SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

"Große Freiheit auf zwei Rädern"

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de

© Copyright school-scout.de / e-learning-academy AG – Urheberrechtshinweis
Alle Inhalte dieser Material-Vorschau sind urheberrechtlich geschützt. Das Urheberrecht liegt, soweit nicht ausdrücklich anders gekennzeichnet, bei school-scout.de / e-learning-academy AG. Wer diese Vorschauseiten unerlaubt kopiert oder verbreitet, macht sich gem. §§ 106 ff UrhG strafbar.

„Große Freiheit auf zwei Rädern“ – Fahrschulphysik

Jürgen Godau, Halle (Saale)

Ab dem 15. Lebensjahr beginnt der „Run“ auf den Führerschein. Die Schüler sind dann etwa in Klasse 9/10. In der Fahrschule lernen sie Faustformeln zur Bewertung von Fahrzeugbewegungen.

Gibt es eine eigene Physik für die Fahrschule?

Ja, die gibt’s! Physikalisches Wissen und Können kann Ihre Schüler auch zu kompetenten Fahrschülern und Fahrzeugführern machen. Deshalb vermitteln wir ihnen dieses Wissen im folgenden Beitrag.

© Image Source / Thinkstock

Abb. 1: Entlastung für Eltern und mehr Mobilität für Jugendliche: Das länderübergreifende Modellprojekt „Moped-Führerschein mit 15“ kommt gut an.[1]

Zeigen Sie ein drei- bis fünfminütiges Video zum Thema Sicherheit im Straßenverkehr (Mediathek)!

Der Beitrag im Überblick	
Klasse: 9 /10 **Dauer:** 2–6 Stunden **Ihr Plus:** ✓ Video zur Einstimmung ✓ Gruppenpuzzle mi Expertengruppen: Fahrlehrer Physiker PC-Freaks ✓ Schülerversuche	**Inhalt:** • Faustformeln zu – Reaktionsweg – Bremsweg – Sicherheitsabstand • Fahrschulwissen • Bewegungsarten und deren Ursachen • Umgang mit einer Tabellenkalkulation, um z. B. die Crashgeschwindigkeit zu ermitteln

[1] Quelle: Wohlt, Christian: Große Freiheit auf zwei Rädern. ADAC Motorwelt 2016 (3) S. 88, 89

I/B

Fachliche und didaktisch-methodische Hinweise

Gibt es eine eigene Physik für die Fahrschule? – Hintergrundinformation

Im vorliegenden Gruppenpuzzle lassen wir die Schüler nach Zusammenhängen zur **Kinematik der Schulphysik** suchen. Wir geben Anregungen zu einer Wertung von Verhalten motorisierter Verkehrsteilnehmer.

Unser didaktischer Ansatz zielt darauf ab, für die Jugendlichen erlebbar zu machen, dass ihr physikalisches Wissen und Können sie auch zu kompetenten Fahrschülern und Fahrzeugführern machen kann. Wir heben uns mit der vorliegenden Gestaltung bewusst vom formalen Anwenden in Rechenaufgaben als einer traditionellen Form der Festigung ab. Dies erreichen wir durch eine Verknüpfung von Fahrschulwissen und Schulwissen sowie durch die organisatorische Form eines **Gruppenpuzzles**.

Welche Faustformeln muss ein Fahrschüler beherrschen?

- **Reaktionsweg [A]**
- **Bremsweg [B]**
- **Sicherheitsabstand [C]**
- Anhalteweg
- Bremsweg (Gefahrenbremsung)
- Überholweg
- Relation zwischen der Geschwindigkeit und dem Bremsweg
- Relation zwischen den Straßenverhältnissen und dem Bremsweg

Für unser Gruppenpuzzle haben wir die **ersten drei Faustformeln** ausgewählt.

So bleibt der erforderliche zeitliche Rahmen überschaubar. Wir haben mit zwei bis sechs Unterrichtsstunden geplant. Die Realität zeigt, dass manchmal zwei Stunden schon ausreichend sein können, wenn die Klasse entsprechend konzentriert ist.

Zum Einlesen in den Problemkreis der Fahrschulphysik beginnen wir mit einem technischen Exkurs. Dann beschreiben wir kurz die nicht im Gruppenpuzzle berücksichtigten Faustformeln in umgekehrter Reihenfolge und unterziehen letztlich die drei ausgewählten Formeln einer näheren Betrachtung.

Technischer Exkurs zum Bremsvorgang

Abb. 2 zeigt den prinzipiellen zeitlichen Ablauf eines realen Anhaltevorgangs für ein Kraftfahrzeug. Nach der Entscheidung des Fahrzeugführers, zu bremsen, folgt der physiologische Reaktionsprozess, bis der Fuß tatsächlich auf dem Bremspedal ist. Von da an läuft die sog. **Ansprechzeit des Bremssystems,** bis der erste Druck an den Radbremszylindern ankommt und die Reibung zwischen Bremsbacke und Bremsscheibe ihre Wirkung entfaltet. Diese Wirkung baut sich bis zur größten Bremskraft auf. Die Zeit, die dabei vergeht, nennt man **Schwellzeit des Bremssystems**. Danach erst findet die gewünschte Verzögerung (a_{max}) kontinuierlich statt.

Für die kinematische Beschreibung vereinfachen wir didaktisch den technischen Vorgang des Bremsens auf eine **mittlere Bremsverzögerung (a_{mittel})**. Sie beginnt nach Ablauf der Reaktionszeit. Der Begriff „**Bremszeit**“ fasst dann mehrere Prozesse (Ansprechzeit, Schwellzeit und Verzögerungszeit) zusammen.

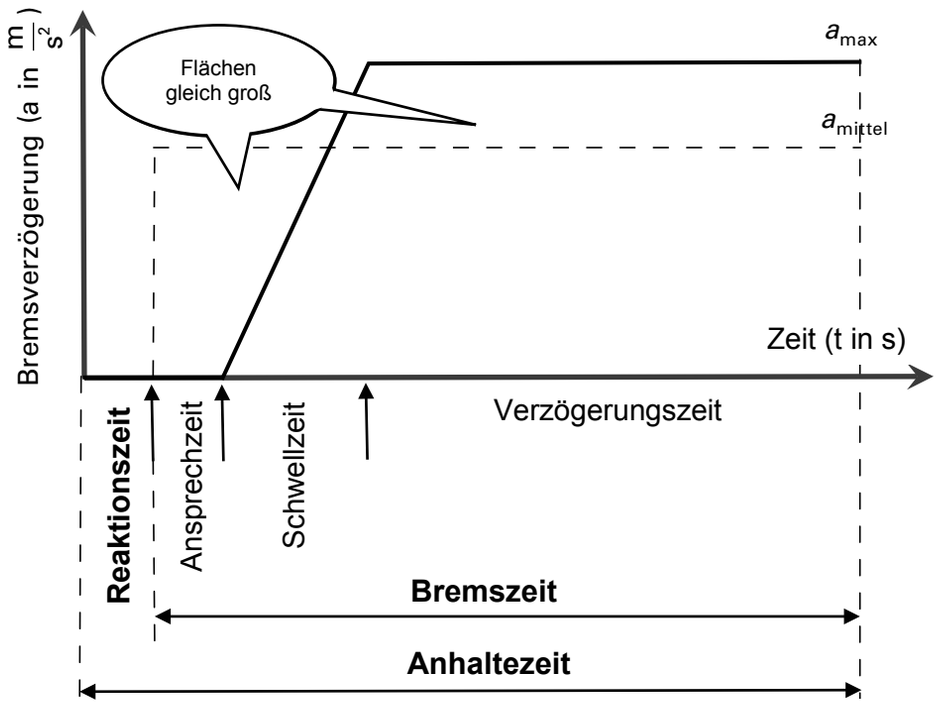


Abb. 2: Verzögerungs-Zeit-Diagramm

Relation zwischen den Straßenverhältnissen und dem Bremsweg

Der Bremsvorgang wird nach der obigen didaktischen Reduktion **als gleichmäßig beschleunigte Bewegung** betrachtet. Somit gehen wir von einer konstant angenommenen mittleren Verzögerung aus.

Es können also die im Physikunterricht erarbeiteten Größengleichungen für diese Bewegungsart genutzt werden.

$s = \frac{a}{2} \cdot t^2$ (Gl. 1) und $v = a \cdot t$ (Gl. 2) Gl. 2 nach t umstellen und in Gl. 1 einsetzen

$\rightarrow s = \frac{v^2}{2 \cdot a}$ (Gl. 3)

$\rightarrow s \sim \frac{1}{a}$, wenn v = konst.

Im § 41 Abs. 4 der StVZO wird gefordert:

„Bei Kraftfahrzeugen – ausgenommen Krafträder – muss mit der einen Bremse (Betriebsbremse) eine mittlere Vollverzögerung von mindestens 5,0 m/s² erreicht werden …“

Quelle: https://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/stvzo_2012/gesamt.pdf

Moderne Pkw erreichen unter idealen Bedingungen deutlich höhere Verzögerungen. Der Schwachpunkt für die tatsächlich erreichbaren Verzögerungswerte ist der **Reibungsbeiwert** zwischen Straßenoberfläche und Reifen. Dieser ist sehr stark von den Straßenverhältnissen abhängig.

I/B

Für Gefahrbremsungen kann Folgendes gelten:

Straßenbeschaffenheit	Bremsweg s	Verzögerung a in $\frac{m}{s^2}$
optimal	einfach	≈ 10 (theoretisches Maximum)
Nässe	doppelt	≈ 5
Schnee	vierfach	≈ 2,5
Eis	zehnfach	≈ 1

Quelle: Werner Joos · Postweg 53 · D – 75015 Bretten, Telefon 07252 94930, www.Joos-Kfz.de, http://www.joos-kfz.de/bremsinfo.htm

Faustformel:

Der Bremsweg verdoppelt sich bei Nässe und vervierfacht sich bei winterlichen Straßenverhältnissen.

Relation zwischen der Geschwindigkeit und dem Bremsweg

Bei der Betrachtung dieses Zusammenhanges gehen wir von Gleichung 3 aus. Unter der Voraussetzung, mit dem gleichen Fahrzeug bei den gleichen Straßenverhältnissen unterwegs zu sein, ergibt sich a = konstant und somit ist: $\frac{1}{2a} = \text{konstant}$.

Mit der daraus abgeleiteten Proportionalität $s \sim v^2$ lässt sich Folgendes verstehen:

Faustformel:

Bei einer Verdoppelung der Geschwindigkeit ist der Bremsweg 4-mal so lang.

Überholweg

Hierfür wird üblicherweise keine Faustformel vermittelt. Die Fahrschüler sollen aber die Fahrphasen kennen und daraus Schlussfolgerungen zum gefahrlosen Überholen ziehen können.

Der Überholvorgang beginnt mit einem Sicherheitsabstand zum langsameren Fahrzeug. Es folgt eine Beschleunigungsphase bis zur maximal zulässigen Höchstgeschwindigkeit, die dann in einer Phase der gleichförmigen Bewegung gehalten wird. Erst wenn wieder ein Sicherheitsabstand vor dem überholten Fahrzeug erreicht ist, kann eingeschert werden. Die Länge des Überholweges wird beeinflusst durch das Beschleunigungsvermögen des eigenen Fahrzeugs, die erreichbare Differenzgeschwindigkeit und die Geschwindigkeit des zu Überholenden. Diese gesamte Strecke muss vor dem Überholvorgang einsehbar und frei von Gegenverkehr sein. Einen solchen Überholweg mit konkreten quantitativen Situationsbeschreibungen von den Schülern berechnen zu lassen, ist ein anspruchsvolles komplexes Unterfangen. Es bietet Potenzial, um die **numerische Kompetenz** im Umgang mit kinematischem Wissen zu stärken.

Gefahrenbremsung

Zur Einschätzung des Bremsweges bei einer Gefahrenbremsung geht man davon aus, dass aus dem Fahrzeug das Maximum an Verzögerung geholt wird. Einerseits tritt der Fahrzeugführer im Gefahrenfall intensiver auf das Bremspedal. Andererseits hilft ein **A**nti-**B**lockier-**S**ystem, den Bereich der geringeren Gleitreibung zu vermeiden. Das ABS arbeitet im Grenzbereich zwischen Haft- und Gleitreibung und optimiert dadurch den erreichbaren Reibungsbeiwert zwischen Reifen und Straße.

Faustformel:

Bei einer Gefahrenbremsung können wir vom halben Bremsweg ausgehen.

Anhalteweg

Diese Faustformel bietet sich als Zusatzinformation für die Schüler an, da sie eine Kombination aus den zu bearbeitenden Größen Reaktionsweg und Bremsweg darstellt.

Dieser Begriff dient als gedankliche Klammer zur Hinführung und organisatorischen Aufspaltung für das Gruppenpuzzle in die Arbeitskreise [A] und [B]. Der Arbeitskreis [C] kann mit ihr einschätzen, ob der errechnete Sicherheitsabstand ausreicht. Der Weg bis zum Stillstand des Fahrzeuges kann mit folgender Formel ermittelt werden.

Faustformel:

Anhalteweg = Reaktionsweg + Bremsweg

Gruppenpuzzle

Für unsere Arbeitskreise auswählen und etwas genauer betrachten werden wir nun die ersten drei Faustformeln in der Reihenfolge ihrer Nennung in obiger Auflistung:

Die untenstehende Grafik zeigt, dass Reaktionsweg und Bremsweg über den Begriff Anhalteweg eine gemeinsame Klammer bekommen können.

Für das Verständnis des Sicherheitsabstandes ist der erforderliche Anhalteweg ebenfalls hilfreich.

Abb. 3: drei Arbeitskreise

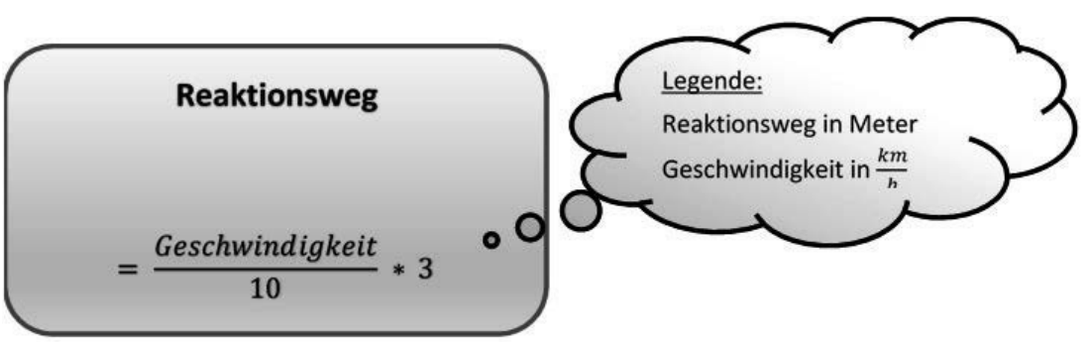


Abb. 4: Faustformel für Arbeitskreis A

Definition:

Der **Reaktionsweg** ist der Weg, den das Fahrzeug während der Reaktionszeit des Fahrzeugführers ungebremst zurücklegt. Die Reaktionszeit beginnt mit dem Erkennen der Gefahr und endet mit dem Tritt auf das Bremspedal.

Physik:

Eine „ungebremste Bewegung“ ist in der Kinematik eine **geradlinig gleichförmige Bewegung**. Für diese Bewegung gilt folgendes Weg-Zeit-Gesetz: $s = v \cdot t$. Die Geschwindigkeit wird vom Tachometer in der Einheit $\frac{km}{h}$ angezeigt.

Die Reaktionszeit wird üblicherweise in Sekunden, der Reaktionsweg in Metern angegeben.

I/B

Zusammenhang:

In der Fahrschule spricht man als Reaktionszeit auch von der sog. „Schrecksekunde“. Damit ist die Zeit (t = 1 s) für die Berechnung des Reaktionsweges gegeben.

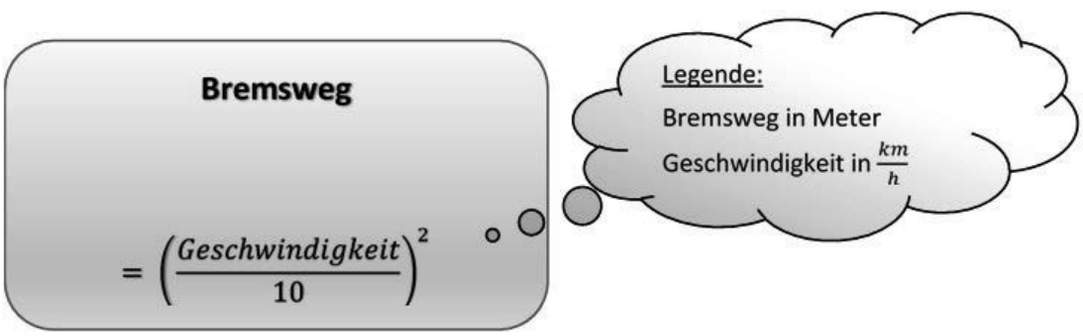
Der Zusammenhang zwischen Kinematik und Fahrschulphysik reduziert sich nach dieser Festlegung auf die Umrechnung der Geschwindigkeit von der Einheit $\frac{km}{h}$ in $\frac{m}{s}$!

Gegeben: $v = x\frac{km}{h}; \quad t = 1\,s$

Gesucht: s in m

Physik: $s = v \cdot t = \frac{x \cdot 1\,km}{1\,h} \cdot 1\,s = \frac{x \cdot 1000\,m \cdot 1\,s}{3600\,s} = \frac{x}{3{,}6}\,m$

Fahrschulphysik: $s = \frac{x}{10} \cdot 3\,m \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow = \frac{x}{3{,}3}\,m$



Definition:

Der **Bremsweg** ist der Weg, den das Fahrzeug während der Bremszeit zurücklegt. Die Bremszeit beginnt, wenn der Fahrzeugführer das Bremspedal betätigt, und dauert bis zum Stillstand des Fahrzeuges.

Physik:

Der Bremsvorgang wird nach Abb. 2 als **geradlinig gleichmäßig beschleunigte Bewegung mit negativer Beschleunigung** betrachtet. Berechnungen können ohne inhaltlichen Verlust mit Beträgen erfolgen. Auch vektorielle Betrachtungen sind bei Reduktion auf die Geradlinigkeit entbehrlich.

$s = \frac{a}{2} \cdot t^2$ (Gl. 1) und $v = a \cdot t$ (Gl. 2) Gl. 2 nach t umstellen und in Gl. 1 einsetzen

$\rightarrow s = \frac{v^2}{2 \cdot a}$ (Gl. 3) ($v_{Anfang} = v$; $v_{Ende} = 0$)

Die Geschwindigkeit liest der Fahrer am Tachometer in der Einheit $\frac{km}{h}$ ab.

Die Bremsverzögerung wird in $\frac{m}{s^2}$, der Bremsweg in Metern angegeben.

Die StVZO (§ 41 Abs. 4 ... siehe auch Zitat S. 3) verlangt eine Verzögerung von $5\frac{m}{s^2}$.

Zusammenhang:

Neben der Festlegung einer „üblichen“ Bremsverzögerung gilt es die Frage nach der Einheitenanpassung für eine Berechnung des Bremsweges zu beantworten.

Gegeben: $v = x\,\frac{km}{h}$; $a_{StVZO} = 5\,\frac{m}{s^2}$; $a_{Fahrschule} = 4{,}5\,\frac{m}{s^2}$

Gesucht: s in m

Physik:

$$s = \frac{v^2}{2a} = \frac{\left(x \cdot 1\,\frac{km}{h}\right)^2}{2 \cdot 5\,\frac{m}{s^2}} = \frac{x^2 \cdot 1000^2 \cdot m^2 \cdot s^2}{3600^2 \cdot s^2 \cdot 10\,m} = \frac{x^2}{3{,}6^2 \cdot 10} = \frac{x^2}{129{,}6}\,m$$

$$s \approx \frac{x^2}{11^2}\,m = \left(\frac{x}{11}\right)^2 m$$

Fahrschulphysik: Hier wird die Bremsverzögerung mit 4,5 $\frac{m}{s^2}$ angenommen.

Der Umrechnungsfaktor von $\frac{km}{h}$ in $\frac{m}{s}$ wird mit $\frac{3}{10}$ verwendet.

$$s = \frac{v^2}{2a} = \frac{\left(x \cdot 1\,\frac{km}{h}\right)^2}{2 \cdot 4{,}5\,\frac{m}{s^2}} = \frac{\left(x \cdot \frac{3}{10} \cdot \frac{m}{s}\right)^2}{9\,\frac{m}{s^2}} = \frac{x^2 \cdot 3^2 \cdot m^2 \cdot s^2}{10^2 \cdot s^2 \cdot 9 \cdot m}$$

$$s = \frac{x^2}{10^2} m = \left(\frac{x}{10}\right)^2 m$$

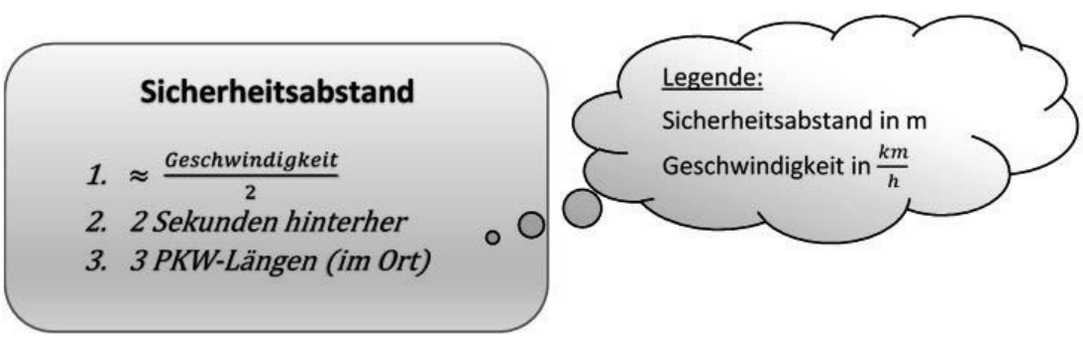


Abb. 6: Faustformel für Arbeitskreis C

Definition:

Der **Sicherheitsabstand** ist die Strecke, die ein Fahrzeugführer vor seinem Fahrzeug frei lassen soll, damit er im Falle eines unvorhergesehenen Ereignisses sein Fahrzeug vor dem Aufprall auf den „Vordermann“ zum Stehen bringt.

Hinweis: Obige Definition ist auch bei Einhaltung der Faustregeln in der Praxis kaum einzuhalten, wenn das vorausfahrende Fahrzeug unvermittelt zum Stehen kommt. Dann kann das Ziel nur noch heißen: Der Abstand muss so groß sein, dass die mögliche Abbremsung zu einer die Unfallfolgen minimierenden Aufprallgeschwindigkeit führt.

Daraus ergibt sich ein entscheidendes Argument für das sog. „**vorausschauende Fahren**“. Der vorausschauend fahrende Fahrzeugführer blickt eben nicht nur auf das Fahrzeug vor ihm, sondern beobachtet bereits die gesamte Fahrzeugkolonne davor und das Geschehen rechts und links vom Fahrweg. So kann er bereits deutlich vor dem Stillstand des Vorausfahrenden seine Bremsung einleiten.

I/B

Hinweise zur Gestaltung des Unterrichts

Zur inhaltlichen und emotionalen Einstimmung stellen wir drei Videos zur Auswahl.

Das Gruppenpuzzle läuft dann in drei Phasen ab.

– **Stammgruppenarbeit:**

  Hier wird das gewählte Thema in Teilaufgaben (**Puzzle-Teile**) zerlegt. Die Rolle, die diesen Puzzle-Teilen entspricht, wird einzelnen Gruppenmitgliedern übertragen (oder: von diesen ausgewählt). Eine erste Stufe auf dem Weg zum Teilaufgabenexperten wird in dieser Gruppe individuell erklommen.

– **Expertengruppenarbeit:**

  Die Experten, die sich individuell vorbereitet haben, treffen sich zum Gedankenaustausch und zur gemeinsamen Bearbeitung und Lösung ihrer Teilaufgabe.

– **Stammgruppenarbeit:**

  Jeder jetzige „Experte“ trägt seine Ergebnisse den anderen Stammgruppenmitgliedern seiner Stammgruppe vor. Dadurch wird das Stammgruppenthema mehrschichtig beleuchtet. Jedes Gruppenmitglied hat danach die Inhalte erfasst und kann mit ihnen umgehen.

  Die hier vorgestellte Konstruktion eines Gruppenpuzzles geht darüber hinaus. Es gibt drei thematisch unterschiedliche Arbeitskreise, die parallel agieren. Jeder einzelne Arbeitskreis läuft nach obigem Drei-Phasen-Modell ab.

Das Materialblatt (**M 1**) gibt einen grafischen Überblick zur Organisationsstruktur.

– Gruppenpuzzle:

  Im „oberen Kasten“ von (**M 1**) sind die drei Arbeitskreise (Reaktionsweg, Bremsweg und Sicherheitsabstand) zu erkennen. Für jeden Arbeitskreis laufen die oben beschriebenen drei Phasen eines Gruppenpuzzles ab.

– Arbeitskreisarbeit:

  Der „untere Kasten“ in (**M 1**) zeigt die Fortführung der Unterrichtsarbeit in den Arbeitskreisen. Alle Stammgruppen eines Arbeitskreises erarbeiten gemeinsam eine Präsentation ihres Themas.

  Wie die „Veröffentlichung“ erfolgt, ist individuell nach schulischen Gegebenheiten festzulegen. Der Rahmen kann innerhalb des Klassenverbandes bleiben. Dann könnte je ein Vortrag für die anderen Arbeitskreise dazu beitragen, dass auch diese alle Themen kennenlernen. Ein **Poster** im Klassenraum oder auf dem Schulflur zeigt einer größeren Öffentlichkeit die Ergebnisse. Eine gemeinsame **Website** für die Schulhomepage stellt zusätzliche Ansprüche an die Kreativität der Arbeitskreise und ist somit eine weitere interessante Erweiterung der Veröffentlichungsmöglichkeiten.

I/B

Materialübersicht

⏱ V = Vorbereitungszeit SV = Schülerversuch Ab = Arbeitsblatt/Informationsblatt
⏱ D = Durchführungszeit LV = Lehrerversuch Fo = Folie

M 1	**Fo**	**So funktioniert das Gruppenpuzzle! – Struktogramm**	
		❒ OHP	
M 2	**Ab**	**So geht's! – Stammgruppenblatt**	
M 3	**Ab**	**Den Reaktionsweg berechnen – Expertengruppe A1**	
		❒ Datei „M 3_StVO“ ❒ Datei „M 3_Prüfungskatalog“	❒ PC mit MS Office und/ oder Acrobat Reader
M 4	**Ab, SV**	**Den Reaktionsweg berechnen – Expertengruppe A2**	
	⏱ V: 5 min	❒ M 4_Falltest (Excel-App) ❒ Formelsammlung „Kinematik“	❒ Lineal ca. 40–50 cm ❒ PC mit Excel (MS Office)
M 5	**Ab**	**Den Reaktionsweg berechnen – Expertengruppe A3**	
		❒ PC mit Excel (MS Office)	
M 6	**Ab**	**Den Bremsweg ermitteln – Expertengruppe B1**	
		❒ Datei „M 6_StVO“ ❒ Datei „M 6_Prüfungskatalog“	❒ PC mit MS Office und/ oder Acrobat Reader
M 7	**Ab, SV**	**Den Bremsweg ermitteln – Expertengruppe B2**	
	⏱ V: 5 min	❒ Formelsammlung „Kinematik“ ❒ Gummihandschuhe ❒ Geschirrspülmittel ❒ Küchentücher	❒ Wägestücke ❒ Kraftmesser ❒ Kleines Grundbrettchen
M 8	**Ab**	**Den Bremsweg ermitteln – Expertengruppe B3**	
		❒ Datei „M 8_StVZO“	❒ PC mit Excel (MS Office)
M 9	**Ab**	**Den Sicherheitsabstand abschätzen – Expertengruppe C1**	
		❒ Datei „M 9_StVO“ ❒ Datei „M 9_Prüfungskatalog“	❒ PC mit MS Office und / oder Acrobat Reader
M 10	**Ab, SV**	**Den Sicherheitsabstand abschätzen – Expertengruppe C2**	
	⏱ V: 5 min	❒ M10_Simulation-1 (Excel-App) ❒ M10_Simulation-2 (Excel-App)	❒ PC mit Excel (MS Office)
M 11	**Ab**	**Den Sicherheitsabstand abschätzen – Expertengruppe C3**	
		❒ PC mit Excel (MS Office)	
M 12	**Ab**	**Zusammenfassung der Arbeitsergebnisse (Arbeitskreis)**	
M 13	**Ab**	**Teste dein Wissen!**	

Die Erläuterungen und Lösungen zu den Materialien finden Sie ab Seite 25 und auf CD-ROM 45.

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

"Große Freiheit auf zwei Rädern"

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de

© Copyright school-scout.de / e-learning-academy AG – Urheberrechtshinweis
Alle Inhalte dieser Material-Vorschau sind urheberrechtlich geschützt. Das Urheberrecht liegt, soweit nicht ausdrücklich anders gekennzeichnet, bei school-scout.de / e-learning-academy AG. Wer diese Vorschauseiten unerlaubt kopiert oder verbreitet, macht sich gem. §§ 106 ff UrhG strafbar.