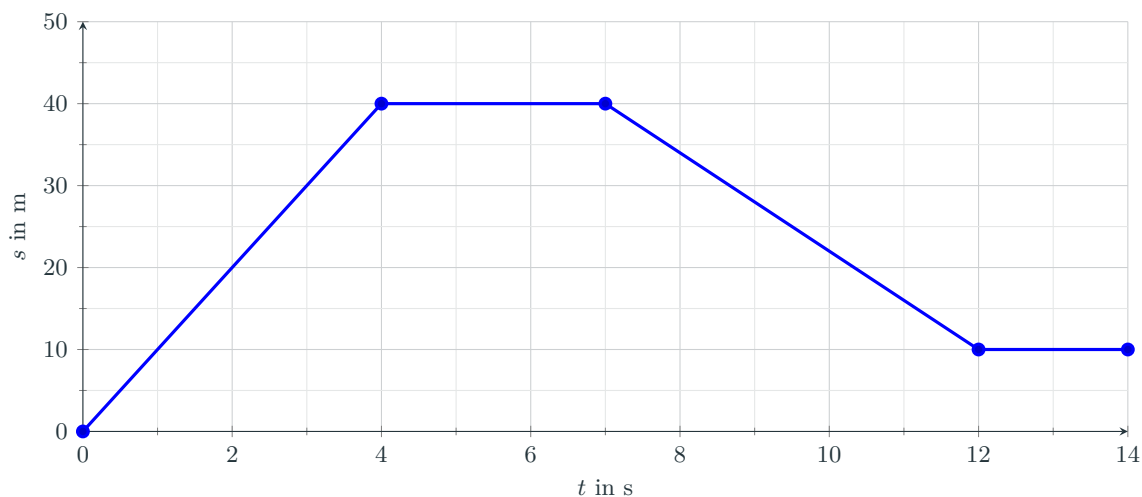


Weg, Geschwindigkeit und Beschleunigung | 8 Aufgaben

Hier bezeichnet s die Ortskoordinate entlang einer geraden Bahn. Die zurückgelegte Strecke zählt auch bei Rückwärtsbewegung positiv. Knicke und Sprünge sind idealisierte Übergänge; an ihnen wird keine momentane Beschleunigung berechnet.

Eine Person bewegt sich entlang eines geraden Weges. Das Diagramm zeigt ihren Ort relativ zum Startpunkt.



- Beschreibe die Bewegung in den vier Zeitabschnitten.
- Berechne die Geschwindigkeit in jedem Abschnitt und zeichne das v - t -Diagramm.
- Bestimme die gesamte Strecke und die Ortsänderung.
- Berechne die mittlere Geschwindigkeit und die mittlere Schnelligkeit für die gesamten 14 s.

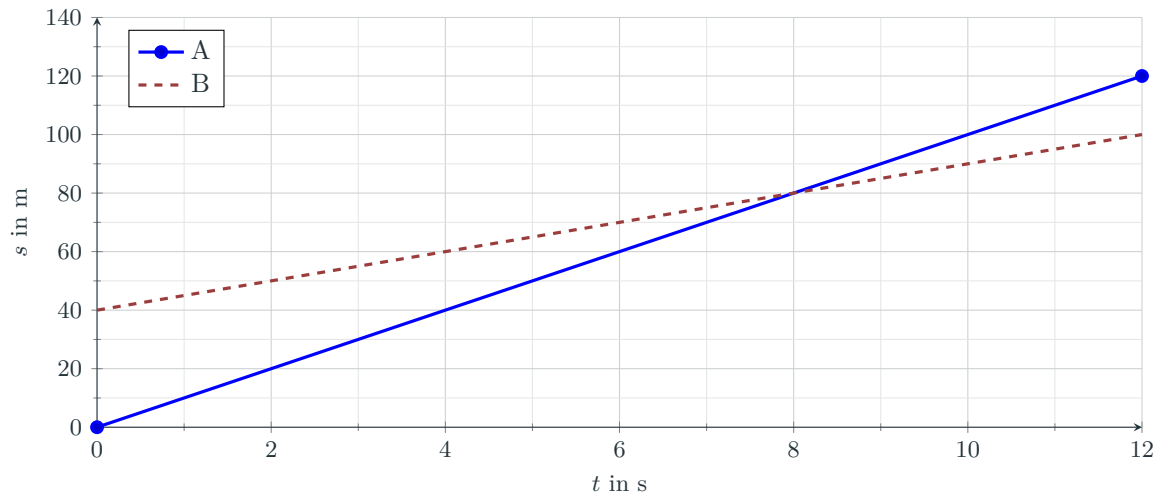
Platz für Skizzen und Rechnungen

Weg-Zeit-Diagramme

Steigungen vergleichen und Begegnungen bestimmen

Aufgabe 2: Zwei Fahrzeuge

Zwei Fahrzeuge A und B fahren auf derselben geraden Strasse in positiver Richtung. Ihre Ortskoordinaten sind im Diagramm dargestellt.



- Lies die Anfangsorte ab und bestimme beide Geschwindigkeiten.
- Stelle die Ortsfunktionen $s_A(t)$ und $s_B(t)$ auf.
- Bestimme rechnerisch, wann und wo A das Fahrzeug B einholt. Kontrolliere im Diagramm.
- Welchen Abstand haben die Fahrzeuge nach 4 s und nach 12 s? Wer liegt jeweils vorne?
- B startet nun bei $s = 60$ m mit gleicher Geschwindigkeit. Wann holt A es ein?

Platz für Skizzen und Rechnungen

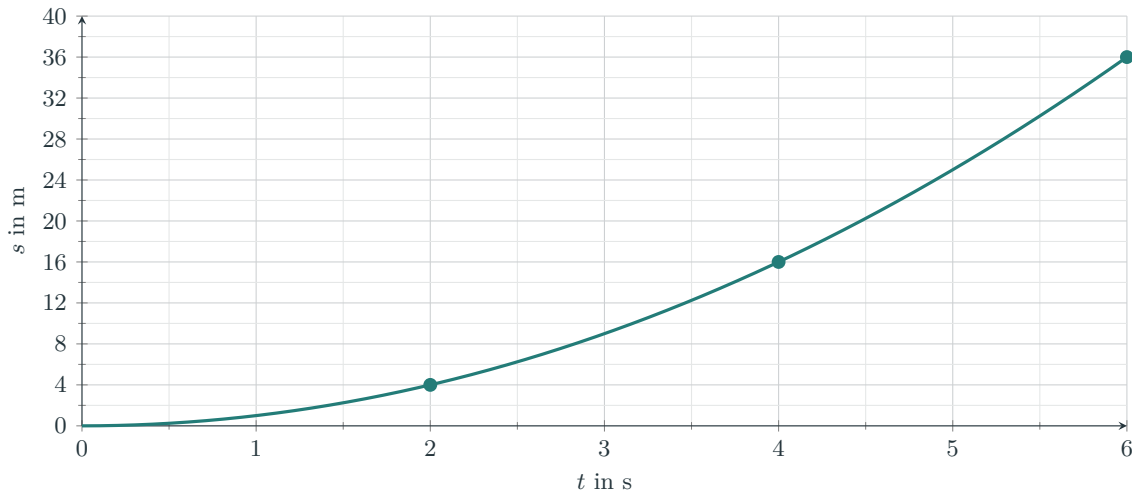


Weg-Zeit-Diagramme

Eine gekrümmte Kurve lesen

Aufgabe 3: Start eines Modellwagens

Ein Modellwagen startet aus der Ruhe. Für $0 \leq t \leq 6 \text{ s}$ gilt $s(t) = \frac{1}{2}at^2$ mit konstanter Beschleunigung. Markierte Punkte liegen bei $(2 \text{ s}, 4 \text{ m})$, $(4 \text{ s}, 16 \text{ m})$ und $(6 \text{ s}, 36 \text{ m})$.



- Erkläre anhand der Steigung, warum der Wagen schneller wird.
- Bestimme die Beschleunigung a mithilfe eines markierten Punktes.
- Berechne die mittleren Geschwindigkeiten in den Intervallen 0 bis 2 s, 2 bis 4 s und 4 bis 6 s.
- Bestimme mit $v(t) = at$ die momentanen Geschwindigkeiten bei $t = 2$, 4 und 6 s. Warum unterscheiden sie sich von den Werten aus c)?
- Zeichne das zugehörige v - t - und das a - t -Diagramm.

Platz für Skizzen und Rechnungen

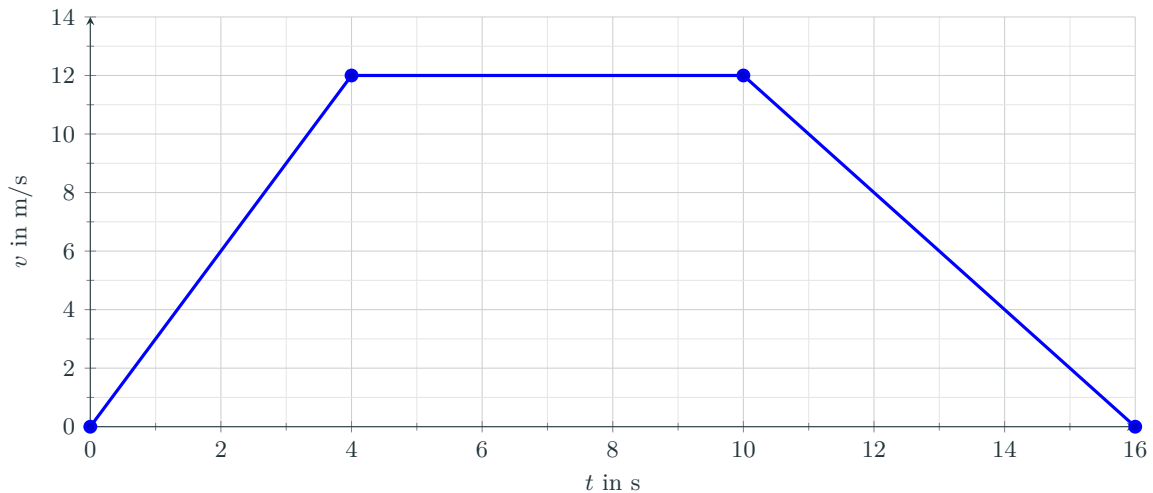


Geschwindigkeits-Zeit-Diagramme

Flächen als zurückgelegte Strecken

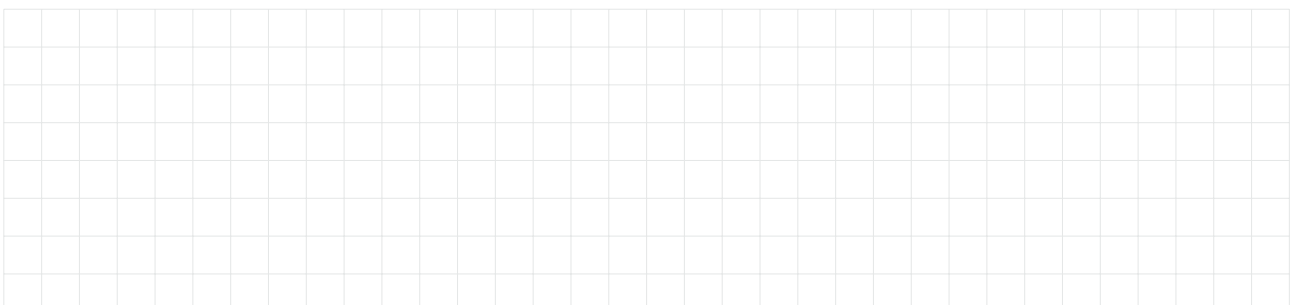
Aufgabe 4: Fahrt einer Strassenbahn

Eine Strassenbahn fährt aus dem Stand an, hält ihre Geschwindigkeit und bremst anschliessend bis zum Stillstand. Es gilt $s(0) = 0$.



- Bestimme die Beschleunigung in jedem der drei Abschnitte.
- Berechne die Strecken beim Anfahren, bei konstanter Geschwindigkeit und beim Bremsen mit den Flächen unter der Kurve.
- Berechne Gesamtstrecke und mittlere Geschwindigkeit.
- Bestimme den Ort bei $t = 4$, 10 und 16 s.
- Skizziere das s - t -Diagramm. Achte auf die unterschiedliche Krümmung und die Steigung am Anfang und am Ende.

Platz für Skizzen und Rechnungen



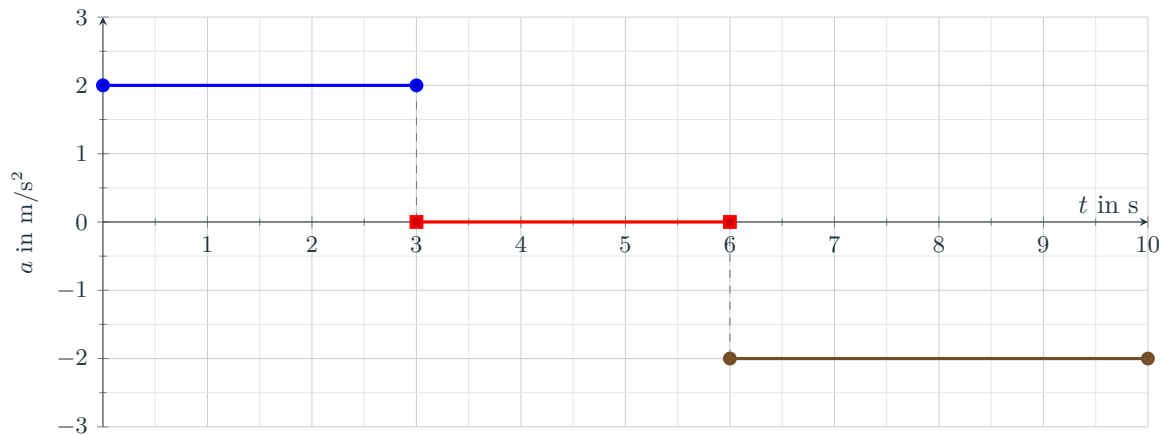
Vorzeichen, Umkehr und Gesamtstrecke

Beschleunigungs-Zeit-Diagramme

Von der Beschleunigung zur Geschwindigkeit

Aufgabe 6: Bewegung eines Schlittens

Ein Schlitten bewegt sich entlang einer geraden Bahn. Zu Beginn gilt $s_0 = 0$ und $v_0 = 2 \text{ m/s}$. Die Beschleunigung ist abschnittsweise konstant. Senkrechte gestrichelte Linien markieren nur die Wechsel.



- Bestimme die Geschwindigkeitsänderung in jedem Abschnitt.
- Berechne $v(3 \text{ s})$, $v(6 \text{ s})$ und $v(10 \text{ s})$ und zeichne das v - t -Diagramm.
- Berechne die Strecke in jedem Abschnitt und die Gesamtstrecke.
- Kommt der Schlitten innerhalb der dargestellten Zeit zum Stillstand? Kehrt er seine Richtung um?
- Skizziere das s - t -Diagramm und markiere die Orte bei $t = 0, 3, 6$ und 10 s .

Platz für Skizzen und Rechnungen

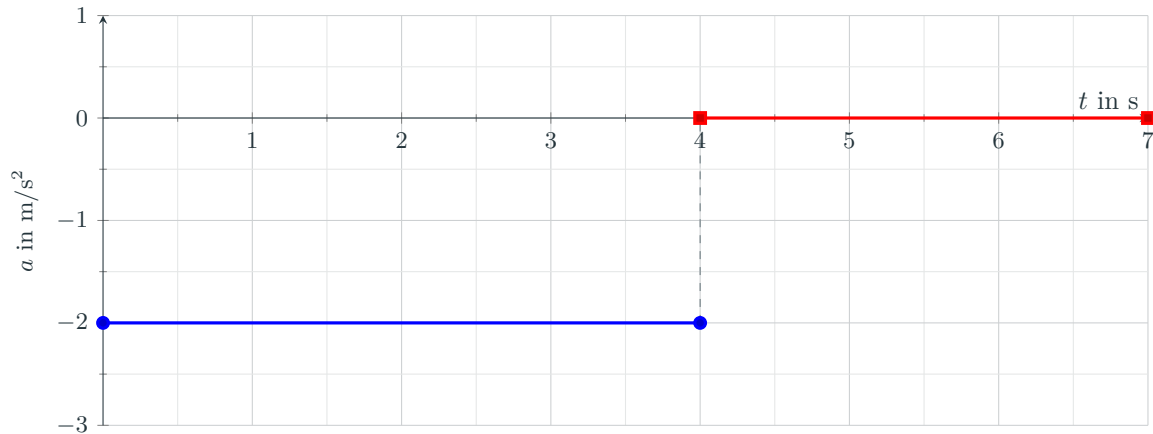


Beschleunigungs-Zeit-Diagramme

Bremsen und anschliessend rückwärts fahren

Aufgabe 7: Wagen auf einer Schiene

Ein Wagen befindet sich zu Beginn bei $s_0 = 10 \text{ m}$ und bewegt sich mit $v_0 = 6 \text{ m/s}$ in positiver Richtung. Die Beschleunigung beträgt zunächst -2 m/s^2 und ab $t = 4 \text{ s}$ null.



- Stelle für beide Zeitabschnitte die Geschwindigkeitsfunktion auf und zeichne das v - t -Diagramm.
- Wann ist der Wagen kurzzeitig in Ruhe? Bestimme seinen Ort zu diesem Zeitpunkt.
- Berechne die Orte bei $t = 4 \text{ s}$ und bei $t = 7 \text{ s}$.
- Bestimme die gesamte Strecke und die Ortsänderung während der 7 s .
- Beurteile: «Bei negativer Beschleunigung wird ein Körper immer langsamer.» Nutze diese Bewegung als Beispiel.

Platz für Skizzen und Rechnungen



Diagramme selbst erstellen

Eine vollständige Bewegung modellieren

Aufgabe 8: Fahrt eines Lieferroboters

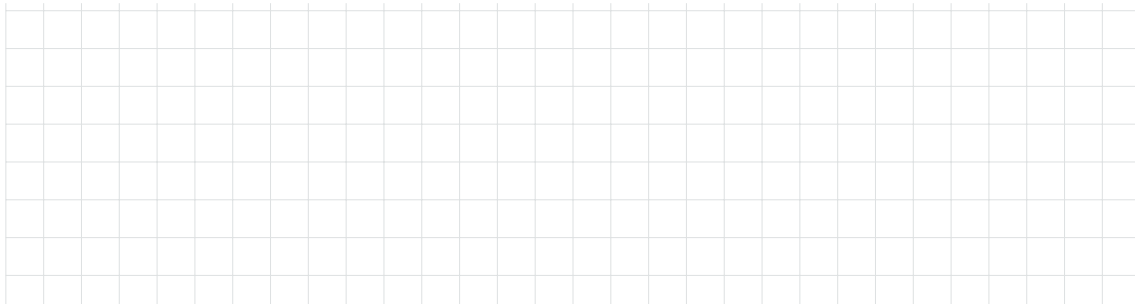
Ein Lieferroboter startet bei $s_0 = 0$ aus der Ruhe. Er beschleunigt 3 s lang gleichmässig mit 2 m/s^2 , fährt danach 4 s mit konstanter Geschwindigkeit und bremst anschliessend 2 s lang gleichmässig bis zum Stillstand.

- Zeichne das a - t - und das v - t -Diagramm für die gesamte Fahrt. Beschrifte Achsen, Einheiten und die Übergangszeiten.
- Berechne die Strecken der drei Phasen und die Gesamtstrecke.
- Stelle für jede Phase eine Ortsfunktion auf. Verwende beim Phasenwechsel die lokale Zeit $\tau = t - t_{\text{Start}}$.
- Zeichne das s - t -Diagramm. Markiere die Übergangspunkte.
- Wann erreicht der Roboter erstmals $s = 21 \text{ m}$? Berechne die mittlere Geschwindigkeit für die gesamte Fahrt.

a - t -Diagramm



v - t -Diagramm



s - t -Diagramm



Lösungen

Aufgaben 1 bis 4 | Rechenwege und Ergebnisse

1. Spaziergang mit Pause

a/b) 0–4 s: vorwärts mit $v = 40/4 = 10 \text{ m/s}$; 4–7 s: Pause ($v = 0$); 7–12 s: zurück mit $v = (10 - 40)/5 = -6 \text{ m/s}$; 12–14 s: Pause. Das v - t -Diagramm besteht aus vier horizontalen Abschnitten.

c) Strecke $L = 40 + 30 = 70 \text{ m}$; Ortsänderung $\Delta s = 10 \text{ m}$.

d) Mittlere Geschwindigkeit $\bar{v} = 10/14 \approx 0,714 \text{ m/s}$; mittlere Schnelligkeit $L/\Delta t = 70/14 = 5 \text{ m/s}$.

2. Zwei Fahrzeuge

a/b) $s_{A,0} = 0$, $s_{B,0} = 40 \text{ m}$; $v_A = 10 \text{ m/s}$, $v_B = 5 \text{ m/s}$.

$$s_A(t) = (10 \text{ m/s})t, \quad s_B(t) = 40 \text{ m} + (5 \text{ m/s})t.$$

c) $10t = 40 + 5t$ (in SI-Einheiten) ergibt $t = 8 \text{ s}$, $s = 80 \text{ m}$.

d) Nach 4 s: A bei 40 m, B bei 60 m; B liegt 20 m vorne. Nach 12 s: A bei 120 m, B bei 100 m; A liegt 20 m vorne.

e) $t = 60/(10 - 5) = 12 \text{ s}$.

3. Start eines Modellwagens

a) Die Tangenten werden steiler: Die Geschwindigkeit nimmt zu.

b) $a = 2s/t^2 = 2 \cdot 4/2^2 = 2 \text{ m/s}^2$.

c) $\bar{v}_1 = 4/2 = 2 \text{ m/s}$, $\bar{v}_2 = (16 - 4)/2 = 6 \text{ m/s}$, $\bar{v}_3 = (36 - 16)/2 = 10 \text{ m/s}$.

d) $v(2) = 4 \text{ m/s}$, $v(4) = 8 \text{ m/s}$, $v(6) = 12 \text{ m/s}$. Die Intervallmittelwerte beschreiben Sekantensteigungen, die Momentanwerte Tangentensteigungen am jeweiligen Zeitpunkt.

e) $v(t) = (2 \text{ m/s}^2)t$: Gerade von $(0, 0)$ nach $(6 \text{ s}, 12 \text{ m/s})$. $a(t) = 2 \text{ m/s}^2$: horizontale Linie.

4. Fahrt einer Strassenbahn

a) $a_1 = 12/4 = 3 \text{ m/s}^2$; $a_2 = 0$; $a_3 = (0 - 12)/6 = -2 \text{ m/s}^2$.

b) $L_1 = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 12 = 24 \text{ m}$; $L_2 = 6 \cdot 12 = 72 \text{ m}$; $L_3 = \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 12 = 36 \text{ m}$.

c/d) $L = 132 \text{ m}$; $\bar{v} = 132/16 = 8,25 \text{ m/s}$. Orte: $s(4) = 24 \text{ m}$, $s(10) = 96 \text{ m}$, $s(16) = 132 \text{ m}$.

e) Zunächst nach oben gekrümmt, dann Gerade, zuletzt nach unten gekrümmt. Die Steigung ist zu Beginn und am Ende null. In SI-Einheiten:

$$s(t) = \begin{cases} 1,5t^2 & 0 \leq t \leq 4, \\ 24 + 12(t - 4) & 4 \leq t \leq 10, \\ 96 + 12(t - 10) - (t - 10)^2 & 10 \leq t \leq 16. \end{cases}$$

Lösungen

Aufgaben 5 bis 8 | Vorzeichen und Phasenwechsel

5. Ein Roboter kehrt um

- a) Bei $t = 5$ s wechselt v von positiv zu negativ.
b) $a_1 = 0$; $a_2 = (-4 - 4)/(7 - 3) = -2$ m/s²; $a_3 = 0$.
c) Positive Fläche: $3 \cdot 4 + \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 4 = 16$ m. Negative Fläche: $-\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 4 - 3 \cdot 4 = -16$ m. Somit $\Delta s = 0$ und $L = 32$ m.
d/e) Maximaler Ort $s = 16$ m bei $t = 5$ s; Endort $s(10) = 0$; $\bar{v} = 0$; mittlere Schnelligkeit $32/10 = 3,2$ m/s.

6. Bewegung eines Schlittens

- a/b) $\Delta v_1 = 2 \cdot 3 = 6$ m/s, $\Delta v_2 = 0$, $\Delta v_3 = -2 \cdot 4 = -8$ m/s. Daher $v(3) = 8$, $v(6) = 8$, $v(10) = 0$ (jeweils in m/s). Im v - t -Diagramm die Punkte $(0, 2)$, $(3, 8)$, $(6, 8)$, $(10, 0)$ geradlinig verbinden.
c) $L_1 = \frac{2+8}{2} \cdot 3 = 15$ m; $L_2 = 8 \cdot 3 = 24$ m; $L_3 = \frac{8+0}{2} \cdot 4 = 16$ m. Gesamtstrecke: 55 m.
d/e) Erst bei $t = 10$ s in Ruhe; keine Umkehr im betrachteten Zeitraum. Orte: 0, 15, 39, 55 m. Kurvenform: nach oben gekrümmt, gerade, nach unten gekrümmt mit waagrechter Endtangente.

7. Wagen auf einer Schiene

- a) Bis 4 s gilt $v(t) = 6$ m/s $- (2$ m/s²) t , danach $v = -2$ m/s.
b) $v = 0$ bei $t = 3$ s; $s = 10 + 6 \cdot 3 - 3^2 = 19$ m.
c) $s(4) = 10 + 6 \cdot 4 - 4^2 = 18$ m; $s(7) = 18 - 2 \cdot 3 = 12$ m.
d) Strecke $L = 9 + 1 + 6 = 16$ m; Ortsänderung $\Delta s = 12 - 10 = 2$ m.
e) Falsch: Bis 3 s wird der Wagen langsamer, zwischen 3 und 4 s nimmt seine Schnelligkeit bei negativer Geschwindigkeit und negativer Beschleunigung zu.

8. Fahrt eines Lieferroboters

- a) Übergänge bei $t = 3, 7, 9$ s. Beschleunigungen: $+2, 0, -3$ m/s². Im v - t -Diagramm die Punkte $(0, 0)$, $(3, 6)$, $(7, 6)$, $(9, 0)$ geradlinig verbinden (SI-Einheiten).
b) $L_1 = 9$ m, $L_2 = 24$ m, $L_3 = 6$ m; insgesamt 39 m.
c/d) Ortsfunktionen in SI-Einheiten, t in Sekunden und s in Metern:

$$s(t) = \begin{cases} t^2 & 0 \leq t \leq 3, \\ 9 + 6(t - 3) & 3 \leq t \leq 7, \\ 33 + 6(t - 7) - 1,5(t - 7)^2 & 7 \leq t \leq 9. \end{cases}$$

Übergangspunkte: $(3 \text{ s}, 9 \text{ m})$, $(7 \text{ s}, 33 \text{ m})$; Endpunkt $(9 \text{ s}, 39 \text{ m})$.

- e) $21 = 9 + 6(t - 3)$ ergibt $t = 5$ s. $\bar{v} = 39/9 \approx 4,33$ m/s.