Physik und Mathematik

Kompetenzen

> Physik-Kenntnisse (NT.5.1.)
> Selbstreflexion
> bfu-Kompetenz 3.1
> bfu-Kompetenz 4.1

Lernziele

Die Schüler*innen erkennen physikalische Vorgänge im Strassenverkehr. Die Schüler*innen können G-Werte eines Unfalls berechnen

Zeitbedarf

ca. 1 Lektion à 45 Minuten

Ablauf

Themenbezug 10′	**Einleitung**	Im Strassenverkehr wirken physikalische Kräfte überall. Beim Beschleunigen, Abbremsen oder Kurvenmachen werden diese gut sichtbar. Ein eindrückliches Beispiel, wie stark Kräfte wirken, ist bei Unfällen zu beobachten. Die Auswirkungen auf den Menschen sind dabei oft tödlich. In Crash-Tests wird die Physik hinter dem Unfall genaustens aufgezeichnet.
	Film abspielen	**Filmausschnitte:** > www.youtube.com/watch?v=XK7iLQFyAV0 (Dauer: 2 Min. 44 Sek.) > www.youtube.com/watch?v=yadSKbwiXPM (Aufprall bei 8 Minuten, Dauer: 13 Min.)
	Moderation	**Diskussion im Plenum:** > Welche physikalischen Gesetze kennen wir bereits aus dem Physikunterricht, die hier anwendbar sind?
Berechnung G-Kräfte 10′	**Moderation**	**Ausgangsfragen:** Wie lässt sich die Beschleunigung während eines Unfalles berechnen? Wie gross ist die Kraft, die auf den Menschen wirkt?
		Mit der Klasse werden einige Rechnungsbeispiele durchgeführt.
Analyse Artikel 20′		**1)** Beschleunigung berechnen **2)** Beschleunigung: 9,81 m/s² = g-Kraft
		Zum Vergleichen: Beschleunigung auf der «Blue Fire» (Stahlachterbahn) > 3,8 g

Info Anhalteweg, Bremsweg, Geschwindigkeits-Risiko 15'	**Infoblätter austeilen** **IB Ra 4 | 3 bis 4 | 10**	Kann als Gruppenarbeit organisiert werden. > Pro Gruppe ein Infoblatt > Eigene Rechnungsbeispiele anstellen > Austausch unter den Gruppen.
Rückschluss 10'	**Moderation**	**Diskussionsfragen:** > Welche Erkenntnisse für das tägliche Leben können aus den Berechnungen gezogen werden? > Was war erstaunlich? Was hat dich überrascht? > Wie lassen sich solche Berechnungen im Alltag anstellen? (Überschlagsrechnen, Faustregeln) > Inwiefern helfen diese mathematischen Kenntnisse in Bezug auf mein eigenes Fahrverhalten?

Material, Links

Infoblätter (IB Ra 4 | 3 bis 4 | 10)

Differenzierungsmöglichkeit

Für die Sekundarstufe 1 lassen sich Rechnungsbeispiele und weitere Aufgaben auch im Mathematik-Lehrmittel finden.

Kollisionsunfälle

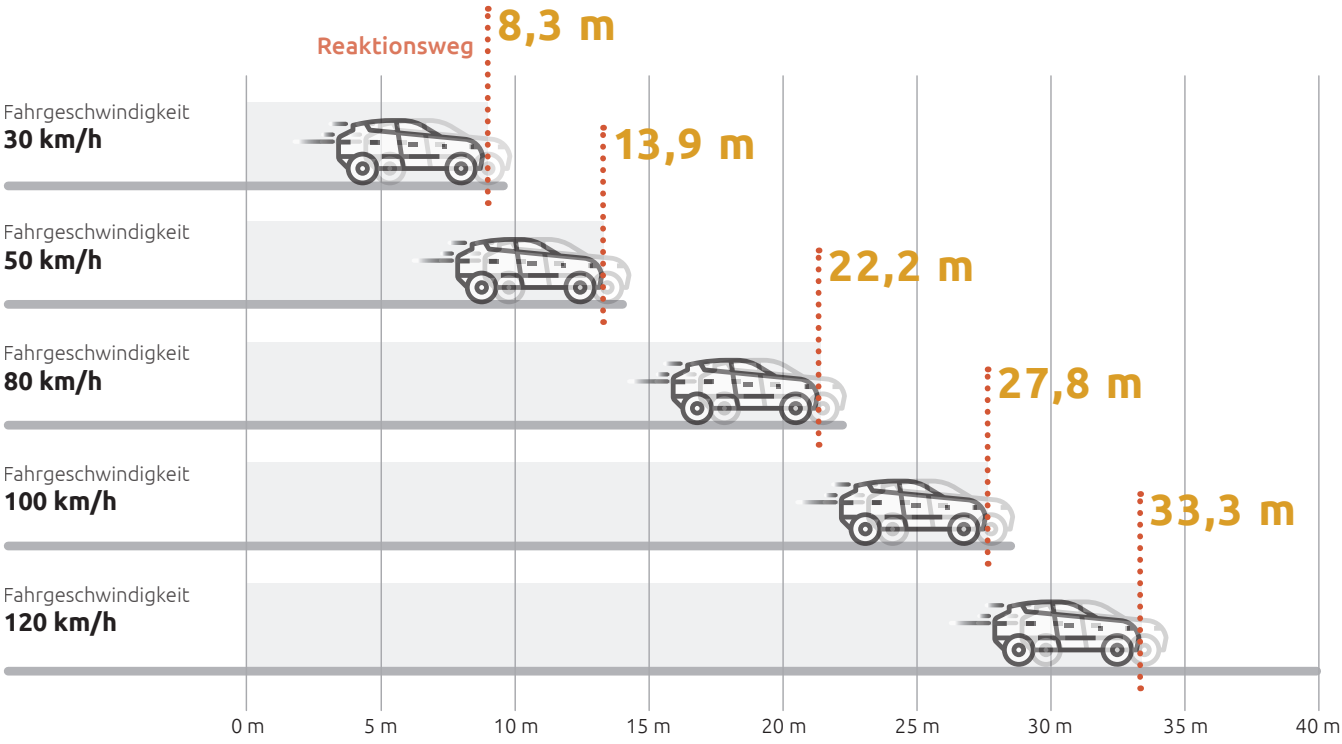
Was ist der «Anhalteweg»?

Der Anhalteweg ist die Strecke, die wir brauchen, um ein Fahrzeug zum Stehen zu bringen. Der Anhalteweg setzt sich zusammen aus zwei Teilstücken: Dem Reaktionsweg und dem Bremsweg.

Was ist der «Reaktionsweg»?

Der Reaktionsweg (Weg [m] = Geschwindigkeit [m/s] × Zeit [s]) ist die Strecke, die ein Fahrzeug während der Zeit zurücklegt, die fahrende Person braucht, um zu reagieren und mit dem Bremsen zu beginnen. Diese **Reaktionszeit beträgt in der Regel zwischen 1 und 2 Sekunden**. Je schneller ein Fahrzeug fährt, desto länger ist der Reaktionsweg (siehe Abbildung).
In 1 Sekunde legt ein Auto mit 50 km/h knapp 14 Meter zurück.

Reaktionsweg



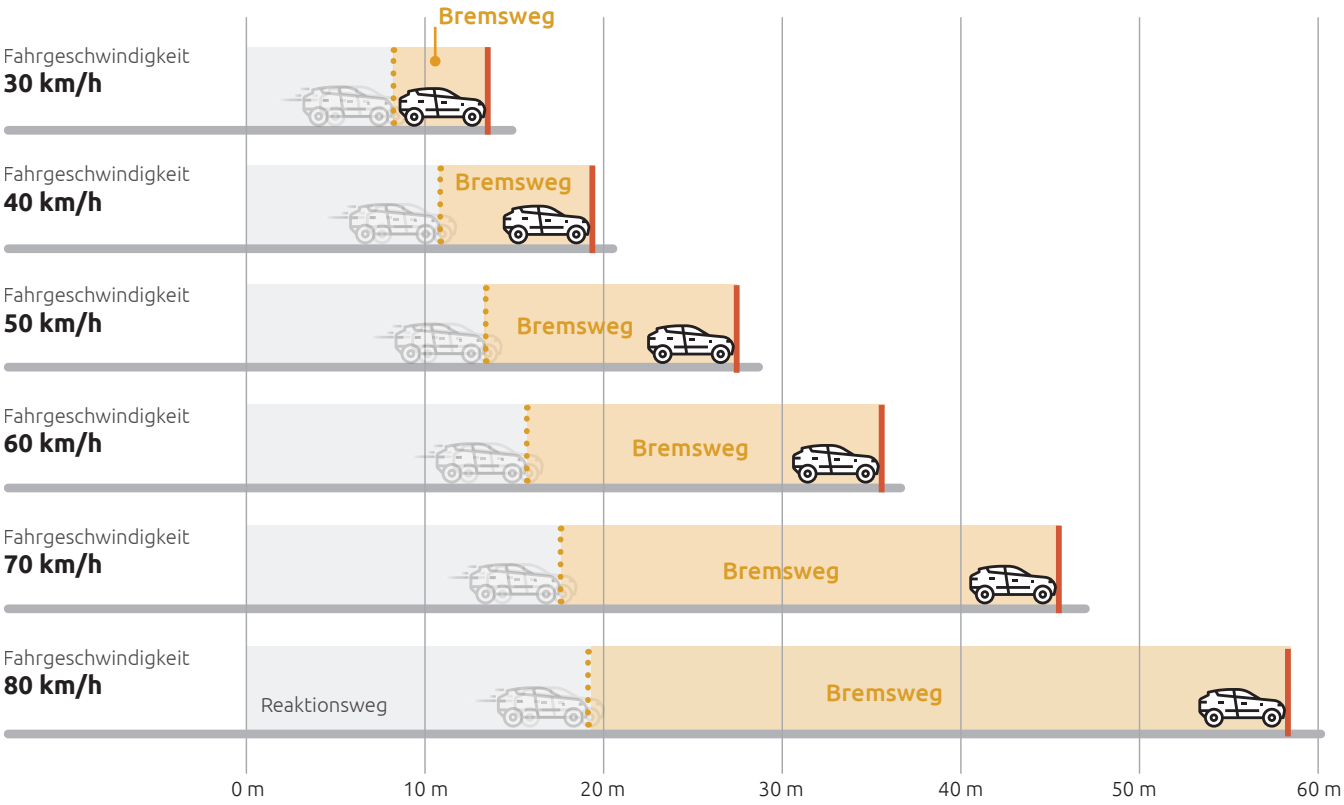
Aus: «Start»/Bewährungsdienst Zürich II, Lernprogramme

Bremsweg

Was ist der «Bremsweg»?

Der Bremsweg richtet sich nach der Geschwindigkeit und Beschaffenheit der Fahrbahn. Je höher die Geschwindigkeit und je schlechter die Fahrbahn, desto länger muss das Fahrzeug gebremst werden, bis es zum Stillstand kommt.
Es gilt: **Doppelte Geschwindigkeit = vierfacher Bremsweg.**

Bremsweg



Aus: «Start»/Bewährungsdienst Zürich II, Lernprogramme

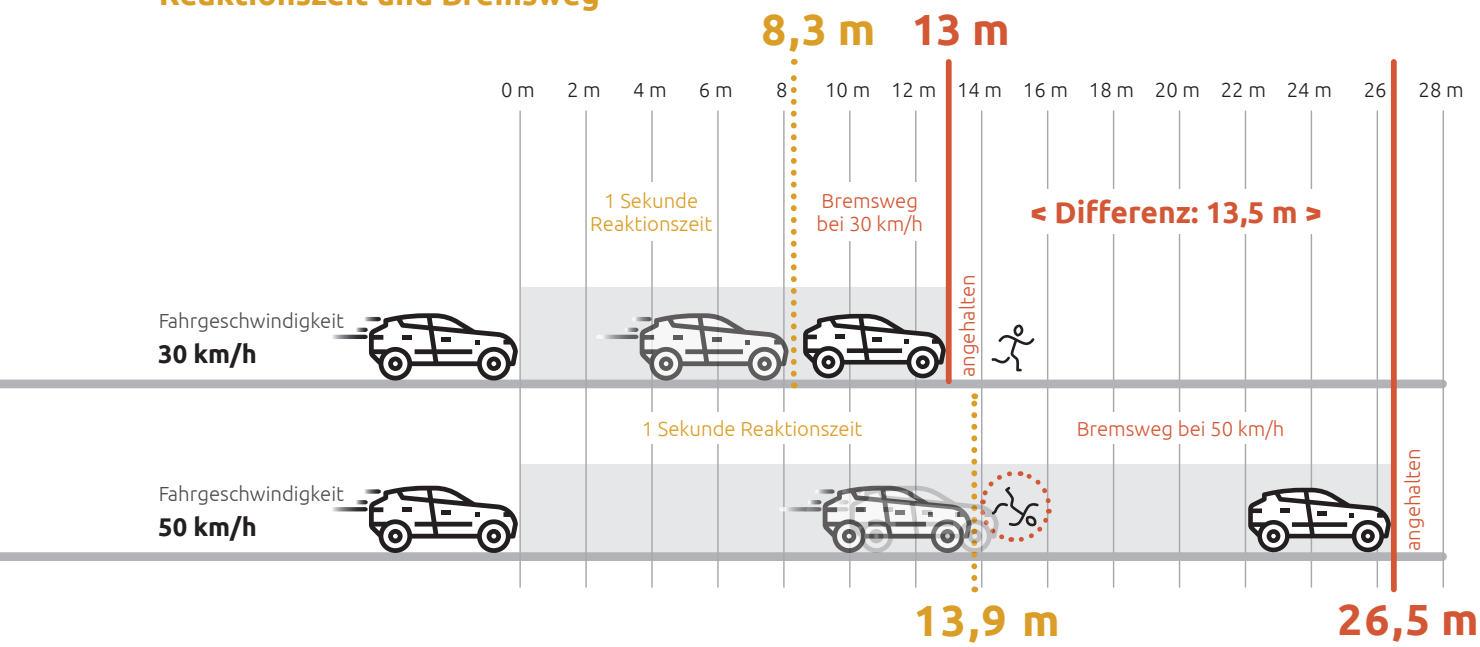
Reaktionszeit

Wie gross ist der Unterschied zwischen 30 und 50 km/h?

Stellen dir vor: Reto fährt häufig durch eine 30er-Zone. Manchmal hält er sich an die Geschwindigkeitsbegrenzung, meist aber fährt er mindestens 50 km/h. Angenommen, Reto braucht 1 Sekunde Reaktionszeit, wenn etwas Unvorhergesehenes geschieht. Was passiert, wenn plötzlich ein Kind auf die Strasse rennt?

	Reto fährt 30 km/h:	**Reto fährt 50 km/h:**
1 Sekunde Reaktionszeit:	Während der Reaktionszeit legt er ca. **8,3** Meter zurück.	Während der Reaktionszeit legt er ca. **13,9** Meter zurück.
Bremsweg:	Der Bremsweg beträgt ca. **5** Meter.	Der Bremsweg beträgt ca. **12,6** Meter.
Gesamter Anhalteweg:	Das Fahrzeug steht nach **13** Metern.	Das Fahrzeug steht nach **26,5** Metern.
Der Unterschied:		Er braucht **13,5** Meter mehr, bis das Fahrzeug steht.

Reaktionszeit und Bremsweg

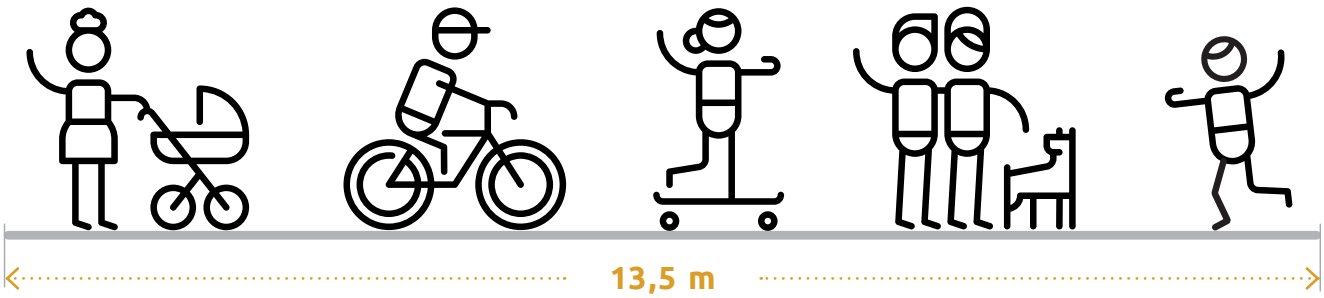


Aus: «Start»/Bewährungsdienst Zürich II, Lernprogramme

Differenz von 13,5 Meter

Welchen Unterschied machen 13,5 Meter?

Überlegen Sie sich, wie viele Autos, Velofahrer*innen, Fussgänger*innen oder spielende Kinder in die Strecke von 13,5 Metern passen.



Die Geschwindigkeit entscheidet:

Wenn etwas Unvorhergesehenes passiert, entscheidet schon ein kleiner Geschwindigkeitsunterschied zwischen Unfall und Nicht-Unfall. Je grösser die Geschwindigkeit, desto kleiner ist die Chance, einen Unfall zu vermeiden. Bei 80 km/h sind es ganze 43 Meter Differenz.

Fazit:

Auch eine Person, die ihr Fahrzeug perfekt beherrscht, hat bei überhöhter Geschwindigkeit keine Chance, einen Unfall zu verhindern, wenn etwas Unvorgesehenes passiert.

Aus: «Start»/Bewährungsdienst Zürich II, Lernprogramme

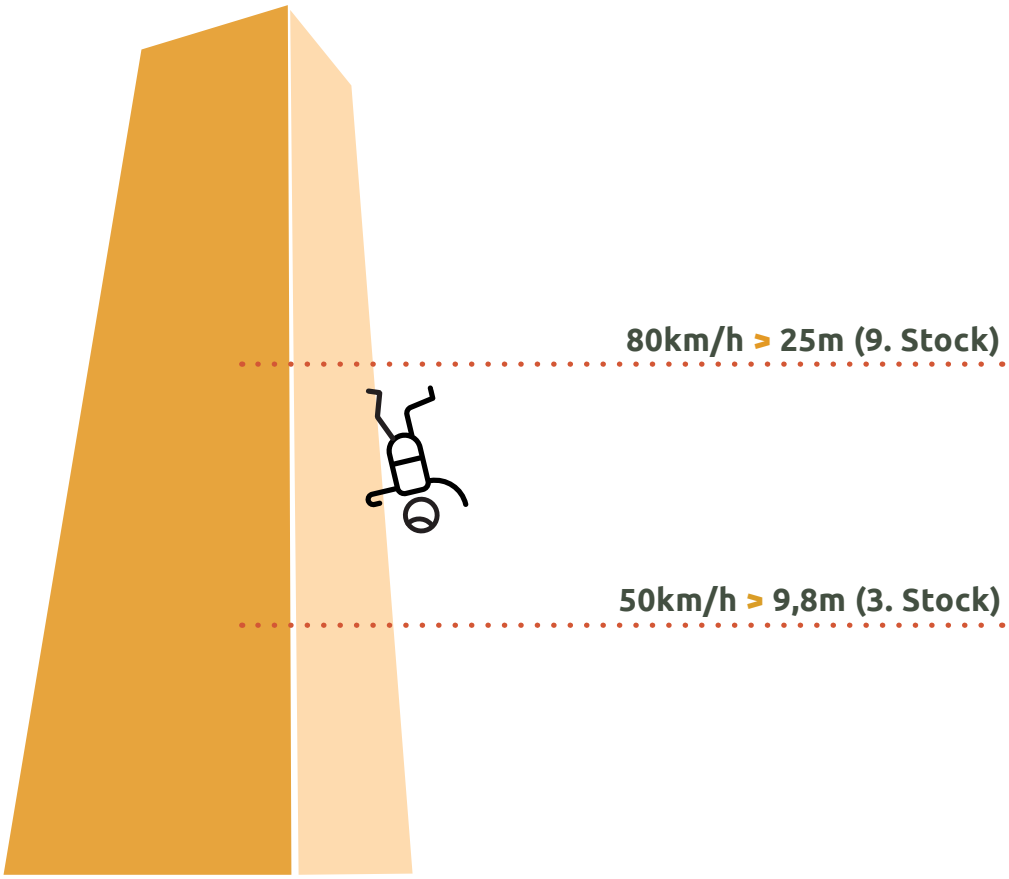
Aufprall

Warum erhöht Geschwindigkeit das Risiko, einen Menschen zu töten?

Unfälle mit Fussgängern:

Je schneller Sie fahren, desto grösser ist die Gefahr, eine zu Fuss gehende Person zu töten, wenn Sie sie mit Ihrem Fahrzeug erfassen.

Aufprall-Wucht: Der Zusammenprall einer zu Fuss gehenden Person mit einem Auto kann mit dem Fall vom Dach eines Hauses verglichen werden: Je grösser die Geschwindigkeit des Autos, desto grösser die Fallhöhe. Ein Aufprall mit 30 km/h ist wie ein Fall aus dem 1. Stock (3,5 Meter Höhe). Ein Aufprall mit 50 km/h entspricht einem Fall aus dem 3. Stock (9,8 Meter Höhe), ein Aufprall mit 80 km/h einem Fall aus dem 9. Stock (25 Meter Höhe).

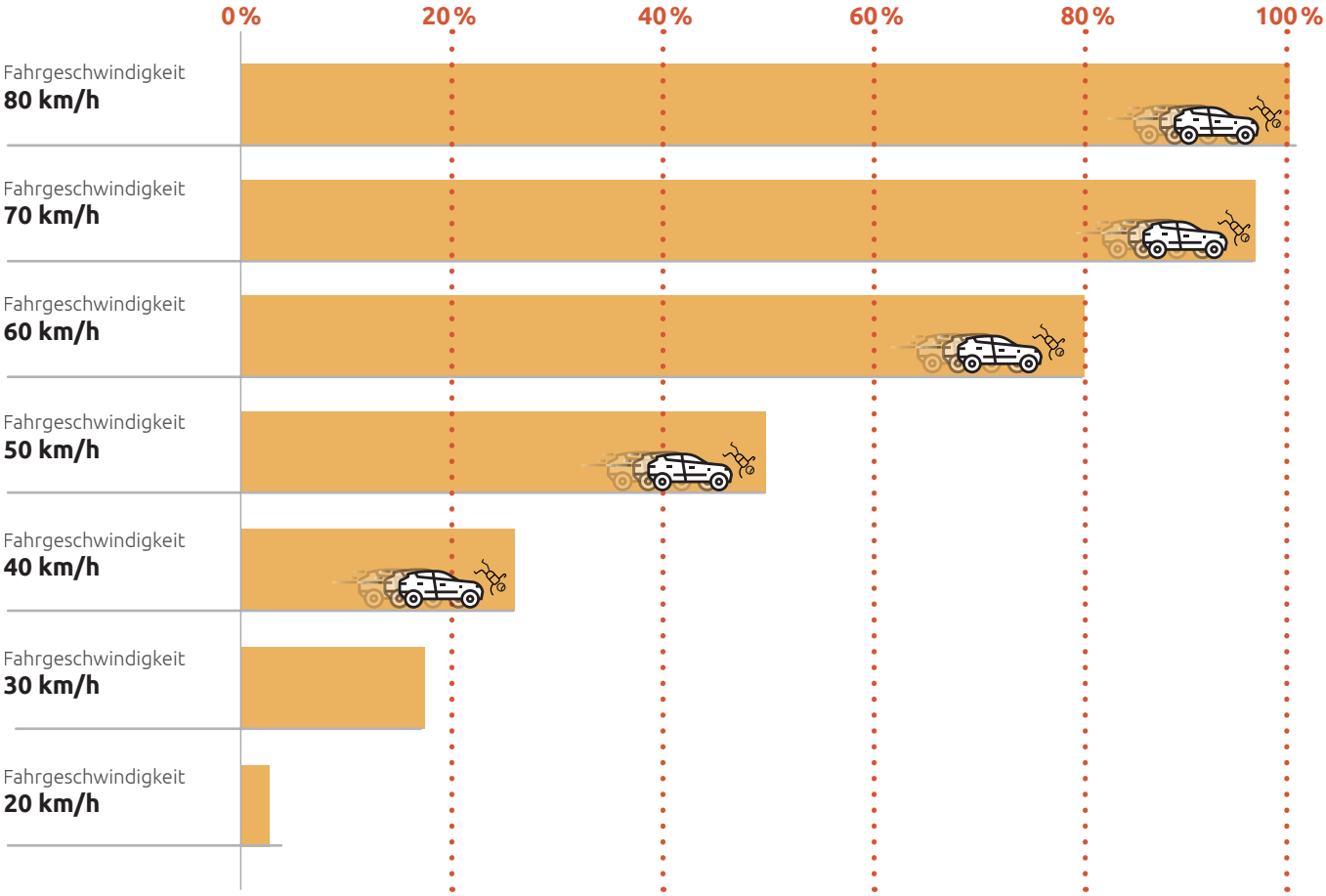


Aus: «Start»/Bewährungsdienst Zürich II, Lernprogramme

Todesrisiko

Je grösser die Geschwindigkeit des Fahrzeugs, desto höher die Wahrscheinlichkeit, die zu Fuss gehende Person schwer zu verletzen oder zu töten. Bei einer Aufprall-Geschwindigkeit von 50 km/h besteht ein Risiko von 50%, dass sie dabei getötet wird. Mit zunehmender Geschwindigkeit steigt das Risiko dramatisch an: Mit 60 km/h liegt das Risiko schon bei 80%. Wenn Sie noch schneller fahren, hat eine Person zu Fuss so gut wie keine Überlebenschance mehr.

Die Wahrscheinlichkeit, als zu Fuss gehende Person bei einer Kollision mit einem Personenwagen getötet zu werden:



Wenn Sie innerorts 60 km/h statt 50 km/h fahren, dann steigt das Todesrisiko bei einem Unfall mit einer zu Fuss gehenden Person von 50% auf 80%! Fahren Sie in einer 30er-Zone 50 km/h schnell, erhöhen Sie damit das Todesrisiko bei einem Unfall mit einer zu Fuss gehenden Person von 15 % auf 50 %!

Aus: «Start»/Bewährungsdienst Zürich II, Lernprogramme

Bewegungsenergie – Aufprall

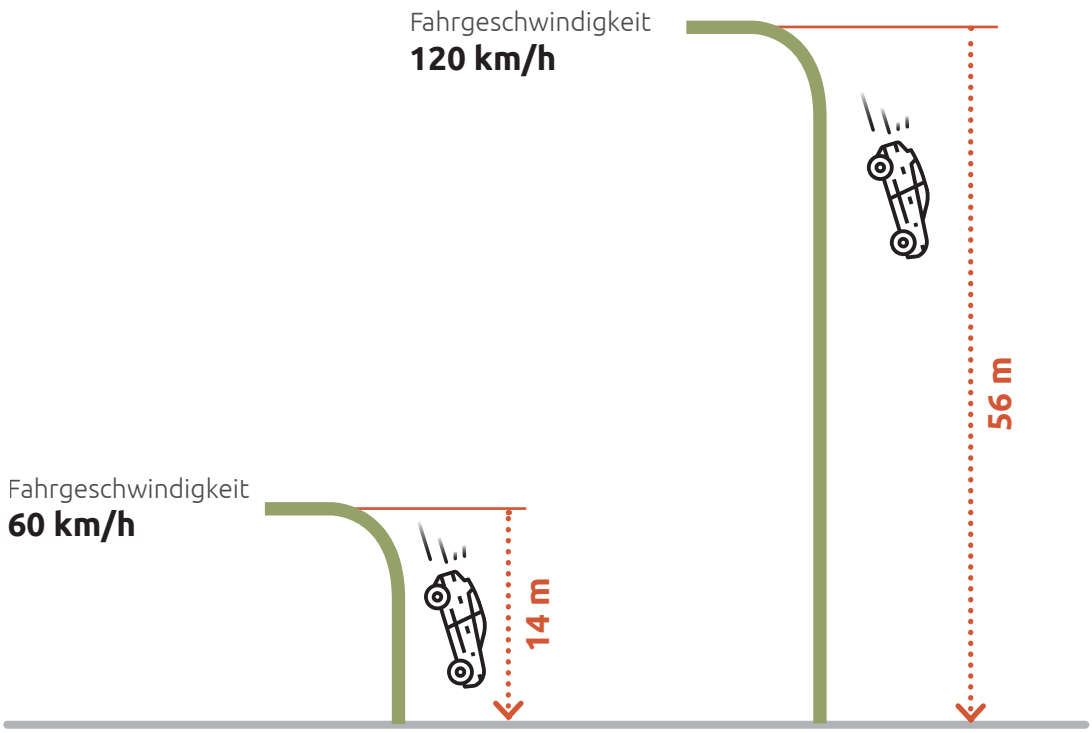
Warum verschlimmert Geschwindigkeit die Unfallfolgen?

Geschwindigkeit und Unfallfolgen:

Je schneller ein Fahrzeug ist, desto schlimmer sind die Folgen bei einem Unfall. Das liegt an der Bewegungsenergie des Fahrzeugs.

Was ist Bewegungsenergie?

Nach den Gesetzen der Physik werden die Gefahren grösser, je schneller man fährt. Die Energie, die auf den Körper einwirkt, steigt mit zunehmender Geschwindigkeit quadratisch an. Das bedeutet: Doppelte Geschwindigkeit = vierfache Energie.



Beispiel:

Ein Aufprall mit dem Auto auf ein stehendes Hindernis mit einer Geschwindigkeit von **60 km/h** entspricht der Wucht eines **Sturzes aus 14 Metern Höhe** (siehe Abbildung). Ein Aufprall mit dem Auto mit einer Geschwindigkeit von **120 km/h** entspricht der Wucht eines **Sturzes aus 56 Metern Höhe.**

Aufprall-Wucht:

Die Wucht eines Aufpralls mit **30 km/h** entspricht ungefähr dem **20-fachen des eigenen Körpergewichts.** Wenn Sie also 75 kg wiegen, müssten Sie bei einem **Aufprall mit 30 km/h ca. 1500 kg stemmen können.**

Aus: «Start»/Bewährungsdienst Zürich II, Lernprogramme

Schleuder-Unfälle

Warum erhöht Geschwindigkeit das Risiko für Schleuder-Unfälle?

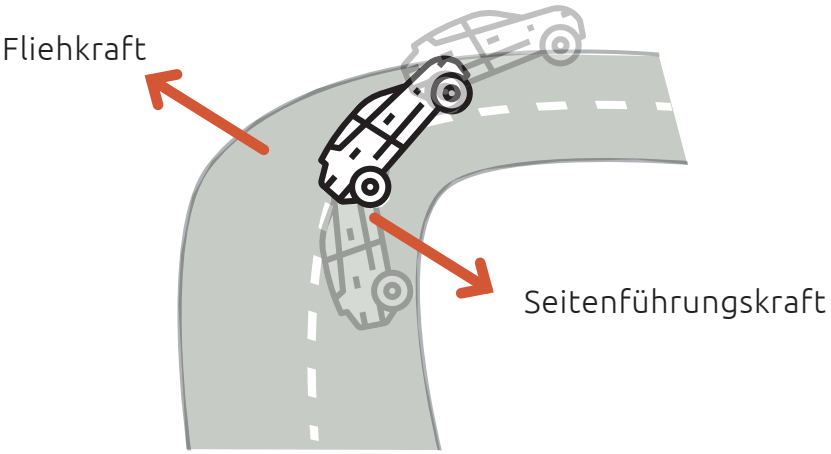
Fliehkraft und Seitenführungskraft:

Fährt ein Fahrzeug durch eine Kurve, wirken darauf verschiedene Kräfte: Die Zentrifugalkraft (auch Fliehkraft genannt) und die Seitenführungskraft. **Die Zentrifugal- oder Fliehkraft** drückt das Fahrzeug aus der Kurve heraus nach aussen. **Die Seitenführungskraft** wirkt entgegengesetzt und hält das Auto auf der Fahrbahn – aber nur, solange sie grösser ist als die Zentrifugalkraft.

Fliehkraft $f_z = mv^2 \div r$
Seitenführungskraft $a_z = v^2 \div r$

Wo ist das absolute Limit?

Wird die Fliehkraft grösser als die Seitenführungskraft, wird das Fahrzeug unweigerlich aus der Kurve getragen. Durchschnittliche Fahrzeuglenkende haben Erfahrung mit einer Querbeschleunigung von etwa 4 m/s. Spätestens aber bei einer Beschleunigung von 6,5 m/s2 kann ein Fahrzeug auch von den erfahrensten Lenkenden nicht mehr sicher durch eine Kurve gelenkt werden.



Ein Beispiel: Eine Kurve mit einem Radius von 50 Metern lässt eine Fahrzeuggeschwindigkeit von 64 km/h zu. Bereits mit 65 km/h kommt das Fahrzeug von der Fahrbahn ab.

Worin besteht die Gefahr?

Es ist die Missachtung solcher Grenzen, die gerade bei jüngeren Autofahrenden immer wieder zu schweren Unfällen führt. Wer am Limit fährt, riskiert sein eigenes Leben und das anderer Verkehrsteilnehmenden.

Aus: «Start»/Bewährungsdienst Zürich II, Lernprogramme