

Mit dem Crashtest durch die Dynamik

Dr. Jürgen Godau, Halle (Saale)

Warum werden in Crashtests immer wieder schöne, nagelneue Autos auf Testanlagen bewusst zu Schrott gefahren? Weil die Ingenieure der Autoindustrie so unter realitätsnahen, genormten Bedingungen zu wertvollen Erkenntnissen über die Qualität der Sicherheit ihrer Fahrzeuge gelangen!

Steigen Sie anhand des Beispiels „Crashtest“ handlungsorientiert in die Dynamik ein. Lassen Sie Ihre Schüler einen Crashtest im Klassenzimmer mit ihrem neuen Wissen und Können analysieren, modellieren und simulieren.



© ADAC

Vom realen Crashtest ...

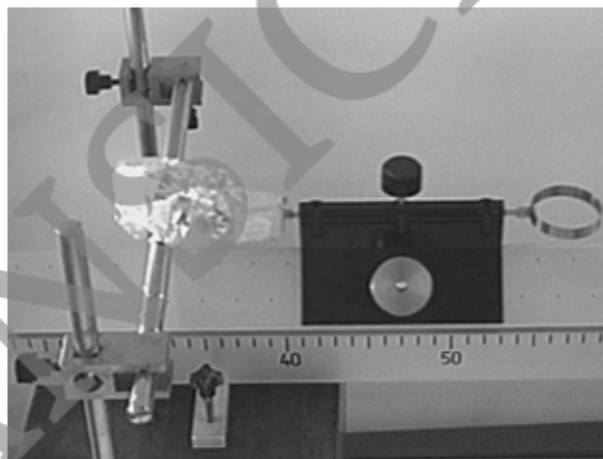


Foto: J. Godau

... zur Teststrecke im Physikraum

**Zeigen Sie zwei Filme
zum Thema
(CD-ROM 35)!¹**

Der Beitrag im Überblick

Klasse: ab 9.

Dauer: 4–8 Stunden

Ihr Plus:

- ✓ spektakulärer Crashtest als Motivation
- ✓ moderne Medien im Schuleinsatz
- ✓ anspruchsvolle Schüleraufträge für „Experten“
- ✓ spannende Schüler- und Lehrerversuche

Inhalt:

- Crashtest im Klassenzimmer
- Newton'sche Gesetze der Dynamik
 - „lex prima“ (Trägheitsprinzip)
 - „lex secunda“ (Aktionsprinzip)
 - „lex tertia“ (Reaktionsprinzip)
- Modellieren und Simulieren

¹ „Die zweite Haut“ © Adam Opel AG und „Newton in Space“ © ESA

Als Erzählfürhilfe stellen wir Ihnen einen **Videofilm („Die zweite Haut“)** zur Verfügung.

Die Emotion:

Wir beginnen mit der Entstehungsgeschichte des Automobils. Dies weckt Stolz auf die Leistungen deutscher Ingenieurskunst. Den weiteren Entwicklungsweg deuten wir mit der Weltausstellung 1889 in Paris nur an. Bei entsprechender Resonanz bei Ihren Schülern bieten sich viele weitere Ansatzpunkte für Recherchen nach Storys. Bevor deutsche Ingenieure wieder zum Mittelpunkt der Automobilinnovation werden, beschreibt ein zeitgenössisches Bonmot die Situation zur Jahrhundertwende sehr treffend: „Das Automobil ist zwar in Deutschland geboren, aber erzogen wurde es in Frankreich.“

Ein zweiter emotionaler Ansatz ist die Empathie mit Unfallopfern im Straßenverkehr. Eine Geschichte über eigenes Erleben wirkt an dieser Stelle verstärkend. Das bereitgestellte **Video** greift den Aspekt des Unfallgeschehens zum Ende auf. Ein Gespräch über das Verhältnis von aktiver und passiver Sicherheit hilft an dieser Stelle, eventuell aufkeimenden Ängsten zu begegnen. Das eigene aktive, umsichtige und verkehrsgerechte Verhalten jedes Einzelnen kann am wirkungsvollsten Unfälle und damit menschliches Leid verhindern.

Gefährlich ist das Aufprallen wegen der **Trägheit** unserer Körper. Ohne Reibung bewegt sich der Mensch gleichförmig weiter, während das Auto abgebremst wird. Die Kraft, die den Menschen abbremst (Sitzreibung, Festhalten, Gurt), darf bestimmte Werte nicht überschreiten. In Bezug auf das Auto (Achtung: Wechsel des Bezugssystems!) erfährt der Mensch die betragsmäßig gleiche Beschleunigung im Auto nach vorn wie das abgebremsende Auto.

Ein weiteres emotionales Erlebnis wird mit dem zweiten bereitgestellten Video „**Newton in Space**“ geschaffen. Für die intensive Auseinandersetzung mit dem Trägheitsphänomen nehmen wir Ihre Schüler mit auf einen **Weltraumflug**. Die Authentizität des Lernortes in Zusammenhang mit der musikalischen Untermalung schafft intensive Aufmerksamkeit.

Die Haptik:

Die folgenden Materialien bieten Ihren Schülern diverse haptische Anregungen in Form des Umgangs mit Experimentiergeräten. Besonders beim Trägheitsprinzip tritt die haptische Tätigkeitskomponente verstärkt in den Mittelpunkt. Eine **Bastelanleitung** mit zugehörigem Ausschneidebogen regt dazu an, ein Luftkissenfahrzeug zu bauen. Beim Testen seiner Funktionalität sammeln Ihre Schüler wichtige Erfahrungen zum Verhalten von Körpern, wenn keine Kraft auf das Luftkissenfahrzeug wirkt (Trägheitsgesetz).

Die Kognition:

In Material **M 2** realisieren Ihre Schüler eine Crashteststrecke im Physikraum und gewinnen erste Erkenntnisse zur Wirksamkeit von Knautschzonen. Die gewonnenen Ergebnisse werden dann in Material **M 9** wieder aufgegriffen.

Ablauf

Der Erkenntnisprozess zur Dynamik im engeren Sinne beginnt mit Material **M 3**. Der plötzliche Bremsvorgang beim Crash wird zeitlich gedehnt. Dadurch werden genauere Beobachtungen und Messungen möglich. Ein immer gleich beschleunigter Wagen (schiefe Ebene) rollt auf verschiedenen Untergründen aus. Ihre Schüler betrachten die Wechselwirkung zwischen den Rädern des Wagens und dem Rolluntergrund. Zur Einschätzung des Bremserfolgs (actio) bestimmen sie den **Bremsweg** und die **Bremszeit**. Die Charakterisierung der reactio erfolgt nach genauerer Betrachtung des Teppichuntergrundes während des Rollens und nach der Beobachtung des Zusammenstoßes (Crash) des Wagens mit einem Klotz.

Videos und Filme

Video „Die zweite Haut“ von Adam Opel AG [Produktion durch Argus-Film München]
(Opel AG Public Relations; Tel.: 06142-766163)

Video „Newton in Space“ von Europäische Weltraumbehörde ESA (European Space Agency)

http://esamultimedia.esa.int/multimedia/ESA_project_zero_gravity/ESA1_de.mp4

Internet-Adressen

Patentschrift des Kaiserlichen Patentamts Nr. 37 435 für Benz & Co.

http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/originalDocument?CC=DE&NR=37435C&KC=C&FT=D&ND=4&date=18861102&DB=EPODOC&locale=de_EP

Newtons „Principia ...“; Original der dritten Auflage

<http://gdz.sub.uni-goettingen.de/dms/load/toc/?PPN=PPN512261393>

Übersetzung zu Newtons „Principia ...“

http://www.amazon.de/Die-mathematischen-Prinzipien-Physik-Philosophiae/dp/3110161052#reader_3110161052

Zu Dynasys:

<http://modsim.hupfeld-software.de/pmwiki/pmwiki.php?n=Main.Modellsammlung>

Software und Bezugsadressen

Mathematica (Computer-Algebra-System):

<http://www.wolfram.com/mathematica/how-to-buy/?a=1>

Dynasys (Modellbildungssoftware):

<http://www.heise.de/download/dynasys-1178613.html>

Moebius (Modelle einfach bilden und simulieren):

<http://www.mintext.de/moebius/>

Crocodile Physics (Simulationstriebwerk):

<http://www.crocodile-clips.com/de/Home/>

Yenka (pädagogische Modellsoftware):

<http://www.yenka.com/de/Home/>

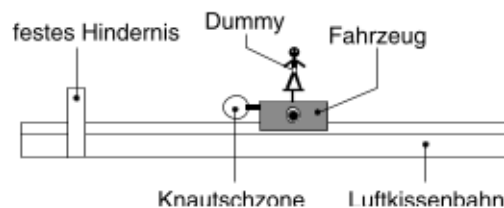
M 2 Crashtest im Physikraum: Wie weit fliegt ein Dummy?

Schülerversuch ⌚ Vorbereitung: 20 min Durchführung: 45 min

Materialien

- | | |
|---|--|
| ☐ Videokamera (digital) | ☐ Dummy (kleine Puppe, Figur) |
| ☐ Videobearbeitungssoftware | ☐ Knautschonenmaterialien |
| ☐ Luftkissenbahn mit Gleiter | ☐ PowerPoint-Präsentation von CD-ROM 35 |
| ☐ Stativmaterial | |

Versuchsaufbau



Versuchsdurchführung

1. Positioniere die Videokamera senkrecht zur Fahrtrichtung des Fahrzeugs. Wähle den Bildausschnitt so, dass das Crashhindernis am linken Rand des Bildes zu sehen ist. Der gegenüberliegende Bildrand soll etwas 50 cm der Teststrecke erfassen.
2. Setze oder stelle „deinen Dummy“ auf das Fahrzeug. Lass das Fahrzeug immer mit der gleichen Geschwindigkeit (Neigung der Teststrecke konstant) auf das Hindernis prallen. Bei den Testläufen (1. Teilversuch – Schild mit Nummer 1 ins Bild halten) wird zunächst keine Knautschzone verwendet. Begutachte deine Aufnahmen bezüglich der Sichtbarkeit der Flugbahn des Dummys. Optimierte den Versuchsaufbau durch Variation des Kamerastandortes, der Zoomeinstellung oder der Neigung der Teststrecke (Aufprallgeschwindigkeit).
3. Bei den weiteren Teilversuchen bleiben alle Randbedingungen konstant. Wähle verschiedene Materialien und Gestaltungsmöglichkeiten für die Knautschzone. Für jede Variante nimmst du den Crash und damit die Flugbahn des Dummys mit der Videokamera auf. Vergiss das Schild mit der Versuchsnummer nicht!

Tipp Wähle auch Materialien, die sich bleibend verformen (nur einmal verwendbar!).

4. Beim letzten Teilversuch schnallst du den Dummy an. Wähle dazu anders als im richtigen Auto elastisches Material (z. B. weiches Gummiband).

Aufgaben

1. Erstelle ein **Versuchsprotokoll**, bei dem folgende Punkte wichtig sind:
 - Nummer des Teilversuchs (Halte ein Schild mit dieser Nummer ins Bild.)
 - Beschreibung der Knautschzone (Material und Gestaltungshinweis)
 - Flugweite des Dummys (Kannst du erst bei der Videoanalyse ausfüllen!)
2. Analysiere die Aufnahmen jedes einzelnen Crashtests. Dazu betrachtest du die Videoszenen auf einem Wiedergabegerät (z. B. TV-Gerät, PC-Bildschirm). Benutze für Messungen immer das gleiche Wiedergabegerät.
3. Suche im Standbildmodus bei jedem Teilversuch das Bild, in dem der Dummy am weitesten nach vorn geflogen ist. Miss die Flugweite und notiere sie im Protokoll.
4. Bei welcher Flugweite ist das Verletzungsrisiko am geringsten?
5. Entscheide, welche Knautschzone die beste war!