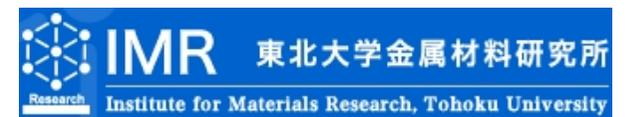
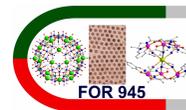


# Warum fliegen Raketen?

Jürgen Schnack

Fakultät für Physik – Universität Bielefeld  
<http://obelix.physik.uni-bielefeld.de/~schnack/>

Kinderuni, 8. März 2013



# Physiker I

Ich bin Physiker.

# Physiker II



## Physiker III

Physiker untersuchen die  
grundlegenden Kräfte der Natur  
und fragen sich, was man damit  
machen kann.

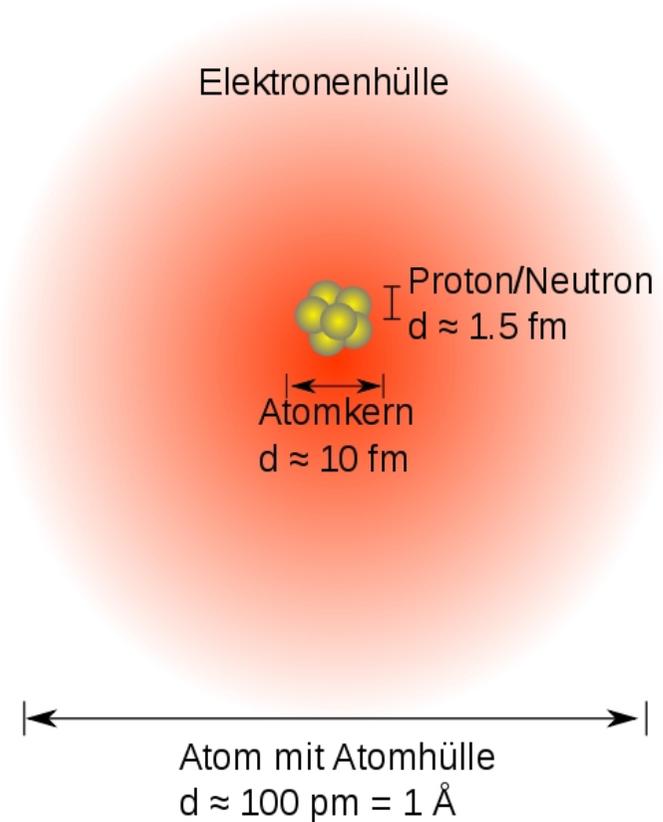
# Physiker IV



## 1. Die Gravitation (Schwerkraft)

- Alle Massen ziehen sich an.
- Die Erde zieht uns an; wir fallen nicht herunter (auch nicht in Australien).
- Galileo Galilei (1564 - 1642) hat die Auswirkungen der Schwerkraft in Fallexperimenten untersucht.
- Sterne und Planeten bleiben durch die Gravitation beieinander und bewegen sich umeinander.

# Physiker V



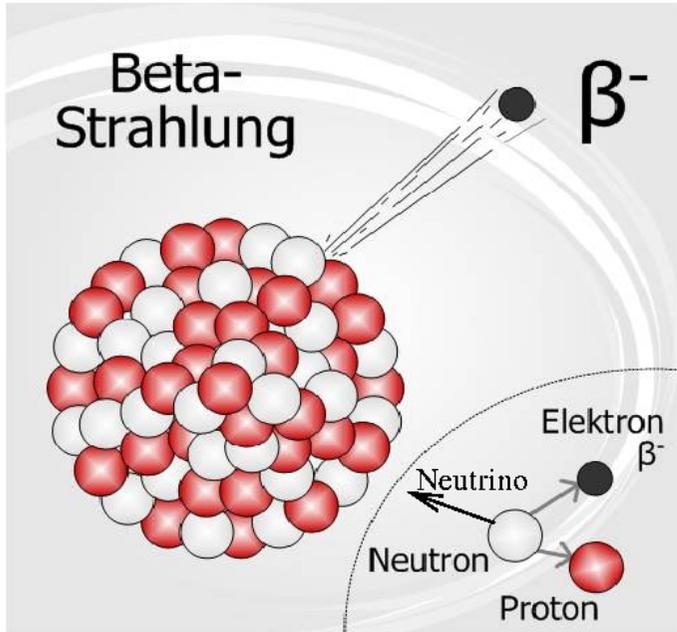
## 2. Die starke Kraft

- Die starke Kraft hält die Atomkerne zusammen.
- Sie ist die stärkste Kraft, aber wir können sie nicht spüren, da sie nicht über den Atomkern hinausreicht!

(aus wikipedia.de)

# Physiker VI

## 3. Die schwache Kraft



(aus wikipedia.de)

- Die schwache Kraft lässt manche Atomkerne zerfallen.
- Der radioaktive  $\beta$ -Zerfall wird durch die schwache Kraft verursacht.
- Auch die schwache Kraft können wir nicht spüren.

# Physiker VII

## 4. Die elektromagnetische Kraft



(aus wikipedia.de)

- Die elektromagnetische Kraft wirkt auf elektrische Ladungen.
- Sie ist für den elektrischen Strom (Elektronen im Draht) verantwortlich.
- Die elektromagnetische Kraft macht auch das Licht und die Radiowellen und den Blitz.
- Die elektromagnetische Kraft ist auch für chemische Reaktionen wie das Verbrennen von Raketentreibstoff verantwortlich.

# Heute:

# Warum fliegen Raketen?

# Film: Start des Space Shuttle



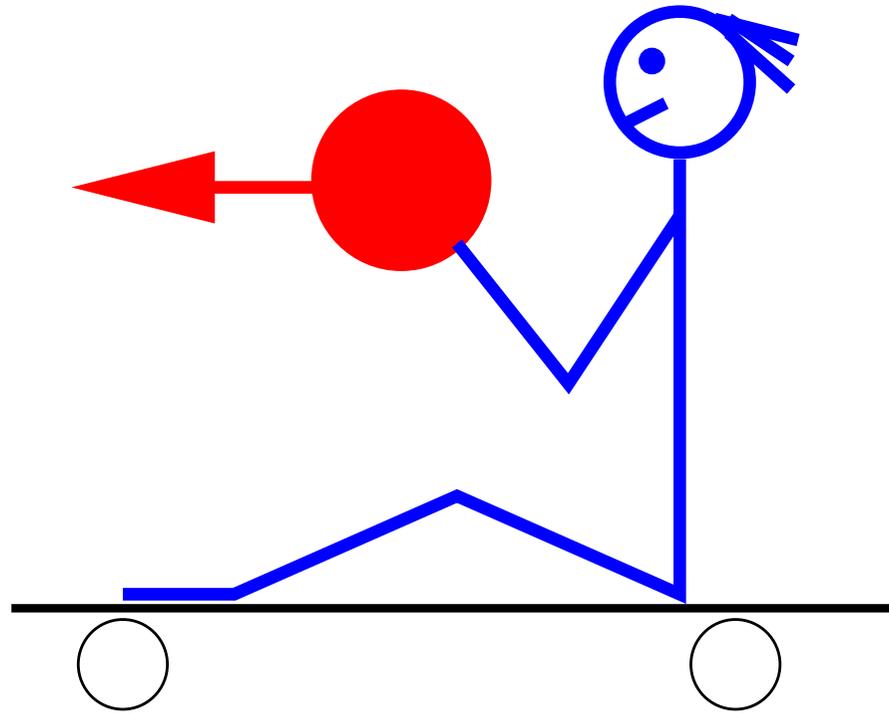
## Film: Start des Space Shuttle



Warum fliegt die Rakete?

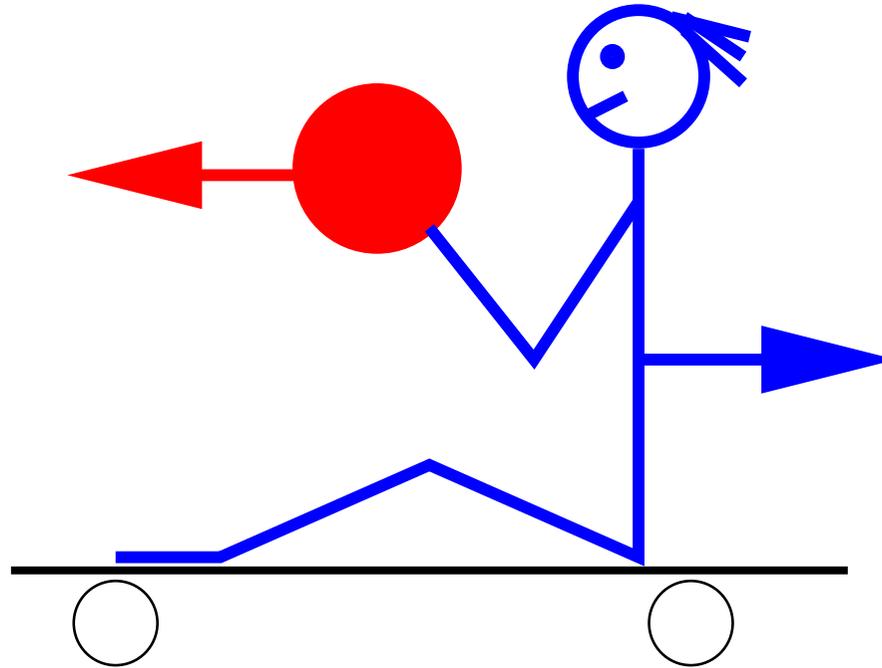
Was treibt sie an?

# Experiment 1



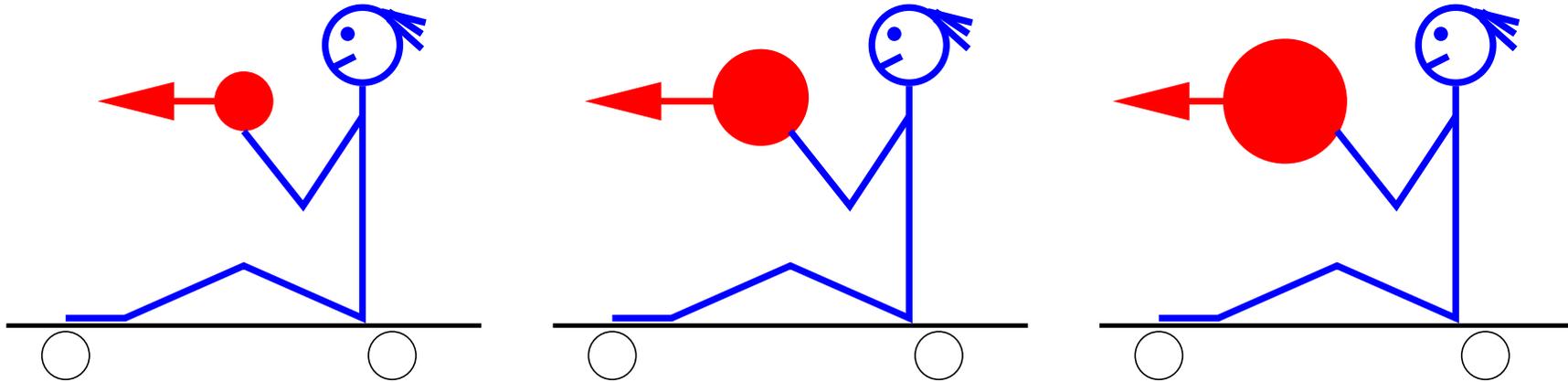
Was passiert?

# Experiment 1



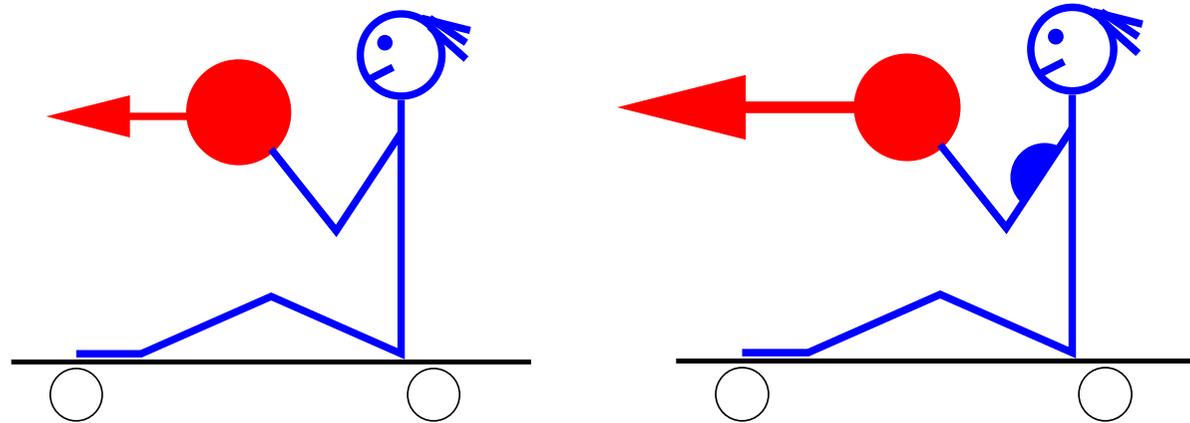
Der Fahrer erfährt einen Rückstoß!

## Experiment 2



Was ist der Unterschied?

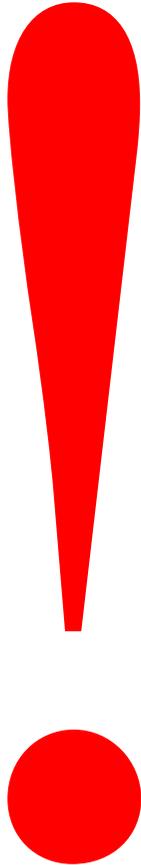
## Experiment 3



Was ist der Unterschied?

(Gibt es hier jemanden, der ganz stark ist?)

# 1. Zusammenfassung



- Wenn man etwas wegstößt, zum Beispiel einen Medizinball, erfährt man einen Rückstoß.
- Der Rückstoß ist größer, wenn die weggestoßenen Masse größer ist.
- Der Rückstoß ist größer, wenn die weggestoßenen Masse schneller weggestoßen wird.
- Genauso ist das bei Raketen. Raketen erfahren eine Rückstoß durch die ausgestoßenen Gase.

**Wir machen uns eine Theorie!**

**Mehr Schmackes**  
**=**  
**mehr Rückstoß!**

(Hier wird nicht gelacht! Das ist eine seriöse Theorie!)

**Wir machen uns eine Theorie!**

**Geht es genauer?**

**Wir machen uns eine Theorie!**

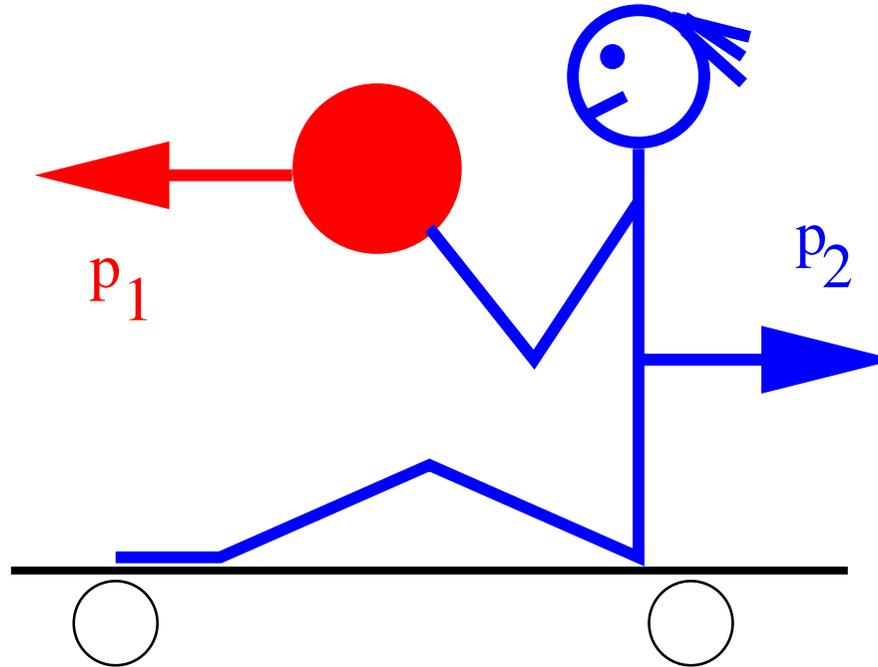
Schmackes heißt in der Physik

Impuls

$$p = m \cdot v$$

Impuls = Masse mal Geschwindigkeit

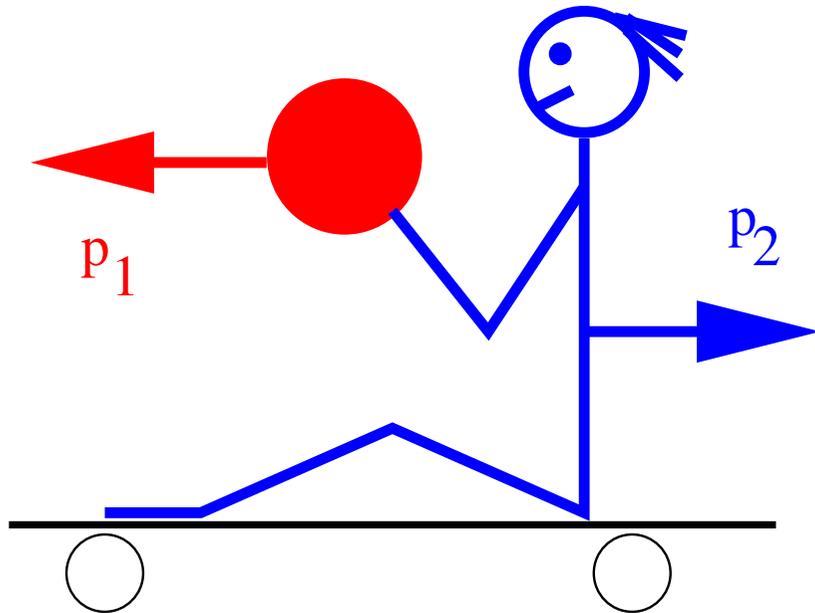
# Impulserhaltung



**Impulserhaltung:**  $p_1 = p_2$

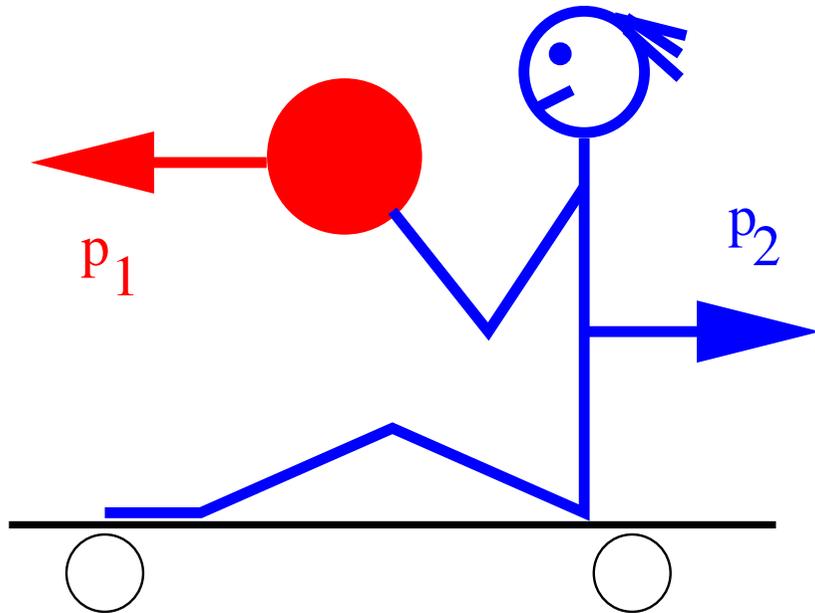
(aber in die entgegengesetzte Richtung)

# Impulserhaltung



$$m_1 \cdot v_1 = m_2 \cdot v_2$$
$$3 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s} = 30 \text{ kg} \cdot ? \text{ m/s}$$

# Impulserhaltung

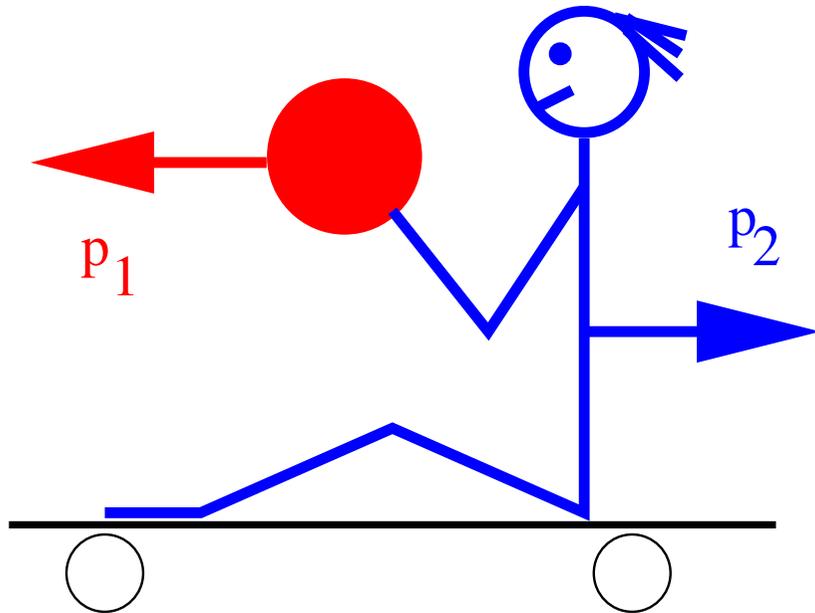


$$m_1 \cdot v_1 = m_2 \cdot v_2$$

$$3 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s} = 30 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s}$$

$$3 \text{ kg} \cdot 20 \text{ m/s} = 30 \text{ kg} \cdot ? \text{ m/s}$$

# Impulserhaltung



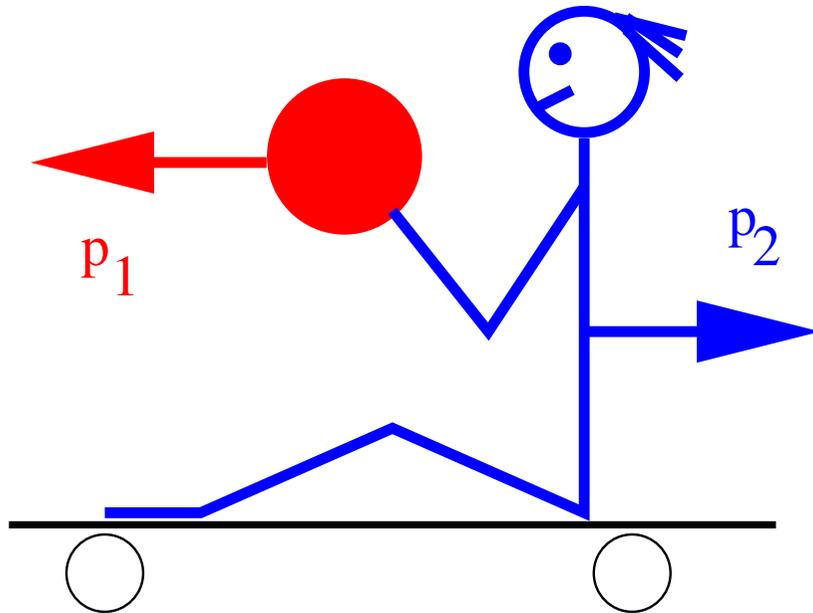
$$m_1 \cdot v_1 = m_2 \cdot v_2$$

$$3 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s} = 30 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s}$$

$$3 \text{ kg} \cdot 20 \text{ m/s} = 30 \text{ kg} \cdot 2 \text{ m/s}$$

$$1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s} = 30 \text{ kg} \cdot ? \text{ m/s}$$

# Impulserhaltung



$$m_1 \cdot v_1 = m_2 \cdot v_2$$

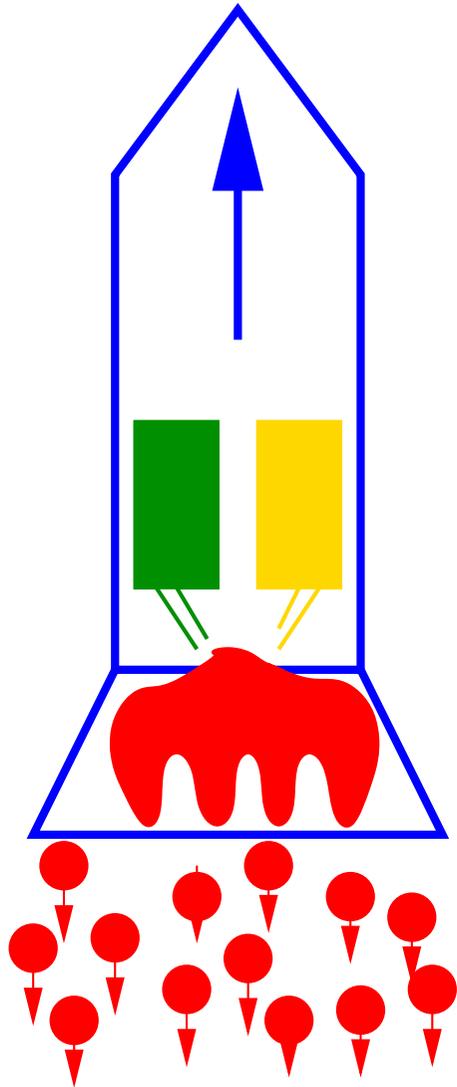
$$3 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s} = 30 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s}$$

$$3 \text{ kg} \cdot 20 \text{ m/s} = 30 \text{ kg} \cdot 2 \text{ m/s}$$

$$1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s} = 30 \text{ kg} \cdot \frac{1}{3} \text{ m/s}$$

(Ihr seid super!)

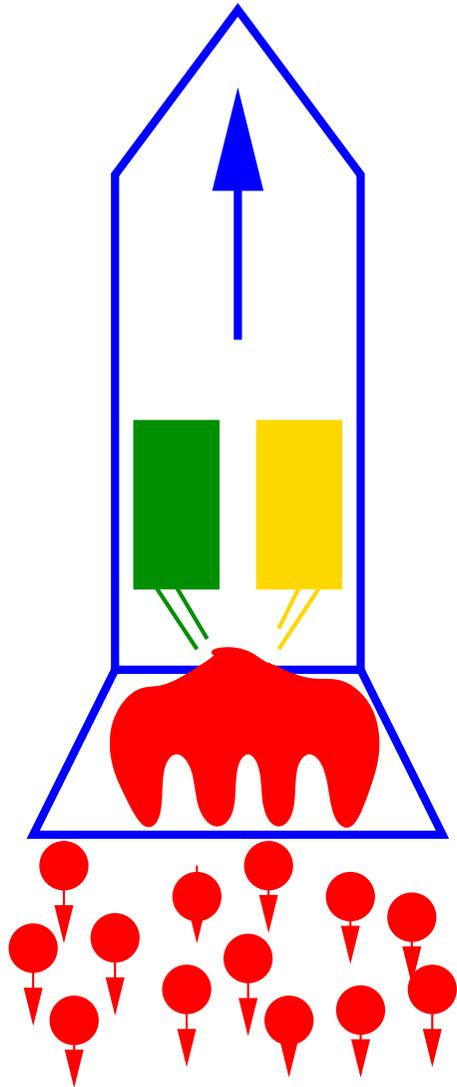
# Warum fliegt die Rakete?



Können Sie das jetzt erklären?

Was treibt die Rakete an?

# Warum fliegt die Rakete?



Treibstoff verbrennt

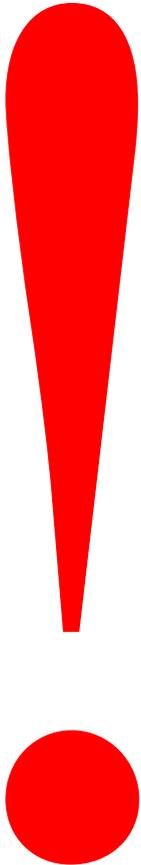
Gase (Teilchen) werden ganz schnell weggestoßen

Impulserhaltung!

Rakete bekommt Rückstoß

Man braucht viel Treibstoff, weil die Gasteilchen nur eine ganz kleine Masse haben und die Rakete eine so große Masse hat.  
Außerdem: Erdanziehung, Reibung.

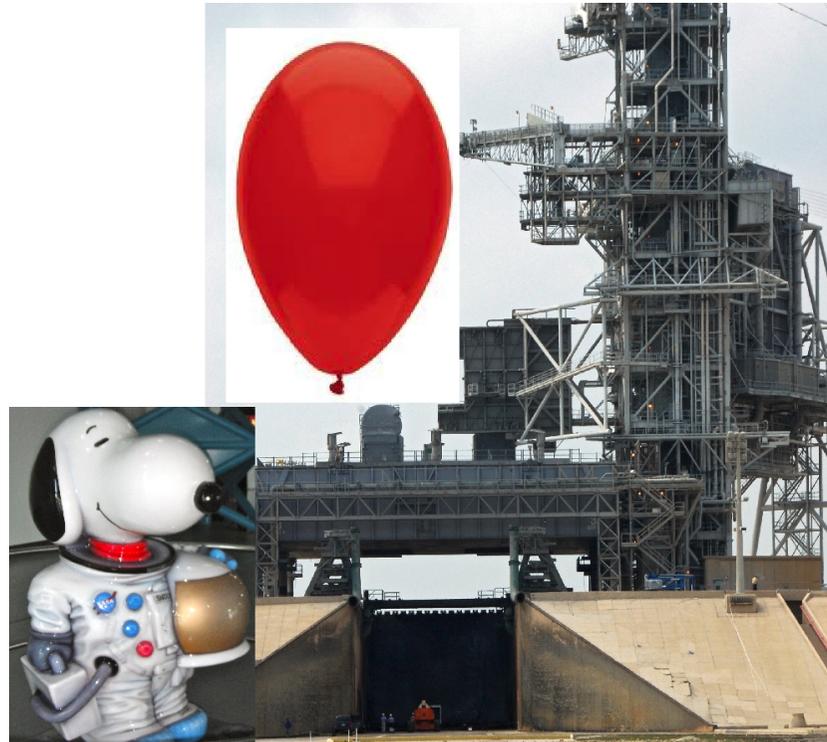
## 2. Zusammenfassung



- Physiker haben den Impuls erfunden.\*
- $p = m \cdot v$
- Wenn zwei Teile sich voneinander abstoßen, ist ihr Impuls gleich groß und zeigt in entgegengesetzte Richtung.
- Damit kann man ausrechnen, welchen Rückstoß zum Beispiel eine Rakete erhält.
- Wer kennt noch andere Dinge, die so ähnlich funktionieren?

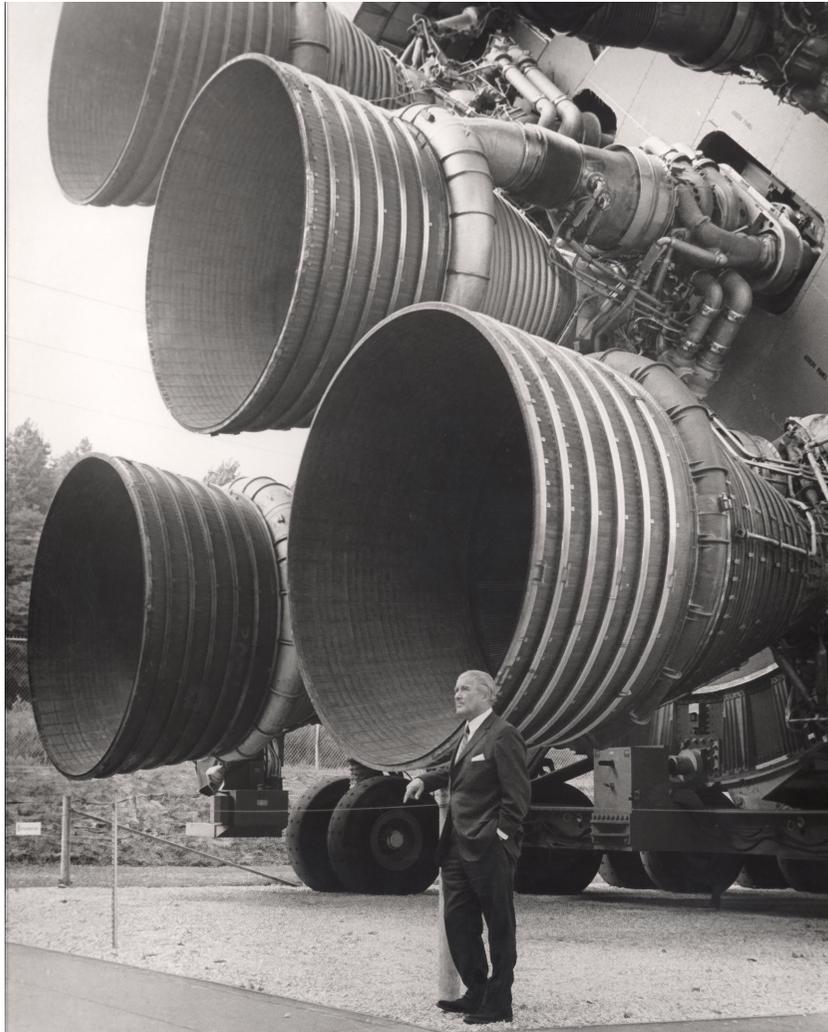
(\* Physiker sind einfach großartig.)

# Luftballonraketen



Luftballons sind auch Raketen.

## Film und Experiment: Schub

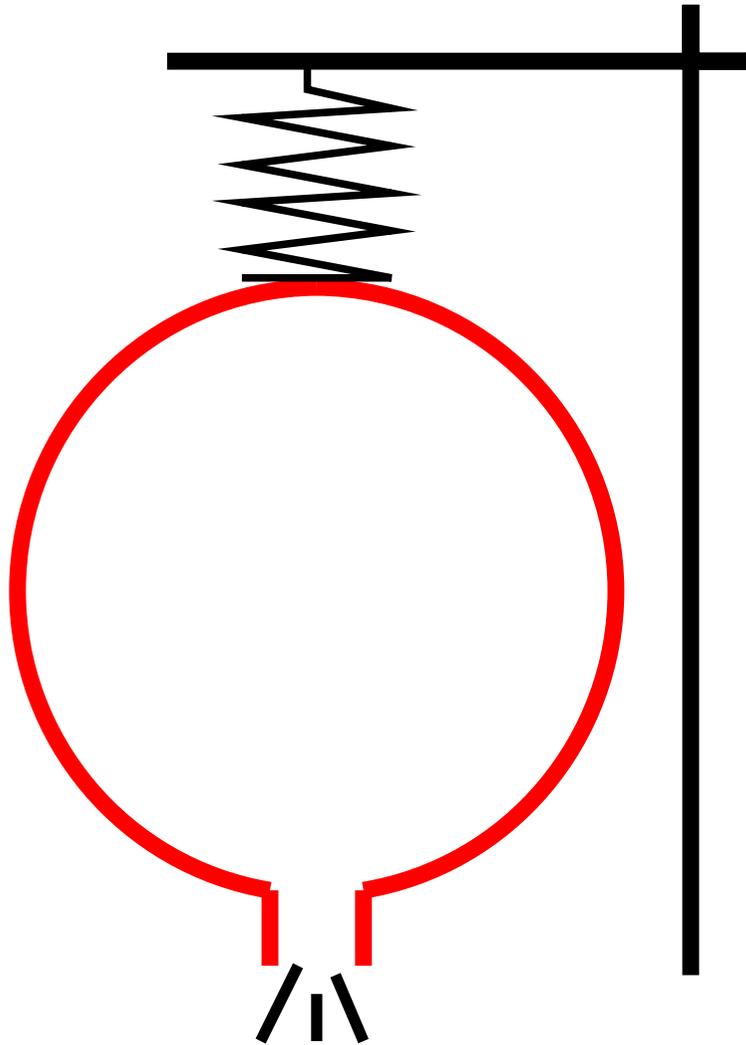


Raketeningenieure rechnen  
nicht nur,

sondern messen auch.

Schub ist der Gesamteffekt  
der ausgestoßenen Teilchen.

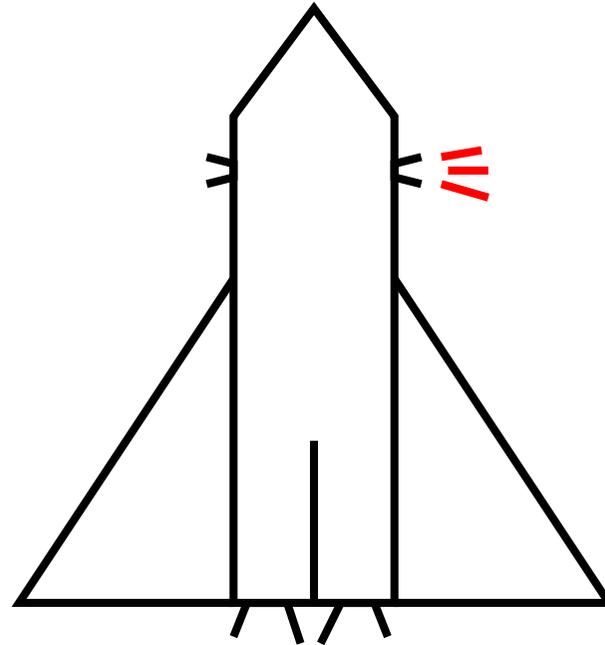
## Film und Experiment: Schub



Kraft eines Triebwerks  
kann durch  
Zusammendrücken einer  
Feder gemessen werden.

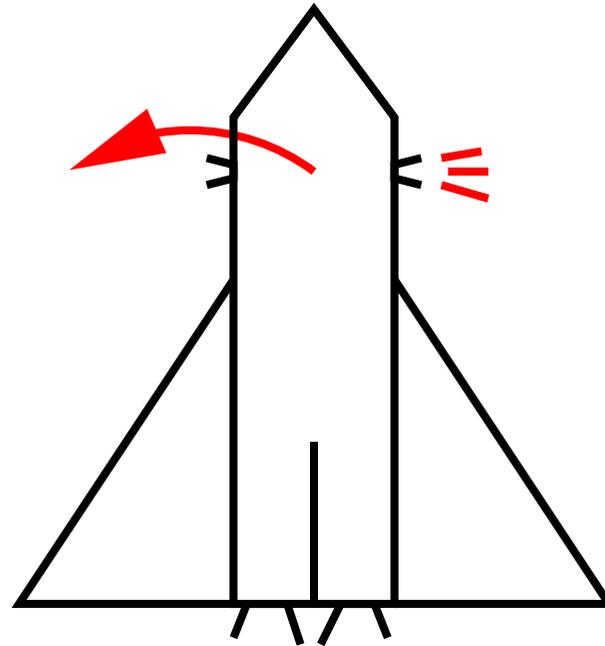
Oder einfach mit der Hand!

# Rakete lenken



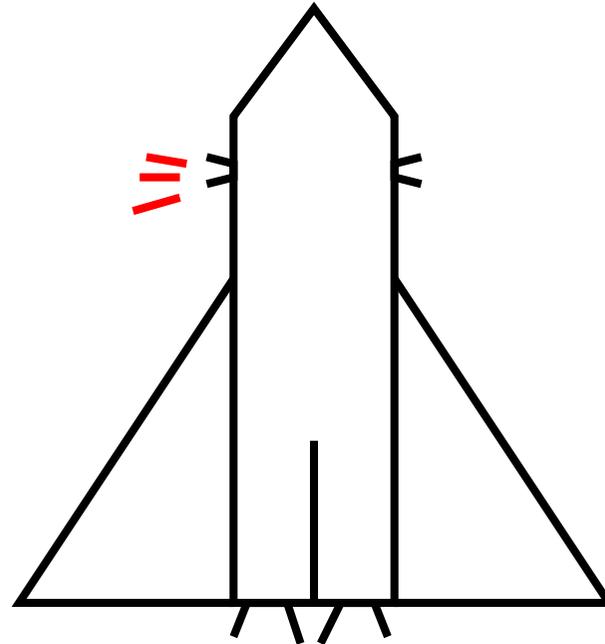
Was passiert?

# Rakete lenken



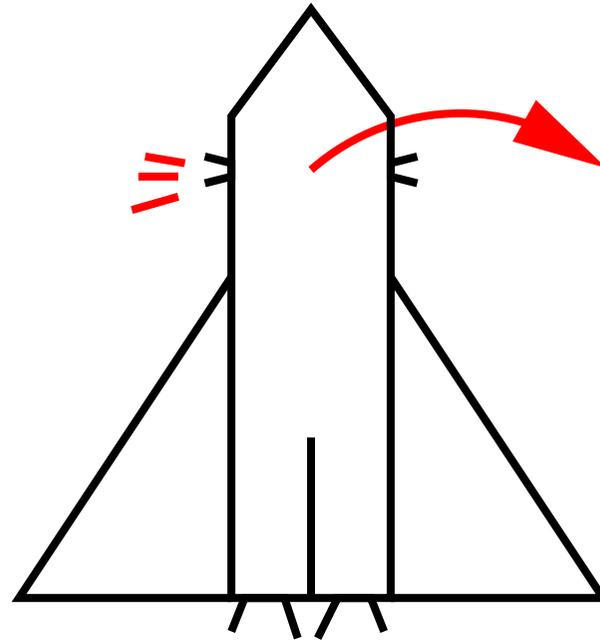
Genau! Immer an den Rückstoß denken.

# Rakete lenken



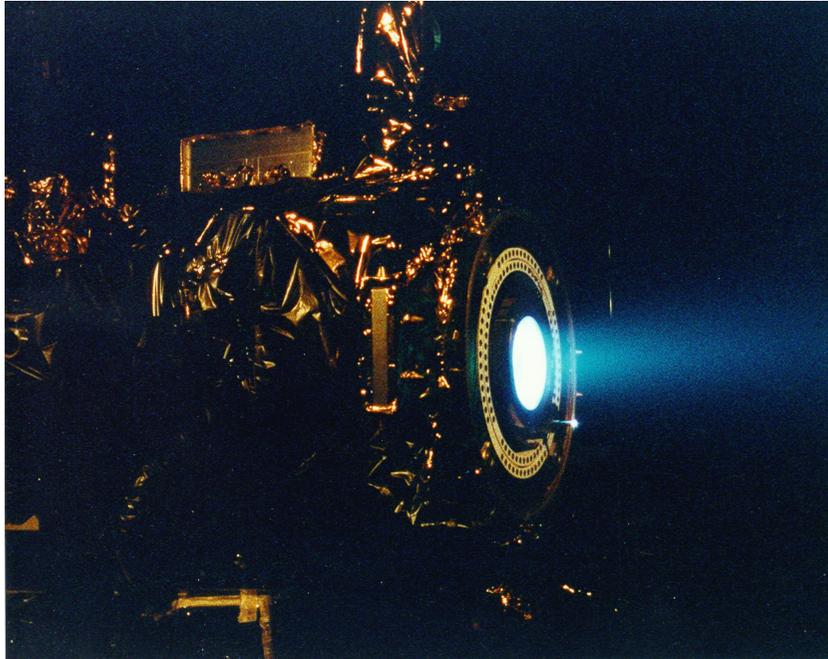
Habt Ihr das auch wirklich verstanden?

# Rakete lenken



O.k., ich frag nicht weiter.  
Wir probieren das jetzt aus.

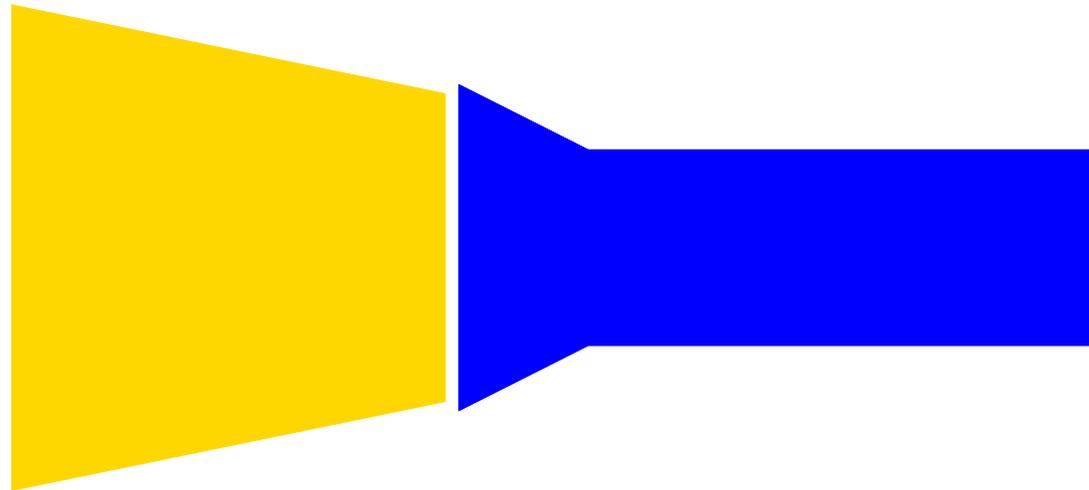
## Andere Antriebe: Ionenantrieb



Ionenantriebe verbrennen nichts, sie beschleunigen stattdessen elektrisch geladene Teilchen (Ionen).

Die Ionen sind allerdings leider klein und langsam.

# Photonenantrieb



Licht besteht auch aus Teilchen (Photonen) und hat einen Impuls.  
(Albert Einstein)

# Warp-Antrieb



Das erklär ich Euch jetzt nicht. Irgendetwas müsst Ihr ja auch noch im Studium machen.

# Raketenauto



Wir bauen ein Raketenauto.\*

(\* Physiker bleiben ein Leben lang (im Herzen) Kinder!)

## Hausaufgabe: Rakete



Testet die Rakete

Aber vorsichtig!

Beachtet die Anleitung!

Die Raketen bekommt Ihr von einem Kinderzeitschriftenverlag – Blue Ocean Entertainment AG – geschenkt. Ich hatte sie in der Zeitschrift *Frag doch mal die Maus* entdeckt.

## Vielen Dank an meine Mitstreiter



Universität Bielefeld

Fakultät für Physik

- Alke Rabow, Hans Bartels, Michael Berg
- Hanne Litschewsky
- Service Center Medien
- SchülerInnen-Büro
- *Frag doch mal die Maus*, [www.blue-ocean-ag.de](http://www.blue-ocean-ag.de)

Und Euch allen:  
Vielen Dank für Eure  
Aufmerksamkeit

(Ihr habt's geschafft!)

# Links und Literatur



- Homepage Jürgen Schnack  
<http://obelix.physik.uni-bielefeld.de/~schnack/>
- Teutolab Bielfeld  
<http://www.teutolab.de/>
- Wikipedia  
<http://www.wikipedia.de/>
- Was ist was, Band 16, Planeten und Raumfahrt
- Webseiten der NASA  
<http://www.nasa.gov/>