# Ich-kann-Listen zur Kinematik

Mit Blick auf die neuen Lehr-Lern-Situationen des *methodisch-didaktischen Konzepts für die Eingangsklasse*, in denen sich die Schülerinnen und Schüler u. a. verstärkt selbstständig und selbstverantwortlich Wissen aneignen und Kompetenzen erwerben, bieten sich Ich-kann-Listen auf Basis der Kompetenzmatrizen der Bildungspläne an.

Im Folgenden werden die Inhalte des Bildungsplans der Sekundarstufe I sowie die Lehrplaninhalte der Eingangsklasse des beruflichen Gymnasiums aufgeführt.

# Bildungspläne

# **Sekundarstufe I, Bildungsplan 2016, Physik, 3.2.6 Mechanik, Kinematik**

„Alle Bildungspläne sind kompetenzorientiert angelegt und definieren, was Schülerinnen und Schüler zu einem bestimmten Zeitpunkt können sollen. (…) Er weist durchgängig drei Niveaustufen aus. Das grundlegende Niveau (G) führt zum Hauptschul- bzw. nach einer Phase der Vertiefung zum Werkrealschulabschluss an den Werkrealschulen, das mittlere Niveau (M) zum Realschulabschluss. Das erweiterte Niveau (E) bildet das gymnasiale Niveau ab und eröffnet einen neunjährigen Bildungsweg zum Abitur. An den Gemeinschaftsschulen sind alle drei Niveaustufen relevant.“ (Aus Hinweise zu den Bildungsplänen, S. 16)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | G | M | E |
| [1](#_1._Bewegungen_verbal) | Bewegungen verbal beschreiben | Bewegungen klassifizieren | Bewegungen mit Hilfe von Diagrammen beschreiben und klassifizieren (Zeitpunkt, Ort, Richtung, Bahnform, Geschwindigkeit, gleichförmige Bewegungen, beschleunigte Bewegungen) |
| [2](#_2._Bewegungsdiagramme_erstellen) | Bewegungsdiagramme erstellen und interpretieren (s-t-Diagramm) |  | (Richtung der Bewegung) |
| [3](#_3._Regeln_für) | Regeln für ein sicheres Verhalten im Straßenverkehr ableiten (z. B. Reaktionszeit) |  |  |
| [4](#_4._Geschwindigkeiten_aus) |  | Geschwindigkeiten aus experimentellen Messdaten berechnen [v = s/t] | Die Quotientenbildung aus Strecke und Zeitspanne bei der Berechnung der Geschwindigkeit erläutern und anwenden [v = Δs/Δt] |

# **Sekundarstufe II, Bildungsplan 2003 (Berufliches Gymnasium), Physik, Kinematik**

Zusammenfassung für das technische Gymnasium (TG) und Nicht-TG; das Niveau der Eingangsklasse wird mit EK gekennzeichnet.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| [5](#_5._Bezugssystem_–) | Bezugssystem | Ruhender und (mit-)bewegter Beobachter |
| [6](#_6._Bewegung_mit) | Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit | Geschwindigkeit als Vektor (nur TG); Lichtgeschwindigkeit als Grenzgeschw. |
| [7](#_7._Bewegung_mit) | Bewegung mit konstanter Beschleunigung | Bremsbewegung; Verkehrserziehung; freier Fall |

Die oben genannten Abschnitte werden in Form von Ich-kann-Listen konkretisiert. Die erste Version mit Erwartungshorizont und Niveaustufen ist als Übersicht und Lösungsvorschlag für die Lehrkraft bestimmt. Die Version für Schülerinnen und Schüler kann sowohl zur Selbsteinschätzung der Lernenden, als auch als Diagnoseinstrument verwendet werden. Die jeweiligen Beispielaufgaben inklusive Lösungen sollen das Verständnis der in den Ich-kann-Listen abgefragten Kompetenzen erleichtern und eine realistische Selbsteinschätzung ermöglichen.

# Ich-kann-Liste (Lehrkraft-Version)

# 0. Kinematische Größen und Einheiten

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Ich kann …** | **Erwartungshorizont** | **Niveau** |
|  | … die physikalischen Größen und Angaben zur Beschreibung von Bewegungen nennen. | Weg (Ort, Distanz) | G |
| Zeit | G |
| Geschwindigkeit | G |
| Beschleunigung | M |
| Richtung | E |
|  | … die Formelzeichen der kinematischen Größen Weg, Zeit und Geschwindigkeit nennen. | Weg: s | G |
| Zeit: t | G |
| Geschwindigkeit: v | G |
|  | … die SI-Basiseinheiten der kinematischen Größen Weg, Zeit und Geschwindigkeit nennen. | Weg: [s] = 1 m | G |
| Zeit: [t] = 1 s | G |
| Geschwindigkeit: [v] = 1 m/s | G |
|  | … die Vorsilben der Größenordnungen wie Kilo, Mega und Milli nennen und deren Abkürzungen angeben. | (Tera, Giga), Mega, Kilo, Dezi, Zenti, Milli, (Mikro-, Nano-) | G, (M) |
| (T, G), M k, d, c, m (µ, n) | G, (M) |
|  | … die verschiedenen Einheiten des Weges ineinander umrechnen (und dabei die wissenschaftliche Schreibweise anwenden). | 1 m = 10 dm = 100 cm = 1000 mm | G |
| 1 m = 103 mm = 106 µm = 109 nm | M |
| 1 km = 1000 m | G |
| 1 m = 10-3 km; 1 µm = 10-6 m | M |
|  | … die verschiedenen Einheiten der Zeit ineinander umrechnen (und dabei die wissenschaftliche Schreibweise anwenden). | 1 h = 60 min = 3600 s | G |
| 1 s = 1/60 min = 1/3600 h | G |
| 1 s = 103 ms = 106 µs = 109 ns | M |
| 1 Jahr (a) = 365 Tage (d); 1 d = 24 h | G |
|  | … die verschiedenen Einheiten der Geschwindigkeit ineinander umrechnen. |  | M |
|  | M |

# 1. Bewegungen verbal beschreiben

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Ich kann …** | **Erwartungshorizont** | **Niveau** |
|  | … einen Bewegungsablauf, z. B. eine kurvenlose Zug-/Autofahrt oder einen Sprint, beschreiben. | Z. B.: „Zuerst steht der Zug, dann beschleunigt er, dann bewegt er sich mit konstanter Geschwindigkeit, bevor er wieder abbremst und zum Stehen kommt.“ | G |
|  | … charakteristische Merkmale einer gleichförmigen geradlinigen Bewegung nennen. | Konstante Geschwindigkeit | M |
| Proportionalität von Weg und Zeit („Doppelter Weg in doppelter Zeit“) | M |
| Keine Beschleunigung | M |
|  | … charakteristische Merkmale einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung nennen. | Konstante Beschleunigung | EK |
| Proportionalität von Geschwindigkeit und Zeit („Doppelte Geschwindigkeit in doppelter Zeit“) | EK |
| Bremsen/Verzögern als negative Beschleunigung | EK |
|  | … Bewegungen in gleichförmige und beschleunigte einordnen. | Gleichförmige Bewegungen: Langstreckenflug, ICE-Fahrt, Autobahnfahrt, rollende Kugel, … | M |
| Gleichmäßig beschleunigte Bewegungen: Anfahren, Abbremsen, Unfall, fallende Kugel, schiefe Ebene, … | M |
| Nicht gleichmäßig beschleunigte Bewegungen: Beschleunigungsrennen, Fallschirmsprung, … | E, EK |
|  | … Bewegungen mit Hilfe von Diagrammen beschreiben. | Gleichförmige Bewegung: Gerade im s-t-Diagramm; (horizontale Gerade im v-t-Diagramm; Nulllinie im a-t-Diagramm) | M, (E, EK) |
| Gleichmäßig beschleunigte Bewegung: (Parabel im s-t-Diagramm; Gerade im v-t-Diagramm; horizontale Gerade im a-t-Diagramm) | E, (EK) |
| Nicht gleichmäßig beschleunigte Bewegung: Abweichung von Geraden im v-t-Diagramm; Abweichung von horizontaler Geraden im a-t-Diagramm | EK |

# 2. Bewegungsdiagramme erstellen und interpretieren

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Ich kann …** | **Erwartungshorizont** | **Niveau** |
|  | … beschreiben, wie eine Weg-Zeit-Messung durchgeführt wird. | Entweder zu gegebenen Zeiten den zurückgelegten Weg messen oder umgekehrt | G |
|  | … aus einer Messtabelle einer Weg-Zeit-Messung ein Zeit-Weg-Diagramm (s-t-Diagramm) erstellen. | Skaliertes und beschriftetes Koordinatensystem (s auf der y‑Achse); eingetragene Messpunkte; Ausgleichsgerade | G |
|  | … aus einer Messtabelle (gemessene Geschwindigkeiten und dazugehörige Zeiten) ein Zeit-Geschwindigkeit-Diagramm (v-t-Diagramm) erstellen. | Skaliertes und beschriftetes Koordinatensystem (v auf der y‑Achse); eingetragene Messpunkte; Ausgleichsgerade | M |
|  | … aus einem s-t-Diagramm den zurückgelegten Weg zu einer gegebenen Zeit ablesen. | Zeit auf x‑Achse 🡪 senkrecht nach oben bis zur Ausgleichsgeraden/Messkurve 🡪 waagrecht zur y‑Achse 🡪 Weg ablesen | G |
|  | … aus einem v-t-Diagramm die momentane Geschwindigkeit zu einer gegebenen Zeit ablesen. | Zeit auf x‑Achse 🡪 senkrecht nach oben bis zur Ausgleichsgeraden/Messkurve 🡪 waagrecht zur y‑Achse 🡪 Geschwindigkeit ablesen | M |
|  | … anhand zweier Graphen in einem s-t-Diagramm die bis zum Treffpunkt zurückgelegte Strecke und die dazugehörige Zeit ermitteln. | Schnittstelle der beiden Graphen ist gesuchte Zeit; y‑Wert des Schnittpunkts der dazugehörige Ort | M |
|  | … einzelne Phasen einer Bewegung mittels s-t- und v-t-Diagramm beschreiben. | Unterscheidung von Stillstand und Bewegung | G |
| Unterscheidung von Vorwärts- und Rückwärtsbewegung | M |
| Zuordnung schnelle vs. langsame Bewegung | G |
| Unterscheidung von beschleunigter und unbeschleunigter Bewegung | M |

# 3. Regeln für sicheres Verhalten im Straßenverkehr herleiten

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Ich kann …** | **Erwartungshorizont** | **Niveau** |
|  | … den Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Bremszeit beschreiben. | „Doppelte Geschwindigkeit, doppelte Bremszeit“ | M |
|  | … den Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Bremsweg beschreiben. | „Doppelte Geschwindigkeit, vierfacher Bremsweg“ | M |
|  | … eine Faustregel für den Abstand zum voranfahrenden Auto angeben. | „Halber Tacho“ | G |
|  | … die Notwendigkeit des Abstandhaltens (und der Erhöhung des Abstandes bei großen Geschwindigkeiten) erklären. | Einfluss der Reaktionszeit, „Schrecksekunde“; unterschiedlich starkes Bremsen; (quadratischer Zusammenhang zwischen Bremsweg und Geschwindigkeit) | G, (M) |

# 4. Geschwindigkeiten aus experimentellen Messdaten berechnen

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Ich kann …** | **Erwartungshorizont** | **Niveau** |
|  | … die Geschwindigkeit bei Angabe des zurückgelegten Wegs und der dafür benötigten Zeit bestimmen. |  | G |
|  | … die mittlere Geschwindigkeit in einem Zeitintervall berechnen, wenn eine Weg-Zeit-Messtabelle gegeben ist. |  | E, EK |
|  | … die momentane Geschwindigkeit mittels s-t-Diagramm grafisch ermitteln. | Steigung der Tangente | EK |

# 5. Bezugssystem – ruhender und (mit-)bewegter Beobachter

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Ich kann …** | **Erwartungshorizont** | **Niveau** |
|  | … den Begriff Bezugssystem erläutern. | Bezugspunkt und Koordinatensystem | EK |
|  | … zwischen einem inertialen und nicht inertialen Bezugssystem unterscheiden. | Inertiale Bezugssysteme (IS) sind unbeschleunigt; alle IS sind gleichberechtigt. | EK |
|  | … die Berechnungen aus einem inertialen Bezugssystem in ein anderes übertragen. | Geschwindigkeiten addieren sich. | EK |

# 6. Bewegungen mit konstanter Geschwindigkeit

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Ich kann …** | **Erwartungshorizont** | **Niveau** |
|  | … eine gleichförmige Bewegung (GFB) definieren. | Geradlinige Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit | EK |
|  | … Beispiele für GFB nennen. | Auto-/Zugfahrt/Flug mit konstanter Geschwindigkeit; rollende Kugel auf ebenem Untergrund ohne Reibung, … | EK |
|  | … die formellen Zusammenhänge bei einer GFB aufschreiben, nach jeder Größe umstellen und die gesuchte Größe berechnen. |  | EK |
|  | … Bewegungsgrößen berechnen, in denen zwei Geschwindigkeiten mit verschiedenen Richtungen vorkommen. |  | EK-TG |
|  | … den Fachbegriff Grenzgeschwindigkeit erläutern. | vGrenz = c ≈ 3∙108 m/s  Grenzgeschwindigkeit = Lichtgeschwindigkeit im Vakuum;  Kein Körper kann sich mit fortbewegen;  Keine Information kann mit mehr als transportiert werden;  Ab ca. 10 % der Grenzgeschwindigkeit muss relativistisch gerechnet werden. | EK |

# 7. Bewegungen mit konstanter Beschleunigung

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Ich kann …** | **Erwartungshorizont** | **Niveau** |
|  | … das Formelzeichen der kinematischen Größe Beschleunigung nennen. | a | EK |
|  | … die SI-Basiseinheit der kinematischen Größe Beschleunigung nennen. | [a] = 1 m/s2 | EK |
|  | … eine Beschleunigungsangabe aus dem Alltag in eine Beschleunigung umrechnen. | „Von 0 auf 100 km/h in 10 s“ | EK |
|  | … eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung (GBB) definieren. | Geradlinige Bewegung mit konstanter Beschleunigung, d. h. linearer Zunahme/Abnahme der Geschwindigkeit | EK |
|  | … Beispiele für GBB nennen. | Anfahrende Autos, Züge; freier Fall; rollende Kugel auf schiefer Ebene … | EK |
|  | … die formellen Zusammenhänge bei einer GBB aufschreiben, nach jeder Größe umstellen und berechnen. | s = 0,5at2 + v0t + s0 ⇔ …  v = at + v0 ⇔ t = (v – v0)/a ⇔ …  a = Δv/Δt ⇔ Δt = Δv/a ⇔ … | EK |
|  | … die Zeit bis zum Stillstand (Bremszeit) bei gegebener Anfangsgeschwindigkeit und Bremsverzögerung (Beschleunigung) berechnen. | a = v/t ⇔ t = v/a | EK |
|  | … den Bremsweg bei gegebener Bremszeit und Bremsverzögerung (Beschleunigung) ermitteln. |  | EK |
|  | … den gesamten Bremsweg inkl. der in der Reaktionszeit zurückgelegten Strecke berechnen. | GFB während Reaktionszeit: sR = vtR  Gesamter Bremsweg: | EK-TG |
|  | … die für einen Überholvorgang notwendige frei einsehbare Strecke ausrechnen, wenn die Länge und Geschwindigkeit des Lkws und die eigene Beschleunigung gegeben sind. | Wechsel in das Inertialsystem „Lkw“; Ermittlung der Überholstrecke im IS „Lkw“; Berechnung der Überholzeit mittels s = 0,5at2; Berechnung der benötigten Strecke durch Wechsel in das IS „Straße“ | EK-TG |
|  | … den freien Fall erläutern. | Freier Fall als GBB mit a = g ≈ 9,81 m/s2 | EK |
|  | … charakteristische Größen beim senkrechten Wurf berechnen. | h(t) = 0,5gt2 + v0t + h0; v(t) = gt + v0 | EK-TG |
|  | ... das Superpositionsprinzip anhand des waagrechten Wurfs erläutern. | GFB in Wurfrichtung; GBB nach unten; beide Bewegungen beeinflussen sich nicht. | EK-TG |
|  | … die Form der Bahnkurve beim waagrechten und schiefen Wurf erklären. | Parabel, da GFB senkrecht zu und GBB in Richtung ; waagrechten Wurf: | EK-TG |

# Ich-kann-Liste (Version für Schülerinnen und Schüler)

Schätzen Sie ein, ob Sie die jeweilige Aufgabe lösen können und konkretisieren Sie in der dritten Spalte die Aussage.

# 0. Kinematische Größen und Einheiten

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Ich kann …** | ☺ 😐 ☹ | **Bemerkungen** | **Aufgaben** |
|  | … die physikalischen Größen und Angaben zur Beschreibung von Bewegungen nennen. |  |  |  |
|  | … die Formelzeichen der kinematischen Größen Weg, Zeit und Geschwindigkeit nennen. |  |  |  |
|  | … die SI-Basiseinheiten der kinematischen Größen Weg, Zeit und Geschwindigkeit nennen. |  |  |  |
|  | … die Vorsilben der Größenordnungen wie Kilo, Mega und Milli der Reihe nach nennen und deren Abkürzungen bei verschiedenen physikalischen Größen angeben. |  |  |  |
|  | … die verschiedenen Einheiten des Weges ineinander umrechnen (und dabei die wissenschaftliche Schreibweise anwenden).  Beispiel: 3 km = ? cm |  |  |  |
|  | … die verschiedenen Einheiten der Zeit ineinander umrechnen (und dabei die wissenschaftliche Schreibweise anwenden).  Beispiel: 4 h = ? s |  |  |  |
|  | … die verschiedenen Einheiten der Geschwindigkeit ineinander umrechnen.  Beispiel: 50 km/h = ? m/s |  |  |  |

# 1. Bewegungen verbal beschreiben

Schätzen Sie ein, ob Sie die jeweilige Aufgabe lösen können und konkretisieren Sie in der dritten Spalte die Aussage.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Ich kann …** | ☺ 😐 ☹ | **Bemerkungen** | **Aufgaben** |
|  | … einen Bewegungsablauf, z. B. eine kurvenlose Zug-/Autofahrt oder einen Sprint, beschreiben. |  |  |  |
|  | … charakteristische Merkmale einer gleichförmigen geradlinigen Bewegung nennen. |  |  |  |
|  | … charakteristische Merkmale einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung nennen. |  |  |  |
|  | … Bewegungen in gleichförmige und beschleunigte einordnen.  Beispiele: Hinabrollen von schiefer Ebene, Wurf senkrecht nach oben, Aufzugfahrt, Bootsfahrt |  |  |  |
|  | … Bewegungen mit Hilfe von Diagrammen beschreiben, z. B. anhand eines s-t- oder v-t-Diagramms. |  |  | s. u. |

# 2. Bewegungsdiagramme erstellen und interpretieren

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Ich kann …** | ☺ 😐 ☹ | **Bemerkungen** | **Aufgaben** |
|  | … beschreiben, wie eine Weg-Zeit-Messung durchgeführt wird. |  |  |  |
|  | … aus einer Messtabelle einer Weg-Zeit-Messung ein Zeit-Weg-Diagramm (s-t-Diagramm) erstellen. |  |  | s. u. |
|  | … aus einer Messtabelle (gemessene Geschwindigkeiten und dazugehörige Zeiten) ein Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm (v-t-Diagramm) erstellen. |  |  | s. u. |
|  | … aus einem s-t-Diagramm den zurückgelegten Weg zu einer gegebenen Zeit ablesen. |  |  | s. u. |
|  | … aus einem v-t-Diagramm die momentane Geschwindigkeit zu einer gegebenen Zeit ablesen. |  |  | s. u. |
|  | … anhand zweier Graphen in einem s-t-Diagramm die bis zum Treffpunkt zurückgelegte Strecke und die dazugehörige Zeit ermitteln. |  |  | s. u. |
|  | … einzelne Phasen einer Bewegung mittels s-t- und v-t-Diagramm beschreiben. |  |  | s. u. |

# 3. Regeln für sicheres Verhalten im Straßenverkehr herleiten

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Ich kann …** | ☺ 😐 ☹ | **Bemerkungen** | **Aufgaben** |
|  | … den Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Bremszeit beschreiben. |  |  | s. u. |
|  | … den Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Bremsweg beschreiben. |  |  | s. u. |
|  | … eine Faustregel für den Abstand zum voranfahrenden Auto angeben. |  |  | s. u. |
|  | … die Notwendigkeit des Abstandhaltens (und der Erhöhung des Abstandes bei großen Geschwindigkeiten) erklären. |  |  |  |

# 4. Geschwindigkeiten aus experimentellen Messdaten berechnen

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Ich kann …** | ☺ 😐 ☹ | **Bemerkungen** | **Aufgaben** |
|  | … die Geschwindigkeit bei Angabe des zurückgelegten Wegs und der dafür benötigten Zeit berechnen.  Beispiel: 14 km in 10 min |  |  | s. u. |
|  | … die mittlere Geschwindigkeit in einem Zeitintervall berechnen. |  |  | s. u. |
|  | … die momentane Geschwindigkeit mittels s-t-Diagramm grafisch ermitteln. |  |  | s. u. |

# 5. Bezugssystem – ruhender und (mit-)bewegter Beobachter

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Ich kann …** | ☺ 😐 ☹ | **Bemerkungen** | **Aufgaben** |
|  | … den Begriff Bezugssystem erläutern. |  |  |  |
|  | … zwischen einem inertialen und nicht inertialen Bezugssystem unterscheiden. |  |  |  |
|  | … die Berechnungen aus einem inertialen Bezugssystem in ein anderes übertragen. |  |  | s. u. |

# 6. Bewegungen mit konstanter Geschwindigkeit

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Ich kann …** | ☺ 😐 ☹ | **Bemerkungen** | **Aufgaben** |
|  | … den Fachbegriff gleichförmige Bewegung (GFB) beschreiben. |  |  |  |
|  | … Beispiele für GFB nennen. |  |  |  |
|  | … die formellen Zusammenhänge bei einer GFB aufschreiben, nach jeder Größe umstellen und die gesuchte Größe berechnen. |  |  | s. u. |
|  | … Bewegungsgrößen berechnen, in denen zwei Geschwindigkeiten mit verschiedenen Richtungen vorkommen. |  |  | s. u. |
|  | … den Fachbegriff Grenzgeschwindigkeit erläutern. |  |  |  |

# 7. Bewegungen mit konstanter Beschleunigung

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Ich kann …** | ☺ 😐 ☹ | **Bemerkungen** | **Aufgaben** |
|  | … das Formelzeichen der kinematischen Größe Beschleunigung nennen. |  |  |  |
|  | … die SI-Basiseinheit der kinematischen Größe Beschleunigung nennen. |  |  |  |
|  | … eine Beschleunigungsangabe aus dem Alltag in eine Beschleunigung umrechnen. |  |  | s. u. |
|  | … den Fachbegriff gleichmäßig beschleunigte Bewegung (GBB) beschreiben. |  |  |  |
|  | … Beispiele für GBB nennen. |  |  |  |
|  | … die formellen Zusammenhänge bei einer GBB aufschreiben, nach jeder Größe umstellen und berechnen. |  |  | s. u. |
|  | … die Zeit bis zum Stillstand (Bremszeit) bei gegebener Anfangsgeschwindigkeit und Bremsverzögerung (Beschleunigung) berechnen. |  |  | s. u. |
|  | … den Bremsweg bei gegebener Bremszeit und Bremsverzögerung (Beschleunigung) ermitteln. |  |  | s. u. |

# 7. Bewegungen mit konstanter Beschleunigung (Fortsetzung)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Ich kann …** | ☺ 😐 ☹ | **Bemerkungen** | **Aufgaben** |
|  | … den gesamten Bremsweg inkl. der in der Reaktionszeit zurückgelegten Strecke berechnen. |  |  | s. u. |
|  | … die für einen Überholvorgang notwendige frei einsehbare Strecke ausrechnen, wenn die Länge und Geschwindigkeit des Lkws und die eigene Beschleunigung gegeben sind. |  |  |  |
|  | … den freien Fall erläutern. |  |  |  |
|  | … charakteristische Größen beim senkrechten Wurf berechnen. |  |  |  |
|  | ... das Superpositionsprinzip anhand des waagrechten Wurfs erläutern. |  |  |  |
|  | … die Form der Bahnkurve beim waagrechten und schiefen Wurf erklären. |  |  |  |

# Aufgaben zu den Unterpunkten der Ich-kann-Liste

**Zu 1.5:**

Beschreiben Sie die einzelnen Phasen der Zugfahrt, deren s-t-, v-t- und a-t-Diagramme in dargestellt sind. Benutzen Sie dafür soweit möglich physikalische Fachbegriffe. Gehen Sie vor allem auf folgende Fragen ein:

1. In welchen Zeitintervallen steht der Zug? Wann ist er in Bewegung?
2. Fährt der Zug auch in die entgegengesetzte Richtung?
3. Wann fährt der Zug schnell (über 100 km/h), wann langsam?
4. Unterscheiden Sie zwischen Phasen mit beschleunigter und gleichförmiger Bewegung.
5. Ergänzen Sie die fehlenden Abschnitte in den jeweiligen Diagrammen.

**Zu 2.2:**

Erstellen Sie zu folgender Messtabelle ein s-t-Diagramm:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t [s] | 2 | 5 | 10 | 20 | 45 |
| s [m] | 3 | 20 | 15 | 5 | 7,5 |

**Zu 2.3:**

Folgende Werte wurden gemessen. Tragen Sie diese in ein geeignetes Diagramm ein.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t [s] | 2 | 5 | 10 | 20 | 45 |
| v [m/s] | 0 | 2 | 5 | 5 | 2,5 |

**Zu 2.4:**

Lesen Sie den zurückgelegten Weg nach 44 s aus Abbildung 1 ab.



Abbildung

**Zu 2.5:**

Lesen Sie die momentane Geschwindigkeit nach 10 s aus Abbildung 1 ab.

**Zu 2.6:**

In Abbildung 2 sind zwei Zeit-Weg-Diagramme zweier Radfahrer abgebildet. Geben Sie an, nach welcher Zeit sich die Radfahrer treffen und welche Strecke jeder Radfahrer zu diesem Zeitpunkt zurückgelegt hat.



Abbildung

**Zu 2.7:**

Skizzieren Sie ein s-t- und ein v-t-Diagramm zu folgendem Bewegungsablauf:

Anfangs steht ein Zug im Bahnhof. Nach 15 s beschleunigt er gleichmäßig, bis er 30 s später 80 km/h erreicht hat. Die nächsten 2 min fährt er mit konstanter Geschwindigkeit. Anschließend bremst der Zug gleichmäßig ab. Nach 30 s Bremsvorgang steht der Zug im nächsten Bahnhof, wo er nach 1,5 min rückwärts losfährt und dabei gleichmäßig innerhalb von 25 s auf 60 km/h beschleunigt. Nach weiteren 3 min, in denen der Zug sich gleichförmig bewegt, passiert der wieder den ersten Bahnhof.

**Zu 3.1:**

Welchen Effekt hat eine Verdopplung der Geschwindigkeit auf die Bremszeit, die nötig ist, um das Auto zum Stillstand zu bringen?

**Zu 3.2:**

Welchen Effekt hat eine Verdopplung der Geschwindigkeit auf den Bremsweg, der nötig ist, um das Auto zum Stillstand zu bringen.

**Zu 3.3:**

Sie fahren mit 70 km/h auf der Landstraße hinter einem Lkw. Welchen Abstand müssen Sie laut Faustregel mindestens einhalten?

**Zu 4.1:**

Ein Zug bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit und legt in 12 min eine Strecke von 25 km zurück. Welche Geschwindigkeit hat der Zug?

**Zu 4.2:**

Ermitteln Sie die mittlere Geschwindigkeit im Zeitintervall zwischen 2 s und 5 s.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t [s] | 2 | 5 | 10 | 20 | 45 |
| s [m] | 3 | 20 | 15 | 5 | 7,5 |

**Zu 4.3:**

Bestimmen Sie grafisch (Abbildung 3) die momentane Geschwindigkeit bei t = 3 s.



Abbildung

**Zu 5.3:**

Eine Regionalbahn fährt mit 90 km/h. Ein Schaffner läuft mit 4 km/h im Zug nach vorn. Die Regionalbahn wird von einem ICE mit 142 km/h überholt. Welche Geschwindigkeit hat der ICE im Bezugssystem „Schaffner“?

**Zu 6.3:**

1. Wie lautet die Formel für den zurückgelegten Weg, wenn die konstante Geschwindigkeit, die benötigte Zeit, sowie die Anfangsdistanz gegeben sind?
2. Stellen Sie diese Formel nach jeder physikalischen Größe um.
3. Geben Sie die Formel für die durchschnittliche Geschwindigkeit in einem Zeitintervall an, wenn sowohl die Länge des Zeitintervalls, als auch die in diesem Intervall zurückgelegte Strecke bekannt sind.

**Zu 6.4:**

Der Hochrhein fließt bei Waldshut mit ca. 3 km/h. Ein Schwimmer möchte die 200 m breite Stelle durchschwimmen um an das Schweizer Ufer zu gelangen. Bei Vorübungen im Schwimmbad erreichte er eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 4 km/h.

Skizzieren Sie den Sachverhalt und zeichnen Sie die beiden Geschwindigkeiten sowie die resultierende Geschwindigkeit des Schwimmers ein, wenn dieser

1. senkrecht zur Fließrichtung schwimmt,
2. so schwimmt, dass er tatsächlich den kürzesten Weg zurücklegt.

**Zu 7.3:**

Berechnen Sie die Beschleunigung in m/s² eines Autos, das laut Werksangabe von 0 km/h auf 100 km/h in 10 s beschleunigt.

**Zu 7.6:**

1. Wie lautet die Formel für den zurückgelegten Weg, wenn die konstante Beschleunigung, die benötigte Zeit, die Anfangsgeschwindigkeit sowie die Anfangsdistanz gegeben sind?
2. Stellen Sie diese Formel nach jeder physikalischen Größe um.
3. Geben Sie die Formel für die durchschnittliche Beschleunigung in einem Zeitintervall an, wenn sowohl die Länge des Zeitintervalls, als auch die Änderung der Geschwindigkeit in diesem Intervall bekannt sind.

**Zu 7.7:**

Ein Auto fährt mit 100 km/h und bremst dann gleichmäßig mit 5 m/s² ab. Berechnen Sie die benötigte Bremszeit.

**Zu 7.8:**

Ein Zug fährt mit 180 km/h und bremst dann gleichmäßig mit 1,5 m/s² ab. Berechnen Sie den benötigten Bremsweg.

**Zu 7.9:**

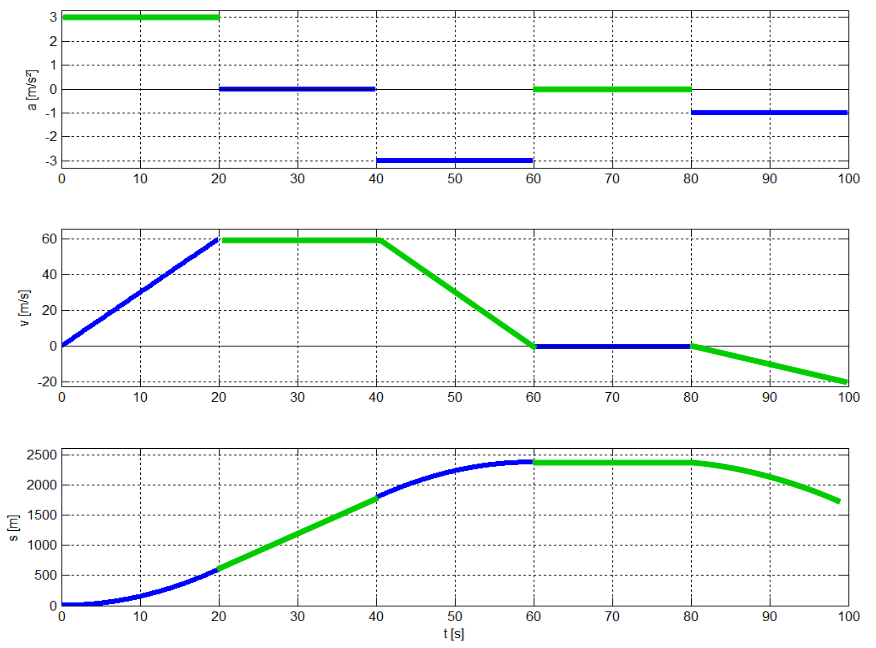
Ein Auto fährt mit 100 km/h. Plötzlich taucht auf der Straße ein Reh auf. Nach einer Schrecksekunde bremst der Fahrer gleichmäßig mit 8 m/s² ab. Berechnen Sie den benötigten Bremsweg.

# Lösungen zu den Aufgaben

**Zu 1.5:**

Beschreiben Sie die einzelnen Phasen der Zugfahrt, deren s-t-, v-t- und a-t-Diagramme in dargestellt sind. Benutzen Sie dafür soweit möglich physikalische Fachbegriffe. Gehen Sie vor allem auf folgende Fragen ein:

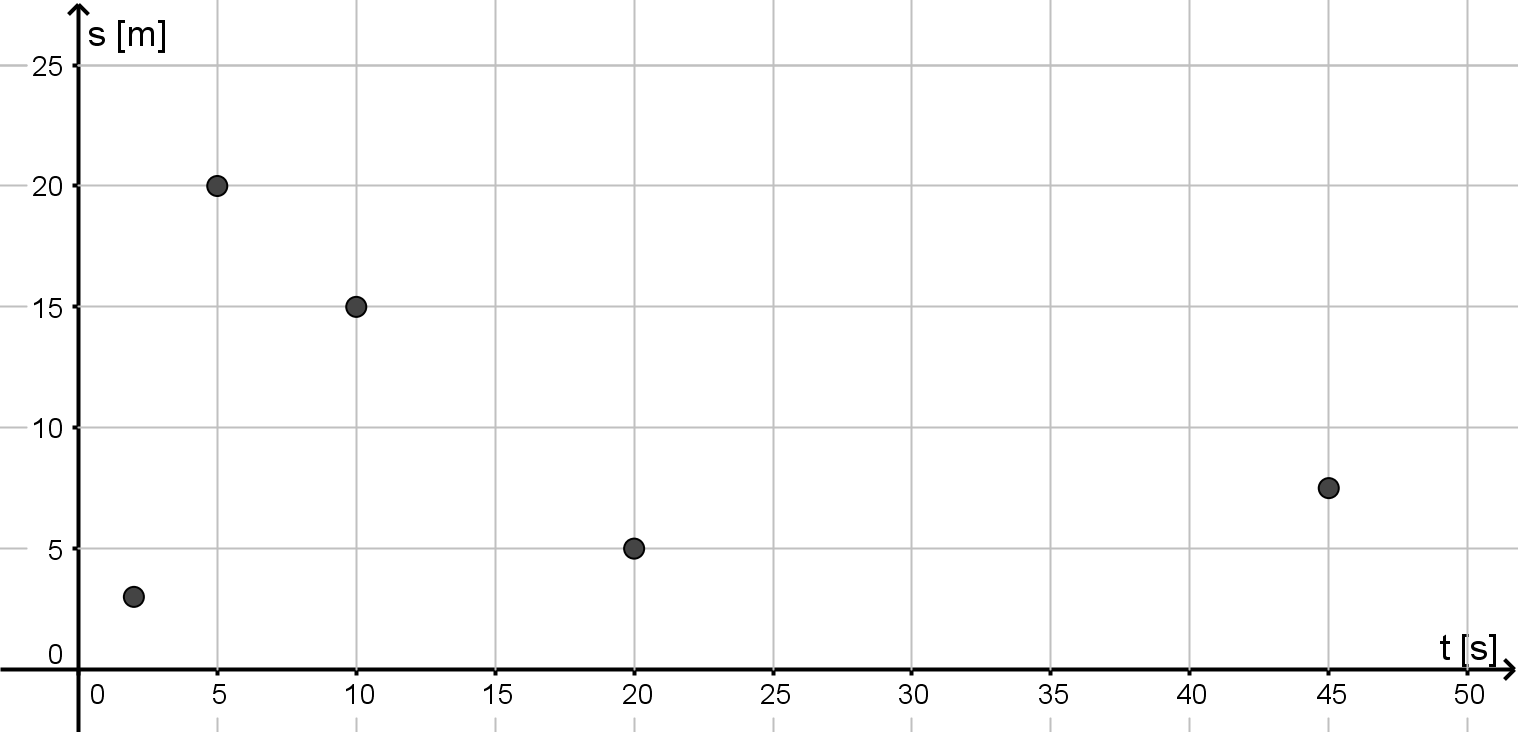
1. In welchen Zeitintervallen steht der Zug? Wann ist er in Bewegung?  
   Der Zug steht zwischen 60 s und 80 s. In allen anderen Zeitintervallen bewegt er sich.
2. Fährt der Zug auch in die entgegengesetzte Richtung?  
   Ja (negative Geschwindigkeit, Abnahme der Distanz)
3. Wann fährt der Zug schnell, wann langsam?  
   Schnell (über 100 km/h) fährt er zwischen 10 s und 50 s.
4. Unterscheiden Sie zwischen Phasen mit beschleunigter und gleichförmiger Bewegung.  
   Gleichförmig zwischen 20 s und 40 s sowie zwischen 60 s und 80 s (a = 0)
5. Ergänzen Sie die fehlenden Abschnitte in den jeweiligen Diagrammen.



**Zu 2.2:**

Erstellen Sie zu folgender Messtabelle ein s-t-Diagramm:

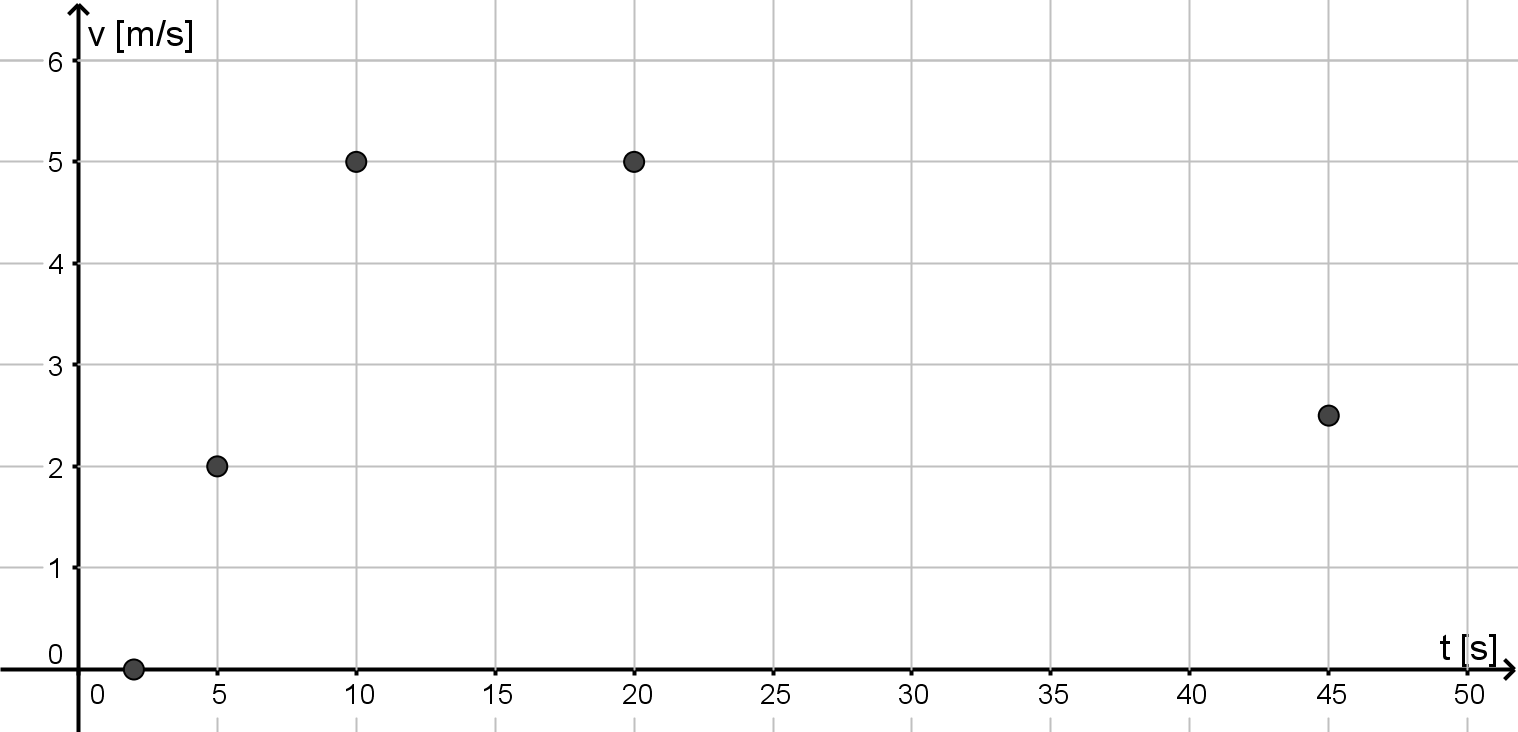
|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t [s] | 2 | 5 | 10 | 20 | 45 |
| s [m] | 3 | 20 | 15 | 5 | 7,5 |



**Zu 2.3:**

Folgende Werte wurden gemessen. Tragen Sie diese in ein geeignetes Diagramm ein.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t [s] | 2 | 5 | 10 | 20 | 45 |
| v [m/s] | 0 | 2 | 5 | 5 | 2,5 |



**Zu 2.4:**

Lesen Sie den zurückgelegten Weg nach 44 s aus Abbildung 1 ab.



Abbildung 1

s(44 s) = 2,0 km; nach 44 s wurde ein Weg von 2 km zurückgelegt.

**Zu 2.5:**

Lesen Sie die momentane Geschwindigkeit nach 10 s aus Abbildung 1 ab.

v(10 s) = 30 m/s; nach 10 s ist eine Geschwindigkeit von 30 m/s erreicht.

**Zu 2.6:**

In Abbildung 2 sind zwei Zeit-Weg-Diagramme zweier Radfahrer abgebildet. Geben Sie an, nach welcher Zeit sich die Radfahrer treffen und welche Strecke jeder Radfahrer zu diesem Zeitpunkt zurückgelegt hat.



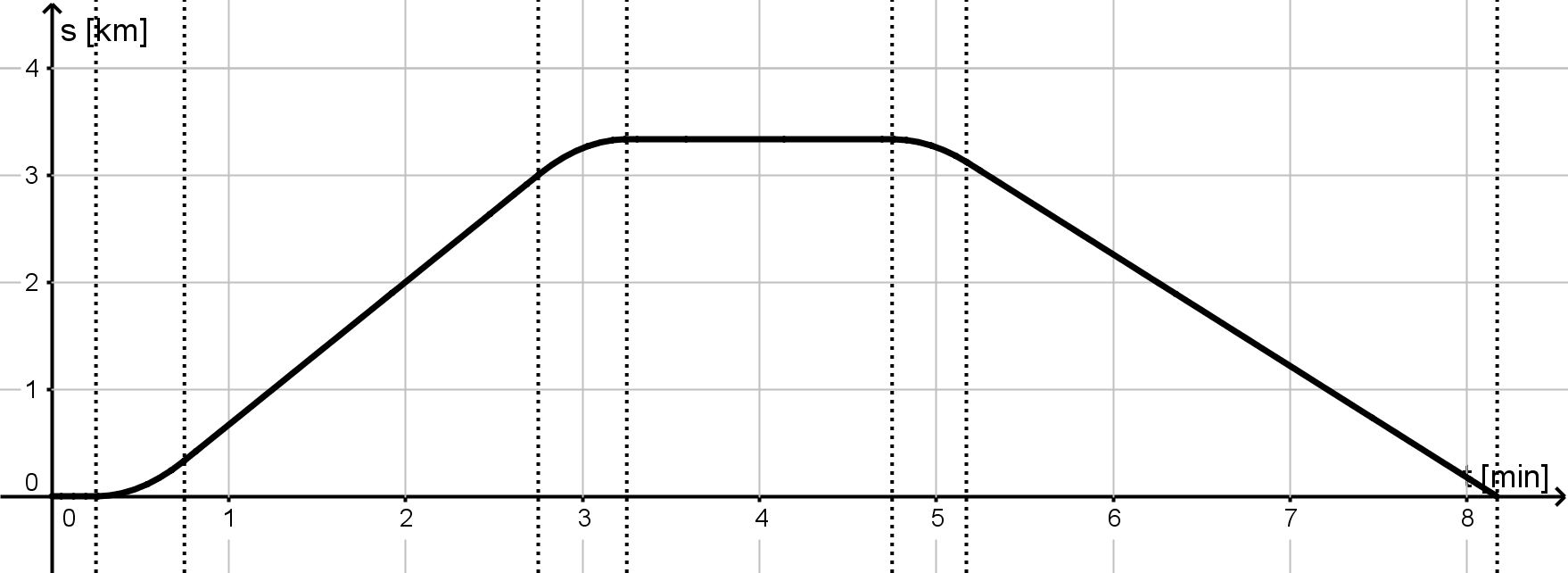
Abbildung 2

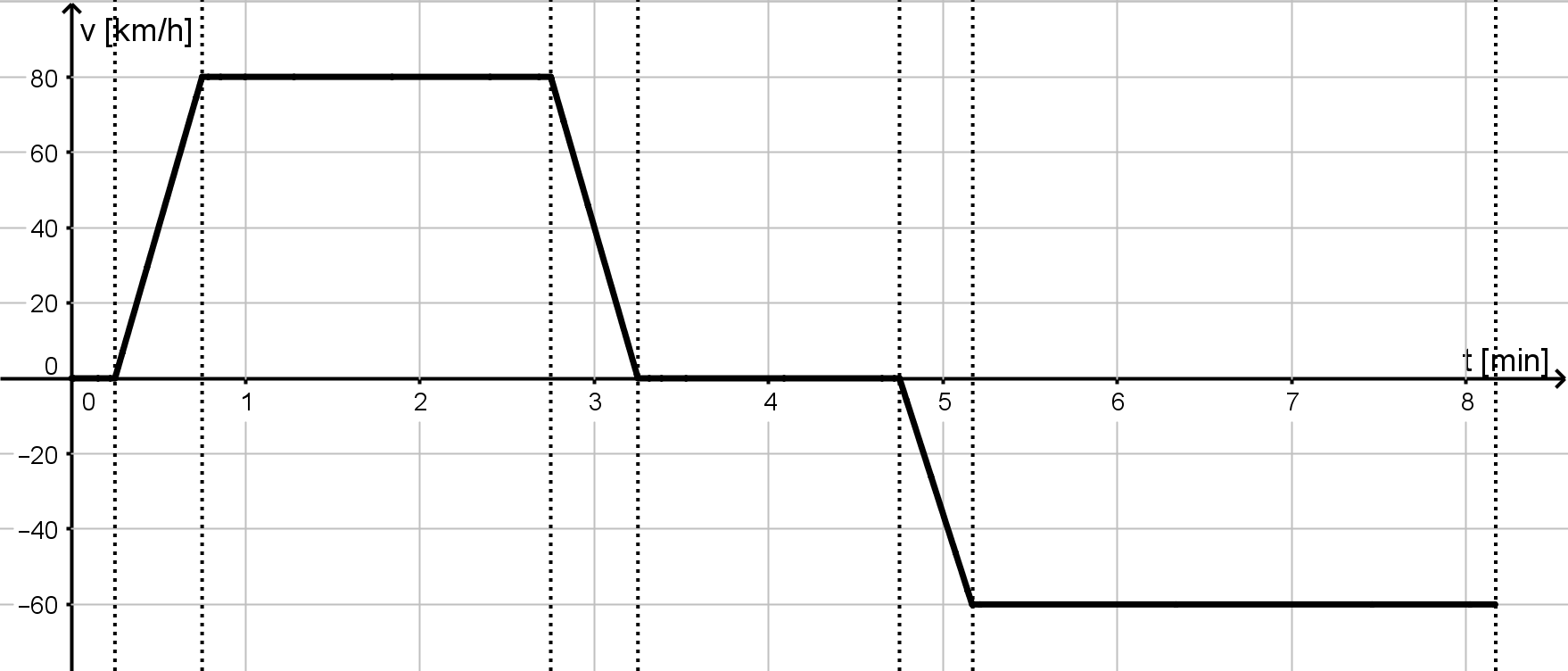
Sie treffen sich nach 4 min (Schnittstelle). Der eine Radfahrer hat 3 km zurückgelegt, der andere 1 km.

**Zu 2.7:**

Skizzieren Sie ein s-t- und ein v-t-Diagramm zu folgendem Bewegungsablauf:

Anfangs steht ein Zug im Bahnhof. Nach 15 s beschleunigt er gleichmäßig, bis er 30 s später 80 km/h erreicht hat. Die nächsten 2 min fährt er mit konstanter Geschwindigkeit. Anschließend bremst der Zug gleichmäßig ab. Nach 30 s Bremsvorgang steht der Zug im nächsten Bahnhof, wo er nach 1,5 min rückwärts losfährt und dabei gleichmäßig innerhalb von 25 s auf 60 km/h beschleunigt. Nach weiteren 3 min, in denen der Zug sich gleichförmig bewegt, passiert der wieder den ersten Bahnhof.





**Zu 3.1:**

Welchen Effekt hat eine Verdopplung der Geschwindigkeit auf die Bremszeit, die nötig ist, um das Auto zum Stillstand zu bringen?

Die Bremszeit wird verdoppelt, da v = at, also

**Zu 3.2:**

Welchen Effekt hat eine Verdopplung der Geschwindigkeit auf den Bremsweg, der nötig ist, um das Auto zum Stillstand zu bringen.

Der Bremsweg wird vervierfacht, da v² = 2as, also .

**Zu 3.3:**

Sie fahren mit 70 km/h auf der Landstraße hinter einem Lkw. Welchen Abstand müssen Sie laut Faustregel mindestens einhalten?

„Halber Tacho“, d. h. mindestens 35 m.

**Zu 4.1:**

Ein Zug bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit und legt in 12 min eine Strecke von 25 km zurück. Welche Geschwindigkeit hat der Zug?

**Zu 4.2:**

Ermitteln Sie die mittlere Geschwindigkeit im Zeitintervall zwischen 2 s und 5 s.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t [s] | 2 | 5 | 10 | 20 | 45 |
| s [m] | 3 | 20 | 15 | 5 | 7,5 |

**Zu 4.3:**

Bestimmen Sie grafisch (Abbildung 3) die momentane Geschwindigkeit bei t = 3 s.



Abbildung 3

**Zu 5.3:**

Eine Regionalbahn fährt mit 90 km/h. Ein Schaffner läuft mit 4 km/h im Zug nach vorn. Die Regionalbahn wird von einem ICE mit 142 km/h überholt. Welche Geschwindigkeit hat der ICE im Bezugssystem „Schaffner“?

vICE bzgl. Schaffner = vICE - vSchaffner - vRegionalbahn = 142 km/h – 90 km/h – 4 km/h = 48 km/h

**Zu 6.3:**

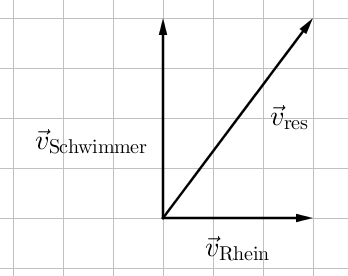
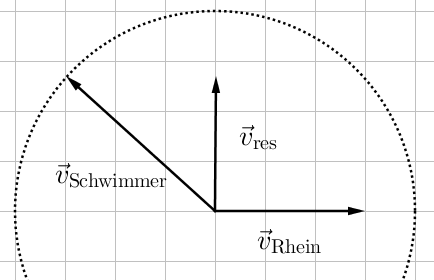
1. Wie lautet die Formel für den zurückgelegten Weg, wenn die konstante Geschwindigkeit, die benötigte Zeit, sowie die Anfangsdistanz gegeben sind?  
   s = vt + s0
2. Stellen Sie diese Formel nach jeder physikalischen Größe um.  
   s0 = s – vt; t = (s – s0)/v; v = (s – s0)/t
3. Geben Sie die Formel für die durchschnittliche Geschwindigkeit in einem Zeitintervall an, wenn sowohl die Länge des Zeitintervalls, als auch die in diesem Intervall zurückgelegte Strecke bekannt sind.  
   v = Δs/Δt

**Zu 6.4:**

Der Hochrhein fließt bei Waldshut mit ca. 3 km/h. Ein Schwimmer möchte die 200 m breite Stelle durchschwimmen um an das Schweizer Ufer zu gelangen. Bei Vorübungen im Schwimmbad erreichte er eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 4 km/h.

Skizzieren Sie den Sachverhalt und zeichnen Sie die beiden Geschwindigkeiten sowie die resultierende Geschwindigkeit des Schwimmers ein, wenn dieser

1. senkrecht zur Fließrichtung schwimmt,
2. so schwimmt, dass er tatsächlich den kürzesten Weg zurücklegt.

Ein Kästchen entspricht 1 km/h

**Zu 7.3:**

Berechnen Sie die Beschleunigung in m/s² eines Autos, das laut Werksangabe von 0 km/h auf 100 km/h in 10 s beschleunigt.

a = Δv/Δt = (100 km/h) / (10 s) ≈ 2,78 m/s²

**Zu 7.6:**

1. Wie lautet die Formel für den zurückgelegten Weg, wenn die konstante Beschleunigung, die benötigte Zeit, die Anfangsgeschwindigkeit sowie die Anfangsdistanz gegeben sind?  
   s = 0,5at2 + v0t + s0
2. Stellen Sie diese Formel nach jeder physikalischen Größe um.  
   s0 = s – 0,5at² - v0t; v0 = (s – s0 – 0,5at²) / t; a = 2(s – s0 – v0t) / a;  
   t = (-v0 ± (v0² + 2as – 2as0)0,5) / a
3. Geben Sie die Formel für die durchschnittliche Beschleunigung in einem Zeitintervall an, wenn sowohl die Länge des Zeitintervalls, als auch die Änderung der Geschwindigkeit in diesem Intervall bekannt sind.  
   a = Δv/Δt

**Zu 7.7:**

Ein Auto fährt mit 100 km/h und bremst dann gleichmäßig mit 5 m/s² ab. Berechnen Sie die benötigte Bremszeit.

v = at; Δt = Δv/a = (100 km/h) / (5 m/s²) ≈ 5,56 s

**Zu 7.8:**

Ein Zug fährt mit 180 km/h und bremst dann gleichmäßig mit 1,5 m/s² ab. Berechnen Sie den benötigten Bremsweg.

v² = 2as; s = v²/(2a) = (180 km/h)² / (3 m/s²) ≈ 833 m

**Zu 7.9:**

Ein Auto fährt mit 100 km/h. Plötzlich taucht auf der Straße ein Reh auf. Nach einer Schrecksekunde bremst der Fahrer gleichmäßig mit -8 m/s² ab. Berechnen Sie den benötigten Bremsweg.

s = v²/(2a) + vtS = (100 km/h)² / (16 m/s²) + 100 km/h ⋅ 1 s ≈ 76,0 m