

# Lebensretter Knautschzone



Bild: „01\_Autocrash“, Grigoleit für SenBJF Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

## Inhaltsverzeichnis

|                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| <b>A ÜBERBLICK</b>                | <b>2</b>  |
| <b>B LERNAUFGABE</b>              | <b>3</b>  |
| <b>C BEZUG ZUM RAHMENLEHRPLAN</b> | <b>14</b> |
| <b>D ANHANG</b>                   | <b>19</b> |

## A Überblick

|                  |  |
|------------------|--|
| Unterrichtsfach  | Physik   |
| Jahrgangsstufe/n | 9/10   |
| Niveaustufe/n    | D – H  |
| Zeitraumen       | 2 Doppelstunden                                      |
| Thema            | Lebensretter Knautschzone – Beschleunigte Bewegungen |

|                |  |
|----------------|--|
| Themenfeld(er) | 3.7 Gleichförmige und beschleunigte Bewegungen<br>3.8 Kraft und Beschleunigung |
|----------------|--|

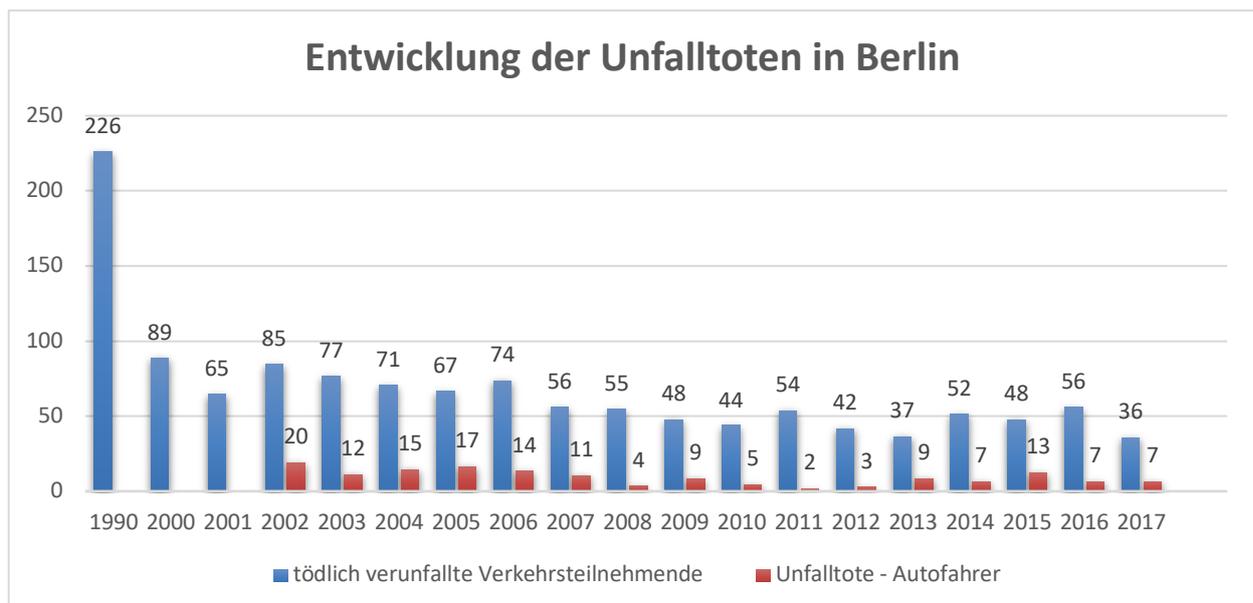
|              |   |
|--------------|---|
| Kontext      | Sicherheit im Straßenverkehr, Abbremswege, Analyse von Crashtests und Sicherheitsvorkehrungen in Fahrzeugen, Kräfte an Fahrzeugen |
| Schlagwörter | Crash, Knautschzone, Beschleunigung, g-Kräfte, Fahrzeugsicherheit, Straßenverkehr, Verkehrserziehung                              |

|                 |   |
|-----------------|---|
| Zusammenfassung | Die Lernaufgabe besteht aus einer Gruppenarbeit mit vier Lernstationen. Die Lernenden simulieren Crashtests, sammeln mit Hilfe ihrer Smartphones Daten und fertigen Videos an. Aus den gewonnenen Daten sollen sie verschiedene Strategien zur Erhöhung der passiven Sicherheit moderner Autos entwickeln. Sie werten Statistiken, Diagramme, Fachtexte und Videos aus. Es stehen verschiedene Übungsmöglichkeiten und ergänzende Materialien zur Verfügung. Die Gruppen sollen ein Portfolio erstellen und ihren Arbeitsprozess und Lernfortschritt selber mit Hilfe eines Fragebogens selber einschätzen. |
|-----------------|---|

## B Lernaufgabe

Insgesamt ereigneten sich im Jahr 2017 in Berlin 143.424 registrierte Verkehrsunfälle. Dies bedeutet einen Anstieg gegenüber dem Vorjahr um 1,61 %.

Bei diesen Verkehrsunfällen verunfallten 17.415 Verkehrsteilnehmende, davon waren 15.062 leicht verletzt und 2.317 schwer verletzt. Die Zahl der Verkehrsunfalltoten reduzierte sich deutlich von 56 im Jahr 2016 auf 36 im Jahr 2017. Obwohl bei ca. 75 % aller Verkehrsunfälle PKWs beteiligt sind, starben lediglich 7 PKW-Insassen im Jahr 2017 (Angaben der Polizei <https://www.berlin.de/polizei/aufgaben/verkehrssicherheit/verkehrsunfallstatistik/>, abgerufen am 11.07.2018).



In den nachfolgenden Aufgaben wird untersucht, wie die Sicherheit im Straßenverkehr durch moderne und verbesserte Sicherungssysteme in Fahrzeugen erhöht wurde.

Arbeitsaufträge:

- Bearbeitet die Aufgaben in Gruppenarbeit.
- Sammelt eure Ergebnisse in Form eines Portfolios.
- Gestaltet für euer Portfolio ein Deckblatt und überlegt euch einen passenden Titel.
- Füllt gemeinsam den Fragebogen aus und fügt diesen am Ende mit in euer Portfolio ein.

## Station 1: Was passiert bei einem Unfall?

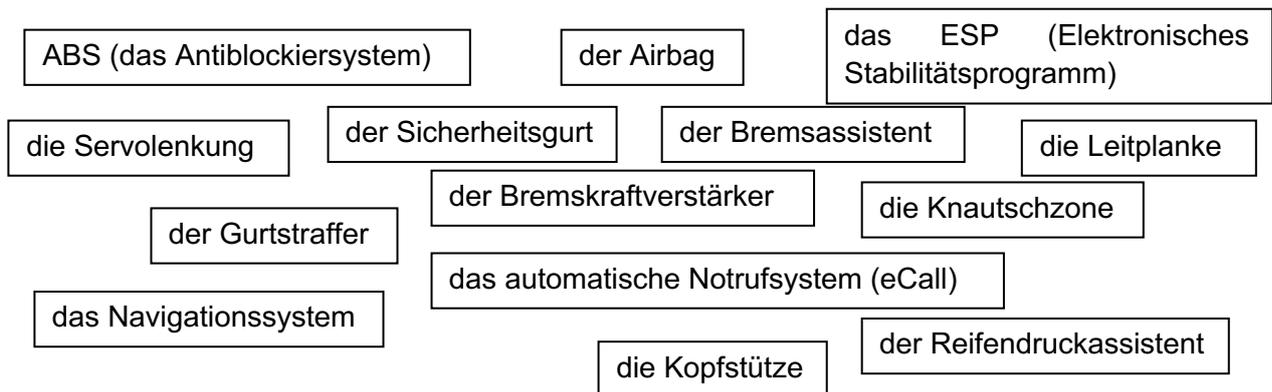
Lest aufmerksam den Text „Chronologie eines Crashes“ (**Text 1: Unfall**) und bearbeitet die folgenden Aufgaben.

- Notiert die zeitliche Reihenfolge (Chronologie) der **Schutzmaßnahmen** in einer Tabelle.
- Notiert in der rechten Spalte die **Zeit**, die seit dem ersten Kontakt des Fahrzeugs mit einem Hindernis vergangen ist.

| Schutzmaßnahme  | Vergangene Zeit            |
|---|----------------------------|
| <i>Bordelektronik hat drei Aufgaben erfüllt (Registrierung der Kollision, ...</i> | <i>15-20 Millisekunden</i> |
|   |                            |
|   |                            |

- In modernen Fahrzeugen unterscheidet man zwischen passiven und aktiven Sicherheitssystemen. **Passive Sicherheitssysteme** schützen die Insassen im Falle eines Unfalls. **Aktive Sicherheitssysteme** unterstützen den Fahrer und sollen helfen, Unfälle zu vermeiden.

Sortiert die folgenden Sicherheitssysteme nach passiven und aktiven Sicherheitssystemen.



**Falls euch diese Systeme unbekannt sind, recherchiert im Internet oder fragt einen Experten!**

## STATION 2: Crashtest – Gestern und Heute

Zur Untersuchung der Sicherheit von Fahrzeugen werden Crashtests mit Dummys durchgeführt. Schaut euch die beiden Videos an und bearbeitet die Aufgaben.

Video 1: <https://www.youtube.com/watch?v=Ki9fDmBTX7w> (CAR CLIPS CRASH 1930)

Video 2: <https://www.youtube.com/watch?v=RyvIP36klqE> (Audi Q7 2018+ Frontal Crash Test)

- Beschreibt Unterschiede beim Crash bei alten Autos (Oldtimern) und bei modernen Autos.
- Nennt Maßnahmen, die bei modernen Autos die Wucht des Aufpralls mindern.
- Erläutert anhand der folgenden Abbildung den Begriff „Knautschzone“ und nennt ihre Funktionen.



Bild: „02\_Knautschzone“, Kadner für SenBJF Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

Der ADAC führt seit 30 Jahren Crashtests durch. Ein VW Golf II (Baujahr 1983-1992) und ein VW Golf VII (Baujahr 2012) wurden getestet. Lest dazu den **Text 2: ADAC** durch.

- Vergleicht mit Hilfe des Textes das Verletzungsrisiko für den Fahrer in beiden Fahrzeugen. Malt dazu die beiden Dummys farbig an.
- Notiert Maßnahmen, die zur besseren Insassensicherheit geführt haben.

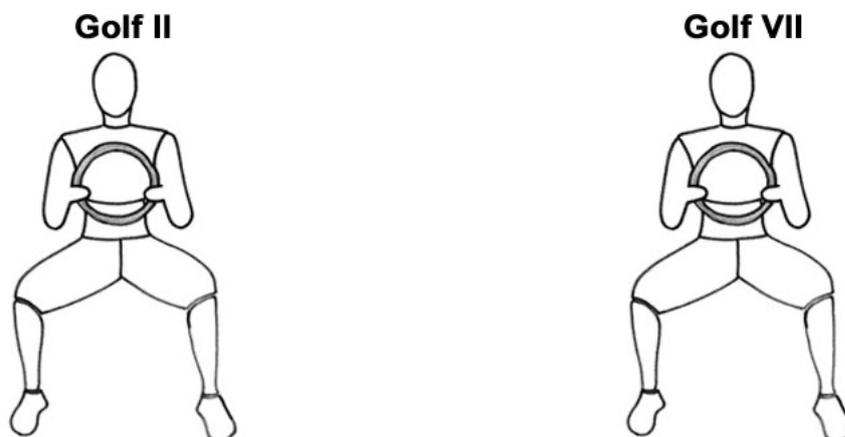


Bild: „03\_Dummys“, Grigoleit für SenBJF Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

Verletzungsrisiko:



### STATION 3: Experiment „Crashtest“

In diesem Experiment simuliert ihr selbst einen Crash und untersucht dabei die Wirkung der Knautschzone. Ein Wagen rollt eine geneigte Ebene runter und stößt gegen ein festes Hindernis. Um den Aufprall zu „dämpfen“ wird eine Knautschzone vorne am Wagen angebracht. Aus den Messergebnissen berechnet ihr die Bremsbeschleunigung und die wirkende Kraft. Denn je kleiner die Bremsbeschleunigung und je kleiner die wirkende Kraft ist, desto besser funktioniert die Knautschzone und desto geringer ist das Verletzungsrisiko beim Unfall.

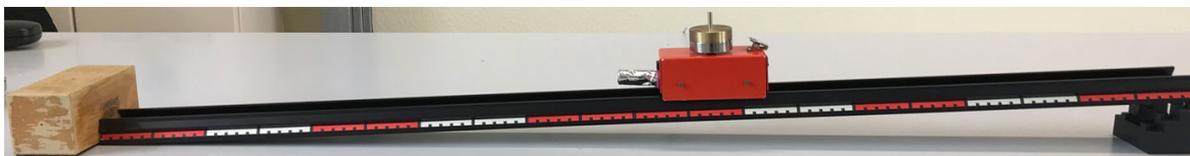


Bild: „04\_Fahrbahnaufbau“, Grigoleit für SenBJF Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

- Baut den Versuch wie im Bild auf.
- Bastelt eine „Knautschzone“, die den Aufprall besonders gut „dämpfen“ kann. Euch stehen dazu verschiedene Materialien (Alufolie, Papier, Watte, Schaumstoff, ...) zur Verfügung.
- Befestigt eure gebastelte Knautschzone vorne am Wagen. Beim Crash darf die Knautschzone nicht verrutschen oder zur Seite wegklappen.
- Legt euch eine Messwerttabelle in folgender Form an. Denkt daran, die Länge der Knautschzone vorher zu messen.

| Messung | Gesamtmasse des Wagens $m$ in kg | Länge $s_{\text{vor}}$ der Knautschzone vor dem Crash in m | Länge $s_{\text{nach}}$ der Knautschzone nach dem Crash in m | Differenz $\Delta s$ der Länge der Knautschzone vorher und nachher in m | Zeit $t$ (Wie lange dauerte das Verformen der Knautschzone?) in s |
|---------|----------------------------------|--|--|---|---|
| 1       |                                  |  |  |   |   |
| 2       |                                  |  |  |   |   |

- Stellt ein Smartphone mit laufender Stoppuhr hinter den Versuch.
- Lasst den Wagen mit der Knautschzone gegen das Hindernis fahren.
- Filmt euren Crash mit dem Smartphone. Auf eurem Video müssen die Knautschzone und die Stoppuhr gut zu sehen sein.
- Misst die Länge der Knautschzone nach dem Crash und tragt sie in die Tabelle ein.
- Nutzt die Scroll-Funktion in eurem Video, um die Zeit zu ermitteln, in der die Knautschzone maximal verformt wurde. (Zeit bei maximaler Verformung der Knautschzone minus der Zeit bei der ersten Berührung.)
- Wiederholt den Versuch mit verschiedenen Knautschzonen oder einem schwereren/leichteren Wagen.

**Hinweis: Bei anderen Materialien (z.B. Schaumstoff) ist es sinnvoll, die Differenz der Längen  $\Delta s$  der Knautschzone aus dem Video zu entnehmen. Informationen findet ihr in den Hilfevideos.**



Bild: „05\_Vor dem Crash“, Grigoleit für SenBJF Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)



Bild: „06\_Nach dem Crash“, Grigoleit für SenBJF Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

- k) Berechnet aus der Länge  $\Delta s$ , um die die Knautschzone zusammengedrückt wurde und der Zeit  $t$  die es gedauert hat, die Bremsbeschleunigung  $a$ .  
 Nutzt dafür die folgende Gleichung für beschleunigte Bewegungen  $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$  und stell sie nach  $a$  um
- l) Berechnet die wirkende Kraft mit der Gleichung  $F = m \cdot a$ .
- m) Tragt eure Ergebnisse in einer Tabelle zusammen.

| Messung | Beschreibung der Knautschzone | Masse $m$ des Wagens in kg | Kraft $F$ in N |
|---------|-------------------------------|----------------------------|----------------|
| 1       |                               |                            |                |
| 2       |                               |                            |                |

- n) Formuliert die Ergebnisse eurer Untersuchung. Denkt daran: Je kleiner die wirkende Kraft ist, desto geringer ist das Verletzungsrisiko beim Unfall.

Mögliche Fragen:

- Welche Knautschzone schützte am besten?
- Welchen Einfluss hat die Masse des Wagens?
- Welchen Einfluss hat die Länge der Knautschzone?
- Welchen Einfluss hat das Material der Knautschzone?
- Welchen Einfluss hat die Geschwindigkeit, mit der der Wagen auf das Hindernis trifft? (Je steiler die Fahrbahn, desto größer ist die Geschwindigkeit.)
- Welche Konsequenzen seht ihr für euch persönlich, wenn ihr im Straßenverkehr unterwegs seid?

## STATION 4: Übungen und Ausblick

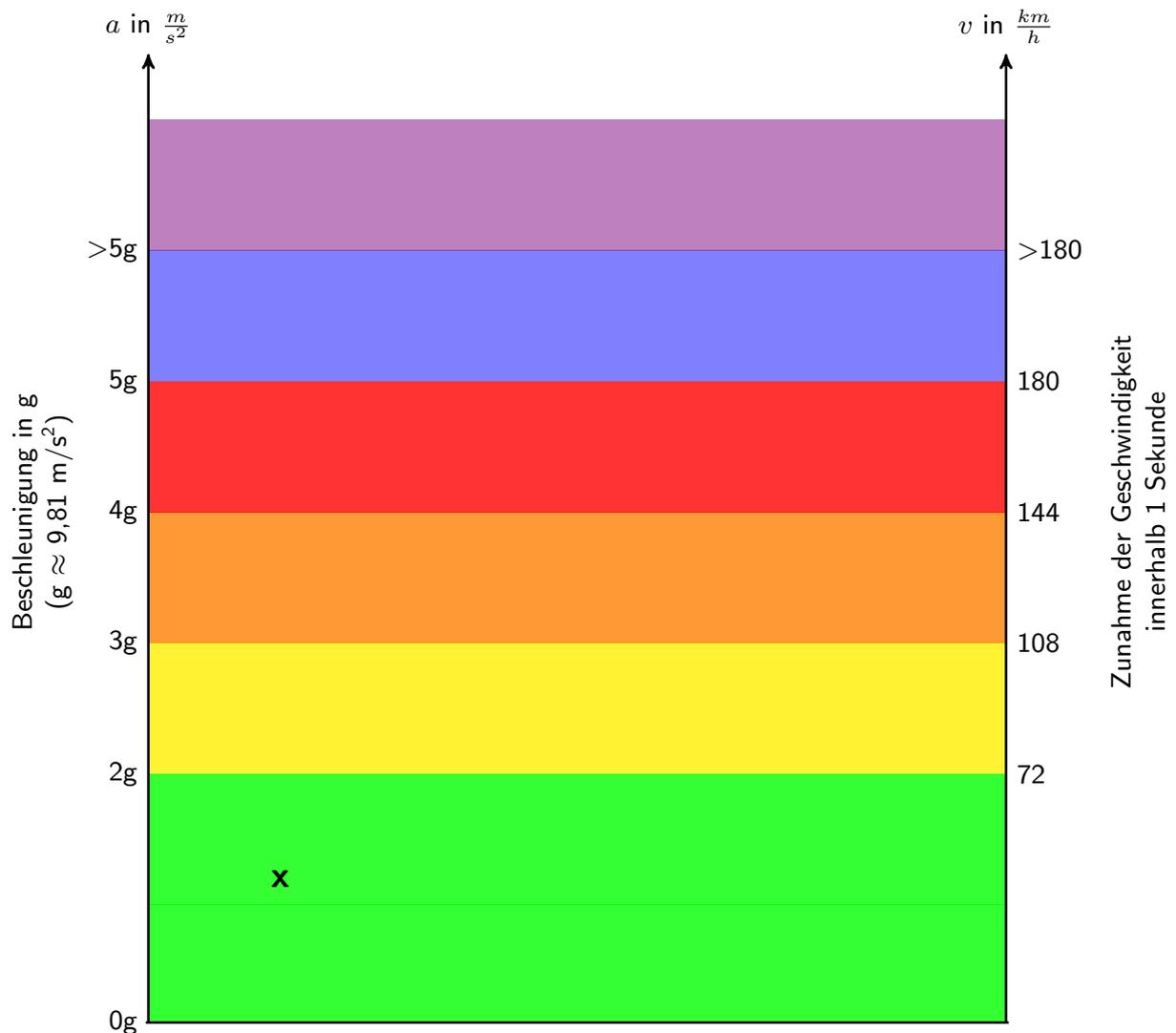
### Übung 1 (leicht): Auswirkungen von Beschleunigungen auf unseren Körper

Als Maß für die Belastungen durch Beschleunigungen verwendet man oft die sogenannten „g-Kräfte“, welche auf den Gewichtskräften von Körpern auf der Erdoberfläche basieren. Eine Beschleunigung von „1g“ entspricht der Gewichtskraft, die auf ein Objekt auf der Erdoberfläche wirkt. Wenn auf uns zum Beispiel 3g wirken, dann spüren wir eine Kraft, die dreimal so groß ist wie die normale Gewichtskraft.

| Beispiele   | Höhe der Kraft in Vielfachen von g |
|---|------------------------------------|
| Frontalcrash auf ein festes Hindernis bei<br>8 km/h<br>30 km/h<br>80 km/h             | 4<br>15<br>40                      |
| Frontalcrash mit Knautschzone bei<br>30 km/h  | 7                                  |
| Beschleunigung<br>PKW von 0-100 km/h<br>Formel-1 Wagen 0 auf 100 km/h                 | 0,3<br>1,2                         |
| Hochgeschwindigkeitskurve Formel-1<br>Radius 160 m bei 200 km/h                       | 2                                  |
| Start der Sojus-Rakete zur ISS<br>1. Stufe<br>2. Stufe                                | 1-3<br>4                           |
| Wiedereintritt in die Erdatmosphäre<br>Apollo-Kapsel<br>Sojus-Kapsel<br>Space-Shuttle | 7<br>10<br>1,5                     |
| Raketenschlitten<br>Abbremsen 1300 km/h auf 0 in 1,5 s                                | 200                                |
| Freier Fall   | 0                                  |
| Achterbahn  | 4                                  |
| Kunstflug   | 8                                  |
| Schleudersitz   | 15                                 |

Der Wert für die Beschleunigung eines Formel-1 Rennwagens von 0 auf 100 km/h ist durch das „x“ in der Graphik (nächste Seite) markiert.

Überträgt die Werte der Beispiele aus der Tabelle in die Graphik. Diskutiert die Auswirkungen auf den menschlichen Körper.



Beschleunigung nach oben oder unten

- uneingeschränkt ertragbar
- oben: Einengung des Gesichtsfeldes; unten: Blutfluss in den Kopf - Redout
- röhrenförmiges Gesichtsfeld - Greyout
- Blackout
- Bewusstlosigkeit

Beschleunigung nach vorn oder hinten

- ab 20g Atemprobleme

Beschleunigung quer zum Körper

- Überlastung der Muskulatur - Nackenprobleme

Bild: „07\_g-Kräfte“, Grigoleit für SenBJF Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

## Übung 2 (mittel): Handy am Steuer und die Folgen

Der Fahrer eines Autos bekommt während der Fahrt eine Kurzmitteilung auf sein Smartphone. Er nimmt das Telefon in die Hand und achtet zwei bis drei Sekunden nicht auf die Straße. Er kommt von der Fahrbahn ab und fährt mit 100 km/h gegen einen Brückenpfeiler. Glücklicherweise war er angeschnallt und der Airbag hat ausgelöst. Nur die Knautschzone seines Autos bremst den Fahrer. Die Knautschzone wird um  $s = 0,8$  m zusammengedrückt.

- Berechnet die Zeit, in der der Fahrer abgebremst wird und die Beschleunigung, die auf ihn wirkt. [Kontrollergebnis 57,6 ms]
- Berechnet die Kraft, die bei diesem Unfall auf den Fahrer ( $m = 80$  kg) wirkt.
- Bei einem Schleudersitz würde auf diesen Fahrer eine Kraft von 11760 N wirken – seine Gewichtskraft beträgt 785 N. Vergleicht diese Kräfte miteinander.
- Bewertet sein Verhalten während der Fahrt.

## Übung 3 (anspruchsvoll): Gefährliche Abkehr von der Knautschzone

Im Artikel „Gefährliche Abkehr von der Knautschzone“ (**Text 3: Knautschzone**) wird die aktuelle Entwicklung des Sicherheitssystems „Knautschzone“ diskutiert. Beurteilt anhand des Artikels diese Entwicklung.

## LESETEXTE

### Text 1 - Unfall

Von Jahr zu Jahr sinkt die Zahl der Unfalltoten auf Deutschlands Straßen. Hierfür ist eine Reihe von Sicherheitssystemen verantwortlich, welche in modernen Autos innerhalb von Millisekunden ihre Funktion erfüllen müssen. Bevor der Airbag aufgeblasen und der Gurt gestrafft wird, muss der Crash rechtzeitig vom Auto erkannt werden. Bei einem Kontakt mit einem anderen Fahrzeug oder einem Hindernis registriert ein im Fahrzeug verbauter Beschleunigungssensor die ungewöhnlich hohe Verzögerung. Die angeschlossene Bordelektronik entscheidet dann, ob es sich um eine leichte oder schwere Kollision handelt und die Sicherheitssysteme aktiviert werden müssen.

#### Der Ablauf eines Crashes

Es vergehen nicht einmal 20 Millisekunden, da hat die Bordelektronik ihre wichtigsten Aufgaben bereits erfüllt. Bei einer schweren Kollision werden innerhalb dieser Zeit Signale an Airbags, Gurtstraffer und weitere Systeme gesandt. So wird die Spritzzufuhr durch die Benzinpumpe unterbrochen und ein Impuls zur automatischen Türverriegelung gesandt, um sämtliche Türen zu entriegeln. Bei Fahrzeugen mit automatischem Notrufsystem, auch "eCall" genannt, wird sogar eine Verbindung zur nächstliegenden Notrufzentrale aufgebaut. Zu diesem Zeitpunkt hat sich das Auto zwar etwas weiter auf das Hindernis zubewegt. Die Sensoren reagieren jedoch so schnell, dass sich die Passagiere noch aufrecht in ihren Sitzen befinden und höchstens der Stoßfänger leicht verformt wurde.

Um die Bewegung der Passagiere nach vorne abzufangen, zünden nach 20 bis 30 Millisekunden kleine *pyrotechnische* Ladungen an den Gurtstraffern und den Airbags. Zündkapseln sorgen für die Verbrennung eines Feststoffes und die entstehenden Gase füllen den Fahrerairbag und als Letztes - wegen seiner Größe - den Beifahrerairbag. Die Ladungen für die Gurtstraffer sind relativ klein, so dass diese als allererstes ihre Funktion aufnehmen können. Nach nur 30, maximal 35 Millisekunden sind die Frontinsassen durch die Sicherheitssysteme

geschützt und fangen die sich nun schneller nach vorne bewegenden Oberkörper der Insassen ab.

Ungefähr 50 Millisekunden nach dem ersten Kontakt kommt es zu starken Deformationen am vorderen Teil des Autos, Motor und Achse werden nach hinten gedrückt, die Pedalerie fängt an, sich in den Fahrgastraum zu drücken. Bei den Insassen beugen sich die Oberkörper nach vorne und es kann zum ersten Kontakt von Beinen und Knien mit dem Armaturenbrett und der Lenksäule kommen. Nun landet auch der Kopf im Airbag.

Die größte Belastung erfährt der Oberkörper zwischen 120 bis 150 Millisekunden, wo er maximal nach vorne gestreckt wird. Zu diesem Zeitpunkt löst der Gurtkraftbegrenzer die Spannung des Gurtes leicht um Brustkorbverletzungen zu vermeiden.

Die letzte Phase findet nach 150 bis 180 Millisekunden, also nicht einmal 0,2 Sekunden statt. Die Insassen bewegen sich zurück und trennen sich von den Airbags. Auch das elastische Fahrzeug fliegt frei vom Unfallgegner weg. Diese Phase wird daher auch "Rebound" genannt. Die hier auftretenden Kräfte sind nicht so hoch wie in der ersten Unfallphase, führen aber auch zu Verletzungen an Kopf und Hals durch den Aufprall auf die Kopfstützen.

### **Seitencrashes sind eine besondere Herausforderung**

Ein seitlicher Aufprall stellt besondere Herausforderungen an die Sicherheitssysteme. Da die Knautschzone der Türen sehr viel kleiner ist als im vorderen Teil des Autos, müssen die Sensoren in sieben bis zehn Millisekunden ansprechen und die Seitenairbags auslösen. Die Sensoren dafür stecken oft in den Säulen der Karosserie, aber auch im Türinnern. Ein Druckanstieg wird dort vom Sensor registriert und die Information an die Elektronik weitergeleitet. Diese entscheidet dann, ob es sich um einen Unfall handelt, oder einfach nur die Tür zugeschlagen worden ist.

## **Text 2 - 30 Jahre ADAC Crashtest**

Der Allgemeine Deutsche Automobil Club, kurz ADAC, ist Europas größter Verkehrsclub. Seit 30 Jahren führt der ADAC unabhängige Crashtests durch. In dieser Zeit hat sich viel für den Schutz der Verkehrsteilnehmer getan, wie der folgende Crash-Vergleich zwischen einem VW Golf II (Baujahr 1983-1992) und einem VW Golf VII (Baujahr 2012) zeigt.

### **Welche Folgen hat ein Crash für die Insassen?**

Mit einer Geschwindigkeit von 64 km/h prallt das Auto gegen ein fest stehendes Hindernis. Der Crash dauert lediglich für eine Zeitspanne von 120 Millisekunden an. Hochgeschwindigkeitskameras filmen das Geschehen aus verschiedenen Winkeln. Eine dem Menschen nachempfundene Puppe mit dutzenden Sensoren, auch Dummy genannt, sitzt dabei im Auto. Mit Hilfe dieses Crashtests untersucht der ADAC seit 1996 an den verschiedenen Automodellen die Folgen eines Frontalaufpralls auf die PKW Insassen.

Im Modell Golf II trägt der Dummy schwerste Verletzungen von sich. Die Fahrgastzelle wurde komplett zusammengedrückt, da die Dachbalken und Stützsäulen der Aufprallenergie nicht standhalten konnten. Der Dummy kann nur schwer vom Auto befreit werden. Die Sensordaten des Dummys offenbaren schwere bis schwerste Verletzungen. Das Lenkrad, sowie das Armaturenbrett haben sich in Richtung Fahrerkopf bewegt. Ohne Airbag und mit einer der damaligen Zeit entsprechenden Gurttechnik ohne Straffer und Kraftbegrenzer erleidet der Dummy lebensgefährliche Kopf- und Brustverletzungen. Ebenso wurden die Oberschenkel und der Fußbereich durch die entgegenkommende Pedalerie erheblich verletzt. Der Beifahrer hat ebenso schwerste Kopfverletzungen und mittlere Verletzungen im Brust und Oberschenkelbereich.

Bei dem aktuelleren Fahrzeugmodell ergibt sich ein völlig anderes Bild. Die Fahrgastzelle bleibt selbst bei hohen Geschwindigkeiten intakt. Moderne Airbags und ein Gurtsystem mit Gurtstraffer und Gurtkraftbegrenzer verhinderten größere Verletzungen. Hier hätten alle Insassen überlebt – im Gegenteil, Fahrer und Beifahrer erleiden nur sehr geringfügige Verletzungen.

### **Text 3 - Knautschzone – ein Lebensretter**

Die Knautschzone war beim Automobilbau eine relativ späte Idee: Erst in den 50er Jahren setzte sich die Erkenntnis durch, dass verformbare Karosserien dabei helfen, bei einem Crash die Bewegungsenergie gezielt am Auto abzubauen und damit die Insassen zu schützen. Ein Auto wie eine starre Rüstung zu konstruieren war bis dahin als der beste Schutz angesehen worden.

Insbesondere die im letzten Jahrhundert entwickelten Crashtests, bei denen im zunehmenden Maße Hochgeschwindigkeitskameras und menschenähnliche Dummies verwendet wurden, zeigten auf, dass eine stabile Karosserie zwar wichtige Voraussetzung für ein sicheres Auto ist, jedoch die auftretenden Kräfte für die Insassen nur durch eine Verformung einer zusätzlichen Knautschzone abgebaut werden können.

#### **Wieder schwerere Verletzungen – ein Trend kehrt sich um**

Bis in die 90er Jahre hinein sank die Zahl schwerster Insassenverletzungen als Folge immer besserer Wege, Energie in Knautschzonen und über passive Rückhaltesysteme abzufangen. Doch dieser Trend setzte sich bei Fahrzeugen aus den Modelljahren 2001 bis 2010 nicht fort. Inzwischen sind die Karosserien zwar so stabil, dass sie der Belastung eines Crashtests mit 64 km/h standhalten. Gleichzeitig verwenden die Ingenieure aber weniger genau die Blechprofilkonstruktionen, welche sich beim Zusammenstoß auf mehreren Ebenen verformen und die Kräfte über die gesamte Wagenfront verteilen. Doch woran liegt das?

Neueste Vorschriften für Crashtests zwingen die Autobauer, neben einer steifen Frontstruktur auch besonders stabile Fahrgastzellen zu konstruieren. So können Unfälle bei höheren Geschwindigkeiten überlebt werden, ohne dass der Insasse im Auto erdrückt wird. Aufgrund der kompakten Bauweise moderner Kleinwagen ist für eine Knautschzone dann aber schlichtweg kein Platz mehr. Durch die kleiner werdenden Knautschzonen muss die Bewegungsenergie der Insassen über die Sicherheitssysteme wie Airbag und Gurtstraffer in einem kleineren Zeitraum abgebaut werden. Die Wucht ist höher, also muss der Gurtstraffer schneller greifen und den nach vorne gleitenden Insassen aggressiver am Sitz halten. Der sich schnell nach vorne bewegend Oberkörper wird dann innerhalb kürzester Zeit vom Airbag abgefangen. Beides kann weitere Verletzungen verursachen, wie zum Beispiel Trommelfellschäden durch das explosionsartige Aufblasen des Airbags oder Quetschungen im Hüft- und Brustbereich.

Beim Frontalcrash können Kräfte bis zu dem Fünfzigfachen der Erdbeschleunigung auf den menschlichen Körper einwirken. Als Folge dieser hohen Kräfte beobachten Mediziner wieder eine Zunahme von Schleudertraumata und Knochenbrüchen an Brust und Becken, sowie Verletzungen von Lunge, Leber und Nieren bis zu inneren Blutungen an Arterien und Venen. Verletzungen im Oberkörperbereich werden mittlerweile vor allem an Frauen und älteren Menschen festgestellt. Insbesondere ältere Menschen erleiden häufiger schwerere Verletzungen, da die Belastungsfähigkeit von Skelett und Gewebe mit dem Alter abnehmen. Crashtests werden immer noch mit Test-Dummies durchgeführt, die vor allem den männlichen Durchschnittskörper darstellen. Daher fordern ADAC-Unfallforscher eine Ausweitung der Tests mit weiblichen, aber auch mit kleineren Dummies. Diese Forderungen konnten bis jetzt jedoch nicht in eine Testnorm umgesetzt werden.

**Fragebogen zur Lernaufgabe**

Macht einen Haken unter dem betreffenden Icon und notiert euren Zeitbedarf.

|   |  |  |  | Zeitbedarf |
|---|---|---|---|------------|
| Schwierigkeit der Aufgaben                    | schwer  | mittel  | leicht  |            |
| STATION 1                                     |   |   |   |            |
| STATION 2                                     |   |   |   |            |
| STATION 3                                     |   |   |   |            |
| STATION 4                                     |   |   |   |            |
| Nutzung von...                                | oft   | selten  | gar nicht   |            |
| ... Hilfematerialien                          |   |   |   |            |
| Fragen an und Hilfe durch...                  | oft   | selten  | gar nicht   |            |
| ... den Lehrer                                |   |   |   |            |
| Arbeit der Gruppe                             | nein  | mittel  | ja  |            |
| Wir haben die Zeit in der Schule gut genutzt. |   |   |   |            |
| Wir mussten auch zu Hause arbeiten.           |   |   |   |            |
| Wir haben gut zusammengearbeitet.             |   |   |   |            |
| Wir haben die Aufgaben gut aufgeteilt.        |   |   |   |            |
| Wir haben uns ausgetauscht und diskutiert.    |   |   |   |            |
| Wir haben gemeinsam experimentiert.           |   |   |   |            |
| Wir haben uns angestrengt...                  | wenig   | mittel  | sehr  |            |
| ... bei Rechtschreibung und Grammatik.        |   |   |   |            |
| ... bei der allgemeinen Gestaltung.           |   |   |   |            |
| ... bei der Lösung der Aufgaben.              |   |   |   |            |
| Wir sind zufrieden...                         | wenig   | mittel  | sehr  |            |
| ... mit unseren Ergebnissen.                  |   |   |   |            |
| ... mit unserem Portfolio.                    |   |   |   |            |
| Wir haben...                                  | nein  | mittel  | ja  |            |
| ... Neues gelernt und auch verstanden.        |   |   |   |            |

## C Bezug zum Rahmenlehrplan

**Hinweis zur Arbeit mit Portfolios:** Präsentationsprüfung im mittleren Schulabschluss: „Prüfung in besonderer Form“, Handreichung, Seite 8

|                     |   |
|---------------------|---|
| Lernvoraussetzungen | Beschleunigte Bewegungen, NEWTONsches Grundgesetz |
|---------------------|---|

| Kompetenzen            | Standards (Die Schülerinnen und Schüler können....)  |
|------------------------|--|
| Mit Fachwissen umgehen | <p><b>2.1.2 System Systembegriff</b><br/>Komponenten beschriebener Experimentieranordnungen identifizieren und ihr Zusammenwirken unter Verwendung physikalischer Prinzipien erklären (F/G).</p> <p><b>2.1.3 Wechselwirkung Kräfte in der Mechanik</b><br/>Verformungen und Bewegungsänderungen als Wirkungen von Kräften erläutern (D/E).</p>   |
| Erkenntnisse gewinnen  | <p><b>2.2.2 Naturwissenschaftliche Untersuchungen durchführen Hypothesenbildung</b><br/>Aufgestellte Hypothesen bestätigen oder nach Widerlegung weitere Hypothesen entwickeln (F/G/H).</p> <p><b>Planung und Durchführung</b><br/>Experimente zur Überprüfung von Hypothesen nach Vorgaben planen und durchführen(D/E).<br/>Experimente mit Kontrolle planen und durchführen (F/G).</p> <p><b>Auswertung und Reflexion</b><br/>Das Untersuchungsergebnis unter Rückbezug auf die Hypothese beschreiben (D/E).<br/>Untersuchungsergebnisse interpretieren (F/G).</p> <p><b>2.2.3 Mit Modellen umgehen Nutzen</b><br/>Mit Modellen naturwissenschaftliche Sachverhalte beschreiben (D).<br/>Mit Modellen naturwissenschaftliche Zusammenhänge erklären (E/F).</p>   |
| Kommunizieren          | <p><b>2.3.1 Informationen erschließen – Textrezeption Recherchieren</b><br/>Informationen aus einem Text aufgabengeleitet entnehmen und wiedergeben (D).<br/>Themenbezogen zu einem naturwissenschaftlichen Sachverhalt in verschiedenen Quellen recherchieren (E/F).</p> <p><b>2.3.2 Informationen weitergeben – Textproduktion Darstellungsformen wechseln</b><br/>Grafische Darstellungen zu Sachverhalten entwerfen (F).</p> <p><b>Texte zu Sachverhalten produzieren</b><br/>Naturwissenschaftliche Sachverhalte unter Verwendung der Alltagssprache und unter Einbeziehung von Fachbegriffen beschreiben (D).<br/>Naturwissenschaftliche Sachverhalte mit geeigneten bildlichen, sprachlichen, symbolischen oder mathematischen Darstellungsformen veranschaulichen (E/F).<br/>Naturwissenschaftliche Sachverhalte adressaten- und sachgerecht in verschiedenen Darstellungsformen erklären (G/H).</p> <p><b>Dokumentieren</b></p> |

|          |  |
|----------|--|
|          | <p>Untersuchungen nach Vorgaben protokollieren (D).<br/>Anhand des Protokolls den Versuch erläutern (G/H).</p> <p><b>2.3.4 Über (Fach-)Sprache nachdenken – Sprachbewusstheit Sprache im Fachunterricht thematisieren</b></p> <p>Naturwissenschaftliche Sachverhalte fachsprachlich präzisieren (G/H).</p> <p><b>Alltags- und Fachsprache bewusst Verwenden</b></p> <p>Zwischen alltags- und fachsprachlicher Beschreibung von Sachverhalten unterscheiden (D).<br/>Die Bedeutung einzelner Fachbegriffe erläutern (E/F).<br/>Zusammenhänge zwischen naturwissenschaftlichen Sachverhalten und Alltagserscheinungen herstellen und dabei bewusst Fachsprache in Alltagssprache übersetzen und umgekehrt (G/H).</p> |
| Bewerten | <p><b>2.4.2 Handlungen reflektieren</b></p> <p><b>Schlussfolgerungen</b></p> <p>Schlussfolgerungen auf der Grundlage naturwissenschaftlichen Alltagswissens ziehen (D).<br/>Schlussfolgerungen mit Verweis auf Daten oder auf der Grundlage von naturwissenschaftlichen Informationen ziehen (E/F).</p>  |

Bezüge zum Basiscurriculum Sprachbildung<sup>1</sup>

| Standards des BC Sprachbildung | Die Schülerinnen und Schüler können...   |
|--------------------------------|--|
| Rezeption                      | <p><b>1.3.1 Rezeption/Hörverstehen</b></p> <p><b>Hörtexte, auch medial vermittelte, verstehen und nutzen</b></p> <p>Einzelinformationen aus medial vermittelten Texten aufgabengeleitet ermitteln und wiedergeben (D).<br/>Zentrale Informationen aus medial vermittelten Texten ermitteln und wiedergeben (G).</p> <p><b>1.3.2 Rezeption/Leseverstehen</b></p> <p><b>Texte verstehen und nutzen</b></p> <p>Aus Texten gezielt Informationen ermitteln (D).<br/>Informationen aus Texten zweckgerichtet nutzen (G).<br/>Den wesentlichen Inhalt von Texten zusammenfassen (D/G).</p>   |
| Produktion                     | <p><b>1.3.3 Produktion/Sprechen</b></p> <p><b>Sachverhalte und Informationen zusammenfassend wiedergeben</b></p> <p>Wichtige Informationen aus Texten auf der Grundlage eigener Notizen nennen, Sachverhalte und Abläufe beschreiben, Beobachtungen wiedergeben (D).<br/>Arbeitsergebnisse aus Einzel-, Partner und Gruppenarbeit präsentieren (D/G).<br/>Beobachtungen und Betrachtungen beschreiben und erläutern (G).</p> <p><b>Einen Vortrag halten</b></p> <p>Mithilfe von Stichwörtern und geeigneten Redemitteln adressatengerecht vortragen (G).<br/>Gestaltungsmittel zur Verstärkung von Redeabsichten einsetzen (D/G).</p> <p><b>1.3.4 Produktion/Schreiben</b></p> <p><b>Texte schreiben</b></p> |

<sup>1</sup> vgl. Rahmenlehrplan Jahrgangsstufen 1-10, Teil B, S. 6-10, Berlin, Potsdam 2015

|                   |   |
|-------------------|---|
|                   | <p>Unter Nutzung von geeigneten Textmustern und -bausteinen sowie von Wortlisten schreiben (D).<br/>                 Zusammenfassungen, Protokolle unter Nutzung geeigneter Textmuster und -bausteine Schreiben (G).<br/>                 Grammatik-, Rechtschreib- und Zeichensetzungsregeln nutzen, die für die Lesbarkeit ihrer Texte bedeutsam sind (D/G).<br/> <b>Schreibstrategien anwenden</b><br/>                 Im Text Gedanken verbinden, den Text einleiten und abschließen und dabei vorgegebene Wörter oder Textbausteine verwenden (D).<br/>                 Texte in Abschnitte gliedern und dabei strukturierende Textbausteine verwenden (G).</p> |
| Sprachbewusstheit | <p><b>1.3.6 Sprachbewusstheit</b><br/> <b>Wörter und Formulierungen der Alltags-, Bildungs- und Fachsprache Unterscheiden</b><br/>                 Alltagssprachliche und bildungssprachliche Formulierungen situationsgemäß anwenden (D).<br/>                 Fachbegriffe und fachliche Wendungen nutzen (G).<br/> <b>Wortbildungsmuster nutzen</b><br/>                 Wörter zerlegen und bilden aus Stamm, Präfix und Suffix (D).</p>  |

Bezüge zum Basiscurriculum Medienbildung<sup>2</sup>

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Standards des BC Medienbildung</b> | Die Schülerinnen und Schüler können ...   |
| Informieren                           | <p><b>2.3.1 Informieren</b><br/> <b>Informationsverarbeitung</b><br/>                 Informationen unter Angabe der Quellen auswählen und für die Bearbeitung von Aufgaben ordnen (D).</p>   |
| Kommunizieren                         | <p><b>2.3.2 Kommunizieren</b><br/> <b>Kriterien, Merkmale und Strukturen medialer Kommunikation</b><br/>                 Mediale Werkzeuge altersgemäß für die Zusammenarbeit und den Austausch von Informationen in Lernprozessen nutzen (D).</p>  |
| Präsentieren                          | <p><b>2.3.3 Präsentieren</b><br/> <b>Medienspezifische Gestaltungsprinzipien</b><br/>                 Die Gestaltung von Präsentationen an ihren Zielen ausrichten (D).<br/>                 Eine Präsentation von Lern- und Arbeitsergebnissen sach- und situationsgerecht gestalten (D).<br/>                 Eine Präsentation von Lern- und Arbeitsergebnissen in multimedialen Darstellungsformen gestalten (G).<br/> <b>Durchführung einer Präsentation</b><br/>                 Die für die Präsentation notwendige Medientechnik nach Vorgaben einsetzen Einzel- und Gruppenarbeitsergebnisse vor einem Publikum präsentieren (D).<br/>                 Die für die Präsentation erforderlichen Rahmenbedingungen herstellen, Medientechnologien auswählen und diese sachgerecht bedienen (G).<br/>                 Ihre Präsentationen archivieren und sie anderen für Lernprozesse zur Verfügung stellen (D/G).</p> |

<sup>2</sup> vgl. Rahmenlehrplan Jahrgangsstufen 1-10, Teil B, S. 15-22, Berlin, Potsdam 2015

|             |   |
|-------------|---|
| Produzieren | <p><b>2.3.4 Produzieren</b><br/> <b>Medientechnik</b><br/>                 Medientechnik einschließlich Hard- und Software nach Vorgaben einsetzen grundlegende Funktionen von Textverarbeitungs- sowie Grafik-, Bild-, Audio- und Videobearbeitungsprogrammen nutzen (D).<br/> <b>Gestaltung von Medienproduktionen</b><br/>                 Grundlegende Elemente der (Bewegt-)Bild-, Ton- und Textgestaltung nach Vorgaben einsetzen (D).<br/>                 Lizenzrechtliche Vorgaben berücksichtigen und ausgewählte Angebote nutzen (G).<br/> <b>Herstellung von Medienprodukten</b><br/>                 Mit Hilfestellung eigene Medienprodukte einzeln und in der Gruppe herstellen (D).<br/>                 Unter Nutzung erforderlicher Technologien (multi-)mediale Produkte einzeln und in der Gruppe herstellen (G).<br/>                 Bei der Herstellung die Grundlagen des Urheber- und Persönlichkeitsrechts sowie des Datenschutzes berücksichtigen (D/G).</p> |
|-------------|---|

Bezüge zu übergreifenden Themen<sup>3</sup>

3.10 Mobilitätsbildung und Verkehrserziehung

**Inklusive Aspekte der Lernaufgabe:**

|                    |  |
|--------------------|--|
|                    | Standards der iMINT-Akademie   |
| Zugänge            | enthalten problemorientierte, Schülerinnen und Schüler ansprechende Zugänge mit Alltagsbezug,<br>bieten für alle Lernenden individuelle Lernansätze, die Selbstständigkeit beim Lernen entwickeln und fördern  |
| Sprache            | basieren auf einem festgelegten Sprachbildungskonzept,<br>berücksichtigen „leichte“, verständliche Sprache ebenso wie anspruchsvolle Fachsprache,<br>bieten Sprechansätze für eine gemeinsame, kompetenzorientierte Auseinandersetzung mit den Lerninhalten,<br>enthalten Aufgabenstellungen, die sprachbildende Aspekte berücksichtigen |
| Aufgabenstellungen | Enthalten Aufgabenstellungen, an denen alle Schülerinnen und Schüler - gemeinsam und individuell – ihre Kompetenzen erfolgreich weiterentwickeln können,<br>enthalten Aufgabenstellungen, die für die Schülerinnen und Schüler barrierefrei im Hinblick auf Herkunft, Religion, finanzielle Situation und andere sensible Aspekte sind   |
| Methoden           | schaffen Raum für aktiv-entdeckendes, individualisiertes Lernen,<br>fördern das kooperative Lernen, in dem die Lernenden an einem gemeinsamen Thema/einer Aufgabe arbeiten und sich dabei gegenseitig in unterschiedlicher Weise unterstützen - einschließlich Peer-Tutoring - im Rahmen von flexiblen Lerngruppierungen                 |

<sup>3</sup> vgl. Rahmenlehrplan Jahrgangsstufen 1-10, Teil B, S. 24ff, Berlin, Potsdam 2015

|             |  |
|-------------|--|
| Experimente | bieten ggf. Filmclips und/oder Simulationen zur Veranschaulichung der Experimente (z. T. auch im Zeitraffer) |
| IT          | werden im OER-Format barrierefrei veröffentlicht   |
| Diagnose    | enthalten Kompetenzraster zur Selbst- und Fremddiagnose sowie zur Beurteilung                                |

### D Anhang

Material für den Einsatz dieser Lernaufgabe

| Anzahl        | Name des Materials   |
|---------------|--|
| 1 (je Gruppe) | Fahrbahn   |
| 1 (je Gruppe) | Wagen mit verschiedenen Massestücken   |
| 2 (je Gruppe) | Smartphone   |
|               | Verschiedene Materialien für die Knautschzone, z.B. Alu-Folie, Papier, Watte, Schaumstoff... |

### Bildnachweis

| Bildtitel         | Seite | Bildquelle  |
|-------------------|-------|---|
| 01_Autocrash      | 1     | Grigoleit für SenBJF Berlin, <a href="#">CC BY 3.0 de</a> |
| 02_Knautschzone   | 5     | Kadner für SenBJF Berlin, <a href="#">CC BY 3.0 de</a>    |
| 03_Dummys         | 5     | Grigoleit für SenBJF Berlin, <a href="#">CC BY 3.0 de</a> |
| 04_Fahrbahnaufbau | 6     | Grigoleit für SenBJF Berlin, <a href="#">CC BY 3.0 de</a> |
| 05_Vor dem Crash  | 7     | Grigoleit für SenBJF Berlin, <a href="#">CC BY 3.0 de</a> |
| 06_Nach dem Crash | 7     | Grigoleit für SenBJF Berlin, <a href="#">CC BY 3.0 de</a> |
| 07_g-Kräfte       | 9     | Grigoleit für SenBJF Berlin, <a href="#">CC BY 3.0 de</a> |

### Quellen (Zeitungsartikel)

Brinkmann, Martin in „Chronologie eines Crashes“, Spiegel Online.

<http://www.spiegel.de/auto/aktuell/passive-sicherheit-chronologie-eines-crashs-a-390016.html>  
[abgerufen am: 11.07.2018]

Vieweg, Christof in „Gefährliche Abkehr von der Knautschzone“, Zeit-Online.

<https://www.zeit.de/mobilitaet/2015-04/autounfall-knautschzone-autohersteller> [abgerufen am: 11.07.2018]