

Sonnenphysik

Ein Überblick

Bestandteile	75 % Wasserstoff, 24 % Helium, 1% Kohlenstoff, Sauerstoff, Spuren 63 anderer Elemente
Stellare Nukleosynthese	zu ca. 98,4 % Proton-Proton-Zyklus zu ca. 1,6 % CNO-Zyklus bzw. Bethe-Weizsäcker-Zyklus
Radius	696.000 km (ca. 109-facher Erdradius)
Rotation (360 °) Differenzielle Rotation	27 Tage (gemessen an der Strahlungszone) nach Tiefe: ca. 7 Tage im Kern, ca. 27 Tage in der Strahlungszone nach Breitengrad: ca. 25 Tage am Äquator, ca. 30 Tage an den Polen
Masse	1,99 Quadrilliarden Tonnen oder 332.946 Erdmassen
Mittlere Dichte	1,41 g/cm ³ (im Kern 150 g / cm ³)
Leuchtkraft:	3,85 x 10 ²⁶ W (an der Grenze zur Erdatmosphäre 1,367 kW / m ²)
Neigung Achse	7,25 °
Sonnenflecken-Zyklus	ca. 22-jährig; Maximum etwa alle 11 Jahre / Auftreten zw. 8 – 35 ° heliograf. Breite
Mittlere Entfernung	149,6 mio km (= 1 AE) oder 8 1/3 Lichtminuten zur Erde
Alter / Lebensdauer	ca. 4,5 mrd Jahre / ca. 10 mrd Jahre
Aufbau innen	
Kern Zentrum bis 0,25 Sonnenradien 15,7 mio K	Der Fusionsreaktor Sonne beherbergt ca. 50 % der Gesamtmasse in Form von Plasma (ionisiertes Gas aus freien Protonen und Elektronen), das magnetische Felder erzeugen und darauf reagieren kann. Hohe Temperaturen, Dichte und quantenmechanischer Tunneleffekt lassen Wasserstoffkerne mit großer Geschwindigkeit zusammenstoßen und ineinander verschmelzen. Dabei siegt die Starke Kernkraft über die abstoßend wirkende elektromagnetische Kraft. In 1 sec verwandeln sich 564 mio t Wasserstoff in 560 mio t Helium, die frei werdende Fusionsenergie gelangt vorwiegend in Form von Photonen nach außen.
Strahlungszone 0,25 bis 0,7 Sonnenradien 2,1 mio K	Niedrigere Temperaturen verhindern Kernfusion. Wegen ständiger Zerstreung durch die hohe Dichte und Zusammenstöße mit Elektronen (Folge: Absorptions- und Emissionsvorgänge) benötigen Photonen trotz Lichtgeschwindigkeit hundertausende Jahre, ehe sie den Weg an die Oberfläche finden (Strahlungsdiffusion). Mit jeder Kollision verlieren sie an Energie, die Wellenlänge nimmt zu, vom Kern kommende Gammastrahlung wird in Röntgenstrahlung umgesetzt.
Tachocline	Vermutlicher Sitz des Sonnendynamos. Magnetfeldlinien verwinden sich wegen der Breitengradbezogenen differenziellen Sonnenrotation (Äquator rotiert schneller als Pole).
Konvektionszone 0,7 Sonnenradien bis "Oberfläche" 2 mio K und weniger	Ionisierung überwiegend beendet, Protonen erhalten ihre Hüllenelektronen zurück. Dadurch frei gewordene kinetische Energie verursacht Wärmeströmungen ähnlich kochendem Wasser im Topf: heißes Gas steigt auf, kühlt ab, sinkt nach unten, erwärmt sich, steigt wieder auf, usw.

Aufbau Atmosphäre

Photosphäre 400 km 5.800 K	Die Konvektion bildet am oberen Rand aufsteigende, heiße helle Granulen mit absteigenden, kühleren dunkleren Rändern ("Griesbrei-Optik"). Die Strahlungsenergie nimmt ab, liegt vorwiegend im Wellenlängenbereich sichtbaren Lichts (ca. 375 – 800 nm). Photonen (Licht) verlassen die Sonne nun ungehindert und erreichen in 8 1/3 Lichtminuten die Erde. Auftreten von im Vergleich zur Umgebungstemperatur ca. 2.000 K kühleren, dunklen Sonnenflecken.
Chromosphäre 2.000 km 6.000 bis 100.000 K	Zellenähnliche Struktur endet zur Korona hin in zerfransten, grasbüschelähnlichen Spikulen aus heißem Plasma. Gemeinsam mit Filamenten, Plages und Protuberanzen im Ha-Licht gut sichtbar. Eine Million mal schwächere Leuchtkraft gegenüber der Photosphäre. Ansteigende Temperatur zur Korona hin.
Transition-Region ca. 100 km hoch 10.000 – 1 mio K	Übergang zwischen Chromosphäre und Korona mit variierendem, stark von der Sonnenaktivität abhängigem Temperaturverlauf.
Korona (3 Teile: L, K, F) 695.700 – 2 mio km 2 mio K	Extrem geringe Dichte. Ursache des drastischen Temperaturanstiegs (Erzeugung spezieller Röntgenstrahlung) noch nicht vollständig geklärt. Form ist von der Sonnenaktivität abhängig (Minimum: äquatorlastig; Maximum: rundum gleichmäßig verteilt). Bei Sonnenfinsternissen als Lichtkranz sichtbar.
Sonnenwind 22,5 mrd km	Ständiger von der Sonne ausgehender Teilchenstrom unterschiedlicher Intensität (Heliosphäre).