

Name: _____

Autounfall: unelastischer Stoß – Videoanalyse

[experilyser hier herunterladen](#)

An der Kreuzung schaltet die Ampel auf Rot. Ein Auto bremst und stoppt an der weißen Linie vor der Ampel. Die Fußgängerampel schaltet auf Grün und der wartende Fußgänger überquert die Straße. Der Fahrer eines zweiten Wagens ist nur für eine kurze Zeit unaufmerksam und bremst nicht. Mit welchen Folgen ist physikalisch zu rechnen?



Unfall an der Kreuzung

Fahrzeuge stoßen zusammen und verkeilen sich. Eisenbahnwagen rollen aufeinander zu und koppeln aneinander. Nach dem Stoß hängen die Wagen zusammen. Sie bleiben stehen oder bewegen sich gemeinsam mit gleicher Geschwindigkeit weiter. Solche Stöße lassen sich durch das Modell eines unelastischen Stoßes beschreiben.

Wie bei allen Stößen liefern Impuls und Energie mit ihren Erhaltungssätzen in abgeschlossenen Systemen wichtige Informationen.

Der Bewegungszustand eines Körpers wird durch den **Impuls** in Betrag und Richtung beschrieben.

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

Die Einheit des Impulses ist $1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$.

In einem System wird der Bewegung eines Körpers die **kinetische Energie** zugeordnet.

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m v^2$$

Die Einheit der Energie ist 1 J.

Unelastischer Stoß

Ein **unelastischer Stoß** liegt vor, wenn

- (1) der Gesamtimpuls während des Stoßes erhalten bleibt und
- (2) die Stoßpartner sich nach dem Stoß mit der gleichen Geschwindigkeit bewegen.

Im Fall eines zentralen unelastischen Stoßes zweier Körper ergibt sich aus dem Impulserhaltungssatz für die gemeinsame Geschwindigkeit v_n nach dem Stoß:

$$v_n = \frac{m_1 v_{1v} + m_2 v_{2v}}{m_1 + m_2}$$

Die Richtung der Bewegung wird jeweils im Vorzeichen der Geschwindigkeit berücksichtigt.

Beim unelastischen Stoß wird kinetische Energie dauerhaft in Formen innerer Energie umgewandelt. Wegen der Knautschzonen wird bei Verkehrsunfällen kinetische Energie vor allem durch Verformung absorbiert. Die Stoßdämpfer der Eisenbahnwaggons wandeln die Energie in Wärme um.

Jede Einwirkung mit einer Kraft F auf einen Körper bewirkt eine Impulsänderung Δp dieses Körpers in Richtung der Einwirkung. Aus der Impulsänderung kann umgekehrt die Kraft bestimmt werden, mit der auf den Körper eingewirkt wird.

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

Name: _____

[Video herunterladen](#)

1 Modell eines Unfalls

Auf der Fahrbahn eines Schülerversuchs wird anhand eines Modellversuchs ein Autounfall simuliert. Die Masse jedes Wagens beträgt 118 g. Ein Wagen wird mit einem gelben Klebestreifen der andere mit einem grünen markiert. An den Stirnseiten der Wagen befinden sich Halterungen mit Klettstreifen, sodass die Wagen nach dem Stoß zusammenhaften. Der Aufprall wird mit Hilfe der Videoanalyse-App untersucht (Abb. 1).

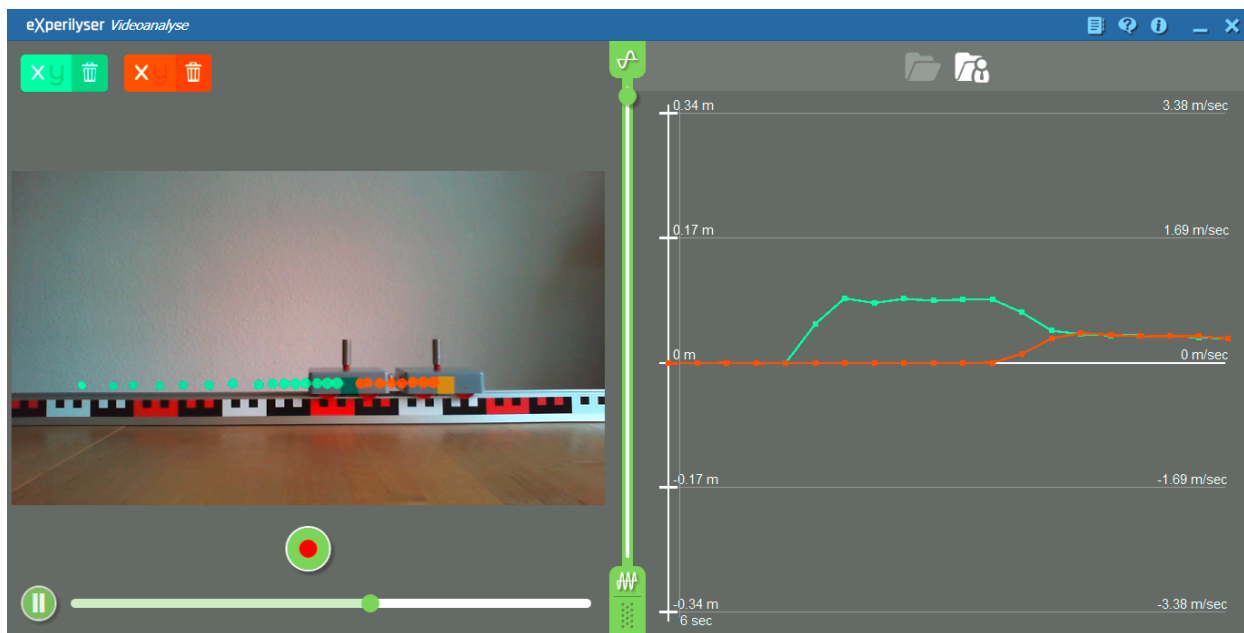


Abbildung 1 Videoanalyse eines unelastischen Stoßes mit t - v -Diagramm

[Hilfdatei Videoanalyse](#)

In der linken Bildhälfte macht die App die Bahnen beider Wagen durch verblässende Spurpunkte sichtbar. Diese Punkte markiert die App in einem zeitlichen Abstand von $\Delta t = \frac{1}{30}$ s.

Auf der Skala der Schiene sind die schwarz-roten und die schwarz-weißen Streifen je 10 cm lang.

Zeitgleich werden rechts im Diagramm die Geschwindigkeiten aufgezeichnet. Die Einheiten der Geschwindigkeit in m/s sind auf der rechten Seite des Diagramms angegeben.

Auch hier folgen die Messpunkte im zeitlichen Abstand von $\frac{1}{30}$ s.

1. Aufgaben

- Beschreibe die Art des Unfalls, der mit obigem Versuch modelliert werden soll. Begründe deine Aussagen sowohl anhand des linken Bildes als auch mittels des rechten Diagramms.
- Modelle haben ihre Grenzen. In der Realität ist diese Unfallart komplexer. Nenne mehrere physikalische Aspekte des Unfalls, die mit diesem Experiment nicht erfasst werden.
- Ein Schüler hat folgende Geschwindigkeiten dem Screenshot entnommen 0,85 m/s und 0,40 m/s. Beschreibe zwei Methoden, wie du das Ergebnis überprüfen kannst. Kontrolliere sein Ergebnis.
- Berechne den Gesamtimpuls vor und nach dem Stoß. Erläutere das Ergebnis im Zusammenhang mit dem Impulserhaltungssatz.
- Ermittle die Zeit Δt , die der Stoß etwa dauert. Errechne daraus die durchschnittliche Kraft, mit der der gelbe Wagen beschleunigt wird, und die Kraft, mit der der grüne gebremst wird. Beachte die Vorzeichen. Gib an, welcher Körper auf welchen mit welcher Kraft einwirkt. Formuliere das 3. Newtonsche Axiom und deute die ermittelten Ergebnisse bezüglich dieses Axioms.

Name: _____

2 Modellieren unterschiedlicher Autounfälle

An der roten Ampel einer Kreuzung hält ein PKW. Sein Gesamtgewicht beträgt 1 t. Mit 50 km/h fährt ein doppelt so schwerer Geländewagen ungebremst auf. Dabei verkeilen sich beide Wagen.

2. Aufgaben

- 2.a Berechne die Geschwindigkeit, mit der beide Wagen in die Kreuzung hineinschlittern.
- 2.b Berechne die Geschwindigkeit, wenn umgekehrt der PKW mit gleicher Geschwindigkeit auf den Geländewagen auffährt. Vergleiche beide Situationen.
- 2.c Leite aus der Definition des unelastischen Stoßes die Gleichung für die Geschwindigkeit nach dem Stoß her.
- 2.d Beschreibe ein Modellexperiment mit dem Schüler-Experimentierset und der Videoanalyse-App, mit der du beide Auffahrunfälle nachstellen kannst.
- 2.e Bestimme mit Hilfe der Videoanalyse-App die Geschwindigkeiten vor und nach dem Stoß. Vergleiche die Messwerte mit den Werten, die sich theoretisch für den Versuch ergeben müssten.
- 2.f Abb. 2 demonstriert einen weiteren Unfall zweier gleich schwerer Wagen. Beschreibe den Unfall und erkläre seine Besonderheit.
- 2.g Untersuche Unfälle, in denen zwei gleich oder unterschiedlich schwere Wagen sich vor dem Stoß bewegen. Stelle soweit möglich vor dem Experimentieren qualitativ Hypothesen auf, wie sich die Wagen nach dem Stoß bewegen.

Hinweis: Wenn du die Wagen zu schnell anstößt, kann es passieren, dass die App dem farbigen Punkt nicht folgen kann.

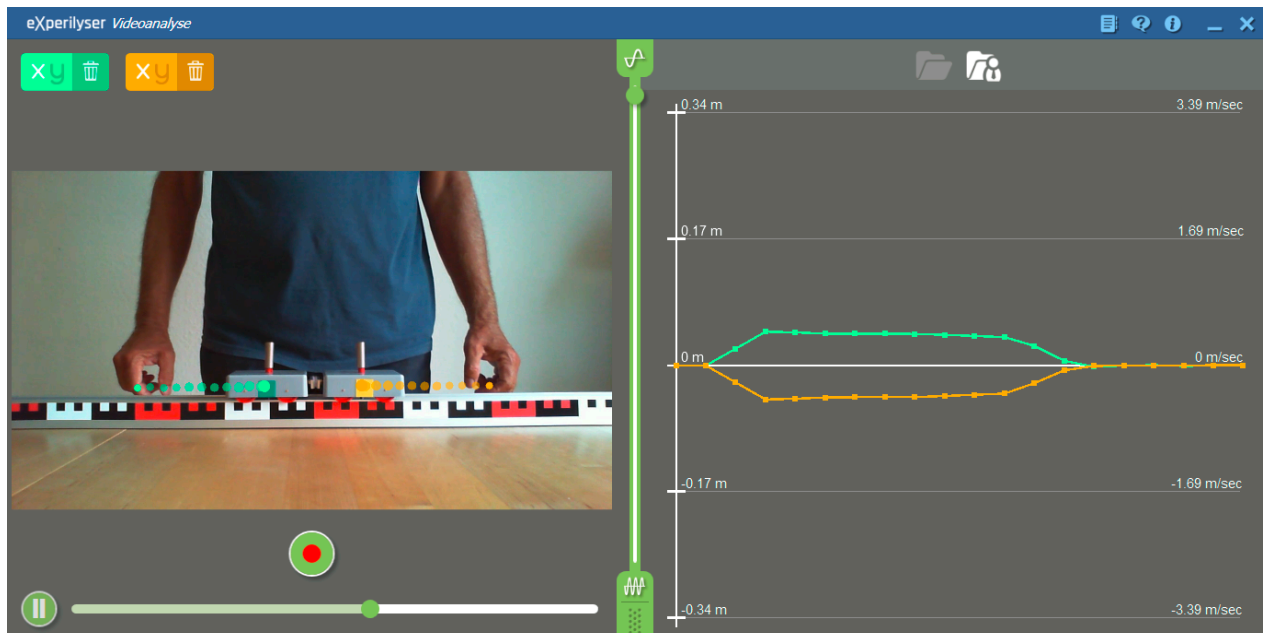


Abbildung 2: Stoß zweier gleich schwerer Wagen