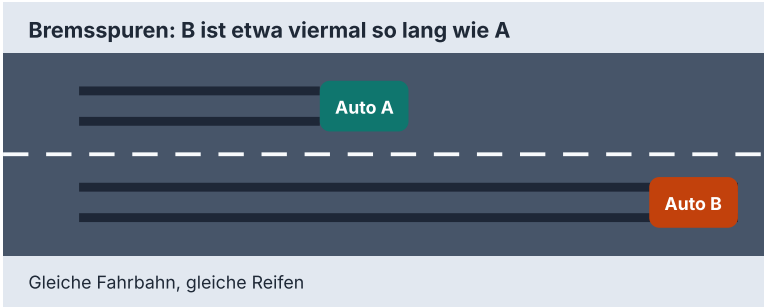
Brems- und Anhalteweg

Physik 9 · Kapitel 1 · Stunde 12 · 🔎 Akte Landstraße Teil 5 · Lösung

Name: Klasse: Datum:

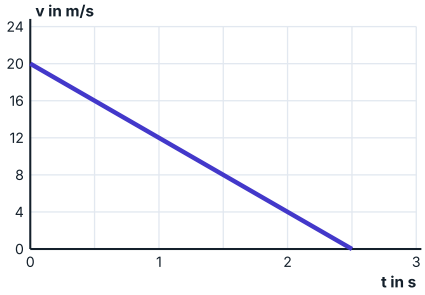
1 Rätselbild



Aufgabe 1 · Auto B hinterließ eine viermal so lange Bremsspur wie Auto A. Wie viel schneller war B? Vermute und prüfe am Ende der Stunde.

B war doppelt so schnell, denn der Bremsweg wächst mit dem Quadrat der Geschwindigkeit: $2^2 = 4$.

2 Der Bremsweg



Ein Auto bremst von 20 m/s mit $a = 8\ m/s^2$ bis zum Stillstand.

Aufgabe 2 · Bestimme die Bremsdauer und den Bremsweg als Dreiecksfläche. Leite daraus die Formel $s_B = v^2 : (2 \cdot a)$ her.

$t_B = v : a = 20 : 8 = 2{,}5\ s$; $s_B = ½ \cdot 20\ m/s \cdot 2{,}5\ s = 25\ m$.

Allgemein: $s_B = ½ \cdot v \cdot (v : a) = v^2 : (2a)$.

WORTSPEICHER

Bremsweg s_B: Weg vom Beginn der Bremswirkung bis zum Stillstand: $s_B = v^2 : (2 \cdot a)$

Anhalteweg s_A: Reaktionsweg plus Bremsweg: $s_A = s_R + s_B$

Bremsverzögerung a: Betrag der Beschleunigung beim Bremsen; hängt von Reifen und Fahrbahn ab

quadratische Abhängigkeit: doppelte Geschwindigkeit → vierfacher Bremsweg ($s_B \sim v^2$)

Gefahrenbremsung: Vollbremsung mit größtmöglicher Verzögerung

Konzept und Design: www.so-macht-lernen-spass.de – Bei der technischen Umsetzung hat eine künstliche Intelligenz (KI) unterstützt.

$$s_B = v^2 : (2 \cdot a) \quad s_A = s_R + s_B$$

- s_B Bremsweg in m
- s_A Anhalteweg in m
- s_R Reaktionsweg in m ($s_R = v \cdot t_R$)
- v Geschwindigkeit in m/s
- a Bremsverzögerung in m/s²

Anhalteweg = **Reaktionsweg** + **Bremsweg** . Der Bremsweg wächst **quadratisch** mit der Geschwindigkeit: doppelt so schnell → **vierfacher** Bremsweg.

Aufgabe 3 · Faustformeln (v in km/h): Reaktionsweg (v : 10) · 3, Bremsweg (v : 10)². Fülle die Tabelle aus.

v in km/h	30	50	70	100
Reaktionsweg in m	9	15	21	30
Bremsweg in m	9	25	49	100
Anhalteweg in m	18	40	70	130

Aufgabe 4 · Ein Auto fährt 72 km/h. Berechne den Bremsweg genau für trockene Fahrbahn (8 m/s²) und Eis (1 m/s²). *Hilfe: v in m/s, dann $s_B = v^2 : (2 \cdot a)$.*

v = 20 m/s. Trocken: 400 : 16 = 25 m. Eis: 400 : 2 = 200 m – achtmal so lang.

MUSTERBEISPIEL

50 km/h, Faustformel: Reaktionsweg 5 · 3 = 15 m
Bremsweg 5² = 25 m
Anhalteweg 40 m

TIPP

Faustformel: Tacho : 10, dann quadrieren. Genau: m/s verwenden!

Konzept und Design: www.so-macht-lernen-spass.de – Bei der technischen Umsetzung hat eine künstliche Intelligenz (KI) unterstützt.

Aufgabe 5 · Tempo 30 vor Schulen: Vergleiche die Anhaltewege bei 30 und 50 km/h (Faustformeln). Was bedeutet das, wenn ein Kind 20 m vor dem Auto auf die Straße läuft? *Hilfe: Anhalteweg mit 20 m vergleichen.*
30 km/h: 18 m – das Auto steht vor dem Kind. 50 km/h: 40 m – bei 20 m hat das Auto noch nicht einmal gebremst (Reaktionsweg 15 m) und trifft das Kind fast ungebremst.

Aufgabe 6 · Sag es physikalisch! *„Wenn man doppelt so schnell fährt, braucht man halt doppelt so lang zum Bremsen."* Berichtige.
Der Bremsweg ist proportional zum Quadrat der Geschwindigkeit. Bei doppelter Geschwindigkeit ist er viermal so lang (die Bremsdauer verdoppelt sich).

3 Akte Landstraße · Teil 5

Fahrtenschreiber: 24 m/s, Bremsen mit 6 m/s², Bremsbeginn 45 m vor der Unfallstelle.

Aufgabe 7 · Wie lang wäre der volle Bremsweg gewesen? Reichten die 45 m?
$s_B = 24^2 : 12 = 48$ m. Es fehlten 3 m; das Auto prallte noch mit $\sqrt{(576 - 540)} = 6$ m/s auf – genau wie der Fahrtenschreiber zeigt.

E

Vertiefung · Stufe Experte in der interaktiven Übung
Öffne „Physik 9 Stunde 12 Interaktive Übung.html" und stelle oben **Experte** ein: Aufprallgeschwindigkeit, Bremsverzögerung aus Bremsspuren, Grenzgeschwindigkeit und ein Expertentest mit Abzeichen.

HAUSAUFGABE
Aufgaben 5 und 6.

ABSCHLUSSTEST
In der interaktiven Übung in drei Stufen.

OFFEN
Hätte er mit 70 km/h gehalten? → Std. 17

Konzept und Design: www.so-macht-lernen-spass.de – Bei der technischen Umsetzung hat eine künstliche Intelligenz (KI) unterstützt.

Lösungen der interaktiven Übung

Alle drei Stufen · Grundlage G · Standard S · Experte E

Simulation · Sandbox – Bremsweg-Labor

Stufe	Aufgabe	Lösung
G	Stelle 50 km/h, trockene Fahrbahn und 1,0 s ein. Wie lang ist der Anhalteweg laut Labor? (1 Nachkommastelle)	**26 m** 13,9 m + 12,1 m ≈ 26,0 m
G	Stelle das Kind auf 30 m. Was passiert bei 50 km/h auf trockener Straße?	**Das Auto hält rechtzeitig.** 26 m Anhalteweg reichen.
G	Gleiche Einstellung, aber Fahrbahn nass. Was passiert jetzt?	**Das Auto erreicht das Kind.** Nässe verlängert den Bremsweg auf 19,3 m.
S	Trocken, 1 s: Wie lang ist der Bremsweg bei 100 km/h? (1 Nachkommastelle)	**48,2 m** s_B ≈ 48,2 m
S	Und bei 50 km/h? Um welchen Faktor ist der Bremsweg bei 100 km/h größer?	**4** Doppelte Geschwindigkeit → vierfacher Bremsweg.
S	50 km/h, Eis: Wie lang ist der Anhalteweg (t_R = 1 s)? (1 Nachkommastelle)	**110,3 m** Auf Eis über 110 m!
E	Kind bei 30 m, 50 km/h, nass, t_R = 1 s. Mit welcher Geschwindigkeit in km/h erreicht das Auto das Kind? (ganze Zahl)	**20 km/h** Etwa 20 km/h Restgeschwindigkeit.
E	Welche Höchstgeschwindigkeit in km/h erlaubt bei trockener Straße und t_R = 1 s einen Anhalteweg von höchstens 30 m? (ganze Zahl, probiere im Labor)	**55 km/h** Etwa 55 km/h.

Konzept und Design: www.so-macht-lernen-spass.de – Bei der technischen Umsetzung hat eine künstliche Intelligenz (KI) unterstützt.

Simulation · Sandbox – Bremsweg-Labor (Fortsetzung)

Stufe	Aufgabe	Lösung
E	Die Reaktionszeit verdoppelt sich (Ablenkung). Welcher Teil des Anhaltewegs ändert sich?	**nur der Reaktionsweg** Der Bremsweg ist unabhängig von der Reaktionszeit.

Konzept und Design: www.so-macht-lernen-spass.de – Bei der technischen Umsetzung hat eine künstliche Intelligenz (KI) unterstützt.

Hauptübung Rechnen mit Zufallswerten – Brems- und Anhaltewege berechnen

Stufe	Aufgabentyp	Lösungsweg
G	Faustformel $(v : 10)^2$	durch 10, quadrieren
G	Anhalteweg mit Faustformeln	Reaktionsweg plus Bremsweg
S	$s_B = v^2 : (2a)$	v quadrieren, durch 2a
S	$s_A = v \cdot t_R + v^2 : (2a)$	umrechnen, beide Teilwege addieren
E	$a = v^2 : (2\ s_B)$	umstellen nach a
E	Restgeschwindigkeit	$v_A = \sqrt{(v^2 - 2as)}$

Konzept und Design: www.so-macht-lernen-spass.de – Bei der technischen Umsetzung hat eine künstliche Intelligenz (KI) unterstützt.

Escape-Code – Öffne den Tresor

Stufe	Hinweise und Lösungen	Code
G	Drei Ziffern öffnen den Tresor mit den Unfallakten. 1. Bremsweg bei 30 km/h nach Faustformel? → **9 m** 2. Reaktionsweg bei 20 km/h nach Faustformel? → **6 m** 3. Anhalteweg = Reaktionsweg + …? → **Bremsweg**	**Code 964**
S	Der Tresor enthält das Bremsgutachten. Laut Fahrtenschreiber: 24 m/s, Bremsen mit 6 m/s², Bremsbeginn 45 m vor der Unfallstelle. 1. Wie lang wäre der volle Bremsweg von 24 m/s bis zum Stillstand? → **48 m** 2. Reichten die 45 m bis zur Unfallstelle? → **nein, es fehlten 3 m** 3. Wie lang wäre der Bremsweg bei 70 km/h (19,4 m/s) gewesen? → **etwa 31,5 m**	**Code 437**
E	Das Reh war 69 m vor der Unfallstelle sichtbar. Reaktionszeit 1 s, Bremsverzögerung 6 m/s². 1. Anhalteweg bei 86,4 km/h (24 m/s)? → **72 m** 2. Aufprallgeschwindigkeit nach 45 m Bremsstrecke? → **6 m/s** 3. Wie ändert sich der Bremsweg, wenn v auf die Hälfte sinkt? → **auf ein Viertel**	**Code 761**

Konzept und Design: www.so-macht-lernen-spass.de – Bei der technischen Umsetzung hat eine künstliche Intelligenz (KI) unterstützt.

Zuordnen – Was verlängert welchen Weg?

Stufe	Karte	Lösung
G	Fahrer liest eine Nachricht auf dem Handy	Was wird länger oder kürzer?: **der Reaktionsweg**
G	Glatteis auf der Straße	Was wird länger oder kürzer?: **der Bremsweg**
G	höhere Geschwindigkeit	Was wird länger oder kürzer?: **beide**
G	abgefahrene Reifen	Was wird länger oder kürzer?: **der Bremsweg**
G	Fahrerin ist sehr müde	Was wird länger oder kürzer?: **der Reaktionsweg**
S	Tempo 30 statt 50 vor der Schule	Was wird länger oder kürzer?: **beide** · Wie?: **kürzer**
S	nasses Laub auf der Fahrbahn	Was wird länger oder kürzer?: **der Bremsweg** · Wie?: **länger**
S	Fahrer hat Alkohol getrunken	Was wird länger oder kürzer?: **der Reaktionsweg** · Wie?: **länger**

Konzept und Design: www.so-macht-lernen-spass.de – Bei der technischen Umsetzung hat eine künstliche Intelligenz (KI) unterstützt.

Zuordnen – Was verlängert welchen Weg? (Fortsetzung)

Stufe	Karte	Lösung
S	neue Reifen mit gutem Profil	Was wird länger oder kürzer?: **der Bremsweg** · Wie?: **kürzer**
S	Fuß schon vorsorglich über der Bremse	Was wird länger oder kürzer?: **der Reaktionsweg** · Wie?: **kürzer**
E	doppelte Geschwindigkeit (Bremsweg vervierfacht)	Was wird länger oder kürzer?: **beide** · Wie?: **länger**
E	schwer beladenes Auto mit schwächeren Bremsen	Was wird länger oder kürzer?: **der Bremsweg** · Wie?: **länger**
E	Musik sehr laut, Martinshorn wird spät gehört	Was wird länger oder kürzer?: **der Reaktionsweg** · Wie?: **länger**
E	Straße trocken statt nass	Was wird länger oder kürzer?: **der Bremsweg** · Wie?: **kürzer**
E	Autobahn: 100 statt 130 km/h	Was wird länger oder kürzer?: **beide** · Wie?: **kürzer**

Konzept und Design: www.so-macht-lernen-spass.de – Bei der technischen Umsetzung hat eine künstliche Intelligenz (KI) unterstützt.

Fachsprache – Sag es physikalisch!

Stufe	Aufgabe	Lösung
G	„Bis das Auto steht, dauert es halt.“ Wie heißt der ganze Weg bis zum Stillstand?	**Anhalteweg**
G	Wie heißt der Weg, während die Bremse wirkt?	**Bremsweg**
G	„Bei Glatteis rutscht man ewig.“ Fachlich:	**„Auf Eis ist die Bremsverzögerung klein, deshalb ist der Bremsweg sehr lang.“**
S	Welcher Satz beschreibt die Abhängigkeit korrekt?	**„Der Bremsweg ist proportional zum Quadrat der Geschwindigkeit.“**
S	Je-desto-Satz:	**„Je kleiner die Bremsverzögerung, desto länger der Bremsweg.“**
S	Was ist eine „Gefahrenbremsung“?	**eine Vollbremsung mit größtmöglicher Verzögerung**
E	Wie leitest du $s_B = v^2 : (2a)$ her?	**„Bremsdauer $t = v : a$; Bremsweg = Dreiecksfläche $\frac{1}{2} \cdot v \cdot t = v^2 : (2a)$.“**
E	Was ist die „Aufprallgeschwindigkeit“?	**die Geschwindigkeit, die das Fahrzeug beim Erreichen des Hindernisses noch hat**

Konzept und Design: www.so-macht-lernen-spass.de – Bei der technischen Umsetzung hat eine künstliche Intelligenz (KI) unterstützt.

Fachsprache – Sag es physikalisch! (Fortsetzung)

Stufe	Aufgabe	Lösung
E	Gutachtensatz zur Akte:	**„Bei 86,4 km/h betrug der Anhalteweg 72 m; das Reh war nur 69 m entfernt, daher prallte das Fahrzeug mit 6 m/s auf.“**

Konzept und Design: www.so-macht-lernen-spass.de – Bei der technischen Umsetzung hat eine künstliche Intelligenz (KI) unterstützt.

Abschlusstest

Nr.	Frage	Lösung
G1	Anhalteweg = ...	**Reaktionsweg + Bremsweg**
G2	Faustformel Bremsweg bei 60 km/h in m?	**36 m**
G3	Faustformel Anhalteweg bei 50 km/h in m (15 + 25)?	**40 m**
G4	Was verlängert den Bremsweg?	**nasse Fahrbahn**
G5	Doppelte Geschwindigkeit → Bremsweg ...	**vierfach**
G6	Was verlängert nur den Reaktionsweg?	**Ablenkung**
G7	v = 20 m/s, a = 8 m/s². Bremsweg in m?	**25 m**
G8	Fachbegriff: Weg, während die Bremse wirkt	**Bremsweg**
S1	v = 25 m/s, a = 5 m/s². Bremsweg in m?	**62,5 m**
S2	72 km/h, t_R = 1 s, a = 8 m/s². Anhalteweg in m?	**45 m**
S3	Bremsweg bei 40 km/h: 10 m. Bei 80 km/h (gleiche Fahrbahn)?	**40 m**
S4	Faustformel Gefahrenbremsung bei 100 km/h in m?	**50 m**
S5	Je kleiner die Bremsverzögerung, desto ...	**länger der Bremsweg**
S6	Auf Eis (1 m/s²) statt trocken (8 m/s²) ist der Bremsweg ...	**8-mal so lang**
S7	Hängt der Bremsweg von der Reaktionszeit ab?	**nein**
S8	Tempo 30 statt 50: Bremsweg nach Faustformel kürzer um ... m?	**16 m**

BEWERTUNG

8 Aufgaben je Stufe, je 1 Punkt. Ab 6 Punkten: Abzeichen und Zertifikat der Stufe.

RECHENWEGE

G7: 400 : 16 = 25
S1: 625 : 10 = 62,5
S2: 20 + 400 : 16 = 45
S8: 25 − 9 = 16
E1: 256 : 64 = 4
E2: √(576 − 540) = 6
E3: 24 + 48 = 72
E7: $19{,}4^2 : 12 \approx 31{,}4$

Konzept und Design: www.so-macht-lernen-spass.de – Bei der technischen Umsetzung hat eine künstliche Intelligenz (KI) unterstützt.

Abschlusstest (Fortsetzung)

Nr.	Frage	Lösung
E1	Bremsspur 32 m bei 16 m/s bis zum Stillstand. a in m/s²?	**4 m/s²**
E2	24 m/s, 6 m/s², Hindernis nach 45 m Bremsweg. Aufprall in m/s?	**6 m/s**
E3	Akte: Anhalteweg bei 24 m/s, t_R = 1 s, a = 6 m/s² in m?	**72 m**
E4	Bremsdauer von 30 m/s mit 6 m/s² in s?	**5 s**
E5	Welche Fläche ist der Bremsweg im v(t)-Diagramm?	**Dreieck**
E6	v um 10 % größer → Bremsweg um etwa …	**21 % größer**
E7	Bremsweg bei 70 km/h (19,4 m/s) und 6 m/s² in m (1 Nachkommastelle)?	**31,4 m**
E8	Herleitung: s_B = ½ · v · t_B mit t_B = …	**v : a**

Konzept und Design: www.so-macht-lernen-spass.de – Bei der technischen Umsetzung hat eine künstliche Intelligenz (KI) unterstützt.