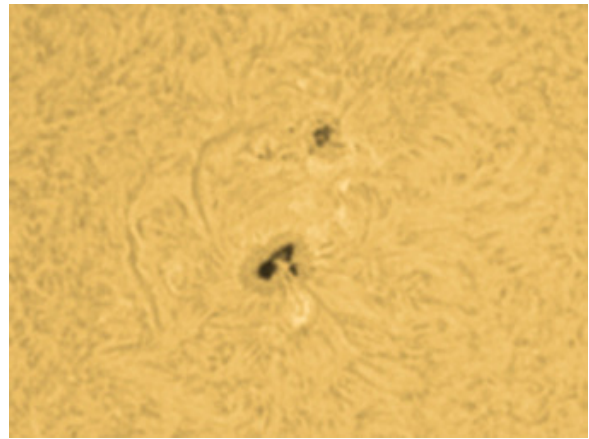
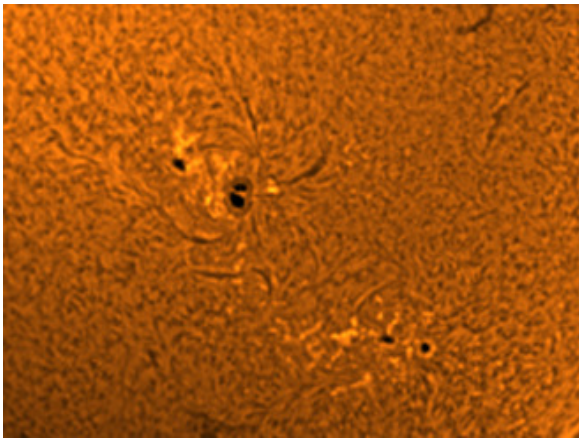


An der Chromosphäre schließt die Korona an. Sie ist die äußerste Schicht der Sonnenatmosphäre und reicht Millionen von Kilometern in das Weltall hinein. Die Sonnenatmosphäre setzt sich aus der Photosphäre (Lichtschicht), Chromosphäre (Farbschicht) und der Korona (Strahlenkranz) zusammen. Auch sie wird nur bei einer totalen Sonnenfinsternis sichtbar. Um die Korona auch außerhalb von Sonnenfinsternissen zu erforschen, werden Spezialteleskope (Koronographen) eingesetzt. Die Korona besteht aus einem sehr dünnen, aber extrem heißen Gas. Die Temperaturen erreichen Werte von einer bis drei Millionen Grad.



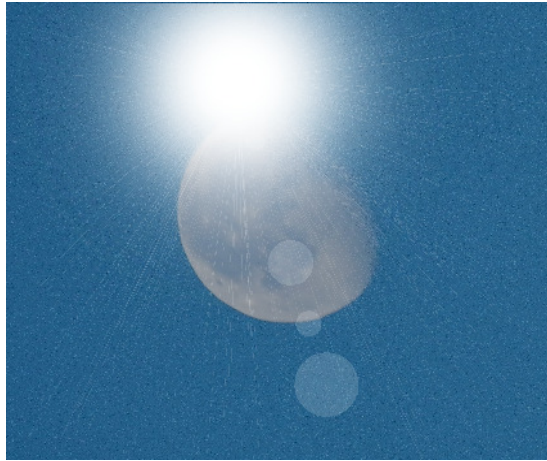
Ein allgemein bekanntes Phänomen auf der Sonnenoberfläche sind die Sonnenflecken. Diese sind schon mit einem einfachen Teleskop zu erkennen. Allerdings ist bei der Beobachtung der Sonne äußerste Vorsicht geboten. Der Blick durch einen Feldstecher oder ein Fernrohr auf die Sonne führt unweigerlich zu einer starken Augenschädigung, schlimmstenfalls zur sofortigen Erblindung. Insofern muss ein Teleskop mit einem speziellen Sonnenokular und/oder einem zusätzlichen Sonnenfilter ausgestattet sein. Die optimale Lösung ist ein eigens dafür hergestelltes Sonnenteleskop. Wir empfehlen allen Anfängern, die an der Sonnenbeobachtung interessiert sind, notwendige Informationen bei uns oder anderen Sternwarten einzuholen.

Sonnenflecken wurden erstmals 1610 von Galilei entdeckt und aufgezeichnet. Sie treten einzeln, paarweise und in Gruppen auf. Flecken können wochen- und auch monatelang bestehen. Fleckengruppen, aber auch einzelne Flecken, können Durchmesser von 1.000 bis 300.000 Kilometern haben. Ein großer Fleck besteht aus einem dunklen Kern und einem helleren Hof. Der Kern wird Umbra genannt, der Hof Penumbra. Aufzeichnungen und Beobachtungen über längere Zeiträume belegen, dass die Fleckentätigkeit der Sonne einem Zyklus von etwa 11 Jahren unterliegt.



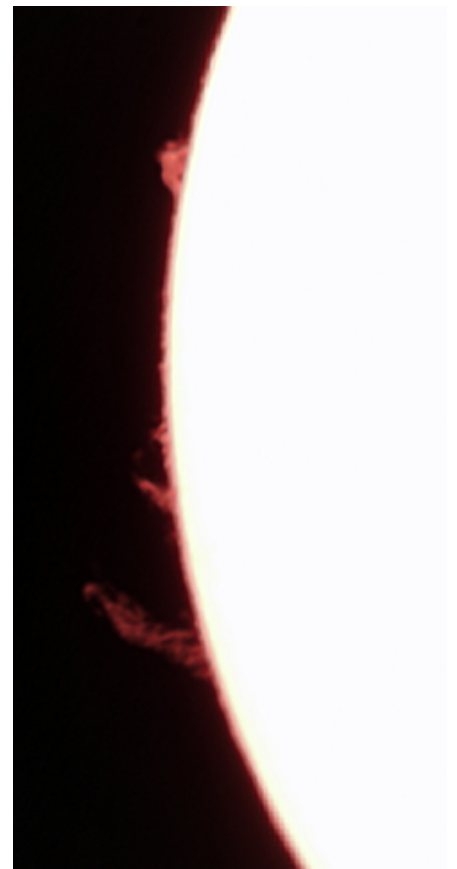
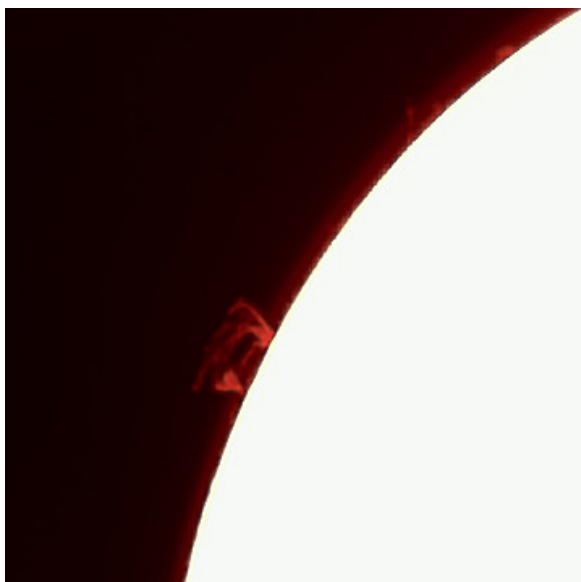
Schon die ersten Aufzeichnungen von Sonnenflecken belegen, dass diese sich scheinbar fortbewegen. Hieraus konnte der Rückschluss gezogen werden, dass die Sonne rotiert. Somit konnte auch die Rotationsdauer errechnet werden. Da die Sonne aber keine feste Oberfläche hat, rotiert sie unterschiedlich schnell. Für eine Umdrehung am Äquator benötigt sie 25 Tage, bei höheren Breiten 30 Tage. Die Astronomen sprechen hier von einer differentiellen Rotation. Anzumerken ist, dass die Bewegungen der Flecken nicht nur an die unterschiedliche Rotation der Sonne gebunden, sondern auch Eigenbewegungen unterworfen sind.

Die Temperatur der Sonnenflecken ist bis zu 2.000 Grad niedriger als das übrige brodelnde Gas auf der Sonnenoberfläche. Aus diesem Grund erscheinen sie als dunkle Flecken. Könnte man einen Sonnenfleck nur für sich betrachten, vor dem Hintergrund des dunklen Weltraums, würde dieser 100 Mal heller scheinen als der Vollmond.



Schon lange ist bekannt, dass Sonnenflecken Bereiche mit starken Magnetfeldern sind. Die starken Magnetfelder verhindern, dass das heiße Gas der Umgebung in das Innere eines Sonnenflecks eindringen kann. Somit kann das heißere Gas sich nicht mit dem kühleren vermischen und den Sonnenfleck aufheizen.

Sonnenflecken sind aber nicht die einzigen Erscheinungen auf der Sonne. Sonnenfackeln, Protuberanzen und Sonneneruptionen. Alle diese Ereignisse werden durch das Magnetfeld der Sonne verursacht.



Quelle Grafiken/Fotos: Max-Koch-Sternwarte Cuxhaven / www.wikipedia.de / ESA / NASA

Ersteller: Max-Koch-Sternwarte Cuxhaven (Sonnengruppe) // Aktualisiert: 08.01.2014