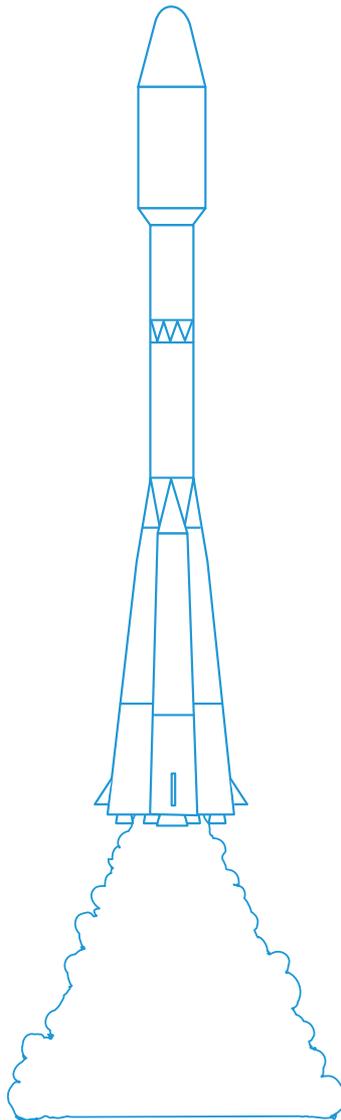


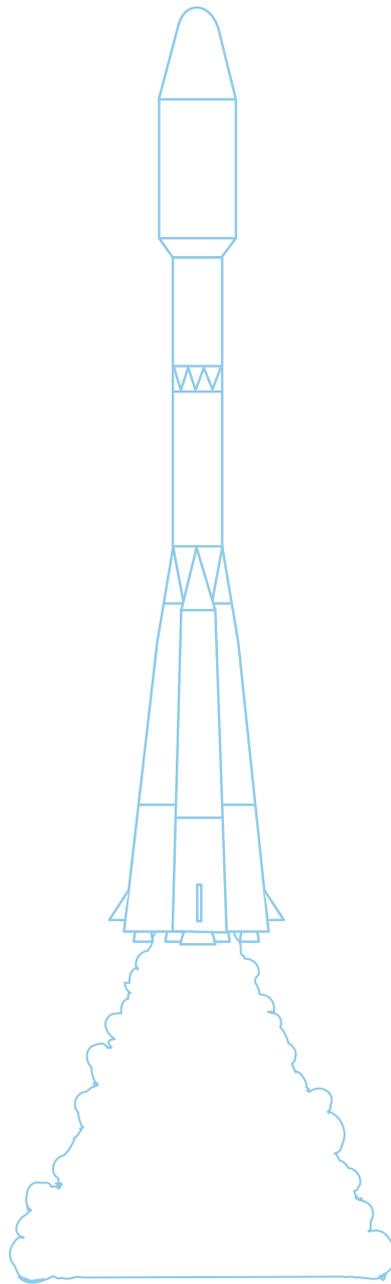
Chemie | C01b

teach with space

→ DIE MINI-FLASCHE MIT DEM ZISCH

Mit Raketen Verbrennungsreaktionen verstehen





Hintergrund

Seite 3

Aufgabe 1: Zündet eure Flasche an

Seite 4

Aufgabe 2: Untersuchung
der Verbrennungsreaktion

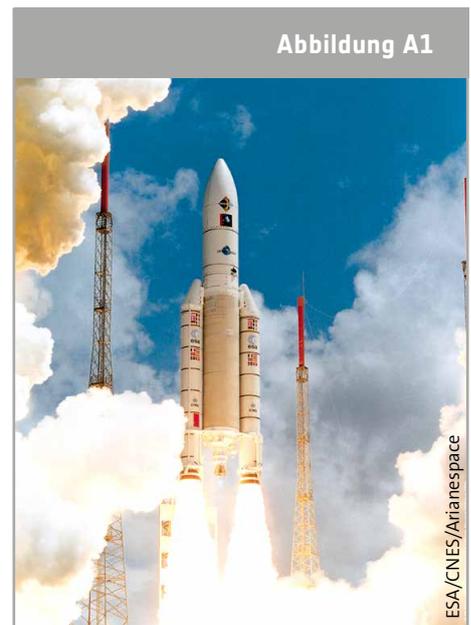
Seite 7

→ HINTERGRUND

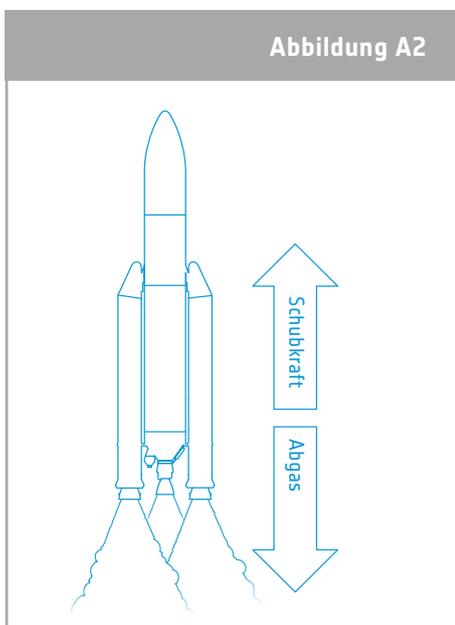
Die Verbrennung ist eine chemische Reaktion, bei der ein brennbares Material und ein Oxidator zusammen das Oxidationsprodukt bilden. Dies bedeutet üblicherweise, dass ein Treibstoff unter Zufuhr von Sauerstoff zu Kohlendioxid und Wasser verbrannt wird. In modernen Fahrzeugen auf der Erde, wie auch in Raketen, besteht der Treibstoff oft aus Kohlenwasserstoffverbindungen. Die Verbrennung ist eine exotherme Reaktion, die Energie in Form von Wärme und/oder Licht erzeugt, wie in Abbildung A1 gezeigt.

Bei einem chemischen Raketentriebwerk werden die Treibstoffe (Treibstoff und Oxidator) gemischt und in einer Brennkammer verbrannt. Die Verbrennung erzeugt heiße Gase, die durch die Schubdüsen des Triebwerks aus der Raketenrückseite herausgedrückt werden. Dies ist eine Aktionskraft. Die Gase üben eine gleich große und entgegengerichtete Kraft auf die Rakete aus.

Diese heißt Reaktions- oder Schubkraft. Die Reaktion hebt die Rakete vom Boden empor (Abbildung A2). Je schwerer die Rakete ist, desto mehr Schubkraft ist zu ihrem Start erforderlich. Die Verbrennungsreaktion muss sehr rasch ablaufen, um kontinuierlich ausreichend Schubkraft zu erzeugen, die der Schwerkraft der Erde entgegenwirkt.



↑ Die Ariane-5-Rakete hebt in Kourou, Französisch-Guyana ab



↑ Die Schubkraft ist die Antriebskraft eines Raketentriebwerks. Es ist eine Reaktionskraft, die auf dem Dritten Newton'schen Gesetz beruht.

Der Treibstoff und der Oxidator werden normalerweise als Flüssig- oder Feststoff gespeichert. Eine übliche Kombination von Treibstoff und Oxidator für den Raketenantrieb ist Flüssigwasserstoff und Flüssigsauerstoff. Bei ihrer Verbrennung entsteht umweltfreundlicher Wasserdampf. Beide Substanzen treten normalerweise bei Raumtemperatur als Gase auf und müssen deshalb auf sehr niedrige Temperaturen (Tieftemperatur) gekühlt werden, damit sie in Raketentriebwerken benutzt werden können. Bei einer Flüssigtreibstoff-Rakete werden der Treibstoff und der Oxidator in getrennten Tanks gespeichert und durch ein System von Röhren, Ventilen und Turbopumpen zu einer Brennkammer geführt, wo sie gemischt und verbrannt werden, um heiße Gase zu erzeugen, die die Schubkraft bewirken. Flüssigtreibstoff-Raketentriebwerke lassen sich jederzeit starten und abschalten. Bei einer Festtreibstoff-Rakete werden der Treibstoff und der Oxidator als feines Pulver gemischt und dann zu einem festen „Kuchen“ gepresst. Nach dessen Zündung setzt sich die Verbrennung fort, bis er aufgebraucht ist.

→ AUFGABE 1: ZÜNDET EURE FLASCHE AN

Bei diesem Versuch führt ihr eine „kontrollierte“ Explosion durch Verbrennen eines Gemischs aus Alkohol und Luft durch. Dadurch könnt ihr eine Flamme beobachten, die aus dem Flaschenhals „zischt“, womit simuliert wird, was bei einem Raketenstart passiert.

Beim Verbrennen eines Gemischs aus Luft und Alkohol beobachtet ihr eine Verbrennung – eine chemische Reaktion, bei der eine Substanz rasch mit Sauerstoff reagiert. Die Original-Substanz heißt Treibstoff, und die Sauerstoffquelle heißt Oxidator.

Bei Raketentriebwerken kommt es auch zu kontrollierten Explosionen. Bei chemischen Raketen ist die Explosion das Ergebnis der Verbrennung von Treibstoffen – so heißen die Chemikalien, die reagieren, um die heißen Gase zu erzeugen, die die Rakete antreiben.

Versuchsmaterial

(für eine Mini-Flasche mit dem Zisch)

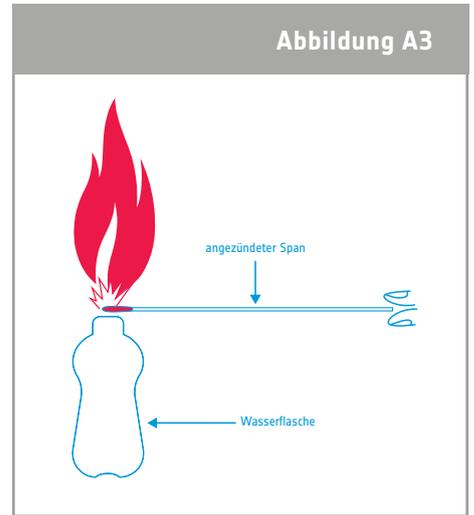
- 1 kleine Plastikflasche (250 – 330 ml), mit Verschluss
- 1 ml eines alkoholischen Brennstoffs
- Schutzbrille für jeden Schüler
- 1 Paar Schutzhandschuhe und lange Streichhölzer (nur von eurem Lehrer zu verwenden)
- Hitzebeständige Matten

Sicherheit und Gesundheitsschutz

- Alkohol ist leicht entzündlich. Benutzt ihn nicht in der Nähe von offenem Feuer.
- Achtet darauf, dass entzündliche Chemikalien einschließlich aller Alkohole in Behältern mit Verschlussstopfen aufbewahrt werden, wenn sie nicht gebraucht werden.
- Die Schutzbrille muss jederzeit getragen werden.
- Prüft, dass die Flaschen nicht beschädigt sind und nicht spröde zu sein scheinen. Bei Vorhandensein von Rissen benutzt eine andere Flasche.
- Tragt stets Handschuhe beim Anzünden der Flaschen. Beugt euch nicht über das obere Teil der Flasche.
- Haltet die allgemeinen Maßnahmen zur Sicherheitskontrolle in dem Labor ein.

Übung

1. Setzt eure Schutzbrille auf.
2. Nehmt den Verschluss von der Wasserflasche ab und achtet darauf, dass die Flasche völlig leer ist.
3. Gebt 1 ml Brennstoff in die Flasche.
4. Setzt den Verschluss wieder auf und schüttelt die Flasche gut. Dadurch verdunstet der Alkohol.
5. Bleibt am Flaschenboden Brennstoff zurück, gießt ihn an einem sicheren Ort aus und setzt den Verschluss wieder auf.
6. Stellt die Flasche auf den Tisch auf eine hitzebeständige Matte und wartet auf euren Lehrer. Haltet euren Tisch stets sauber.
7. Wenn der Lehrer da ist, nehmt den Deckel ab, tretet zurück, und schaut zu, wie euer Lehrer die Flaschenöffnung anzündet (Abbildung A3).
8. Beobachtet, was passiert. Beobachtet auch, was passiert, wenn die Flaschen der anderen Schüler angezündet werden.



↑ Anzünden der Mini-Flasche mit dem Zisch.

Diskussion

1. Erläutert, warum eurer Meinung zunächst der Alkohol verdunsten muss.

2. Beschreibt, was ihr am Ende des Versuchs in der Flasche seht.

3. Gebt an, welche Substanz das eurer Meinung nach ist. Erläutert, wie ihr diese Substanz untersuchen würdet, ohne etwas zu schmecken oder zu riechen.

4. Schreibt eine Gleichung in Worten für diese Reaktion.

5. Gebt an, ob diese Reaktion exotherm oder endotherm ist. Begründet eure Antwort.

6. Ermittelt den Begrenzungsfaktor bei dieser Reaktion.

7. Erläutert, weshalb ihr diesen Versuch nicht unmittelbar nach dessen Beendigung wiederholen könnt.

8. Erläutert, wie ihr die Verbrennung steuern oder anhalten könntet.

9. Ihr könnt dazu dieses Aufgabenblatt, das Internet oder euer eigenes Wissen zu Hilfe nehmen.

Schon gewusst?

Bei einem chemischen Raketentriebwerk werden der Treibstoff und der Oxidator gemischt und verbrennen in einer Brennkammer. Eine übliche Kombination aus Treibstoff und Oxidator ist Flüssigwasserstoff und Flüssigsauerstoff. Bei ihrer Verbrennung entsteht umweltfreundlicher Wasserdampf. Beide Substanzen treten normalerweise bei Raumtemperatur als Gase auf und müssen deshalb auf sehr niedrige Temperaturen (Tiefemperatur) gekühlt werden, damit sie in Raketentriebwerken zum Einsatz kommen. Dies sind die Treibstoffe, die in der Haupt-Tiefemperaturkern-Stufe der Ariane-5-Raketenstartrampe zum Einsatz kommen. Ariane 5 verfügt auch über zwei Festtreibstoff-Hilfsraketen. Bei diesen Triebwerken werden Treibstoff und das Oxidationsmittel als feines Pulver miteinander gemischt und dann zu einem festen „Kuchen“ gepresst. Dabei ist Aluminiumpulver der Treibstoff und Ammoniumperchlorat der Oxidator.



→ AUFGABE 2: UNTERSUCHUNG DER VERBRENNUNGSREAKTION

Zum Starten von Satelliten oder Astronauten in den Weltraum müssen Raketen Treibstoff verbrennen, um an Schubkraft zu gewinnen; dies kann durch eine Verbrennungsreaktion erfolgen. Bei Aufgabe 1 fand die Verbrennung von Alkohol in einer Rakete statt, die durch eine Wasserflasche dargestellt wurde. Die nachstehenden Fragen beziehen sich auf die vollständige Verbrennungsreaktion von Ethanol, zunächst mit 1 ml Ethanol. Nehmt an, dass der Brennstoff bei der Reaktion völlig aufgebraucht wird und $\rho(\text{Ethanol}) = 0,789 \text{ g/ml}$.

[Relative Atommassen: C = 12; H = 1,01; O = 16]

1. Erläutert, warum eurer Meinung zunächst der Alkohol verdunsten muss.

Reaktionspartner:

Produkte:

2. Schreibt eine ausgeglichene Formelgleichung für diese Reaktion.

3. Schreibt die bei dieser Reaktion verwendete Masse an Ethanol auf.

4. Berechnet, wie viele Mole jedes der Reaktionspartner und der Produkte an diesem Prozess beteiligt sind. Ihr benötigt das Internet oder ein Lehrbuch, um die Werte für die Molmasse zu finden.

Berechnung:

5. Berechnet die Massen jedes der Reaktionspartner und der Produkte.

Berechnung:

6. Ist die Gesamtmasse der Reaktionspartner und Produkte gleich? Erläutert eure Antwort.

7. Erläutert bei der Realversion dieses Versuchs, ob die Gesamtmasse der Produkte dieselbe wäre wie der Wert, den ihr in Frage 6 gefunden habt.

teach with space – **Die Mini-Flasche mit dem Zisch | C01b**
www.esa.int/education

**Das ESA Education Office (ESA-Bildungsbüro) freut sich über Rückmeldungen
und Kommentare**

teachers@esa.int

**Entwicklung des Konzepts für die ESA durch die National Space Academy
(NSA, Vereinigtes Königreich)**

Eine Produktion von ESA Education
Copyright 2017 © European Space Agency