

# MATHE 364

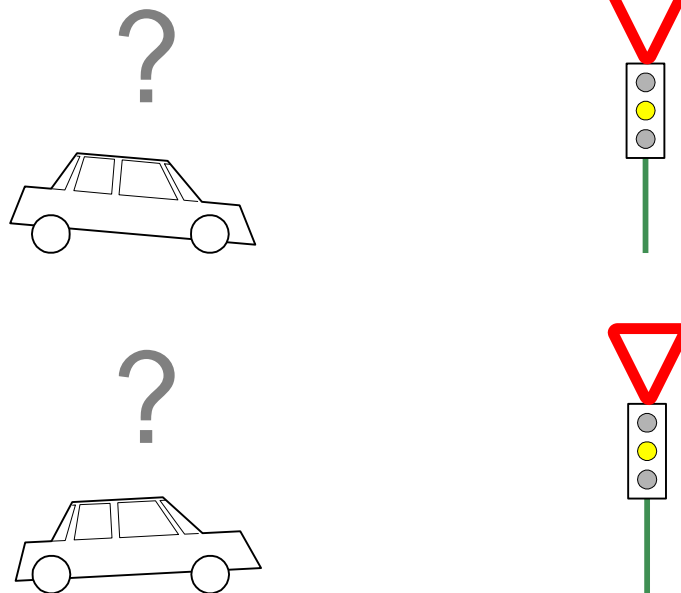
## 18.11. Anhalteweg – das Gelbzeitdilemma

**Wahlaufgabe:** Von dieser Aufgabe gibt es drei Versionen. Du brauchst nur *eine* davon zu bearbeiten.

Auftrag für alle Versionen der Aufgabe:

- **Lade** dir das [Übungsheft](#) aus dem MSA 2019 **herunter** und **vergleiche** das heutige Kalenderblatt mit der Aufgabe B3 im Übungsheft. Schaue aber zunächst nicht in die die Korrekturanweisung.

### Das Gelbzeitdilemma – Version 1



- a) Auf einer innerörtlichen Straße beträgt die Höchstgeschwindigkeit 50 km/h.

**Untersuche:** Wie lange muss eine Ampel für die Kraftfahrzeuge gelb zeigen, damit eine sichere Entscheidung zwischen Anhalten und Durchfahren möglich ist?

- b) **Untersuche:** Wie verändert sich die Situation, wenn ein Fahrer die Höchstgeschwindigkeit deutlich überschreitet?

# MATHE 364

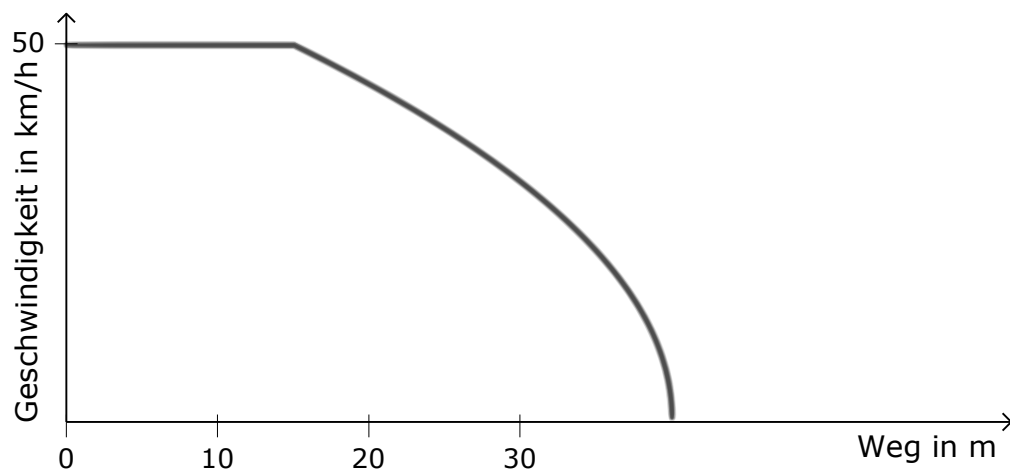
## 18.11. Anhalteweg – das Gelzeitdilemma

Version 2

**Wahlaufgabe:** Von dieser Aufgabe gibt es drei Versionen.  
Du brauchst nur *eine* davon zu bearbeiten.

- a) Auf einer innerörtlichen Straße beträgt die Höchstgeschwindigkeit 50 km/h. Ein Pkw kann nach dem Umspringen einer Ampel auf gelb gerade noch vor der Haltelinie anhalten.

Das Diagramm zeigt die Geschwindigkeit in Abhängigkeit vom zurückgelegten Weg wenn man nach der Fahrschulformel rechnet. **Zeichne** die Ampel **ein**.



- b) Bei der gleichen Entfernung zur Ampel wie in a) soll der Autofahrer ohne zu bremsen weiterfahren können und die Ampel passieren bevor sie auf rot umspringt.
- **Berechne**, wie lange die Ampel dazu gelb zeigen muss.
  - **Begründe**: Befindet sich der Pkw beim Umspringen auf gelb näher an der Ampel, kann er bei gelb durchfahren. **Gib an**, was passiert, wenn der Fahrer sich an dieser Stelle zum Bremsen entscheidet.
  - **Begründe**: Befindet sich der Pkw beim Umspringen auf gelb weiter entfernt von der Ampel, kann er sicher vor der Ampel anhalten. **Gib an**, was passiert, wenn der Fahrer sich an dieser Stelle zum Durchfahren entscheidet.
- c) Ein anderer Fahrer überschreitet die Höchstgeschwindigkeit und fährt 70 km/h.
- **Bestimme** die Entfernung von der Ampel, bei der dieser Autofahrer noch sicher anhalten kann.
  - **Bestimme** die Entfernung von der Ampel, bei der dieser Autofahrer noch bei gelb durchfahren kann.
  - **Untersuche**, was geschieht, wenn der Pkw sich bei 70 km/h zwischen diesen beiden Entfernungen zur Ampel befindet, wenn sie auf gelb umspringt.

# MATHE 364

## 18.11. Anhalteweg – das Gelbzeitdilemma

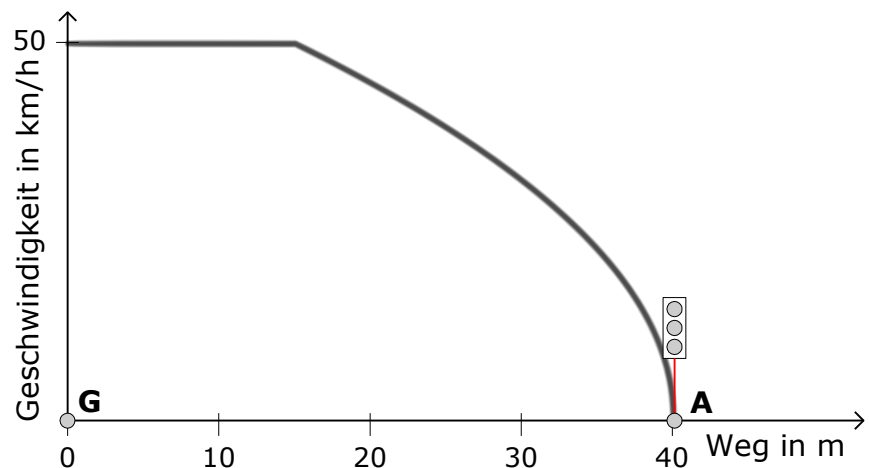
Version 3

**Wahlaufgabe:** Du brauchst nur *eine* Version dieser Aufgabe zu bearbeiten.

- a) Die Höchstgeschwindigkeit beträgt 50 km/h. Die Ampel springt von grün auf gelb. Wenn ein Pkw in diesem Moment an der markierten Stelle **G** vorbeifährt, kann der Fahrer gerade noch vor der Ampel anhalten.

Das Diagramm zeigt die Geschwindigkeit in Abhängigkeit vom zurückgelegten Weg wenn man nach der Fahrschulformel rechnet.

**Zeichne** den Punkt B **ein**, in dem die Bremsung beginnt.



- b) Die Ampel springt von grün auf gelb. In diesem Moment fährt ein Pkw an der markierten Stelle **G** vorbei. Die Ampel zeigt 2,88 Sekunden lang gelb.

**Weise rechnerisch nach**, dass der Pkw mit 50 km/h an der Ampel vorbeifahren kann bevor sie rot zeigt.

**Ergänze:** Wenn die Ampel auf gelb umspringt und der Pkw in diesem Moment näher an der Ampel ist, kann der Fahrer \_\_\_\_\_, aber nicht mehr \_\_\_\_\_.

Wenn die Ampel auf gelb umspringt und der Pkw in diesem Moment weiter entfernt von der Ampel ist, kann der Fahrer \_\_\_\_\_, aber nicht mehr \_\_\_\_\_.

- c) Ein anderer Fahrer überschreitet die Höchstgeschwindigkeit und fährt 70 km/h.

**Bestimme** aus dem Reaktionsweg und dem Bremsweg die Entfernung von der Ampel, bei der dieser Autofahrer noch sicher anhalten kann.

**Bestimme** die Entfernung von der Ampel, bei der dieser Autofahrer noch bei gelb durchfahren kann.

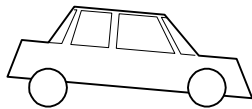
**Untersuche**, was geschieht, wenn der Pkw sich bei 70 km/h zwischen diesen beiden Entfernungen zur Ampel befindet, wenn sie auf gelb umspringt.

- a) Auf einer innerörtlichen Straße beträgt die Höchstgeschwindigkeit 50 km/h.  
**Untersuche:** Wie lange muss eine Ampel für die Kraftfahrzeuge gelb zeigen, damit eine sichere Entscheidung zwischen Anhalten und Durchfahren möglich ist?

Wenn die Ampel von grün auf gelb umspringt, muss man sich bei großem Abstand zur Haltelinie zum Anhalten entscheiden, während man kurz vor der Haltelinie nur noch ohne zu bremsen durchfahren kann.

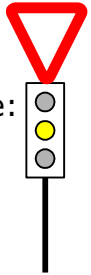
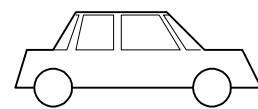
Die Ampel springt auf gelb um.

großer Abstand zur  
Haltelinie: Anhalten



$$\frac{50}{10} \cdot 3 + \frac{50}{10} \cdot \frac{50}{10} = 15 + 25 = 40$$

kurz vor der Haltelinie:  
Durchfahren



Wo liegt die Grenze zwischen Anhalten und Durchfahren? Nach der Fahrschulformel *Anhalteweg = Reaktionsweg + Bremsweg* sind zum Anhalten aus Tempo 50 km/h ca. 40 m erforderlich. Das ist die kürzeste Entfernung von der Haltelinie, bei der man noch sicher vor der Ampel anhalten kann.

Wie lange muss die Ampel Gelb zeigen, damit man 40 m vor dem Rot durchfahren kann?

Einfache Lösung: Die Fahrschulformel gibt einen Näherungswert für die Strecke, die man in einer Sekunde durchfährt, das sind bei Tempo 50 ca. 15 m. Rechnet man mit dem Dreisatz von 15 m auf 40 m hoch, sind es  $\frac{40}{15} \cdot 1 \text{ s} = 2,6 \text{ s}$ .

Genaue Rechnung: Man rechnet von km/h in m/s um, indem man den Zahlenwert durch 3,6 teilt (oder näherungsweise mit 0,28 multipliziert) und die

Einheiten umtauscht.  $\frac{50 \text{ km}}{1 \text{ h}} = \frac{50000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = \frac{50}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 13,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

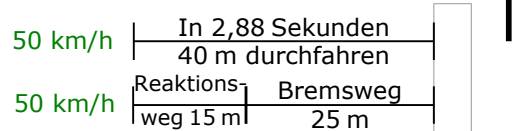
$$v = \frac{s}{t} \Rightarrow v \cdot t = s \Rightarrow t = \frac{s}{v} = \frac{40 \text{ m}}{13,8 \text{ m/s}} = 2,88 \text{ s}$$

Reagieren Fahrer/innen und Fahrzeuge nach der Fahrschulformel, muss bei 50 km/h Höchstgeschwindigkeit eine Ampel 2,88 s lang gelb zeigen, damit eine sichere Entscheidung zwischen Anhalten und Durchfahren möglich ist.

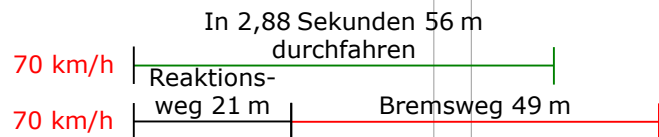
- b) *siehe nächste Seite*

- b) Auf einer innerörtlichen Straße beträgt die Höchstgeschwindigkeit 50 km/h.  
**Untersuche:** Wie verändert sich die Situation, wenn ein Fahrer die Höchstgeschwindigkeit deutlich überschreitet?

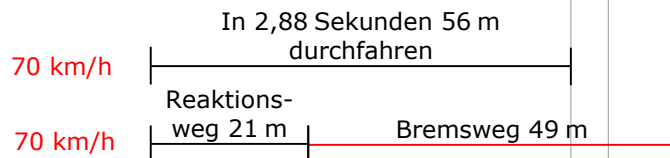
Wenn die Ampel umspringt, kann man 40 m vor der Haltelinie bei Tempo 50 sowohl durchfahren als auch anhalten:



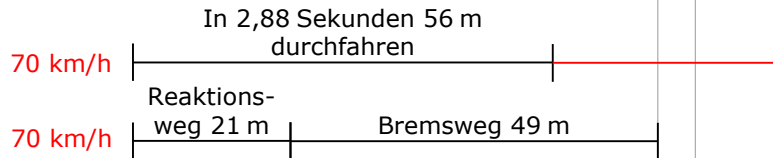
Bei Tempo 70 kann man aus 40 m Entfernung zwar durchfahren, aber nicht anhalten:



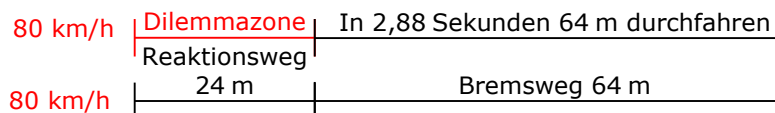
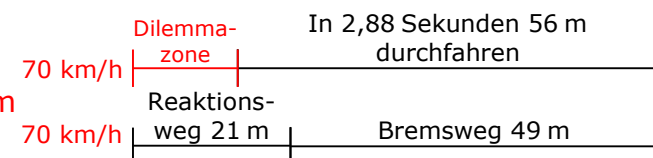
Durchfahren geht bis 56 m Entfernung ...



... aber Anhalten ist erst ab 70 m vor der Haltelinie möglich.

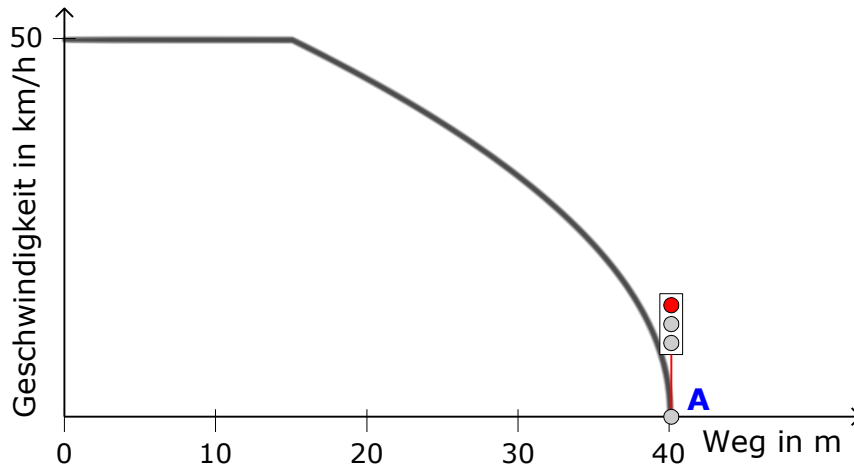


Zwischen 70 m und 56 m liegt die Dilemmazone.



Das Gelbzeit-Dilemma: „Zu schnell zum Anhalten, aber zu langsam zum ungebremsten Durchfahren bei gelb!“. Wer zu schnell fährt und beim Umspringen der Ampel gerade innerhalb der Dilemma-Zone ist, kann weder bei gelb durchfahren noch das Fahrzeug vor der Haltelinie anhalten. Je höher die Geschwindigkeit, desto weiter entfernt von der Ampel liegt die Dilemma-Zone und desto länger wird sie. Die Ursache des Gelbzeit-Dilemmas ist der Unterschied zwischen linearem und quadratischem Wachstum: Der Bremsweg wächst quadratisch mit der Geschwindigkeit, aber die in 2,88 Sekunden zurückgelegte Strecke wächst nur linear. Häufig gewähren innerörtliche Ampeln nur 2 Sekunden Gelbzeit. Dabei geht man davon aus, dass Fahrzeuge auf griffigem Untergrund stärker bremsen können als die Fahrschulformel abschätzt. Vor Ampeln außerhalb von Ortschaften ist die Höchstgeschwindigkeit auf 70 km/h oder weniger begrenzt, die Gelbzeit ist länger.

- a) Auf einer innerörtlichen Straße beträgt die Höchstgeschwindigkeit 50 km/h. Ein Pkw kann nach dem Umspringen einer Ampel auf gelb knapp vor der Ampel anhalten. Das Diagramm zeigt die Geschwindigkeit in Abhängigkeit vom zurückgelegten Weg wenn man nach der Fahrschulformel rechnet. **Zeichne** die Ampel **ein**.



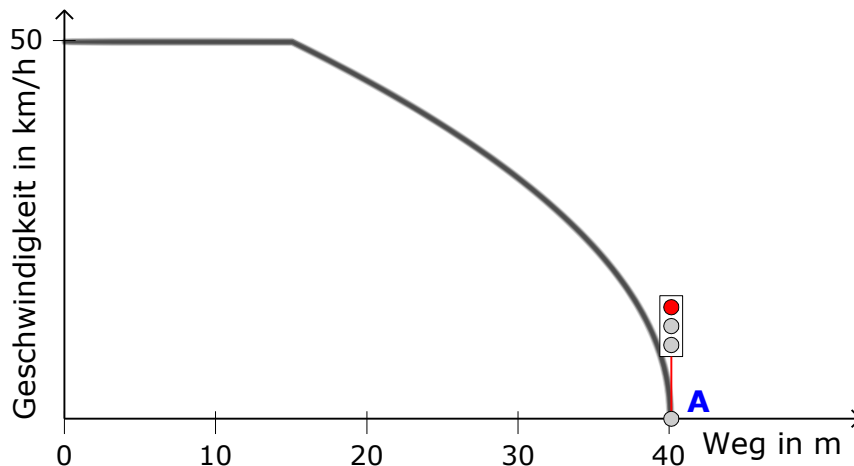
- b) Bei der gleichen Entfernung zur Ampel wie in a) soll der Autofahrer ohne zu bremsen weiterfahren können und die Ampel passieren bevor sie auf rot umspringt.
- **Berechne**, wie lange die Ampel dazu gelb zeigen muss. In dieser Zeit muss der Pkw 40 m zurücklegen. Rechnung mit dem Schätzwert der Fahrschulformel für den Reaktionsweg bei Tempo 50 km/h ca. 15 m in ca. 1 Sekunde, hochgerechnet auf 40 Meter  $40 : 15 \approx 2,67$  ergeben sich ca. 2,67 Sekunden.

Genaue Rechnung: Man rechnet von km/h in m/s um, indem man den Zahlenwert durch 3,6 teilt (oder näherungsweise mit 0,28 multipliziert) und die Einheiten umtauscht.  $\frac{50 \text{ km}}{1 \text{ h}} = \frac{50000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = \frac{50}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 13,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

$$v = \frac{s}{t} \Rightarrow v \cdot t = s \Rightarrow t = \frac{s}{v} = \frac{40 \text{ m}}{13,8 \text{ m/s}} = 2,88 \text{ s}$$

- **Begründe:** Befindet sich der Pkw beim Umspringen auf gelb näher an der Ampel, kann er bei gelb durchfahren. Da die Strecke kürzer als 40 m ist, kann der Pkw sie bei gleichem Tempo in kürzerer Zeit als 2,88 s zurücklegen. **Gib an**, was passiert, wenn der Fahrer sich an dieser Stelle zum Bremsen entscheidet. Da die Strecke kürzer ist als der Anhalteweg von 40 m, kann der Pkw nicht mehr vor der Ampel anhalten.
- **Begründe:** Befindet sich der Pkw beim Umspringen auf gelb weiter entfernt von der Ampel, kann er sicher anhalten vor der Ampel anhalten. Da die Strecke länger ist als der Anhalteweg von 40 m, kann der Pkw sicher vor der Ampel anhalten. **Gib an**, was passiert, wenn der Fahrer sich an dieser Stelle zum Durchfahren entscheidet. Da die Strecke länger als 40 m ist, kann der Pkw sie bei gleichem Tempo nicht in 2,88 s zurücklegen. In diesem Fall überquert der Pkw die Haltelinie bei rot.

- a) Auf einer innerörtlichen Straße beträgt die Höchstgeschwindigkeit 50 km/h. Ein Pkw kann nach dem Umspringen einer Ampel auf gelb knapp vor der Ampel anhalten. Das Diagramm zeigt die Geschwindigkeit in Abhängigkeit vom zurückgelegten Weg wenn man nach der Fahrschulformel rechnet. **Zeichne** die Ampel **ein**.



- b) Bei der gleichen Entfernung zur Ampel wie in a) soll der Autofahrer ohne zu bremsen weiterfahren können und die Ampel passieren bevor sie auf rot umspringt. **Berechne**, wie lange die Ampel dazu gelb zeigen muss.

Fahrschulformel 2,67 s, exakte Rechnung 2,88 s

- c) Ein anderer Fahrer überschreitet die Höchstgeschwindigkeit und fährt 70 km/h.
- **Bestimme** die Entfernung von der Ampel, bei der dieser Autofahrer noch sicher anhalten kann.

Die Fahrschulformel  $70 : 10 \cdot 3 + (70 : 10)^2 = 21 + 49$  ergibt den Anhalteweg 70 m.

- **Bestimme** die Entfernung von der Ampel, bei der dieser Autofahrer noch bei gelb durchfahren kann.

Rechnung mit dem Schätzwert der Fahrschulformel für den Reaktionsweg

bei Tempo 70 km/h ca. 21 m in ca. 1 Sekunde;  $2,88 \cdot 21 \text{ m} \approx 60 \text{ m}$  in 2,88 Sekunden

exakte Rechnung

$$\frac{70 \text{ km}}{1 \text{ h}} = \frac{70\,000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = \frac{70}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 19,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v = \frac{s}{t} \Rightarrow s = v \cdot t = 19,4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 2,88 \text{ s} = 56 \text{ m}$$

- **Untersuche**, was geschieht, wenn der Pkw sich bei 70 km/h zwischen diesen beiden Entfernungen zur Ampel befindet, wenn sie auf gelb umspringt.

70 m oder weiter von der Ampel entfernt kann der Pkw sicher halten.

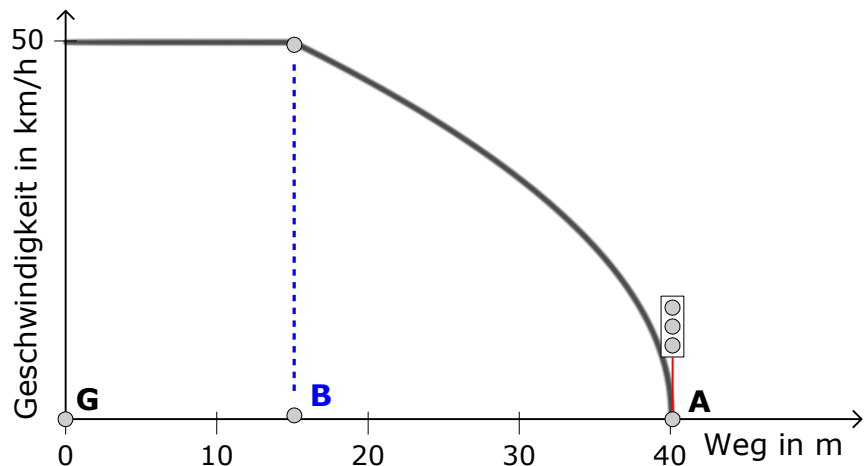
60 m oder näher an der Ampel kann der Pkw noch bei gelb durchfahren-

Befindet sich der Pkw beim Umspringen auf gelb weniger als 70 m, aber mehr als 60 m vor der Ampel, kann der Fahrer weder bei gelb durchfahren noch vor der Ampel anhalten. Er fährt in jedem Fall bei rot an der Ampel vorbei.

- a) Die Höchstgeschwindigkeit beträgt 50 km/h. Die Ampel springt von grün auf gelb. Wenn ein Pkw in diesem Moment an der markierten Stelle **G** vorbeifährt, kann der Fahrer gerade noch vor der Ampel anhalten.

Das Diagramm zeigt die Geschwindigkeit in Abhängigkeit vom zurückgelegten Weg wenn man nach der Fahrschulformel rechnet.

**Zeichne** den Punkt **B ein**, in dem die Bremsung beginnt.



- b) Die Ampel springt von grün auf gelb. In diesem Moment fährt ein Pkw an der markierten Stelle **G** vorbei. Die Ampel zeigt 2,88 Sekunden lang gelb.

**Weise rechnerisch nach**, dass der Pkw mit 50 km/h an der Ampel vorbeifahren kann bevor sie rot zeigt. [Rechnung mit dem Schätzwert der Fahrschulformel für den Reaktionsweg bei Tempo 50 km/h ca. 15 m in ca. 1 Sekunde;  \$2,88 \cdot 15 \text{ m} \approx 43 \text{ m}\$  in 2,88 Sekunden](#)

**Ergänze:** Wenn die Ampel auf gelb umspringt und der Pkw in diesem Moment näher an der Ampel ist, kann der Fahrer [bei gelb durchfahren](#), aber nicht mehr [vor dem Ampel anhalten](#).

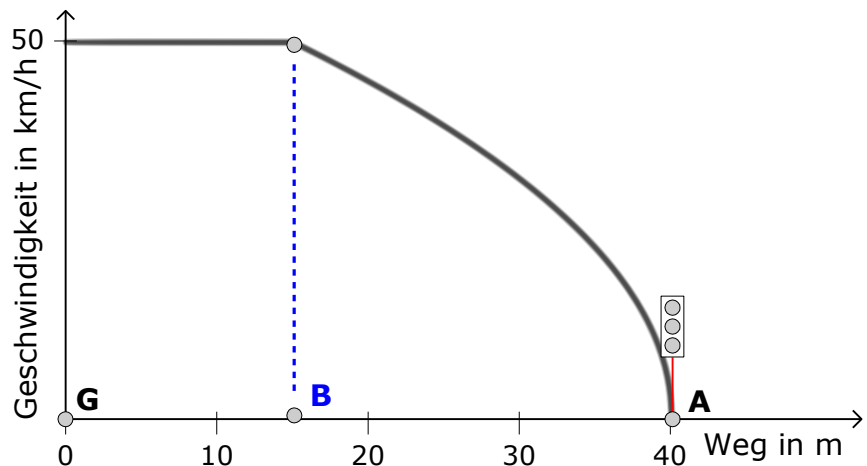
Wenn die Ampel auf gelb umspringt und der Pkw in diesem Moment weiter entfernt von der Ampel ist, kann der Fahrer [sicher vor dem Ampel anhalten](#), aber nicht mehr [bei gelb durchfahren](#).



- a) Die Höchstgeschwindigkeit beträgt 50 km/h. Die Ampel springt von grün auf gelb. Wenn ein Pkw in diesem Moment an der markierten Stelle **G** vorbeifährt, kann der Fahrer gerade noch vor der Ampel anhalten.

Das Diagramm zeigt die Geschwindigkeit in Abhängigkeit vom zurückgelegten Weg wenn man nach der Fahrschulformel rechnet.

**Zeichne** den Punkt **B** **ein**, in dem die Bremsung beginnt.



- b) Die Ampel springt von grün auf gelb. In diesem Moment fährt ein Pkw an der markierten Stelle **G** vorbei. Die Ampel zeigt 2,88 Sekunden lang gelb.
- c) Ein anderer Fahrer überschreitet die Höchstgeschwindigkeit und fährt 70 km/h.

**Bestimme** aus dem Reaktionsweg und dem Bremsweg die Entfernung von der Ampel, bei der dieser Autofahrer noch sicher anhalten kann. Die Fahrschulformel  $70 : 10 \cdot 3 + (70 : 10)^2 = 21 + 49$  ergibt für Tempo 70 den Anhalteweg 70 m.

**Bestimme** die Entfernung von der Ampel, bei der dieser Autofahrer noch bei gelb durchfahren kann.

Rechnung mit dem Schätzwert der Fahrschulformel für den Reaktionsweg

bei Tempo 70 km/h ca. 21 m in ca. 1 Sekunde;  $2,88 \cdot 21 \text{ m} \approx 60 \text{ m}$  in 2,88 Sekunden

$$\frac{70 \text{ km}}{1 \text{ h}} = \frac{70\,000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = \frac{70}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 19,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v = \frac{s}{t} \Rightarrow s = v \cdot t = 19,4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 2,88 \text{ s} = 56 \text{ m}$$

**Untersuche**, was geschieht, wenn der Pkw sich bei 70 km/h zwischen diesen beiden Entfernungen zur Ampel befindet, wenn sie auf gelb umspringt.

70 m oder weiter von der Ampel entfernt kann der Pkw sicher halten.

60 m oder näher an der Ampel kann der Pkw noch bei gelb durchfahren-

Befindet sich der Pkw beim Umspringen auf gelb weniger als 70 m, aber mehr als 60 m vor der Ampel, kann der Fahrer weder bei gelb durchfahren noch vor der Ampel anhalten. Er fährt in jedem Fall bei rot an der Ampel vorbei.