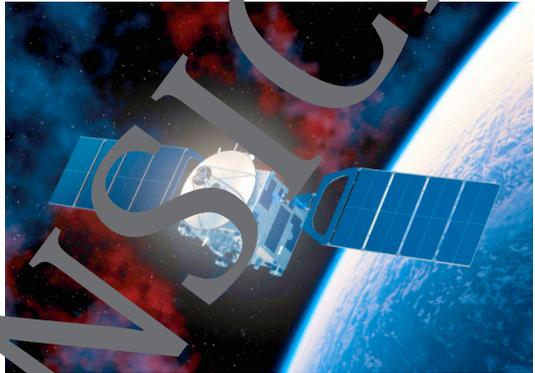


UNTERRICHTS MATERIALIEN

Physik Sek. II



Ionentriebwerke

Mit modernen Antrieben weit hinaus!

VORANSICHT

Impressum

RAABE UNTERRICHTS-MATERIALIEN Physik

Ausgabe 5/2018

Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und insbesondere für die elektronische oder sonstige Vervielfältigung, Übersetzung, Verbreitung und öffentliche Zugänglichmachung.

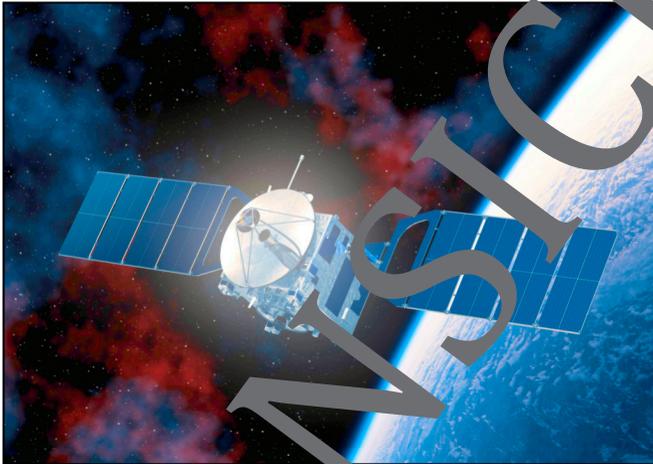
Für jedes Material wurden Fremdrechte recherchiert und angefragt. Sollten dennoch an einzelnen Materialien weitere Rechte bestehen, bitten wir um Benachrichtigung.

Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH
Ein Unternehmen der Klett Gruppe
Rotebühlstraße 77
70178 Stuttgart
Telefon +49 711 62900-0
Fax +49 711 62900-60
schule@raabe.de
www.raabe.de

Redaktion: Julia Klimme
Satz: Rösler MEDIA GmbH & Co. KG, Karlsruhe
Illustrationen: Alvana Timmer
Bildnachweis Titel: 3DScultpor/iStock/Getty Images Plus

Ionentriebwerke – Antriebe bei modernen Satelliten

Ein neues Raumfahrtzeitalter hat soeben begonnen. Große Betreiberfirmen von Kommunikationssatelliten können ihre geostationären Satelliten in kürzester Zeit auf eine andere Position bringen, um ein neues Empfangsgebiet abzudecken.



© 3DSculptor/Stock/Getty Images Plus

Abb. 1: Ein Satellit in der Umlaufbahn der Erde

Aber noch viel besser: Tief liegende kleine Satelliten können bisher unversorgte Regionen auf direktem Wege mit Internet versorgen. In naher Zukunft werden Satellitenstarts weitaus wiederverwendbarer Raketen kostengünstiger angeboten werden. Das wird die Zahl der Anwendungen von Satelliten erhöhen. Es wäre sogar denkbar, dass wir den Internetanschluss statt über Kabel direkt über einen Satelliten erhalten, so wie heute das Fernsehen.

Satelliten benötigen zur Bahnstabilisierung und zum Positionswechsel zuverlässige Triebwerke. Die Firma Airbus setzt für eine wichtige Satellitenfamilie standardmäßig Ionentriebwerke ein. Diese elektrischen Raketenantriebe wurden zwar bereits vor 50 Jahren entwickelt, praktische Einsätze erfolgten jedoch erst ab 1998. Die Stromversorgung kann heute problemlos durch Solarzellen realisiert werden.

Chemische Raketen liefern zwar eine relativ gute Beschleunigung, besitzen aber kein hohes Antriebsvermögen und lassen nur geringe Nutzlasten zu. Wir erkennen das an der Verwendung des Stufenprinzips. Ein Ziel der Raumfahrt ist es,

immer weiter und weiter entfernte Ziele zu erreichen. Das lässt sich aufgrund des hohen Treibstoffverbrauchs nicht mit ausschließlich chemischen Triebwerken erreichen. Bei der Mondrakete Saturn V machte der Treibstoff 92 % der Startmasse aus. Ionenraketen hingegen benötigen nur wenig Treibstoff und besitzen zudem ein hohes Antriebsvermögen. Dafür wiegt ihre Stromversorgung einiges, denn die geforderte elektrische Leistung liegt im Bereich von Kilowatt – das entspricht beispielsweise der Leistung von 4 E-Bikes. Verglichen mit chemischen Raketen sind Schubkraft, Leistung und Masse geringer. Wenn weder Schubkraft noch Leistung benötigt werden, wie bei interplanetarischen Missionen oder Steuermanövern, geht der Vergleich aufgrund der geringeren benötigten Treibstoffmasse und der hohen Treibstoffgeschwindigkeit zugunsten der elektrischen Antriebe aus.

Funktionsweise eines Ionentriebwerks

Generell werden positiv geladene Ionen mittels eines sehr starken elektrischen Feldes beschleunigt und als Stützstrahl ausgestoßen. Nach dem Rückstoßprinzip treibt das den Flugkörper an. Der übertragene Impuls berechnet sich wie bei jeder Rakete (vgl. Infokasten S. 7).

$$\frac{dm_{\text{Treibstoff}}}{dt} \cdot v_{\text{Treibstoff}} = p$$

Den Quotienten $\frac{dm_{\text{Treibstoff}}}{dt}$ bezeichnet man als Massendurchsatz und $v_{\text{Treibstoff}}$ ist

die Treibstoffgeschwindigkeit. Letztere ist generell ein Maß für die Güte des Antriebs und bei einem elektrischen Triebwerk deutlich höher als bei einer chemischen Rakete. Als Treibstoff wählt man leicht ionisierbare Atome, heute vorzugsweise Xenon, früher Quecksilber. Während chemische Raketen eine relativ kurze Brennschlussdauer haben – das ist die Zeit, bis der Treibstoff erschöpft ist – können die elektrostatischen Triebwerke recht lange Zeit arbeiten. Daher wären sie bei Missionen über große Entfernungen klar im Vorteil. Die relativ geringe Schubkraft spielt eine untergeordnete Rolle, wobei die Entwicklung augenblicklich sogar zu μN -Triebwerken (Mikro-Newton-Triebwerken) tendiert, also einem Downsizing.

Mehr Materialien für Ihren Unterricht mit RAAbits Online

Unterricht abwechslungsreicher, aktueller sowie nach Lehrplan gestalten – und dabei Zeit sparen.
Fertig ausgearbeitet für über 20 verschiedene Fächer, von der Grundschule bis zum Abitur: Mit RAAbits Online stehen redaktionell geprüfte, hochwertige Materialien zur Verfügung, die sofort einsetz- und editierbar sind.

- ✓ Zugriff auf bis zu **400 Unterrichtseinheiten** pro Fach
- ✓ Didaktisch-methodisch und **fachlich geprüfte Unterrichtseinheiten**
- ✓ Materialien als **PDF oder Word** herunterladen und individuell anpassen
- ✓ Interaktive und multimediale Lerneinheiten
- ✓ Fortlaufend **neues Material** zu aktuellen Themen



Testen Sie RAAbits Online
14 Tage lang kostenlos!

www.raabits.de

