



Knautschzone, Gurt und Airbags

Stand: 04.12.2017

Jahrgangsstufen	FOS 11, BOS 12
Fach/Fächer	Physik
Übergreifende Bildungs- und Erziehungsziele	Verkehrserziehung, Sprachliche Bildung
Benötigtes Material	Zur Recherche ist ein Internetzugang nötig.

Kompetenzerwartungen

Lehrplan Physik FOS 11 (ABU) LB 2

Lehrplan Physik BOS 12 (ABU) LB 2

Die Schülerinnen und Schüler ...

- setzen bei der Betrachtung von alltagsnahen Situationen (z. B. der Fahrt mit einem Personenaufzug) gezielt die Newton'schen Gesetze ein, um die qualitativen Auswirkungen von Kräften auf den Bewegungszustand eines Körpers vorherzusagen. Im Rahmen ihrer Aussagen ermitteln Sie die Kraft, die bei dem jeweiligen Körper den Bewegungszustand verändert, indem Sie zeichnerische Strategien mithilfe von Kräfteplänen verfolgen.
- berechnen die Werte der dynamischen Größen Kraft, Masse und Beschleunigung, um zum Beispiel die Bedeutung von Knautschzonen, Aufpralldämpfern oder die Polsterung von Sturzhelmen für den Personenschutz zu beurteilen.

Aufgabe



Abbildung 1: Unfallfahrzeug

- 1 Erläutern Sie schriftlich - mithilfe einer Internetrecherche - sicherheitstechnische Gesichtspunkte, welche bei der Konstruktion der Knautschzone eines Autos bedeutsam sind. Verwenden Sie hierbei auch Ihr physikalisches Vorwissen.

- 2 Ein ADAC-Testleiter sagt zu einem durchgeführten Crashtest: „Beide Fahrzeuge treffen jeweils mit 56 km/h aufeinander. Das ist ein typischer Begegnungsunfall, der z. B. auf der Landstraße passieren kann.“ (vgl. [1])
 - 2.1 Erläutern Sie möglichst anschaulich, warum gerade das Vorhandensein der Knautschzone das Anlegen des Sicherheitsgurts für die Fahrzeuginsassen so bedeutsam macht.

 - 2.2 Berechnen Sie die mittlere Kraft, welche auf einen Fahrer der Masse $m = 75 \text{ kg}$ während der Deformation der Knautschzone bei einem Crash wirkt, wenn die Frontpartie des eigenen Fahrzeugs beim Aufprall um 60 cm kürzer wird und der Fahrer angeschnallt ist.
Führen Sie folgendes Gedankenexperiment durch, um ein besseres Gefühl für die eben berechnete wirkende Kraft zu bekommen:
Ihnen wird eine Platte für eine gewisse Zeitdauer auf Ihren Brustkorb gelegt. Bestimmen Sie hierfür die Masse der Platte und die genannte Zeitdauer, damit Sie eine vergleichbare „Belastung“ erfahren wie während des beschriebenen Crashes.

- 3 Schätzen Sie grob ab, wie sich die wirkende Kraft aus 2.2 verändert, wenn der Fahrer nicht angeschnallt ist.



- 4 Untersuchungen zeigen, dass sich gerade in Ortschaften Fahrer oder Beifahrer zunehmend nicht anschnallen. Als Begründung wird häufig angeführt, dass in Zeiten des Airbags der Gurt doch nicht mehr so wichtig sei. Überprüfen Sie diese Begründung durch eine Recherche und notieren Sie die wesentlichen Argumente zur Bestätigung oder Widerlegung der geäußerten Begründung.



Hinweise zum Unterricht

Die Lösungshinweise unter den Hinweisen zum Unterricht erfolgen stichpunktartig. Diese sind nicht als vollständige, alternativlose Lösungserwartung zu sehen. Auch von einer strengen physikalischen Fachnotation wird hier abgesehen.

Zu Aufgabe 1:

Informationen hierzu:

Video zu Fahrzeug-Fahrzeug-Crashtest (vgl. [1])

Video zu Fahrzeug-Barrierewagen-Crashtest (vgl. [2])

- Bedeutung für den Fahrer eines Autos:
Je größer die Knautschzone ist, desto länger ist der beim Aufprall zur Verfügung stehende „Bremsweg“ und desto geringer sind die auftretende Beschleunigung sowie die auftretenden Kräfte auf Fahrzeug und Fahrer ($F = m \cdot a$).
- Bedeutung für den sog. „Unfallgegner“:
 - Falls es sich ebenfalls um ein Auto handelt: Eine gut, d.h. partnerfreundlich konstruierte Knautschzone verursacht möglichst wenig punktgenaue Zerstörungen beim „Unfallgegner“ und schützt so die Insassen des anderen Fahrzeugs.
 - Diese partnerfreundliche Konstruktion ist mindestens genauso relevant, wenn es sich beim „Unfallgegner“ um einen Fußgänger handelt.

Methodisch würde es sich natürlich anbieten, die verschiedenen von den Schülern gefundenen Aspekte in geeigneter Form zusammenzutragen.

Zu Aufgabe 2.1:

Nur wenn der Fahrer angeschnallt und damit fest mit dem Fahrzeug verbunden ist, kann er die Knautschzone als „Bremsweg“ nutzen. Nicht angeschnallt fliegt der Fahrer beim Aufprall seines Fahrzeugs praktisch ungebremst nach vorne (Trägheitssatz) und prallt dementsprechend hart auf Lenkrad oder Armaturenbrett auf.

Zur Verdeutlichung: Video zum Fahren ohne Gurt (vgl. [3])

Der Aufprall auf einen Airbag ohne Gurt wird in Aufgabe 4 genauer untersucht, könnte hier aber schon mit thematisiert werden – auch in der sich anschließenden Aufgabe 3.

Zu Aufgabe 2.2:

Nach Wahl eines geeigneten Bezugssystems gilt:

$$v^2 - v_0^2 = 2 \cdot a \cdot x$$

$$a = \frac{v^2 - v_0^2}{2 \cdot x} = \frac{0 - \left(\frac{56 \text{ m}}{3,6 \text{ s}}\right)^2}{2 \cdot 0,60 \text{ m}} = -201,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F = m \cdot a = 75 \text{ kg} \cdot \left(-201,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) = -15 \text{ kN}$$

Gedankenexperiment:

Der Betrag dieser Kraft ist gleich dem Betrag der Gewichtskraft einer Masse von etwa 1,5 t, d.h. etwa einer Mittelklasselimosine. Die Dauer der Krafteinwirkung beträgt gemäß $\Delta v = a \cdot \Delta t$ etwa 77 ms; Rippenbrüche sind hier durchaus zu erwarten.

Zu Aufgabe 3:

Nicht angeschnallt prallt der Fahrer ungebremst aufs Lenkrad oder Armaturenbrett. Diese geben schätzungsweise nur wenige Zentimeter nach. Entscheidend ist hier nicht der Zahlenwert, sondern die Erkenntnis, dass dieser Weg um ein Vielfaches kürzer ist als die 60 cm Knautschzone – und somit ist die Kraft um ein Vielfaches größer – auch wenn ein Airbag zum Einsatz kommt.

Damit ergibt sich bei z. B. geschätzten 10 cm „Bremsweg“ eine etwa 6-mal so große Kraft. Dies lässt sich aus den gegebenen Proportionalitäten bei 2.2 recht gut folgern. Im Rahmen des Gedankenexperiments wäre der Betrag dieser Kraft gleich dem Betrag der Gewichtskraft einer Masse von etwa 9 t. Und diese Kraft wirkt nicht unbedingt nur auf den Brustkorb ein. Damit ergibt sich eine lebensgefährliche Situation für den Fahrer.

Zu Aufgabe 4:

Informativer Film hierzu: Video zum Fahren ohne Gurt (vgl. [3])

- Der Airbag löst erst ab etwa 30 km/h aus.
Ein Aufprall mit 30 km/h ohne Airbag ist bereits lebensgefährlich.
- Auch bei Geschwindigkeiten von über 30 km/h, bei denen der Airbag auslöst, ist der Gurt unerlässlich. Ohne ein Rückhaltesystem ist der Aufprall des Fahrers viel zu heftig; der Airbag allein kann diesen nicht ausreichend abfedern. Außerdem ist der

Fahrer ohne Gurt nicht auf dem Airbag fixiert; er kann am Airbag vorbei rutschen – seitlich, darunter oder auch darüber.

- Letztlich ist der Gurt der erste und entscheidende Schritt zur Sicherung der Fahrgäste. Die Airbags stellen eine sinnvolle Ergänzung dar.

Ergänzende Bemerkung:

Es wäre an dieser Stelle auch sinnvoll, das Gefahrenpotenzial eines Airbags zu thematisieren. Der Aufprall auf den Airbag, welcher am Ende des oben angeführten Videos (vgl. [3]) in Zeitlupe gezeigt wird, suggeriert (ebenso wie viele andere Crashtest-Videos) einen recht „weichen“ Vorgang.

Die Zündung eines Airbags in Originalzeit macht deutlich, welche Energie hier freigesetzt wird - hierzu beispielsweise: Video zur Airbag-Zündung (vgl. [4]).

Um Verletzungen durch auslösende Airbags zu vermeiden, ist vor allem darauf zu achten, eine aufrechte Sitzposition einzunehmen und nicht zu dicht vor dem Airbag zu sitzen – auch als Beifahrer und auch unter Berücksichtigung von Seiten- bzw. Kopf-Airbags.

Anregung zum weiteren Lernen

In diesem Gesamtkontext könnten weitere Sicherheitssysteme diskutiert werden, welche immer mehr Einzug in die Fahrzeuge halten, wie z.B. Bremsassistent, „Presafe“ oder auch „Fußgänger-Airbags“.

Quellen- und Literaturangaben

Abbildung 1: Unfallfahrzeug, von Pam Simon, lizenziert unter CC0 Public Domain über pixabay.com, 07.03.2017

- [1] Video „ADAC Crashtest zur Knautschzone“, ADAC, YouTube
- [2] Video „Crashtest: Drei Mittelklasse-Modelle“, ADAC, YouTube
- [3] Video „Fahren ohne Gurt – Vergesslichkeit hat Folgen“, YouTube
- [4] Video „Airbag-Zündung – Feuerwehr Tarsdorf“, YouTube