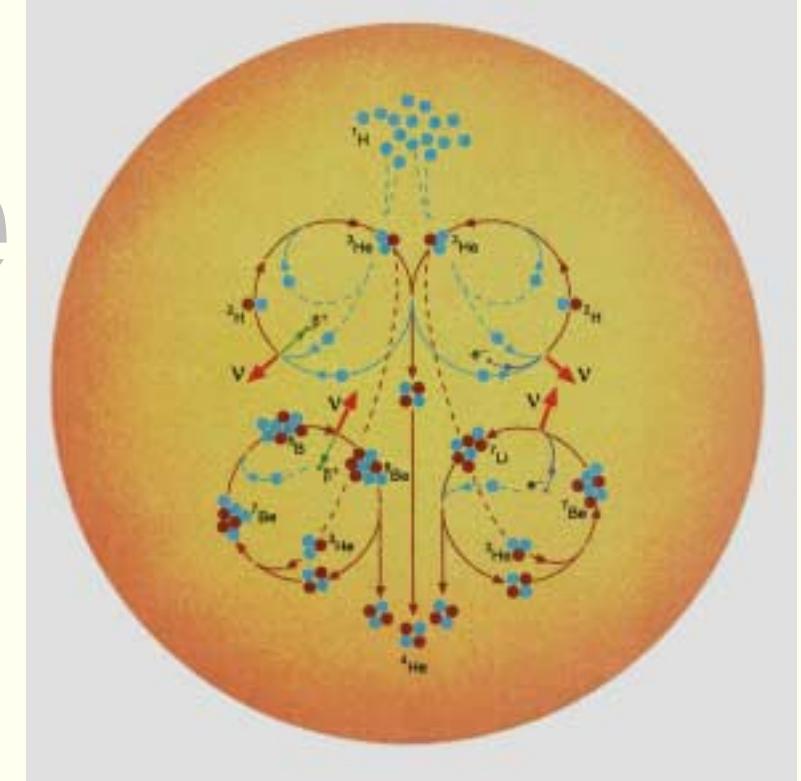


Burkhard Freudiger:

Die Sonne

Aufbau und Funktion

Eine kurze Einführung
im Rahmen des Programms
Sonnenneutrino-Astrophysik
der Reihe
Physik am Samstag Morgen



Max-Planck-Institut für Kernphysik

"Physik am Samstag Morgen" -
Burkhard Freudiger: "Die Sonne"

18. November 2000



Die Bedeutung der Sonne

- **Sonnenenergie** ist die Basis für alles Leben auf der Erde.

- Pflanzen betreiben Photosynthese.
Biomasse ist also gespeicherte Sonnenenergie.
- Fossile Brennstoffe wie Kohle und Erdöl sind aus Pflanzen entstanden.
- Pflanzen dienen Tieren und dem Menschen als Nahrung.
- Die Sonnenwärme ist der Motor des Wetters auf der Erde.

L i c h t

u n d

w ä r m e !

A b e r

w i e ?

- Woher kommt die Sonnenenergie?

- Wie ist die Sonne aufgebaut?
- Mit welchem **Brennstoff** funktioniert die Energieproduktion?
- Mit welchem **Prozeß** funktioniert die Energieproduktion?



Max-Planck-Institut für Kernphysik

"Physik am Samstag Morgen" -
Burkhard Freudiger: "Die Sonne"

18. November 2000

2



„... Sonne, Mond und Sterne ...“

● Die Sonne ist ein Stern.

- ◆ Die Sonne ist eine Gaskugel, hauptsächlich aus Wasserstoff und Helium.
- ◆ Die Sonne wird durch ihre eigene Schwerkraft zusammengedrückt.
Dadurch steigt die Temperatur so stark,
daß die Atomkerne miteinander verschmelzen können (Kernfusion ☰).
- ◆ Bei der Kernfusion wird die Energie freigesetzt,
die wir im Alltag als Sonnenlicht wahrnehmen.

● Planeten sind die großen Körper, die einen Stern umkreisen.

- ◆ Die Planeten sind wesentlich kleiner und leichter.
- ◆ Planeten können aus unterschiedlichen Materialien bestehen:
Metalle, Gesteine und Gase.
- ◆ Planeten leuchten nicht selbst, sie werden vom zentralen Stern angestrahlt.



Die Sonne von innen und außen

● Kern

- Nur im Zentrum der Sonne findet die Kernfusion ($\text{\textcircled{z}}$) von Wasserstoff statt.

● Strahlungszone

- Im größten Teil der Sonne wird die Energie durch Strahlung weitergeleitet.

● Konvektionszone

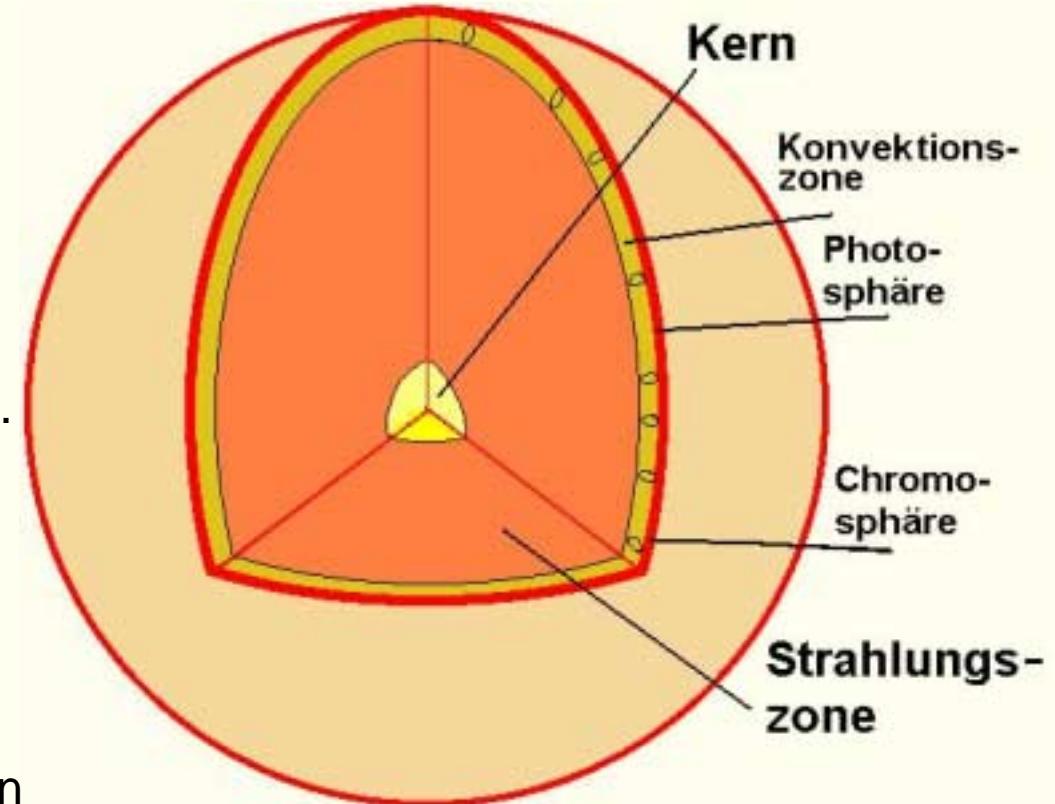
- Hier findet der Energietransport durch großräumige Umschichtung statt.

● Photosphäre, Chromosphäre

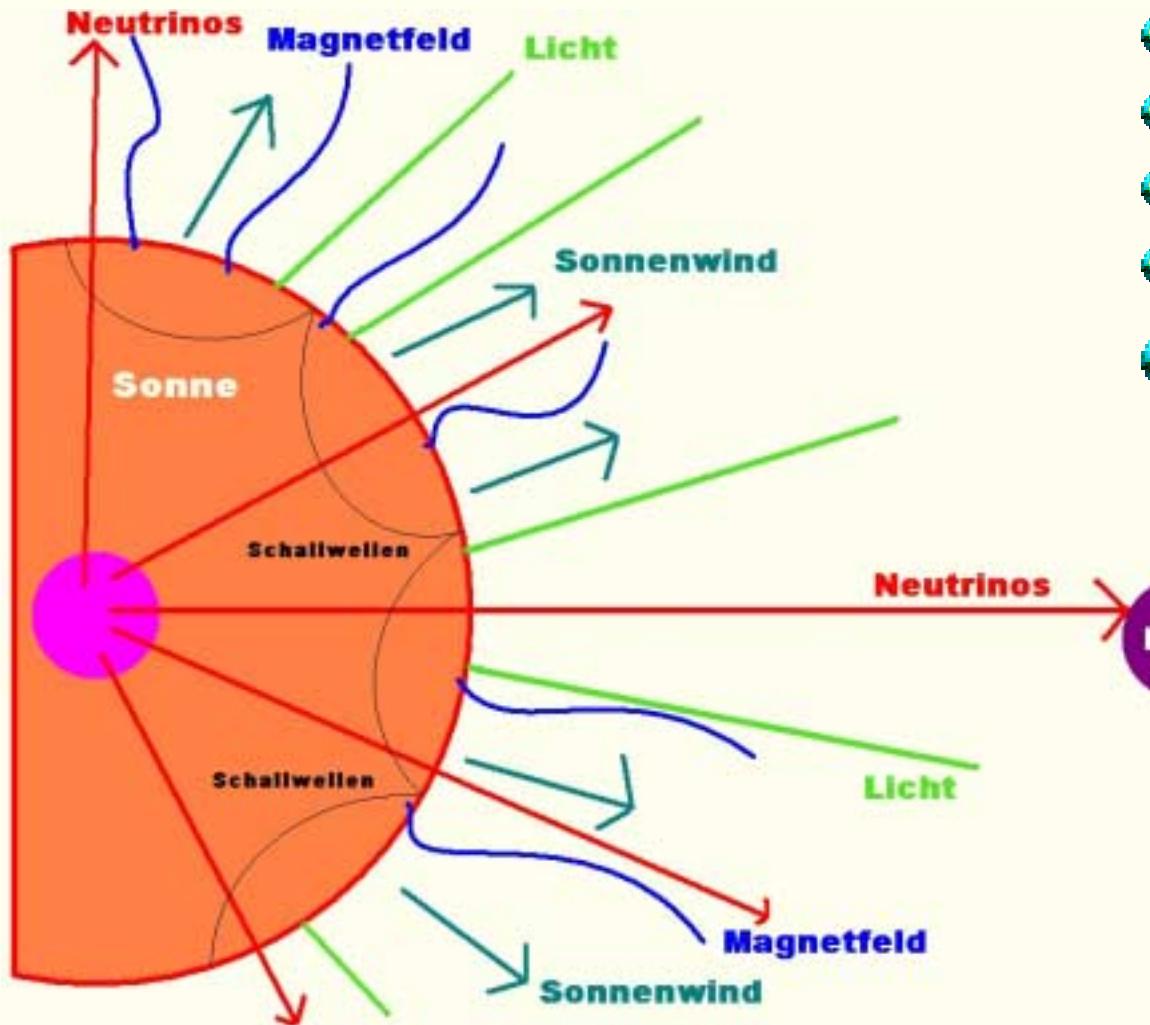
- Photosphäre und Chromosphäre bilden die Oberfläche der Sonne. Hier verlässt das Licht die Sonne.

● Corona

- Die Sonne ist komplett eingehüllt in eine unregelmäßige Wolke aus heißem ionisiertem Gas.



Welche Sprache spricht die Sonne?



- Elektromagnetische Wellen (Licht)
- Sonnenwind (Teilchen)
- Magnetfelder
- Schallwellen
- **Neutrinos (⌚)**
 - ⌚ Teilchen
 - ⌚ elektrisch neutral
 - ⌚ sehr kleine Masse oder möglicherweise masselos
 - ⌚ entstehen unmittelbar im Kern der Sonne
 - ⌚ verlassen die Sonne nahezu ungestört mit Lichtgeschwindigkeit



Max-Planck-Institut für Kernphysik

"Physik am Samstag Morgen" -
Burkhard Freudiger: "Die Sonne"

18. November 2000

5



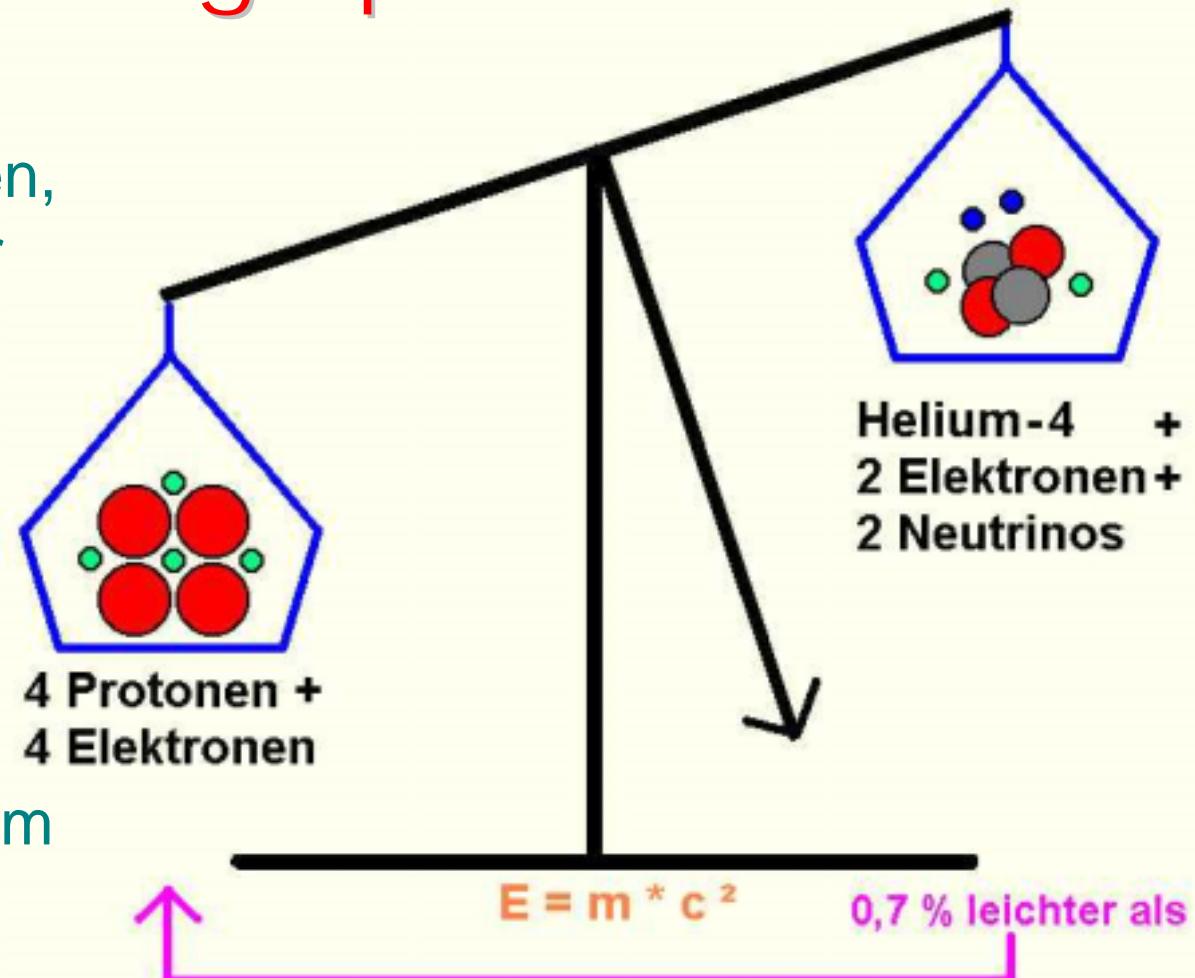
Kernfusion I: Energieproduktion

- Wenn zwei Atomkerne miteinander verschmelzen, ist der neue Kern leichter als die Summe der ursprünglichen Kerne.

- Dieser Massendefekt ist die **Bindungsenergie** zwischen den Bausteinen des neuen Kerns.

- Die freigesetzte Energie wird hauptsächlich in Form von elektromagnetischen Wellen abgestrahlt.

- Das ist das **Sonnenlicht**.

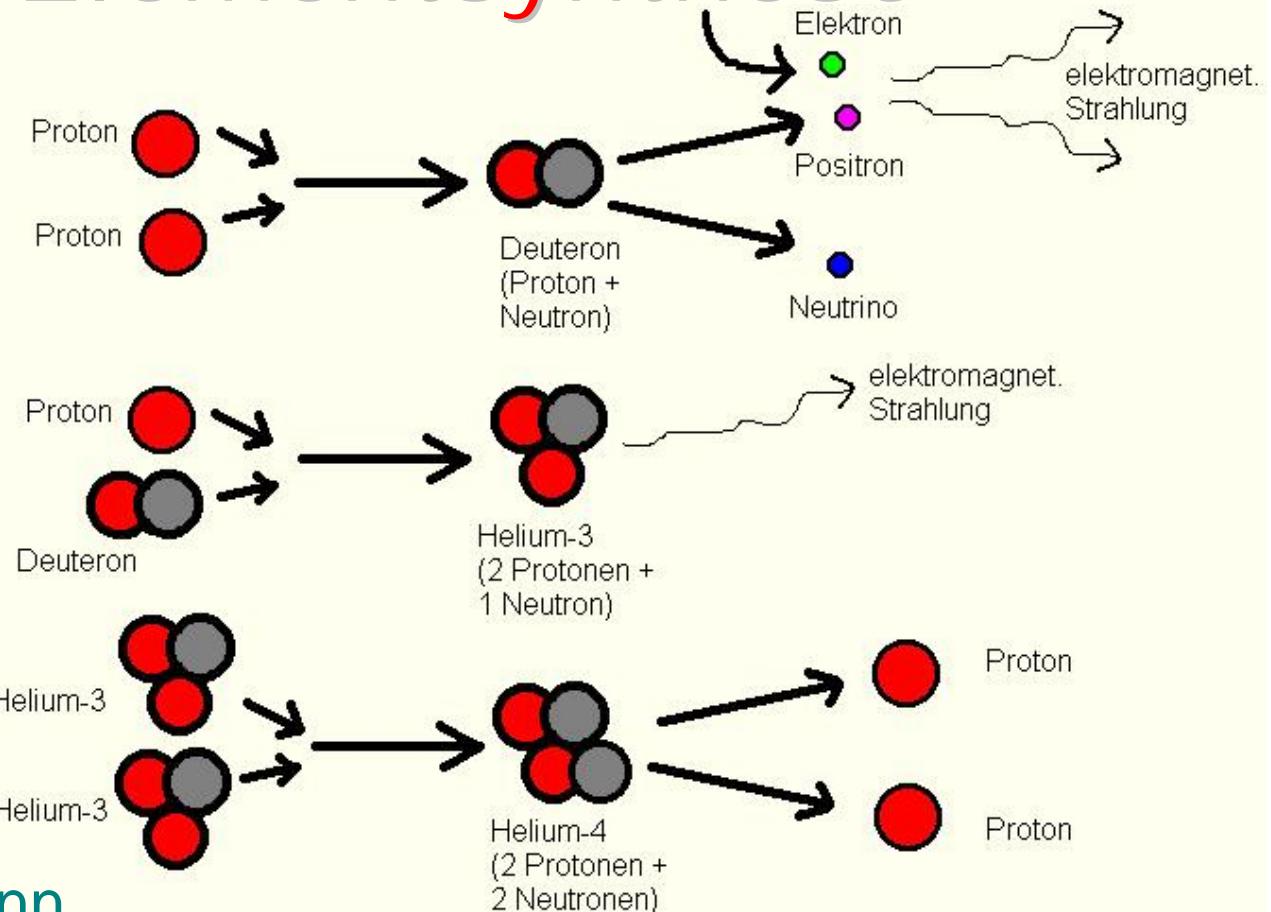


Kernfusion II: Elementsynthese

- 4 Protonen werden zu 1 Helium-Atomkern.

- Dabei wandeln sich zwei der Protonen zu Neutronen um.
- Gleichzeitig emittieren sie **Positronen** (Antiteilchen des Elektrons) und **Neutrinos** (\odot).

- In weiteren Schritten kann dieser Prozeß in einem Stern die Nuklide aller chemischen Elemente bis hin zum Eisen aufbauen.



Neutrinoproduktion in der Sonne

- Die verschiedenen Fusionsreaktionen in der Sonne lassen sich als **Reaktionskette** darstellen.
- An mehreren Stellen dieser Kette werden Neutrinos produziert.
 - Neutrinos sind der *einige direkte* Nachweis der Fusionsreaktion.
 - Diese Neutrinos unterscheiden sich in ihrer Energie.
 - Wir können Anzahl und Energie dieser Neutrinos mit Detektoren messen.

