

Geht ab wie eine Rakete: Unkonventionelle Raumfahrtantriebe

Sonnensegelstudie am JPL in Pasadena



Demonstration der Entfaltung eines 20x20m² Segels beim Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Köln.

Antimaterieantriebe

Antimaterie wurde 1928 von Dirac theoretisch vorhergesagt und 1933 erstmals in Form von Positronen (= Antielektronen) nachgewiesen. Sie ist das so zu sagen das Spiegelbild normaler Materie. Wenn sich ein Teilchen und sein zugehöriges Antiteilchen treffen, so zerfallen sie vollständig in Energie (+ evtl. Neutrinos). Diese Energie kann entweder spontan in Form von zwei Gammaquanten auftreten oder es treten zunächst Zwischenprodukte auf, die dann früher oder später ebenfalls in Gammaquanten zerfallen. Antimaterie kann daher nicht in einem materiellen Behälter aufbewahrt werden, sondern sie muß im Hochvakuum mit elektrischen und magnetischen Feldern gehalten werden. Bis jetzt ist die einzige Möglichkeit, Antimaterie herzustellen nur durch den Zusammenstoß von energiereichen Teilchen in Beschleunigerringen gegeben. Die Antiteilchen werden mit Magnetfeldern eingesammelt und in Speicherringen akkumuliert. Diese Art der Herstellung ist natürlich äußerst ineffizient, so könnte man zur Zeit nur ca. 8ng Antiprotonen pro Jahr herstellen.

Sonnensegel

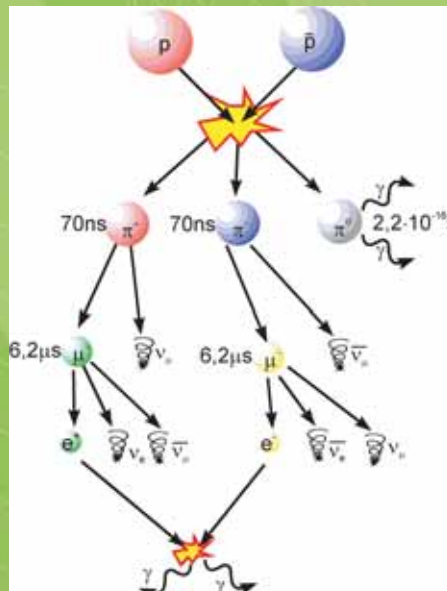
Sonnensegel nutzen den Lichtdruck zum Antrieb aus, indem sie wie große Spiegel das Licht der Sonne reflektieren. Dabei überträgt jedes Photon bei idealer Reflexion seinen doppelten Impuls auf das Segel. Der solare Strahlungsdruck auf Höhe der Erdumlaufbahn beträgt allerdings nur etwa $4,56 \cdot 10^{-6} \text{ N m}^{-2}$, daher müssen diese Segel extrem groß und dabei aber auch sehr leicht sein, da ein Sonnensegel mit einer Fläche von $1 \times 1 \text{ km}^2$ nur maximal 9 N Schub erzeugen würde. Dafür steht dieser Schub konstant und ohne Bedarf an Treibstoff zur Verfügung. Sonnensegel als Raumfahrtantrieb gehen auf den russischen Wissenschaftler Konstantin Ziolkowsky zurück, der 1921 erstmalig die Idee eines solchen Antriebs veröffentlichte.

Obwohl bisher noch kein Sonnensegel erfolgreich als Antrieb verwendet wurde, wurde von Russland 1999 der Satellit ZNAMYA erfolgreich dazu benutzt, Teile der Erdoberfläche künstlich auszuleuchten. Zur Zeit sind verschiedene Missionen in Vorbereitung. Die deutsche Firma Kayser Threde betreibt z.B. im Auftrag von ESA und DLR aktiv Entwicklungsarbeit für eine orbitale Demonstrationsmission im Jahr 2006.



ZNAMYA: Experiment zur Demonstration künstlicher Beleuchtung der Erdoberfläche vom All aus mit Hilfe von Sonnensegeln

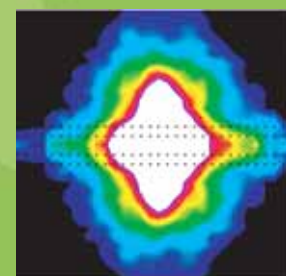
Eine Möglichkeit zur Schuberzeugung bietet die Zerstrahlung von Protonen und Antiprotonen. Hier entstehen energiereiche geladene Zerfallsprodukte aus verschiedenen Teilchen, die mit Hilfe von Magnetfeldern Weise für die Schuberzeugung herangezogen werden können.



Proton-Antiproton Zerfallsschema

Daten eines möglichen Triebwerkes:

- Brennkammerdurchmesser 2 m
- Brennkammerlänge 2 m
- Magnetfeld 5 - 50 Tesla
- Massendurchsatz 1000 kg/s H₂
- Antiprotonenverbrauch 0,58 mg/s
- Ausströmgeschwindigkeit 12 km/s
- Schub 1,21 Meganewton
- Engster Querschnitt der Düse 0,3 m²
- Entspannungsverhältnis 300
- Masse der Abschirmung 13000 kg
- Gesamtmasse mit Spulen 26000 kg



Temperaturen:

- <3000K
- 5000K
- 10000K
- >50000K

Numerische Simulation des Triebwerksplasmas

Hochschule:
Universität Stuttgart
Institut:
Institut für Raumfahrtsysteme (IRS)
Unter Leitung von:
Prof. Dr. rer. nat. Hans-Peter Röser
Kontakt:
www.irs.uni-stuttgart.de
Leitung Arbeitsgruppe Elektrische Raumfahrtantriebe und Plasmatechnologie:
Prof. Dr.-Ing. habil. Monika Auweter-Kurtz