

Beschleunigte Bewegungen – Aufgaben

Manfred Vogel, Hiddenhausen

Illustrationen von Manfred Vogel



Foto: Christoph Jorda/The Image Bank/Getty Images Plus

Beschleunigte Bewegungen sind im Lehrplan Mechanik der Einführungsphase in die gymnasiale Oberstufe nichttheoretisch, sondern auf den geradlinig-gleichförmigen Bewegungen, also solchen ohne Kraftwirkung, soll den Schülern auch das Weg-Zeit-Gesetz der beschleunigten Bewegung in „Reich und Blut“ übergehen. Dazu liefert dieser Beitrag vielfältige Übungsaufgaben. Eine Lernerfolgskontrolle rundet die Unterrichtseinheit ab.

Impressum

RAABE UNTERRICHTS-MATERIALIEN Physik

Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Es ist gemäß § 60b UrhG hergestellt und ausschließlich zur Veranschaulichung des Unterrichts und des Lehres an Bildungseinrichtungen bestimmt. Die Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH erteilt Ihnen für die Nutzung des einfachen, nicht übertragbare Recht zur Nutzung für den persönlichen Gebrauch gemäß vorgenannter Zweckbestimmung. Unter Einhaltung der Nutzungsbedingungen sind Sie berechtigt, das Werk zum persönlichen Gebrauch gemäß vorgenannter Zweckbestimmung in Klassensatzstärke zu vervielfältigen. Jede darüber hinausgehende Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Hinweis zu § 60a, 60b UrhG: Das Werk oder Teile hiervon dürfen nicht ohne eine solche Einwilligung an Schulen oder in Unterrichtsmaterialien (§ 60b Abs. 3 UrhG) vervielfältigt, insbesondere kopiert oder eingescannt, verbreitet oder in einer sonst öffentlich zugänglichen Datenbank eingestellt oder sonst öffentlich zugänglich gemacht oder wiedergegeben werden. Dies gilt auch für Intranets von Schulen und sonstigen Bildungseinrichtungen. Die Aufführung abgedruckter musikalischer Werke ist ggf. GEMA-meldepflichtig.

Für jedes Material wurden Fremdrechte recherchiert und ggf. angefragt.

Dr. Josef Raabe Verlag GmbH
Ein Unternehmen der Kleinfachgruppe
Rotebühlstraße 77
70178 Stuttgart
Telefon +49 711 62900-0
Fax +49 711 62900-60
meinRAABE@raabe.de
www.raabe.de

Redaktion: Anna-Greta Wittnebel
Satz: Röhr Media GmbH & Co. KG, Karlsruhe
Bildnachweis Titel: Christoph Jorda/The Image Bank/Getty Images Plus
Illustration: Manfred Vogel
Korrektur: Susanna Stotz, Wyhl a. K.

Beschleunigte Bewegungen – Aufgaben

Oberstufe (grundlegend)

Manfred Vogel, Hiddenhausen

Illustrationen von Manfred Vogel

Hinweise	1
M 1 Umrechnung der Geschwindigkeits-Einheiten	4
M 2 Die Durchschnittsgeschwindigkeit	6
M 3 Die Verzögerung	7
M 4 Übungsaufgaben	8
M 5 Die Mindeststrecke beim Überholen	9
M 6 Sind Sie fit? – LEK	11
Lösungen	12







Die Schüler lernen

die Formeln der beschleunigten Bewegung sicher anzuwenden. Auch die Verzögerung wird eingeführt – als negative Beschleunigung. Die Berechnung der Mindeststrecke beim Überholen ist für Schüler interessant, die sich gerade auf die Fahrprüfung vorbereiten. Aber auch die anderen Übungsaufgaben bestechen durch ihren Alltagsbezug.




Überblick:

Legende der Abkürzungen:

Ab = Arbeitsblatt **LEK** = Lernerfolgskontrolle

Thema	Materi	Methode
 Umrechnung der Geschwindigkeits-Einheiten	M1	
 Die Durchschnittsgeschwindigkeit	M2	Ab
 Die Verzögerung	M3	Ab
 Übungsaufgaben		Ab
 Die Mindeststrecke beim Überholen	M5	Ab
 Sind Sie fit? – LEK	M6	Ab, LEK

Erklärung zu Differenzierungssymbolen

		
einfaches Niveau	mittleres Niveau	schwieriges Niveau

Kompetenzprofil:

Inhalt: Wegzeit-Gesetze, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Verzögerung, Durchschnittsgeschwindigkeit, Mindeststrecke beim Überholen

Medien: GTR/CAS, GeoGebra

Kompetenzen: Über Basiswissen verfügen (F1); Probleme lösen (F3); Wissen kontextbezogen anwenden (F4); Phänomene beschreiben (E1); Formeln anwenden (E4); Idealisierungen vornehmen (E5)

Hinweise

Viele Verkehrsteilnehmer haben ein nur geringes Gefühl für die Gefahren, denen sie als Moped- oder Pkw-Fahrer selbst bei geringen Geschwindigkeiten ausgesetzt sind. Sie glauben, dass der Anhalteweg bei einem plötzlich auftauchenden Hindernis – beispielsweise einem Kind, das zwischen parkenden Fahrzeugen über die Straße läuft – so kurz ist, dass sie jederzeit halten können. Sie haben kaum eine Vorstellung, wie lang der Anhalteweg auf eisglatter Fahrbahn ist. Und sie überholen in riskanten Situationen, weil sie die einsehbare Strecke fälschlicherweise für hinreichend lang halten. Die Berechnungen zeigen Ihren Schülern, wie lang die Strecken tatsächlich sind.

Zur Notation

Der Beitrag richtet sich an Schüler der 9./10. Klasse. Daher lassen wir die Vektorpfeile über den vektoriellen Größen „Weg \vec{s} “, „Geschwindigkeit \vec{v} “ und „Beschleunigung \vec{a} “ weg.

Fachlicher Hintergrund

Die Beschleunigung a ist definiert als Geschwindigkeitsänderung Δv in der Zeitspanne Δt . Wir gehen von den Formeln

$$v = \frac{s}{t} \quad (I)$$

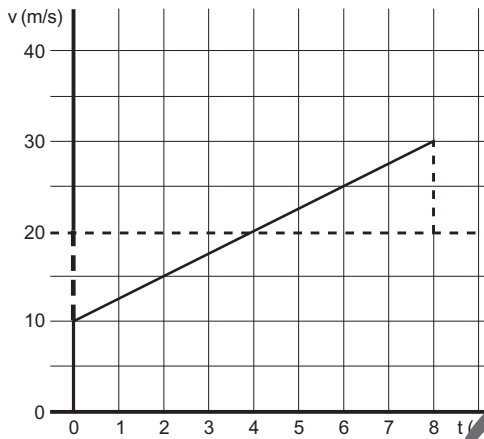
$$s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2, \text{ wobei } s_0 = 0 \text{ und } v_0 = 0, \text{ also } s = \frac{1}{2} a t^2 \quad (II)$$

aus. Die erste Gleichung beschreibt einen Vorgang, bei dem sich ein Körper mit konstanter Geschwindigkeit und keiner Beschleunigung bewegt. Die zweite Gleichung beschreibt einen Vorgang, bei dem sich ein Körper mit konstanter Beschleunigung ohne Anfangsgeschwindigkeit und ohne Anfangsweg bewegt.

Die dritte Formel ist die Berechnung der Durchschnittsgeschwindigkeit beim Beschleunigen oder Bremsen mit konstanter Beschleunigung

$$v = \frac{1}{2}(v_a + v_b) \quad (III)$$

leiten wir anhand der entsprechenden Grafik ab.



Grafik: Manfred Vogel

Voraussetzungen

Die Grafiken und Berechnungen werden bei den einzelnen Complexen bewusst idealisiert:

- Die Beschleunigung a wird in Betrag und Richtung jeweils als konstant angenommen.
- Die Rollreibung wird vernachlässigt.
- Ebenfalls wird der Luftwiderstand nicht berücksichtigt.

Diese idealen Bedingungen haben – nahezu – nur bei **Satelliten- und Weltraumflügen**.

Durch die Vereinfachung kann man bei konstanter Beschleunigung a die Geschwindigkeit in Abhängigkeit von der Zeit linear ($v = a \cdot t$) und die zurückgelegte Strecke s als vom Quadrat der Zeit abhängige Größe darstellen.

Trotzdem sollte man den **Luftwiderstand** nicht vernachlässigen, insbesondere dann, wenn Zeit und Strecke bei Beschleunigungsberechnungen ermittelt werden. Der Luftwiderstand ist proportional zum Quadrat des Geschwindigkeitsbetrags des sich bewegenden Körpers – dies bewirkt, dass der Körper bei sonst gleichen Fahrbedingungen (insbesondere der Leistung) nicht in dem Maße an Geschwindigkeit zunimmt, wie man bei der gleichmäßig beschleunigten Bewegung erwartet. Umgekehrt reduziert sich bei der Verzögerung der Luftwiderstand nur geringfügig, sodass man ihn in der Praxis kaum zu berücksichtigen braucht. Lassen Sie Ihre Schüler vielmehr darauf achten, dass sie bei den Beschleunigungsberechnungen die End- und die Durchschnittsgeschwindigkeit nicht verwechseln.

Hinweise zur Gestaltung Ihres Unterrichts

Ablauf

In Material **M 1** erfahren die Schüler, wie man die im Alltag gebräuchliche Dimension der Geschwindigkeit (km/h) in die technisch-physikalische Dimension (m/s), mit der wir hier arbeiten werden, umrechnet. Dieses Verfahren wenden wir an, um eine gefahrene Wegstrecke und die Durchschnittsgeschwindigkeit zu berechnen und grafisch darzustellen.

Material **M 2** befasst sich mit der Beschleunigung. Es wird sowohl nach der bei Beschleunigen durchfahrenen Strecke als auch nach der Beschleunigungszeit gefragt. Dann wird in **M 3** die Verzögerung als negative Beschleunigung definiert.

In **M 4** wird geübt. Bei der Berechnung der Länge eines Bremsweges werden neben der Verzögerung $-a$ auch die Ansprechzeit des Bremssystems und die Reaktionszeit t des Fahrers einbezogen. **M 5** zeigt Ihren Schülern darüber hinaus, welche Abstände notwendig sind, wenn man risikolos überholen will und wie lang die Strecken beim Überholen zweier Lkw sind. Die Lernerfolgskontrolle (**M 6**) rundet den Beitrag ab.



M 1 Umrechnung der Geschwindigkeits-Einheiten

Frau Müller hat am Sonntag Frühschicht. Die Straßen sind nahezu leer. Sie hat es eilig und fährt deshalb etwas schneller als erlaubt: In der verkehrsberuhigten Zone, in der sie wohnt, fährt sie

- eine Minute lang 18 km/h, dann fährt sie innerorts
- sechs Minuten lang 54 km/h,
- auf der innerörtlichen Schnellstraße drei Minuten lang 90 km/h und dann kurz vor dem Ziel noch einmal
- zwei Minuten lang 18 km/h.



Foto: Tom Werner/Digital Vision/Getty Images Plus

Aufgaben

1. Rechnen Sie die Einheit $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ in $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ um.



Hinweis Beachten Sie dabei, dass $1 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{1000 \text{ m}}{60 \cdot 60 \text{ s}}$ ist.

2.
 - a) Berechnen Sie die Strecken, die Frau M. jeweils in einer Minute zurückgelegt hat.
 - b) Berechnen Sie die Gesamtstrecke, die Frau M. zurückgelegt hat.
3. Berechnen Sie die Durchschnittsgeschwindigkeit in m/s und km/h.



M 3 Die Verzögerung

Die Verzögerung ist die negative Form der Beschleunigung.

Aufgabe 1

Ein Pkw wird aus 100 km/h auf einer Versuchsstrecke gebremst und kommt nach 44,36 m zum Stehen. Der Fahrer konnte sofort reagieren, weil er den Anfang der Bremsstrecke kannte. Deshalb ist die Reaktionszeit $t = 0$. Die Ansprechzeit t_a des Bremssystems beträgt ca. 0,2 s. Wie groß ist die Verzögerung? Berechnen Sie:

- die Geschwindigkeit v_a des Pkw in m/s beim Bremsbeginn,
- die bis zum Ansprechen der Bremsen zurückgelegte Strecke s ,
- die Durchschnittsgeschwindigkeit v_d während des Bremsvorgangs,
- die verbleibende Bremsstrecke s_{Rest} ,
- die Bremszeit t_{Brems} ,
- den Betrag der Bremsverzögerung a .



Hinweis: Benutzen Sie die Ihnen bekannte Beschleunigungsformel:
Beschleunigung = $-$ Bremsverzögerung.

- Vergleichen Sie Ihren errechneten Wert mit der Beschleunigung und interpretieren Sie dies.

Aufgabe 2

Ein Pkw-Fahrer fährt innerorts mit 50 km/h und muss wegen eines plötzlich vor ihm über die Straße laufenden Kindes stark bremsen. Seine Reaktionszeit beträgt 0,6 s. Die Ansprechzeit des Fahrzeugs beträgt 0,2 s und die Bremsverzögerung $5,6 \text{ m/s}^2$. Berechnen Sie:

- die Anfangsgeschwindigkeit v_a des Fahrzeugs in m/s,
 - die zurückgelegte Strecke s bis zum Ansprechen der Bremsen,
 - die Durchschnittsgeschwindigkeit v_d während des Bremsvorgangs,
 - die Bremszeit t_{Brems} ,
 - die reine Bremsstrecke s_{Brems} ,
 - die gesamte Fahrstrecke s bis zum Stillstand des Fahrzeugs.
- g) bewerten Sie Ihr Ergebnis hinsichtlich der Frage, ob das Kind eine Chance hat, nicht vom Pkw-Fahrer angefahren zu werden.

Der RAABE Webshop: Schnell, übersichtlich, sicher!



Wir bieten Ihnen:



Schnelle und intuitive Produktsuche



Übersichtliches Kundenkonto



Komfortable Nutzung über
Computer, Tablet und Smartphone



Höhere Sicherheit durch
SSL-Verschlüsselung

Mehr unter: www.raabe.de