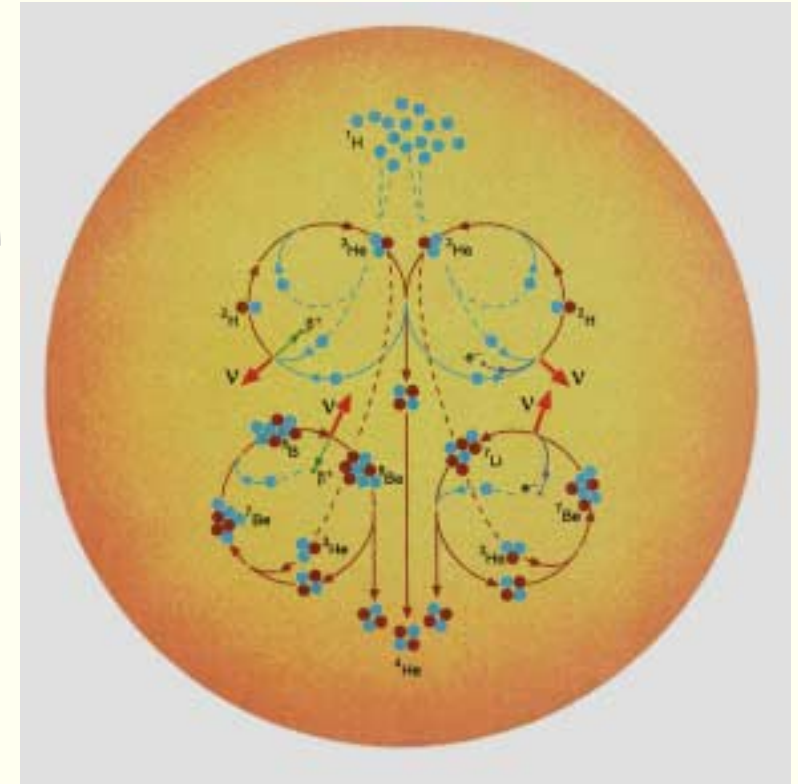


Burkhard Freudiger:

# 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

1



# 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.

**Licht**  
**und**  
**Wärme!**

**Aber**  
**wie?**

☉ **Woher kommt die Sonnenenergie?**

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



# „ ... 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 ( $\odot$ ) von Wasserstoff statt.

## Strahlungszone

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

## Konvektionszone

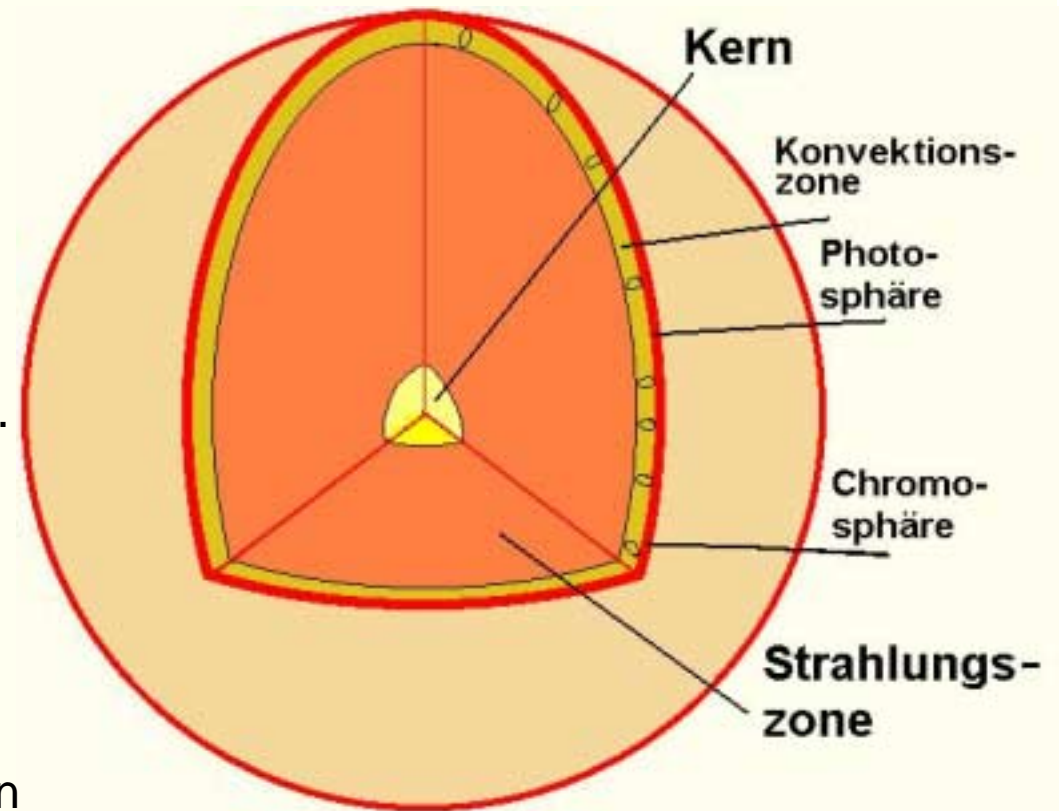
- Hier findet der Energietransport durch großräumige Umschichtung statt.

## Photosphäre, Chromosphäre

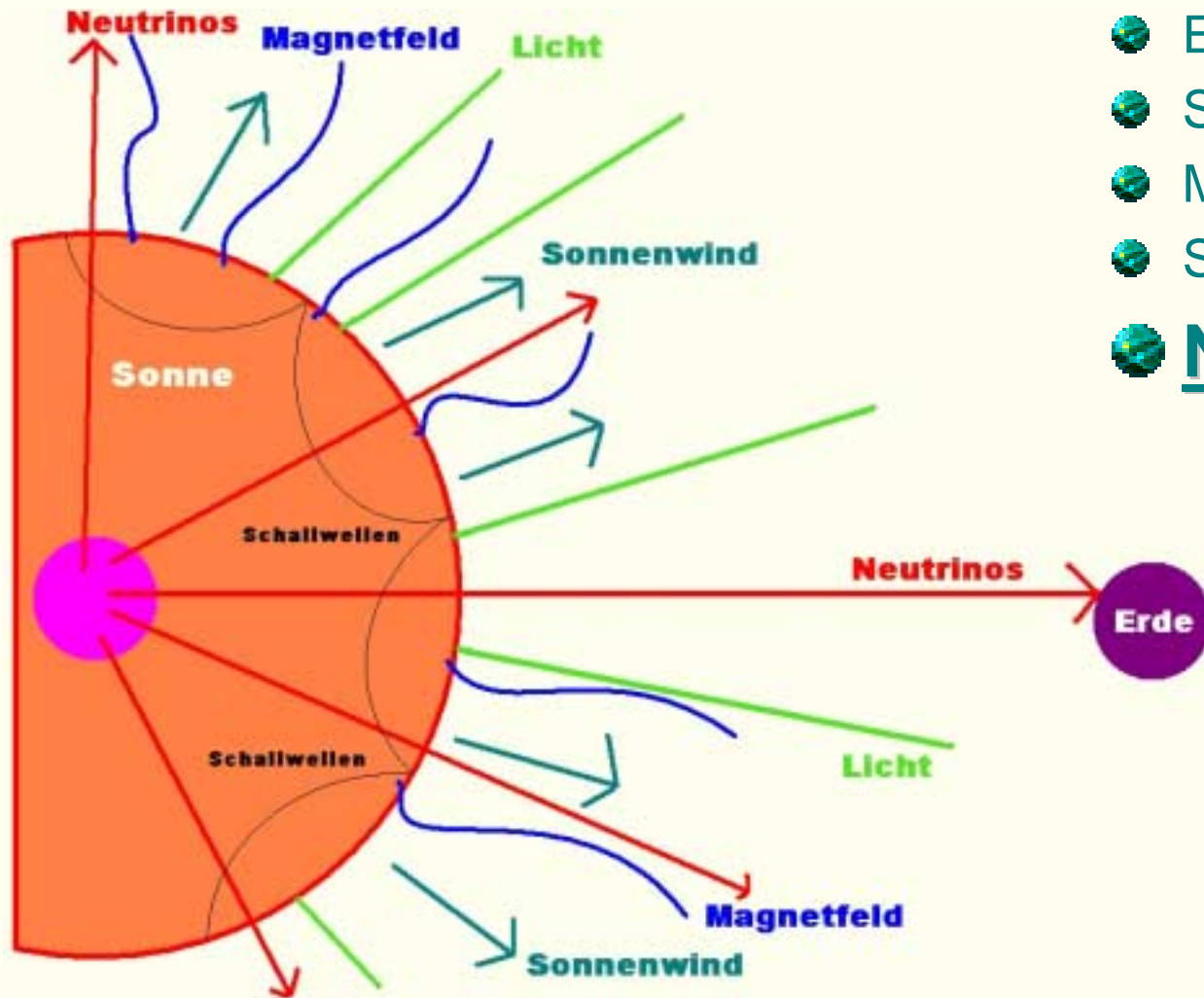
- Photosphäre und Chromosphäre bilden die Oberfläche der Sonne. Hier verläßt das Licht die Sonne.

## 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





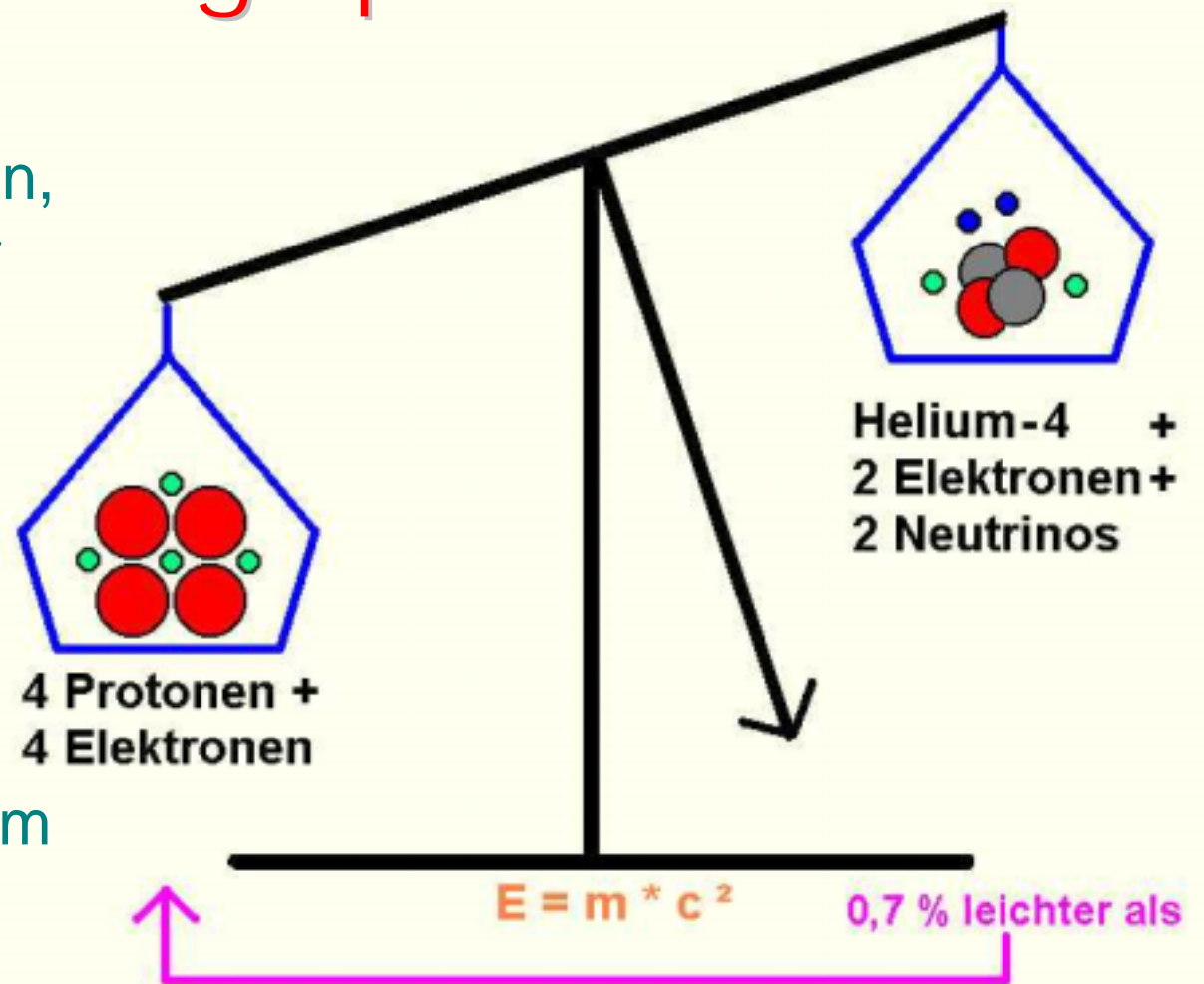
# Kernfusion I: Energieproduktion

- 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.

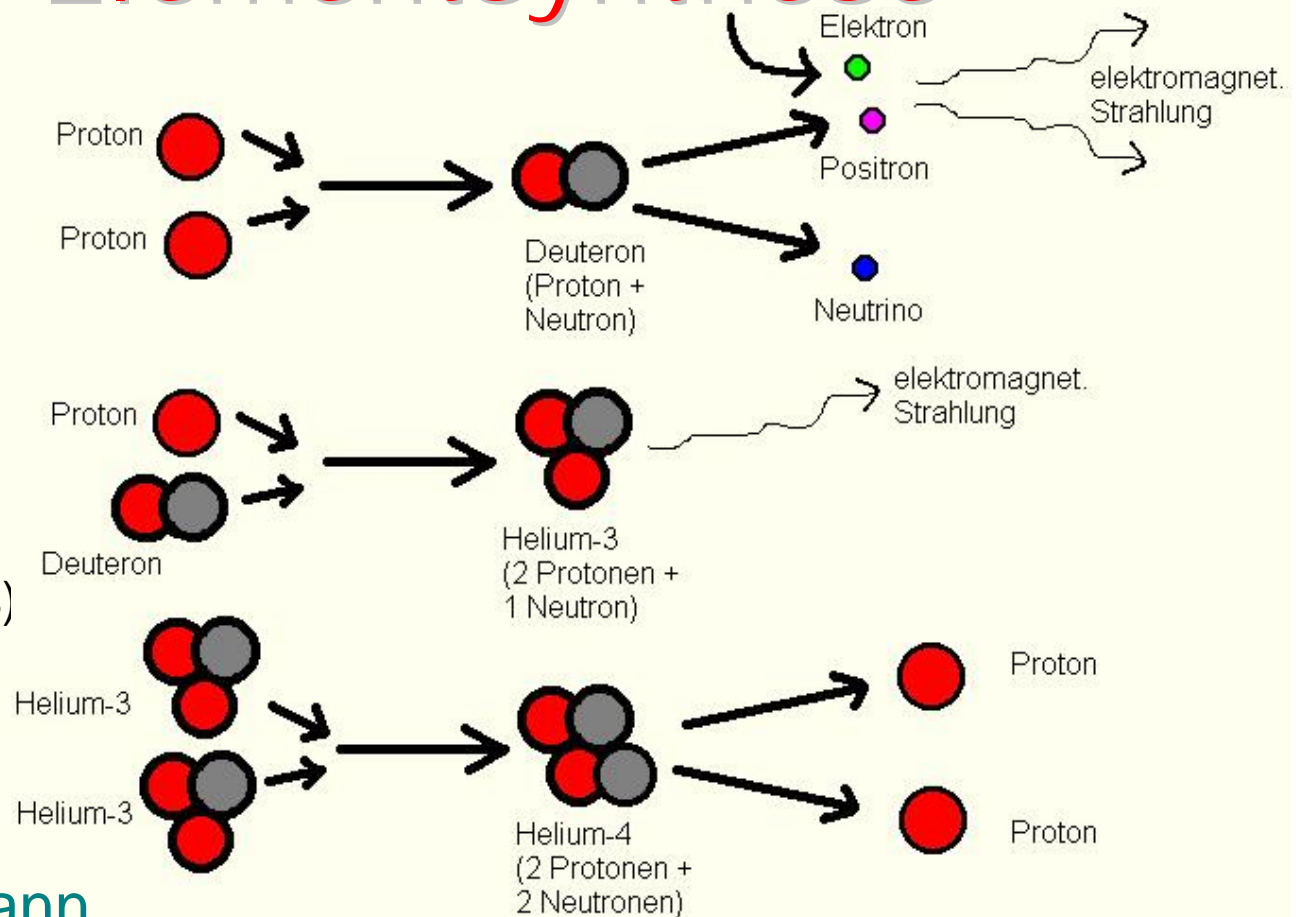
- Das ist das **Sonnenlicht**.



# 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** (☞).



- 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 *einzige direkte* Nachweis der Fusionsreaktion.
  - Diese Neutrinos unterscheiden sich in ihrer Energie.
  - Wir können Anzahl und Energie dieser Neutrinos mit Detektoren messen.

