

Aufgabenstellungen und Lernmaterialien machen's

Unterschiede zwischen kompetenzorientiertem und traditionellem Unterricht

Von Josef Leisen

In jedem Unterricht werden Kompetenzen erworben. Aber damit ist es noch kein kompetenzorientierter Unterricht. Worum liegt denn nun genau der Unterschied? Die Antwort auf diese Frage, was also kompetenzorientierten Unterricht von bisherigem unterscheidet, hat eine ermutigende und eine enttäuschende Komponente (s. a. ausführlich auf S. 4–10):

- Ermutigend ist, dass kompetenzorientierter Unterricht gar nicht so unterschiedlich ist, dass die Materialien, die Methoden-Werkzeuge, die Experimente, die Sozialformen, die Medien, ... weitgehend beibehalten werden können.
- Enttäuschend ist, dass der Unterschied nicht so gravierend, so deutlich, so spektakulär, sondern eher subtil ist, und er erst auf den zweiten Blick deutlich wird.

Aufgabenstellungen und Lernmaterialien machen den Unterschied

An einem Beispiel wird hier dieser Unterschied zwischen traditionellem und kontextorientiertem Unterricht kontrastierend verdeutlicht. Die Schilderung orientiert sich am praktischen Vorgehen als Lehrkraft.

Planung einer Unterrichtseinheit

Die Unterrichtsvoraussetzungen in der Klasse 11 sind:

- Energie- und Impulssatz sind behandelt. Die Stoßgesetze stehen an.
- Es ist noch offen, ob erst der unelastische und dann der elastische Stoß behandelt wird, oder umgekehrt.
- Die Schülerinnen und Schüler sind einen kontextorientierten Unterricht nach dem Lehr-Lern-Modell (s. S. 6–9) gewohnt.

Zunächst schaut man sich als Lehrer nun um, was ansteht – thematisch und inhaltlich. Man weiß auch, was vorher gemacht wurde und worauf man hinaus will. Dann schaut man, was man so hat an Materialien, Arbeitsblättern, Experimenten, Folien, Büchern, Internetseiten etc. (s. Beispiele für Lernmaterial auf S. 15–17), breitet diese aus und überlegt, was sich daraus machen lässt.

Die Lernmaterialien vor sich, arrangiert man als Lehrkraft nun eine Unterrichtssequenz, bindet die Lernmaterialien in Aufgabenstellungen ein, konzipiert eine Reihenfolge, überlegt

sich Tafelbild, Hefteinträge, Hausaufgaben etc. Die Lehrkraft entscheidet sich, die ADAC-Leserfrage (**Lernmaterial 1**) als Auftakt zu nutzen. In **Kasten 1** sind dazu vergleichend zwei Aufgabenstellungen notiert. Diese beiden Aufgabenstellungen zeigen deutliche Unterschiede (s. **Tab. 1**).

Worin zeigt sich Kompetenzorientierung?

Die Kompetenzorientierung muss schon in der Aufgabenstellung angelegt sein und darf nicht bloß billigend in Kauf genommen werden. Das Beispiel A in **Kasten 1** zeigt, dass die dreifache Aufgabenstellung ganz am Anfang direkt auf die Kompetenzbereiche Kommunikation und Bewertung abzielt und den handelnden Umgang damit einfordert.

Da Kompetenzen nur an und mit Inhalten – hier: Stoßgesetze – erworben werden können (s. a. S. 5), wird der Erwerb des Fachwissens in den Unterrichtsgang integriert.

Der kompetenzorientierte Unterricht geht jedoch nicht vom Inhalt bzw. vom Thema (Stoßgesetze) aus, sondern von der Kompetenz, die diese konkrete Lerngruppe in dieser konkreten Situation an diesem konkreten Inhalt lernen, entwickeln, ausbauen, üben, ... soll, nämlich

- einen (physikalischen) Sachverhalt adressatengerecht zu kommunizieren,
- diesen Sachverhalt situationsgerecht zu bewerten,
- Wissen anforderungsbezogen zu erwerben,
- handelnd mit diesem Wissen umgehen.

Das „Geheimnis“ eines kompetenzorientierten Unterrichts liegt in vier Punkten:

- Die Aufgabenstellungen zielen auf Kompetenzen ab.
- Die Lernmaterialien bringen die Lerner in einen handelnden Umgang mit Wissen.
- Die Moderation ist lernprozessorientiert.
- Diagnose und Rückmeldung beziehen sich auf den momentanen Kompetenzstand.

Das sind die vier Steuerungen nach dem Lehr-Lern-Modell, die auf S. 7 und 9 beschrieben werden.

Nicht die vielen isolierten „schönen“, tollen, anwendungsbezogenen, spektakulären *Aufgaben* machen also den kompetenzorientierten Unterricht, sondern Aufgaben, die integriert sind in eine lernprozessorientierte Lernumgebung mit *Aufgabenstellungen und Lernmaterialien*, die herausfordern und die auf den handelnden Umgang mit Wissen hin ausgerichtet sind.

Kompetenzorientierung stellt sich erst dann ein, wenn die Aufgabenstellung schon von Anfang an die Spur legt und auf

Aufgabenstellungen A

Ihr habt die Aufgabe, die Leserfrage in der ADAC-Zeitschrift adressatengerecht zu beantworten und zu bewerten. An den Lernmaterialien werdet ihr die Stoßgesetze lernen, die ihr zur Beantwortung braucht.

1. Beantwortet die Leserfrage als Physikschtüler für einen Mitschtüler.
2. Beantwortet die Leserfrage als Fachredakteur in der nächsten Ausgabe der ADAC-Zeitschrift.
3. Bewertet die Gefährlichkeit für Leib und Leben bei Auto-Crashes physikalisch.

Aufgabenstellungen B

1. Wie lautet die physikalisch richtige Antwort?
2. Begründet mit den Stoßgesetzen der Physik.

| Aufgabenstellung A | Aufgabenstellung B |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Aufgabenstellung A stellt das Material in den Kontext der Crash-Physik und zielt in der Aufgabenstellung auf die adressatengerechte Kommunikation auf zwei Niveaus sowie auf die Bewertung als Kompetenz ab. Dabei müssen sich die Schülerinnen und Schüler anhand weiterer Lernmaterialien (s. S. 15–17) die Stoßgesetze selbst erarbeiten. • Diese Aufgabenstellung ist kompetenzorientiert, denn sie zielt schon in der Aufgabenstellung auf die Kompetenzbereiche „Kommunikation“ und „Bewertung“ ab. • Die Kompetenzbereiche „Fachwissen“ und „Erkenntnisgewinnung“ werden im Verlauf des Unterrichts zwingend thematisiert. | <ul style="list-style-type: none"> • Aufgabenstellung B zielt direkt und ausschließlich auf die physikalisch richtige Antwort und Begründung ab. • Diese Aufgabenstellung zielt in der Aufgabenstellung ausschließlich auf den Kompetenzbereich „Fachwissen“ ab. • Die Kompetenzbereiche „Kommunikation“ und „Bewertung“ werden im Verlauf des Unterrichts ggf. beiläufig thematisiert; die Aufgabenstellung ist aber nicht explizit daraufhin ausgerichtet. • Die Aufgabenstellung ist nicht kompetenzorientiert, sondern „kompetenzangereichert“. |

Tab. 1: Unterschiede zwischen den Aufgabenstellungen A und B in Kasten 1

| Aufgabenstellung A | Aufgabenstellung B |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Die Inhalte „Stoßgesetze“ werden in den Kontext „Crash-Physik“ gestellt. • Die Lerner lernen Stoßgesetze im handelnden Umgang mit Wissen (Fachwissen). • Die Lerner erwerben Fachwissen zur Problemlösung (Erkenntnisgewinnung). • Die Lerner kommunizieren situationsbezogen über eine „Crash-Situation“ (Kommunikation). • Die Lerner fassen und bewerten den Begriff „Gefährlichkeit für Leib und Leben“ physikalisch (Bewertung). | <ul style="list-style-type: none"> • Die Inhalte „Stoßgesetze“ werden durch „Crash-Physik“ problematisiert. • Die Lerner lernen Stoßgesetze losgelöst vom Problem (Fachwissen). • Die Lerner wenden Fachwissen bei der Problemlösung an (Erkenntnisgewinnung). • Die Lerner nutzen Fachwissen in ähnlichen Beispielen und kommunizieren es (Kommunikation, Bewertung). • Die Lerner üben und festigen das Fachwissen in Experimenten und Begriffsnetzen (Fachwissen). |

Tab. 2: Beispiel Stoßgesetze: Unterschiede zwischen kompetenzorientiertem (A) und traditionellem (B) Unterricht

| Kompetenzorientierter Unterricht | Traditioneller Unterricht |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Kompetenzorientierter Unterricht wird von den kompetenzfördernden Lernprozessen her konzipiert. • An Inhalten werden Kompetenzen erworben. • Kompetenzen werden im handelnden Umgang mit Inhalten gelernt. • Kompetenzorientierter Unterricht stellt die Inhalte in einen Kontext. • Kompetenzorientierter Unterricht stellt die Bewältigung authentischer Anforderungssituationen ins Zentrum. • Kompetenzorientierter Unterricht plant vom Lernprozess ausgehend. | <ul style="list-style-type: none"> • Traditioneller Unterricht wird von der fachstrukturellen Abfolge angestrebter Inhalte her konzipiert. • Inhalte werden mit Kompetenzen angereichert. • Kompetenzen werden bei den Inhalten mitgelernt. • Traditioneller Unterricht stellt die Inhalte in den fachstrukturellen Kontext. • Traditioneller Unterricht stellt die Bewältigung fachlicher Problemstellungen ins Zentrum. • Traditioneller Unterricht plant vom Fach ausgehend. |

Tab. 3: Generelle Unterschiede zwischen kompetenzorientiertem und traditionellem Unterricht

Kompetenzorientierten Unterricht

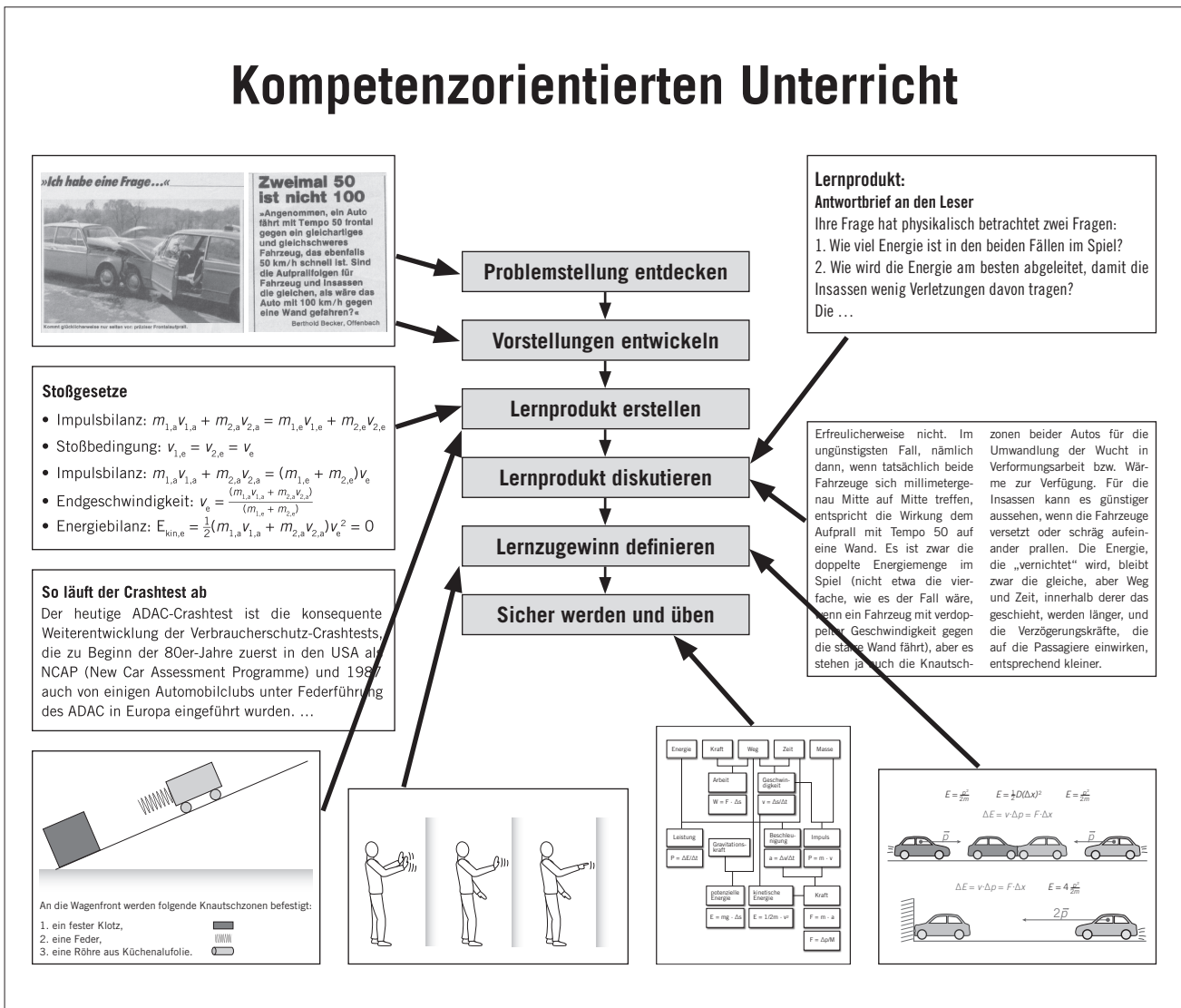


Abb. 1: Einsatz der Aufgabenstellungen und Lernmaterialien in einem kompetenzorientierten Unterricht

die intendierten Kompetenzen hin formuliert ist. Die Aufgabenstellung macht es eben.

Wie dies konkret aussehen kann, wird am Beispiel zur Crash-Physik in **Kasten 2** gezeigt. Hier wird eine Lerneinheit der Klassenstufe 11 skizziert, die etwa 5 Unterrichtsstunden umfasst. Die Lernschrittfolge orientiert sich an den Schritten des Lehr-Lern-Modells (vgl. S. 6–9). Eine ähnliche Unterrichtsreihe für die Klassenstufe 9 oder 10 ist in [1] dokumentiert.

Abschließend noch einmal: Wo liegt denn der Unterschied?

Ein kompetenzorientierter Unterricht ist also kein Zufallsprodukt, sondern in den Aufgabenstellungen und den Lernmaterialien systematisch angelegt. Dies wurde oben bereits am Beispiel zweier Aufgabenstellungen gezeigt (s. **Kasten 1** und **Tab. 1**). Die vergleichende Gegenüberstellung der Aufgabenstellungen sowie auch des sich daraus entwickelnden Unterrichts zeigt weitere Unterschiede. Diese sind für das konkrete Beispiel

einer Unterrichtseinheit zu den Stoßgesetzen in **Tabelle 2** und in verallgemeinerter Form in **Tabelle 3** zusammengestellt.

Literatur

- [1] Bell, Thorsten: Crashtests im Physikunterricht. Verkehrssicherheit als Kontext für die Mechanik. In: Duit, R.; Milkelskis-Seifert, S. (Hrsg.): Physik im Kontext. Seelze: Friedrich, 2010, S. 61–64.

Beispiel eines kompetenzorientierten Unterrichts zur Crash-Physik

Physikalischer Kontext

Die Crash-Physik ist eine persönlich relevante, sinnstiftende Situation mit Lebensbezug und hohem physikalischen Bezug. Die Frage der physikalischen Bewertung lebensgefährdender Situationen ist eine Frage der Energieableitung pro Fläche während der Stoßzeit: Gefährlich ist eine Energieableitung über eine kleine Fläche in kurzer Zeit.

Unterrichtlicher Kontext

Die Erhaltungssätze für Energie und Impuls inkl. der entsprechenden Formeln ($p = m \cdot v$ und $E = \frac{(m \cdot v^2)}{2}$ bzw. $\frac{p^2}{2m}$) sind behandelt. Die Stoßgesetze des unelastischen Stoßes sind noch nicht bekannt und müssen im Verlauf der Bearbeitung erarbeitet und gelernt werden.

1. Lernschritt: Problemstellung entdecken

Die Lerner entdecken und entfalten die Problemstellung einer Leserfrage (mit Redaktionsantwort) aus der ADAC-Zeitschrift (**Lernmaterial 1**).

Ohne weitere Lehrerinterventionen teilen sich die Lerner auf den stummen Impuls mit, z. B.:

- „Das kommt drauf an, wie die Knautschzonen sind.“
- „Hat was mit der Energiemenge zu tun.“
- „Was meint er mit den Aufprallfolgen, für die Menschen oder für das Auto?“
- ...

2. Lernschritt: Vorstellungen entwickeln

Im zweiten Lernschritt entwickeln die Lerner individuelle Vorstellungen zum Problem, die ggf. ins Plenum gebracht und dort verhandelt werden.

Die folgende Aufgabenstellung initiiert den Schritt:

- *Stellt physikalische, sicherheitstechnische und untersuchungstechnische Fragen zu Crash-Situationen.*
- *Notiert eure momentanen Vorstellungen zur Lösung der Leserfrage.*

3. Lernschritt: Lernmaterial bearbeiten

Ohne neue Informationen, Daten, Erfahrungen, Anstöße von außen wird kaum ein Lernzuwachs im intendierten Sinne stattfinden. Deshalb erhalten die Lerner entsprechende Lernmaterialien und Aufgabenstellungen (s. a. **Kasten 1**).

- *Ihr habt die Aufgabe, die Leserfrage in der ADAC-Zeitschrift (**Lernmaterial 1**) adressatengerecht zu beantworten und zu bewerten. An den Lernmaterialien werdet ihr die Stoßgesetze lernen, die ihr zur Beantwortung braucht.*
 1. *Beantwortet die Leserfrage als Physikschüler für einen Mitschüler.*
 2. *Beantwortet die Leserfrage als Fachredakteur in der nächsten Ausgabe der ADAC-Zeitschrift.*
 3. *Bewertet die Gefährlichkeit für Leib und Leben bei Auto-Crashes physikalisch.*
- *Macht euch die Stoßgesetze klar. Erarbeitet euch diese mit eurem Physikbuch und den **Lernmaterialien 7 und 8**, die auf dem Tisch liegen.*
- *Überzeugt euch von der Richtigkeit der Stoßgesetze anhand der in **Lernmaterial 3** beschriebenen Experimente.*

- *Informiert euch anhand des Textes in **Lernmaterial 4** darüber, wie Crash-Tests durchgeführt werden.*
- *Zieht drei Schlussfolgerungen aus diesem Text, die für die Sicherheit relevant sind.*
- *Diskutiert einen ethischen Aspekt zum Thema „Sicherheit“.*

Die Lerner werden sich die Stoßgesetze selbst rückwärts erschließen. Alternativ ist auch ein Lehrervortrag mit Demonstrationsexperimenten denkbar. Entscheidend ist, dass sich die Lerner selbst an den Inhalten abarbeiten oder diese selbst erarbeiten. Diese methodischen Entscheidungen obliegen der Lehrkraft.

4. Lernschritt: Lernprodukt diskutieren

In diesem Schritt wird sich die Lerngruppe auf gemeinsame Erkenntnisse im Sinne eines „gemeinsamen Kerns“ verständigen:

- *Ihr diskutiert und verhandelt nun eure Lernprodukte (Antwortbriefe). Ihr geht folgendermaßen vor: Ihr reicht eure Antworten gruppenweise durch und bewertet die Produkte nach diesen Kriterien: physikalische Richtigkeit, Adressatengerechtigkeit, Vollständigkeit, Stringenz der Argumentation, Besonderheiten. Zusätzlich wird die Antwort der ADAC-Redaktion (**Lernmaterial 2**) zur Bewertung durchgereicht. Anschließend diskutieren wir eure Bewertungen im Plenum.*
- *Vergleicht die Antwort der ADAC-Redaktion (**Lernmaterial 2**) mit eurer und bewertet sie fachsprachlich kritisch. Nennt Gelungenes und weniger Gelungenes, bzw. Missverständliches und Falsches.*

Indem das Lernprodukt in der Gruppe diskutiert wird, gerinnen die Erkenntnisse und Lernzuwächse zu einem Konzentrat.

5. Lernschritt: Lernzugewinn definieren

Im fünften Schritt wird der Lernzuwachs durch den Vergleich mit den im zweiten Schritt entwickelten Vorstellungen definiert. Der Lernzuwachs wird als Kompetenz im handelnden Umgang mit Wissen erprobt. Die Lerner müssen das Gelernte auf neue Aufgabenstellungen – evtl. in einem neuen Kontext – anwenden. So wird erprobt, ob der Kompetenzzuwachs einem erfolgreichen handelnden Umgang standhält. Darüber hinaus wird in diesem Schritt Lernbewusstheit hergestellt, indem der Lernzuwachs dem Lerner deutlich und bewusst wird:

- *Du hast zwei Minuten Zeit, um dir zu vergegenwärtigen, was du in der letzten Stunde dazugelernt hast. Notiere kurz drei Punkte: Ich habe dazugelernt ...*
- *Nutze dein neues Wissen, um die Erfahrungen in den Bildern in **Lernmaterial 5** zu beschreiben und zu erklären.*

6. Lernschritt: Sicher werden und üben

Im sechsten Schritt wird das in einem bestimmten Kontext gelernte und eventuell in einem anderen Kontext angewandte neue Wissen dekontextualisiert und in einem erweiterten und ausgebauten Wissensnetz verankert:

- *Integriert die Stoßgesetze in das bisherige Begriffsnetz zur Mechanik (**Lernmaterial 6**).*

Da das Einspeichern in das Gedächtnis gehirnphysiologisch einen anderen Weg nimmt als das Abrufen, wird das Nutzen des Gelernten geübt und der handelnde Umgang mit dem Wissen wird habitualisiert.

Lernmaterial 1: Leserfrage mit Redaktionsantwort aus der ADAC-Zeitschrift



Zweimal 50 ist nicht 100

„Angenommen, ein Auto fährt mit Tempo 50 frontal gegen ein gleichartiges und gleichschweres Fahrzeug, das ebenfalls 50km/h schnell ist. Sind die Aufprallfolgen für Fahrzeug und Insassen die gleichen, als wäre das Auto mit 100km/h gegen eine Wand gefahren?“

Berthold Becker, Offenbach

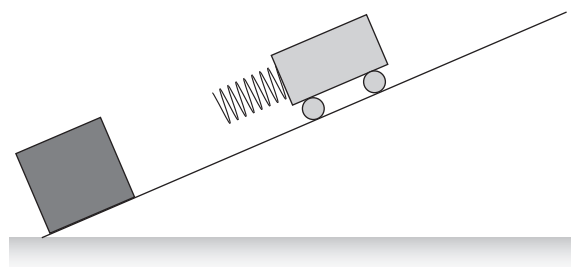
Lernmaterial 2: Antwort der Redaktion auf die Leserfrage

Erfreulicherweise nicht. Im ungünstigsten Fall, nämlich dann, wenn tatsächlich beide Fahrzeuge sich millimetergenau Mitte auf Mitte treffen, entspricht die Wirkung dem Aufprall mit Tempo 50 auf eine Wand. Es ist zwar die doppelte Energiemenge im Spiel (nicht etwa die vierfache, wie es der Fall wäre, wenn ein Fahrzeug mit verdoppelter Geschwindigkeit gegen die starre Wand fährt), aber es stehen ja auch die Knautschzonen beider Autos für die Umwandlung der Wucht in Verformungsarbeit bzw. Wärme zur Verfügung. Für die Insassen kann es günstiger aussehen, wenn die Fahrzeuge versetzt oder schräg aufeinander prallen. Die Energie, die „vernichtet“ wird, bleibt zwar die gleiche, aber Weg und Zeit, innerhalb derer das geschieht, werden länger, und die Verzögerungskräfte, die auf die Passagiere einwirken, entsprechend kleiner.

Lernmaterial 3: Low-Cost-Experimente zur Simulation von Crashtests

1. Der Crash des Autos wird im Experiment mit verschiedenen Knautschzonen simuliert.

An die Wagenfront werden folgende Knautschzonen befestigt:



1. ein fester Klotz,



2. eine Feder,

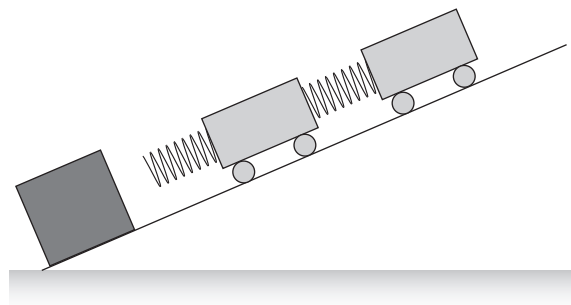


3. eine Röhre aus Küchenalufolie.



Beschreibe die Wirkung der drei Knautschzonen und zeichne qualitative Kraft-Zeit-Diagramme.

2. Der Insasse wird durch einen zweiten Wagen simuliert, der über folgende Verbindungen mit dem Auto befestigt ist:



1. mit einem festen Klotz,



2. mit einer Feder,



3. mit einer Röhre aus Küchenalufolie.



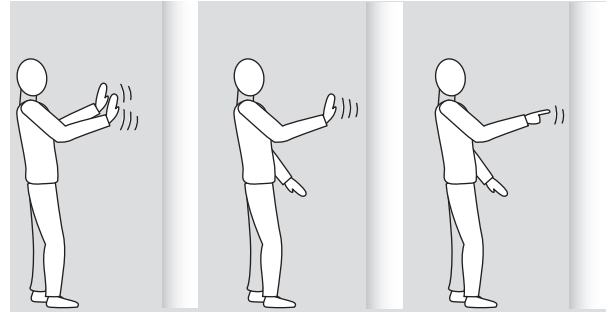
Lernmaterial 4: Beschreibung von Crashtests im Internet

So läuft der Crashtest ab

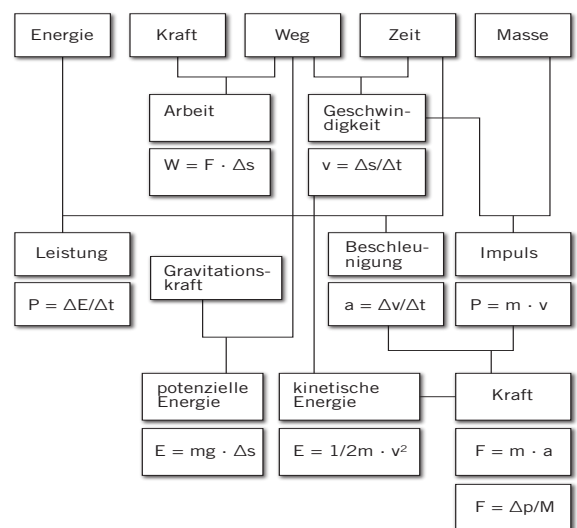
Der heutige ADAC-Crashtest ist die konsequente Weiterentwicklung der Verbraucherschutz-Crashtests, die zu Beginn der 80er-Jahre zuerst in den USA als NCAP (New Car Assessment Programme) und 1987 auch von einigen Automobilclubs unter Federführung des ADAC in Europa eingeführt wurden. Dort wie hier werden seitdem laufend Crashtests durchgeführt, um einerseits den Verbraucher stets aktuell über die Insassensicherheit der wichtigsten neuen Fahrzeugmodelle zu informieren, andererseits aber auch, um Druck auf die Fahrzeughersteller auszuüben, damit diese die Sicherheit ihrer Fahrzeuge weiter verbessern. Leider gab es in der Vergangenheit, bedingt durch unterschiedliche Crashtest-Anforderungen, Diskrepanzen bei den Ergebnissen, was beim Verbraucher zu Unklarheiten führte. Unter Mitwirkung des ADAC und der Automobilclubverbände FIA und AIT, des TRL, der EU und einiger europäischer Regierungen sowie weiterer Verbraucherorganisationen haben sich in Europa seit 1998 unter dem Namen Euro NCAP einheitliche Verfahren durchgesetzt. Sie liefern detaillierte Informationen über den Insassenschutz beim Front- und Seitencrash sowie einem Anfang 2000 erstmals hinzugefügten Pfahl-aufpralltest und bewerten die Gesamtleistung in diesen Tests nach einem Punktesystem. Darüber hinaus werden Bewertungen des Fußgängerschutzes und seit Dezember 2003 auch Bewertungen des Schutzes kleiner Kinder in den vom Fahrzeughersteller empfohlenen Kindersicherheitseinrichtungen durchgeführt.

Beim Frontcrash prallt das Testfahrzeug mit 64 km/h und 40% Überdeckung gegen eine feststehende deformierbare Barriere. Besetzt ist das Fahrzeug vorne mit zwei 50% Hybrid-III-Erwachsenendummies, an denen die biomechanischen Belastungen an Kopf, Hals, Brustkorb, Becken und Beinen gemessen werden, und hinten mit zwei Kinderdummies, die je einem durchschnittlichen 11/2- und 3-jährigem Kind entsprechen.

Lernmaterial 5: Freihandexperiment zu Körpererfahrungen mit Stößen



Lernmaterial 6: Begriffsnetz zur Mechanik



Lernmaterial 8: Stoßgesetze zum elastischen Stoß

Stoßgesetze

- Impulsbilanz: $m_{1,a}v_{1,a} + m_{2,a}v_{2,a} = m_{1,e}v_{1,e} + m_{2,e}v_{2,e}$
- Stoßbedingung: $v_{1,e} = v_{2,e} = v_e$
- Impulsbilanz: $m_{1,a}v_{1,a} + m_{2,a}v_{2,a} = (m_{1,e} + m_{2,e})v_e$
- Endgeschwindigkeit: $v_e = \frac{(m_{1,a}v_{1,a} + m_{2,a}v_{2,a})}{(m_{1,e} + m_{2,e})}$
- Energiebilanz: $E_{kin,e} = \frac{1}{2}(m_{1,a}v_{1,a} + m_{2,a}v_{2,a})v_e^2 = 0$

Lernmaterial 7: Lehrbuchseite zu Stoßvorgängen

1.3.6 Stoßvorgänge

Üben zwei oder mehrere Körper kurzzeitig Kräfte aufeinander aus, so wird dieses Ereignis als *Stoß* bezeichnet. Ein Stoß ist z. B. die Kollision zweier Billardkugeln oder zweier Kraftfahrzeuge (Abb. 70.1), der Zusammenprall zweier Gleiter, zwischen denen sich eine Feder befindet, auf der Luftkissenfahrbahn oder die Wechselwirkung eines α -Teilchens mit einem Atomkern (Abb. 70.2). Bei einem Stoß müssen die beteiligten Körper nicht notwendig Kontakt haben, sondern die Kraft zwischen ihnen kann auch wie im Beispiel des α -Teilchens durch ein Feld übertragen werden.

Stoßprozesse stellen eine wesentliche Forschungsmethode der modernen Physik dar (\rightarrow S. 530). In Teilchenbeschleunigern werden z. B. Elektronen auf hohe Energien beschleunigt und mit anderen Teilchen zur Kollision gebracht. Aus den Resultaten dieser Stoßprozesse werden wichtige Erkenntnisse über die Bausteine der Materie und die zwischen ihnen wirkenden Kräfte gewonnen.

Alle Stoßvorgänge lassen sich ohne Kenntnis dessen, was beim Stoß im Einzelnen vor sich geht, allein durch die beiden *Erhaltungssätze* für den Impuls und für die Energie genau beschreiben. Dabei muss sichergestellt sein, dass es sich um *abgeschlossene Systeme* handelt, also um Systeme, die alle am Stoß beteiligten Körper umfassen und in denen zwischen den Körpern nur innere Kräfte (\rightarrow 1.2.6) wirksam sind.

Ein Stoß zwischen Körpern setzt die Bewegung mindestens eines Körpers voraus, d. h. es existiert kinetische Energie. Es werden *elastische* Stöße und *unelastische* Stöße unterschieden, je nachdem ob die kinetische Energie erhalten bleibt oder nicht.

Bei einem **elastischen** Stoß bleibt die kinetische Energie erhalten, bei einem **unelastischen** Stoß gilt der Energieerhaltungssatz der Mechanik nicht.

Zentraler unelastischer Stoß

Beim *vollkommen unelastischen* Stoß zweier Körper bewegen sich beide Körper nach dem Stoß gemeinsam weiter. Nach dem Impulserhaltungssatz ist die Summe der Impulse der beiden Körper vor dem Stoß gleich dem Impuls des Körpers, der sich aus den beiden Körpern zusammensetzt, nach dem Stoß.

Für einen zentralen Stoß, also einen Stoß längs einer Geraden, lässt sich die Vektoreigenschaft der Impulse durch das Vorzeichen erfassen:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$$

Da die Geschwindigkeiten beider Körper nach dem Stoß gleich sind, also $v'_1 = v'_2 = v'$, gilt:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v'$$

Damit ist die Geschwindigkeit nach dem Stoß

$$v' = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}.$$

Die kinetische Energie nach dem Stoß

$$E'_{\text{kin}} = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v'^2$$

ist kleiner als die vor dem Stoß

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2.$$

Die Differenz der kinetischen Energien

$$\Delta E = E_{\text{kin}} - E'_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} (v_1 - v_2)^2$$

ist beim Stoß in Wärmeenergie umgewandelt worden und als thermische Energie in den am Stoß beteiligten Körpern enthalten (\rightarrow 4.3.1).

Ein Sonderfall liegt vor, wenn die beiden stoßenden Körper gleiche Masse und entgegengesetzt gleiche Geschwindigkeiten haben. In diesem Fall ist $v' = 0$ und auch die kinetische Energie nach dem Stoß $E'_{\text{kin}} = 0$. Die gesamte kinetische Energie der stoßenden Körper wird in eine andere Energieform umgewandelt. Dieser Effekt wird in Teilchenbeschleunigern zur Erzeugung neuer Teilchen benutzt.

Quelle: Greim, J.; Krause, J.: Metzler Physik. Braunschweig: Bildungshaus Schulbuchverlage, 2007, S. 70 (Ausschnitt).

Anzeige

Klaus-von-Klitzing-Preis
Förderpreis für engagierte Lehrerinnen und Lehrer naturwissenschaftlicher Fächer

EWE STIFTUNG

CARL VON OSSIETZKY universität OLDENBURG

Die EWE Stiftung und die Carl von Ossietzky Universität Oldenburg loben seit dem Jahr 2005 den Klaus-von-Klitzing-Preis für außerordentlich engagierte Lehrpersonen in den MINT-Fächern aus. Der Preis ist mit 15 TEUR dotiert und wird im Rahmen einer bundesweiten Ausschreibung an Lehrkräfte verliehen, denen es durch besondere schulische und außerschulische Leistungen gelingt, ihre Schüler und Schülerinnen überdurchschnittlich zu motivieren und nachhaltig für MINT-Fächer zu begeistern. 10 TEUR des Preisgeldes sind für ein schulisches Projekt gedacht.

Folgende Erwartungen werden an die Bewerber gestellt:

- Lehrkraft in einer Schulform, die mit dem Abitur abschließt
- Mindestens fünfjährige Berufserfahrung als Fachlehrer in einem MINT-Fach
- Ein mehrjähriges erfolgreiches außerunterrichtliches Engagement in diesem Bereich
- Überdurchschnittlich motivierte und motivierende Lehrperson mit Vorbildfunktion, auch über die fachliche Qualifikation hinaus
- Ggf. Teilnahme und Platzierung bei einschlägigen Schülerwettbewerben

Der Preis wird im Rahmen einer Feierstunde durch den Namensgeber, den Nobelpreisträger Prof. Dr. Klaus von Klitzing, am 25. Oktober 2011 in Oldenburg verliehen.

Bewerbungen (Vorschläge und Selbstbewerbungen) sind ausschließlich online möglich (www.klaus-von-klitzing-preis.de, Rubrik Online-Bewerbung). Bewerbungsschluss ist der 30. August 2011.