GESCHWINDIGKEIT UND BESCHLEUNIGUNG

FRANZ LEMMERMEYER

Lösungen

(1) Es gilt $v = \frac{s}{t}$ und $s = v \cdot t$. Die Schallwellen brauchen 0,7 s bis zum Meeresgrund, also ist

$$s = v \cdot t = 1{,}475 \text{ km/s} \cdot 0{,}7 \text{ s} \approx 1{,}03 \text{ km}.$$

Das Meer ist an dieser Stelle also etwa 1 km tief.

(2) Gesucht ist die Zeit $t = \frac{s}{v}$. Wenn er mit 120 km/h fährt, braucht er

$$t = \frac{200\text{km}}{120\text{km/h}} = \frac{5}{3} \text{ h} = 100 \text{ min}.$$

Wenn er mit 130 km/h fährt, braucht er

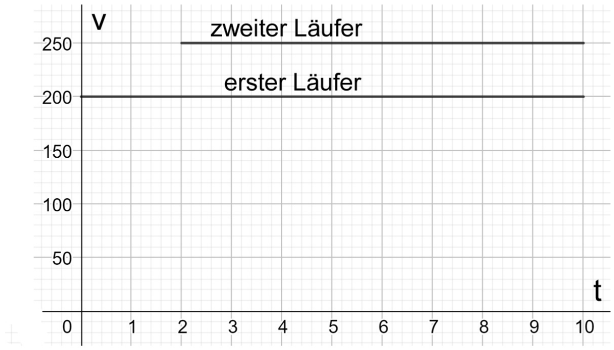
$$t = \frac{200\text{km}}{130\text{km/h}} = \frac{20}{13} \text{ h} = \frac{1200}{130} \text{ min} \approx 92{,}3 \text{ min}.$$

Er spart also weniger als 8 Minuten.

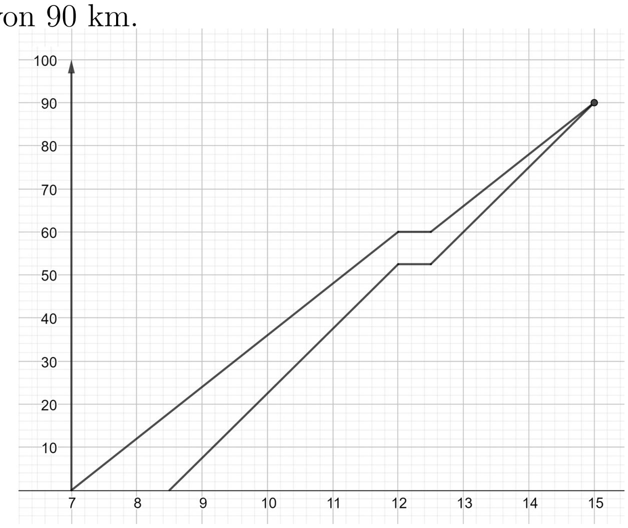
(3) Der erste Läufer startet zum Zeitpunkt $t = 0$. Nach 2 Sekunden startet auch der zweite Läufer. Der zweite Läufer hat eine größere Geschwindigkeit, weil die Steigung der dazugehörigen Geraden größer ist. Nach 2000 Metern hat der zweite Läufer den ersten Läufer eingeholt.

Um das Zeit-Geschwindigkeitsdiagramm zeichnen zu können, muss man die Geschwindigkeiten berechnen.

Diese sind $v_1 = \frac{2000 \text{ m}}{10 \text{ s}} = 200$m/s für den ersten und $v_2 = \frac{2000 \text{ m}}{8 \text{ s}} = 250$m/s für den zweiten Läufer. Diese Geschwindigkeiten werden jetzt in ein t-v-Diagramm eingezeichnet.



(4) Wir zeichnen ein t-s-Diagramm. Der erste Fahrradfahrer ist zwischen 7:00 h und 12:00 h eine Stecke von $s = 5\ \mathrm{h} \cdot 12\ \mathrm{km/h} = 60\ \mathrm{km}$ gefahren, der zweite $s_2 = 3{,}5\ \mathrm{h} \cdot 15\ \mathrm{km/h} = 52{,}5\ \mathrm{km}$. Dann machen beide eine Pause von einer halben Stunde, danach fahren sie mit derselben Geschwindigkeit wie zuvor weiter. Die beiden Geraden schneiden sich bei 15:00 h nach einer Strecke von 90 km.



Diese Aufgabe kann man ebenso leicht rechnerisch lösen. Die beiden Radfahrer treffen sich, wenn sie den gleichen Weg zurückgelegt haben. Der erste hat t Stunden nach 7:00 h einen Weg $s_1 = 12\ t$ zurückgelegt, der zweite, weil er 1,5 h weniger lang gefahren ist, einen Weg $s_2 = 15(t - 1{,}5)$. Gleichsetzen liefert

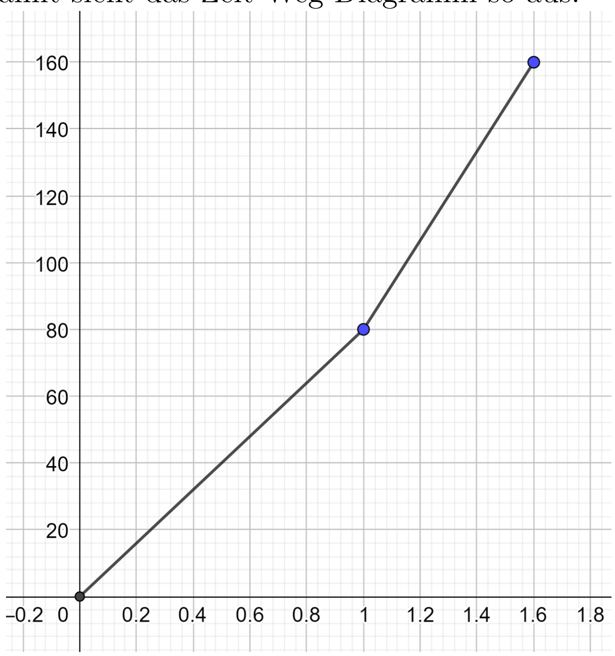
$$\begin{aligned}
12t &= 15(t - 1{,}5) & & \\
12t &= 15t - 22{,}5 & &\Big|\ + 22{,}5 - 12t \\
22{,}5 &= 3t & &\Big|\ : 3 \\
7{,}5 &= t. & &
\end{aligned}$$

Sie würden sich also nach 7,5 h treffen. Rechnet man die Pause von einer halben Stunde dazu, treffen sie sich nach 8 7, also um 15:00 h. Beide haben dann die gleiche Strecke von 90 km zurückgelegt.

(5) Wenn der PkW die 160 km mit durchschnittlich 100 km/h zurücklegt, braucht er dazu

$$t = \frac{s}{v} = \frac{160 \text{ km}}{100 \text{ km/h}} = 1{,}6 \text{ h}.$$

Damit sieht das Zeit-Weg-Diagramm so aus:



Die Geschwindigkeit während der ersten 80 km beträgt 80 km/h. Die Geschwindigkeit während der zweiten 80 km ist dagegen

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{80 \text{ km}}{0{,}6 \text{ h}} \approx 133 \text{km/h}.$$

Er muss also die zweite Hälfte mit einer Geschwindigkeit von etwa 133 km/h zurücklegen, um auf eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 100 km/h zu kommen.

(6) Eine Beschleunigung von 0,6 m/s^2 bedeutet, dass die Geschwindigkeit der Lokomotive jede Sekunde um 0,6 m/s zunimmt. Nach einer Sekunde hat sie also eine Geschwindigkeit von 0,6 m/s, nach zwei Sekunden von 1,2 m/s usw., und nach 20 s hat sie

eine Geschwindigkeit von

$$v = a \cdot t = 0{,}6\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot 20\ \mathrm{s} = 12\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}.$$

Umrechnung der Geschwindigkeit in m/s:

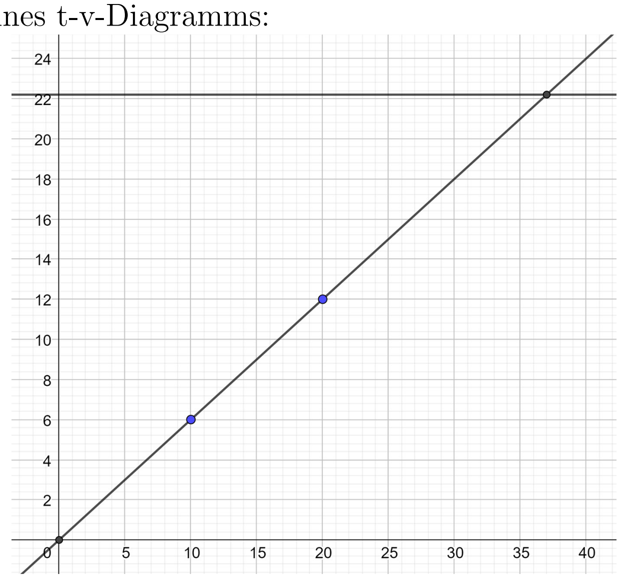
$$80\ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} = 80 \cdot \frac{1000\ \mathrm{m}}{3600\ \mathrm{s}} \approx 22{,}2\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}.$$

Löst man die Formel $a = \frac{v}{t}$ nach t auf, erhält man $t = \frac{v}{a}$. Die Lokomotive braucht also

$$t = \frac{22{,}2\ \mathrm{m/s}}{0{,}6\ \mathrm{m/2}^2} \approx 37\ \mathrm{s},$$

um eine Geschwindigkeit von 80 km/h zu erreichen.

Dasselbe Ergebnis erhält man durch eine genaue Zeichnung eines t-v-Diagramms:



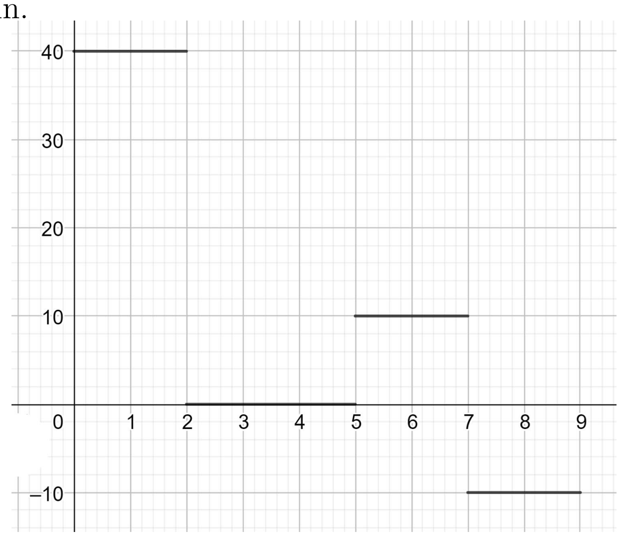
(7) Verwandle das folgende Zeit-Weg- und Zeit-Geschwindigkeits-Diagramm in ein Zeit-Geschwindigkeits- bzw. Zeit-Weg-Diagramm.

Im ersten Fall muss man die Geschwindigkeiten aus den angegebenen Strecken und Zeiten berechnen. Das Objekt legt zuerst 40 m in 2 s zurück, bleibt dann 3 s stehen, legt in 2 s noch einmal 10 m zurück und bewegt sich dann 2 s lang um 20 m rückwärts. Also folgt

$$v_1 = \frac{40\ \mathrm{m}}{2\ \mathrm{s}} = 20\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \qquad v_2 = 0\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

$$v_3 = \frac{10\ \mathrm{m}}{2\ \mathrm{s}} = 5\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \qquad v_4 = -\frac{20\ \mathrm{m}}{2\ \mathrm{s}} = -10\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

Diese Geschwindigkeiten tragen wir jetzt in ein t-v-Diagramm ein.



Im zweiten Diagramm sind die Geschwindigkeiten gegeben; um ein t-s-Diagramm zeichnen zu können, müssen wir den zurückgelegten Weg berechnen. Mit $s = v \cdot t$ finden wir

$$s_1 = 80 \text{ km/h} \cdot 1 \text{ h} = 80 \text{ km}$$
$$s_2 = 60 \text{ km/h} \cdot 0{,}5 \text{ h} = 30 \text{ km}$$
$$s_3 = 0 \text{ km}$$
$$s_4 = -60 \text{ km/h} \cdot 1 \text{ h} = -60 \text{ km}$$

Beachte, dass der Fahrer die letzten 60 km zurückfährt.

Auch diese Daten können wir jetzt in ein t-s-Diagramm einzeichnen. Beachte, dass er zuerst 80 km und dann *noch einmal* 30 km fährt, bevor er Pause macht und dann 60 km zurück fährt.