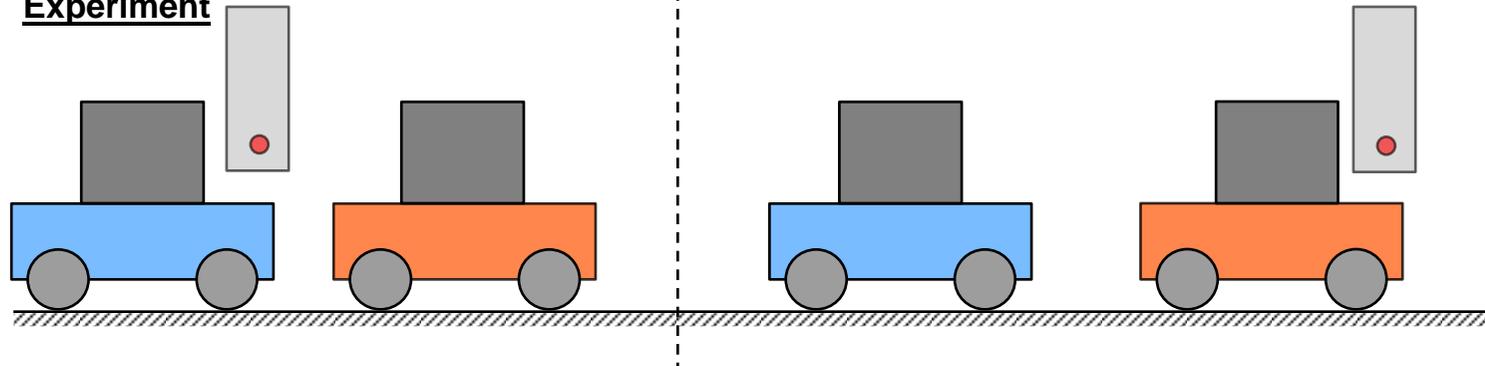


### 3.3 Elastischer Stoß

#### Experiment



Vermutlich hast Du Dich schon gefragt, was passiert, wenn sich die Fahrzeuge nach der Kollision wieder voneinander lösen. Im Experiment erzeugen wir das andere Extrem der Kollisionstypen durch einen perfekt federnden Gummipuffer, das führt dann zum elastischen Stoß. **Bestimme die Geschwindigkeiten vor und nach der Kollision und vergleiche die Impulse sowie die kinetischen Energien vorher und nachher (zur besseren Unterscheidung nennen wir die Geschwindigkeit nach der Kollision nicht  $v$ , sondern  $u$ ).**

#### **Begriff:**

"(Vollkommen) elastischer Stoß" bedeutet einfach, dass die kinetische Gesamtenergie bei der Kollision erhalten bleibt. Dabei braucht die Stoßfläche nicht elastisch sein.

#### **Ergebnis:**

Beim elastischen Stoß ist die kinetische Gesamtenergie .....,  
der Gesamtimpuls .....  
Energieansatz und Impulsansatz .....

## Mathematische Modellierung des Experiments:

Wir versuchen nun, den Versuchsausgang durch Rechnen vorherzusagen.

- a) **Beschreibe das gewählte Szenario mathematisch.**
- b) **Erstelle einen Impulsansatz und vereinfache. Warum ist eine Berechnung nicht möglich?**
- c) **Erstelle einen Energieansatz und vereinfache.**
- d) **Kombiniere die beiden Ansätze und berechne Lösungen.**
- e) **Interpretiere die Lösungen.**  
Führt man diese Rechnung allgemein durch (verschiedene Massen, beide Fahrzeuge in Bewegung), so erhält man diese Formeln.

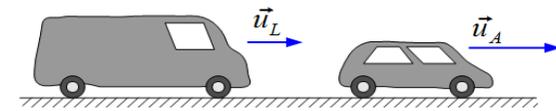
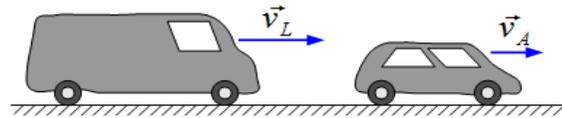
$$u_1 = \frac{m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot (2v_2 - v_1)}{m_1 + m_2}$$

$$u_2 = \frac{m_2 \cdot v_2 + m_1 \cdot (2v_1 - v_2)}{m_2 + m_1}$$

### Anwendung auf den Auffahrunfall (Kapitel 3.2):

$$u_1 = \frac{m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot (2v_2 - v_1)}{m_1 + m_2}$$

$$u_2 = \frac{m_2 \cdot v_2 + m_1 \cdot (2v_1 - v_2)}{m_2 + m_1}$$



Hier modellieren wir mal den Auffahrunfall aus Kapitel 3.2 mit dem elastischen Stoß. Ein Kleinlaster ( $m_L = 4,0 \text{ t}$ ,  $v_L = 144 \text{ km/h}$ ) fährt auf ein langsames Auto ( $m_A = 1,0 \text{ t}$ ,  $v_A = 90 \text{ km/h}$ ).

**a) Berechne die Geschwindigkeiten  $u_1$  und  $u_2$  nach der Kollision. Was fällt Dir auf?**

**b) Ermittle die Geschwindigkeitsänderungen  $\Delta v_1$  und  $\Delta v_2$  während der Kollision.**

**c) Berechne die Beschleunigungen, die in beiden Fahrzeugen wirken, wenn der Aufprall  $0,1 \text{ s}$  dauert.**

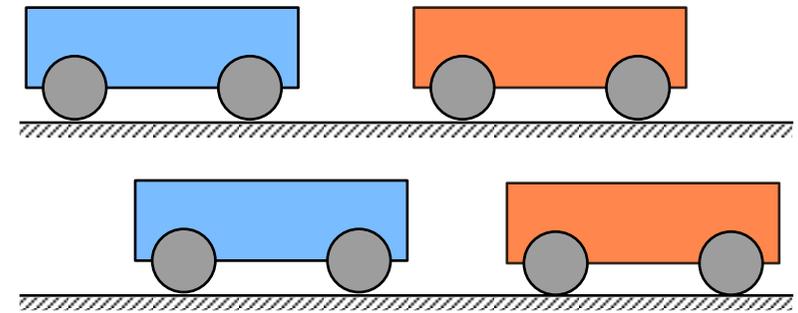
**d) Berechne die Kräfte, die auf die Fahrzeuglenker (jeweils  $m = 80 \text{ kg}$ ) wirken. Nimm Stellung zur Idee, Karosserien elastisch (aus Gummi) zu bauen.**

Tatsächlich liegen die Kollisionen von Fahrzeugen irgendwo zwischen dem vollkommen elastischen und dem vollkommen unelastischen Stoß.

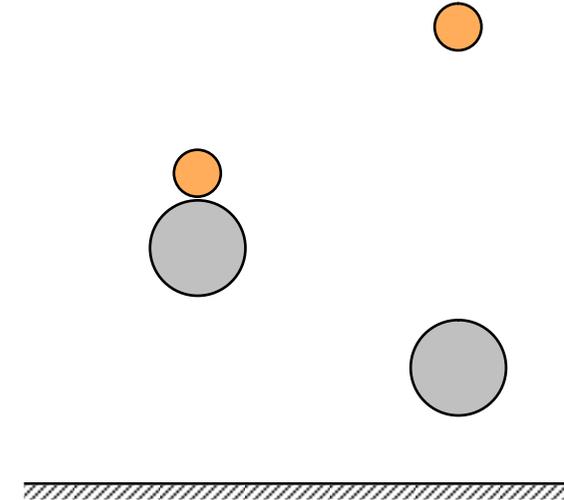
### Das Beschleunigungsparadoxon:

Ein Wagen mit doppelter Masse stößt auf einen ruhenden Wagen mit einfacher Masse.

- a) Vereinfache die Formeln für die resultierenden Geschwindigkeiten  $u_1$  und  $u_2$ .
- b) Vergleiche die Messwerte mit der Vorhersage.



Den erstaunlichen Effekt, dass das ruhende leichte Fahrzeug schneller wird als das auffahrende war, nutzt man in der „Impulskanone“.



### Selbst-Check:

- Energie und Impuls beim elastischen Stoß
- Stoßformeln
- Anwendung auf Unfälle
- Beschleunigungsparadoxon

### Übungsmöglichkeiten:

Die Aufgaben auf Leifiphysik hierzu finden sich logischerweise über Teilgebiet Mechanik - Impulserhaltung und Stöße - Zentraler elastischer Stoß. Die leichten (grünen) sind rechentechnisch auch schon aufwändiger, weil der elastische Stoß komplizierter ist. Jetzt geht auch das angegebene Quiz zu Stößen!