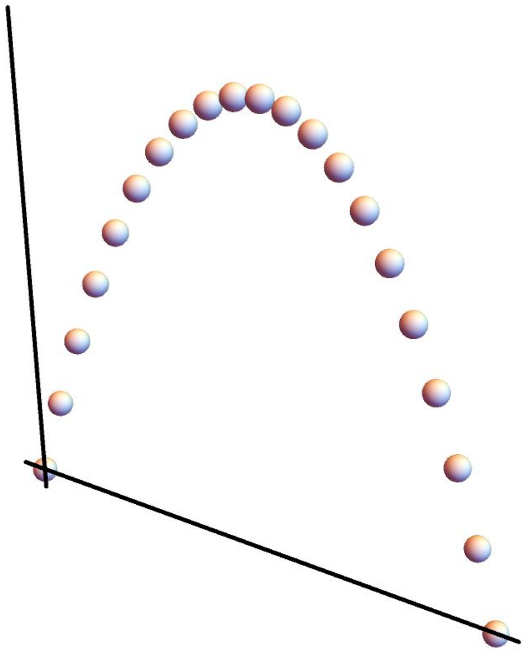
Auffrischungskurs I



01

Kinematik

Reader

In diesem Reader finden Sie unter anderem Lösungen zu Aufgaben, die als Arbeitsblätter in einem separaten Dokument wiedergeben sind:

AK I - 01 - Kinematik - Arbeitsblaetter.pdf

Andreas Jäger
Stand: 12.03.2022

Was Sie hier wiederholen

In diesem Kurs wiederholen Sie die **Bewegungslehre** (Kinematik), die zu Beginn der 11. Jahrgangsstufe an der FOS unterrichtet wurde. Wie der gesamte Stoff aus der 11. Klasse ist die Kinematik unbedingte Voraussetzung dafür, dem Physikunterrichtes in der 12. Klasse inhaltlich folgen zu können.

Wie Sie den Lehrstoff wiederholen

Es gibt zwei Möglichkeiten, den Stoff aus der 11. Klasse ()FOS) **mit Hilfe dieser Arbeitsvorlage** zu wiederholen:

• Es werden zu Beginn der 12. Klasse (FOS) **Unterrichtsstunden zur Wiederholung des Unterrichtsstoffes der 11. Klasse** angeboten (Auffrischungskurse):	Diese Arbeitsvorlage wird sowohl im Aufrischungskurs als auch zuhause zur Vor- und Nachbereitung verwendet. Als Ergänzung hierzu finden Sie weitere Materialen unter **`www.jaeger-salz.de/Physik/12-05-Auffrischung-1.`**
• Es werden **keine** Afrischungskurse angeboten, d.h. Sie wiederholen den Stoff **selbstständig**:	Diese Arbeitsvorlage wird zuhause zum Selbstunterricht verwendet. Als Ergänzung hierzu finden Sie weitere Materialen unter **`www.jaeger-salz.de/Physik/12-05-Auffrischung-1.`**

Was Sie bereits können

1	Lösen linearer und quadratischer Gleichungen	Algebra-Basiswissen
2	Rechnen mit Symbolen	Algebra-Basiswissen
3	Berechnen von Tangenten und Tangentengleichungen linearer und quadratischer Funktionen – Ableitungen	Analysis aus 11T
4	Berechnen von Flächen regulärer geometrischer Körper (Vierecke, Dreiecke)	Geometrie-Basiswissen
5	Bestimmung der Flächen unter irregulären Kurven (z.B. quadratischer Graphen Funktionen) durch das Zählen von Kästchen.	Geometrie-Basiswissen
6	Rechnen mit Vektoren: • Addition zweier Vektoren • Multiplikation von Vektoren mit Skalaren • Lösen einfacher Vektorgleichungen	Geometrie (Vektoren) aus 11T

Inhalt

1 Ort und Bewegung

Die **Position** (der **Ort**; der **Ortspunkt**) eines Körpers wird durch den **Ortsvektor** in einem Koordinatensystem beschrieben. Die **Änderung eines Ortes** mit der Zeit t wird als **Bewegung** bezeichnet:

Koordinatensystem für Bewegung in der **Ebene**:

- Bei **Zeichnungen/Konstruktionen** auf äußere Form achten:
  - **Nicht zu klein** zeichnen !
  - **Achsen senkrecht** aufeinander und mit **Pfeilen** versehen !
  - Achsen **beschriften** (**Einheiten** !) und **skalieren** !
  - **Lineal** verwenden
- Bei **Skizzen**:
  - geringere formale Ansprüche
  - die **wesentliche Aussage** der Skizze muss eindeutig **erkennbar** sein
  - Auch hier: **Lineal** verwenden !

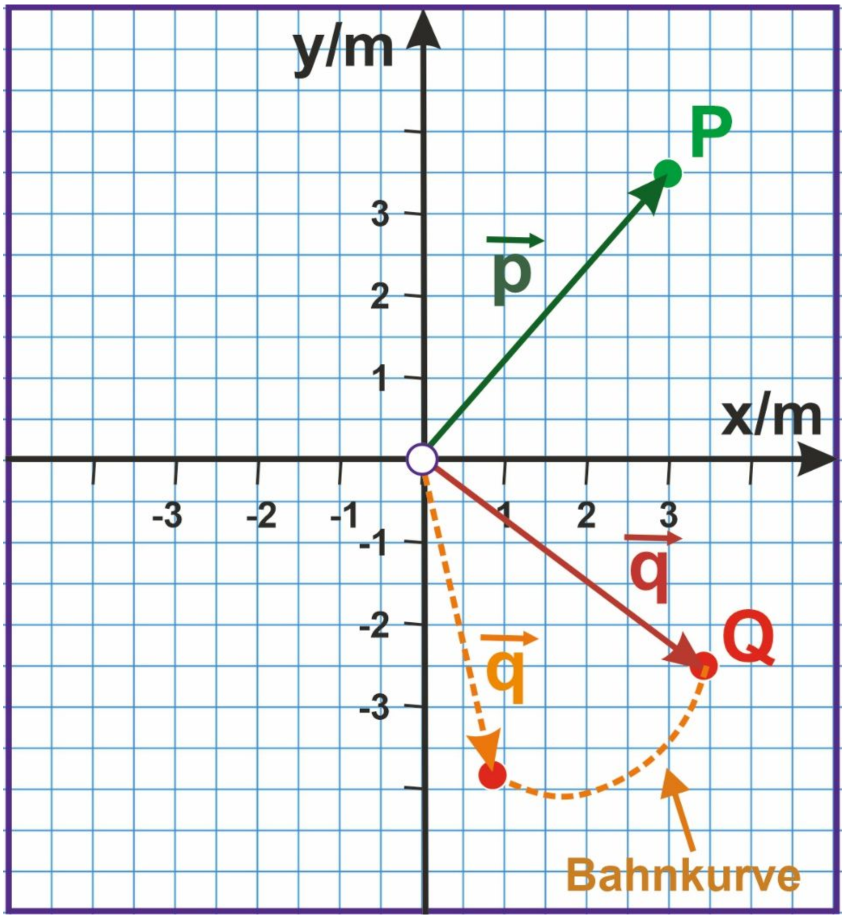
Ortsvektor – ortsfest:

- Ortspunkt P
  Schreibweise: $P(x_P \,/\, y_P)$
- Ortsvektor $\vec{p}$
  Schreibweise: $\vec{p} = \begin{pmatrix} x_P \\ y_P \end{pmatrix}$

Ortsvektor – beweglich (der Ortspunkt bewegt sich in Abhängigkeit von der Zeit t):

- Ortspunkt $Q(t)$
  Schreibweise: $Q[x_q(t) / y_q(t)]$
- Ortsvektor $\vec{q}(t)$
  Schreibweise: $\vec{q}(t) = \begin{pmatrix} x_q(t) \\ y_q(t) \end{pmatrix}$

Punkt **Q(t)** ändert im Laufe der Zeit t seine Position. Damit ändert sich im Laufe der Zeit auch der Ortsvektor $\vec{q}(t)$.



2 Geschwindigkeit als Maß der Bewegung

Ändert ein Körper während der **Zeitdauer Δt** seinen Ortspunkt um die **Strecke Δx**, gilt: $v := \frac{\Delta x}{\Delta t}$ **(Geschwindigkeit)**

FS. S. 15

Mittlere Geschwindigkeit im Zeitraum $[t_1,t_2]$: $v := \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x(t_2)-x(t_1)}{t_2-t_1}$

Momentane Geschwindigkeit zum Zeitpunkt t_1: $v(t_1) = \lim\limits_{t_2 \to t_1} \frac{x(t_2)-x(t_1)}{t_2-t_1} = \dot{x}(t_1)$

Geschwindigkeit in der Ebene: $\vec{x}(t) = \begin{pmatrix} x(t) \\ y(t) \end{pmatrix} \rightarrow \vec{v}(t) = \dot{\vec{x}}(t) = \begin{pmatrix} \dot{x}(t) \\ \dot{y}(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v_x(t) \\ v_y(t) \end{pmatrix}$

Betrag v der **Geschwindigkeit** in der Ebene: $v = |\vec{v}| = \sqrt{{v_x}^2 + {v_y}^2}$

Ein Punkt oberhalb eines physikalischen Größensymboles zeigt an, dass diese physikalische Größe **ein**mal nach der Zeit t abgeleitet wird. Beispiel:

Ortspunkt $x(t) = v\,t \rightarrow$
Geschwindigkeit $\dot{x}(t) = v(t) = v$

Diese Punkt-Schreibweise gilt nur für Ableitungen nach der Zeit t.

3 Beschleunigung als Maß der Geschwindigkeitsänderung

Ändert ein Körper während der **Zeitdauer Δt** seine **Geschwindigkeit** um den Wert Δv, gilt: $a := \frac{\Delta v}{\Delta t}$ **(Beschleunigung)**

FS. S. 16

Mittlere Beschleunigung im Zeitraum $[t_1,t_2]$: $a := \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v(t_2)-v(t_1)}{t_2-t_1}$

Momentane Beschleunigung zum Zeitpunkt t_1: $a(t_1) = \lim\limits_{t_2 \to t_1} \frac{v(t_2)-v(t_1)}{t_2-t_1} = \dot{v}(t_1) = \ddot{x}(t_1)$

Beschleunigung in der Ebene: $\vec{a}(t) = \dot{\vec{v}}(t) = \begin{pmatrix} \dot{v}_x(t) \\ \dot{v}_y(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_x(t) \\ a_y(t) \end{pmatrix}$

Zwei Punkte oberhalb eines physikalischen Größensymboles markieren, dass diese Größe **zwei**mal nach der Zeit abgeleitet wird. Beispiel:

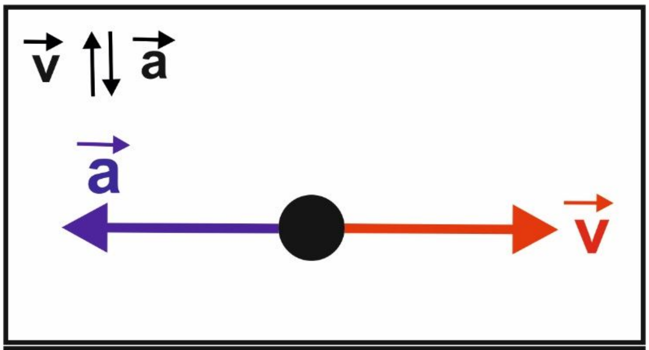
Ortspunkt $x(t) = \frac{1}{2}\,a\,t^2 \rightarrow$
Geschwindigkeit $a(t) = \dot{v}(t) = \ddot{x}(t) = a$

Bewegt sich ein Körper mit konstantem Geschwindigkeitsbetrag, ändert aber seine Richtung, wird auch seine Geschwindigkeit geändert und somit der Körper beschleunigt !

4 Geschwindigkeit und Beschleunigung

Geschwindigkeit $\vec{v}$ und Beschleunigung $\vec{a}$ sind **Vektoren**. Beide Vektoren können in der x-y-Ebene unterschiedliche Richtungen besitzen. Dementsprechend wirkt sich die Beschleunigung $\vec{a}$ unterschiedlich auf die **Bewegungsrichtung** (Richtung der Geschwindigkeit $\vec{v}$) und das **Tempo** v (Betrag der Geschwindigkeit $\vec{v}$) aus. In den folgenden Abbildungen sind jeweils ein Geschwindigkeitsvektor $\vec{v}$ sowie ein Beschleunigungsvektor $\vec{a}$ angezeichnet. Der Beschleunigungsvektor bestimmt, in welche Richtung und/oder um welchen Betrag sich die Geschwindigkeit ändert.

1

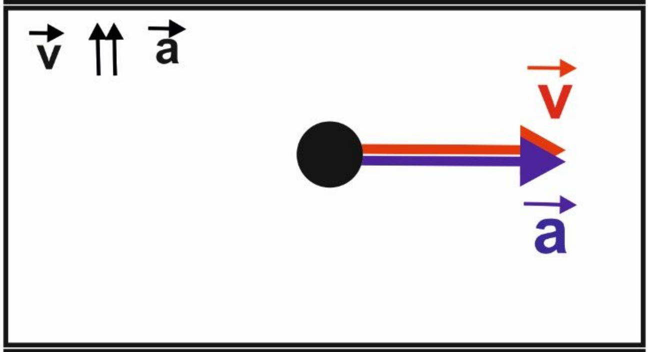


Kreuzen Sie die richtigen Aussagen an:

☐ Die Bewegungsrichtung ändert sich
☐ Der Betrag der Geschwindigkeit nimmt zu
X Der Betrag der Geschwindigkeit nimmt ab
☐ Der Betrag der Geschwindigkeit ändert sich nicht

Raum für Notizen

2

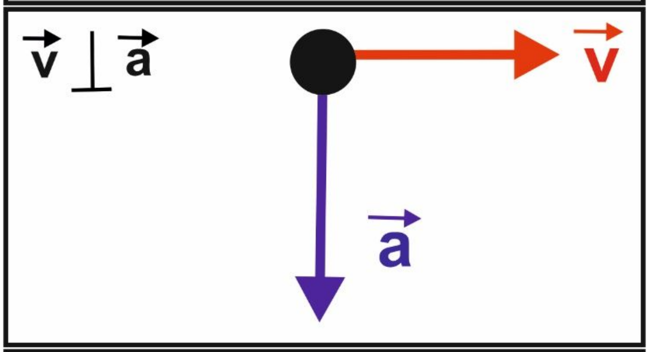


Kreuzen Sie die richtigen Aussagen an:

X Die Bewegungsrichtung ändert sich nicht
X Der Betrag der Geschwindigkeit nimmt zu
☐ Der Betrag der Geschwindigkeit nimmt ab
☐ Der Betrag der Geschwindigkeit ändert sich nicht

Raum für Notizen

3

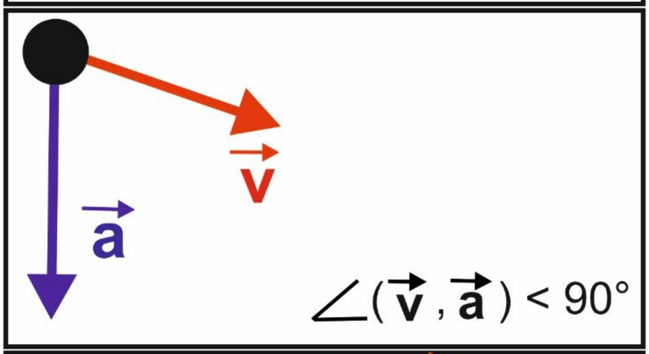


Kreuzen Sie die richtigen Aussagen an:

X Die Bewegungsrichtung ändert sich
☐ Der Betrag der Geschwindigkeit nimmt zu
☐ Der Betrag der Geschwindigkeit nimmt ab
X Der Betrag der Geschwindigkeit ändert sich nicht

Raum für Notizen

4

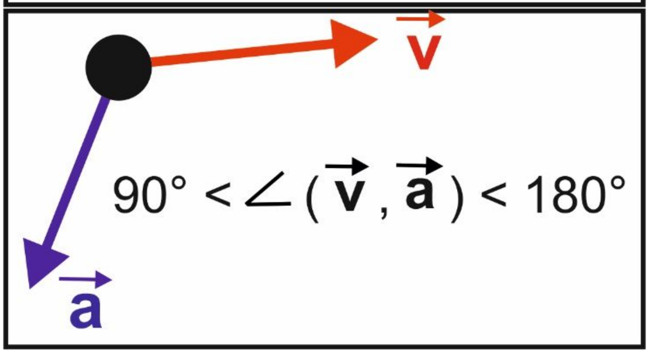


Kreuzen Sie die richtigen Aussagen an:

X Die Bewegungsrichtung ändert sich
X Der Betrag der Geschwindigkeit nimmt zu
☐ Der Betrag der Geschwindigkeit nimmt ab
☐ Der Betrag der Geschwindigkeit ändert sich nicht

Raum für Notizen

5



Kreuzen Sie die richtigen Aussagen an:

☐ Die Bewegungsrichtung bleibt erhalten
☐ Der Betrag der Geschwindigkeit nimmt zu
X Der Betrag der Geschwindigkeit nimmt ab
☐ Der Betrag der Geschwindigkeit ändert sich nicht

Raum für Notizen

Arbeitsblatt 2
AK I - 01 - Kinematik - Arbeitsblaetter.pdf

Formen der Bewegung
mit konstanter Beschleunigung

Konkretisierung

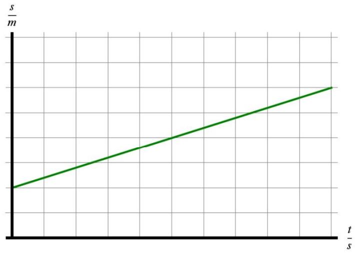
Geradlinige Bewegung

$$s(t) = s_0 + v_0\,t + \frac{1}{2}a\,t^2$$

$a = 0$

Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit

$$s(t) = s_0 + v_0 t$$



$s_0 = h$
$v_0 = 0$
$a = -g$

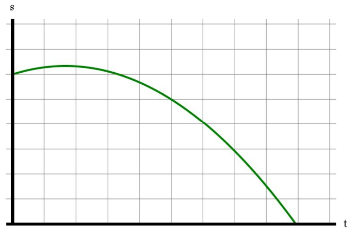
Freier Fall

$$s(t) = h - \frac{1}{2}g\,t^2$$

$s_0 = h$
$v_0 > 0$
$a = -g$

Senkrechter Wurf nach

$$s(t) = h + v_0\,t - \frac{1}{2}g\,t^2$$



$v_0 < 0$
$a < 0$

Bremsendes Auto

$$s(t) = s_0 + v_0\,t + \frac{1}{2}a\,t^2$$

Bewegung in der Ebene

$$\vec{x}(t) = \begin{pmatrix} x_0 + v_{0x}\,t + \frac{1}{2}a_x\,t^2 \\ y_0 + v_{0y}\,t + \frac{1}{2}a_y\,t^2 \end{pmatrix}$$

$x_0 = 0 \quad y_0 = h$
$v_{0x} = v_0 \quad v_{0y} = 0$
$a_x = 0 \quad a_y = -g$

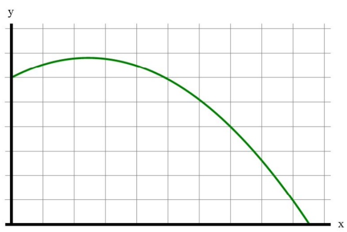
Waagrechter Wurf

$$y(x) = h - \frac{g}{2{v_0}^2}x^2$$

$x_0 = 0$
$y_0 = h$
$a_x = 0$
$a_y = -g$

Schiefer Wurf

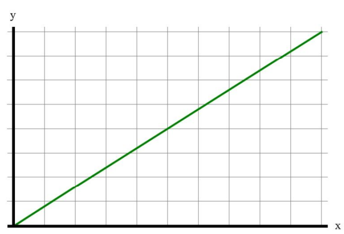
$$y(x) = h + \frac{v_{0y}}{v_{0x}}x - \frac{g}{2{v_{0x}}^2}x^2$$



$x_0 = 0$
$y_0 = 0$
$v_{0x} = 0$
$v_{0y} = 0$

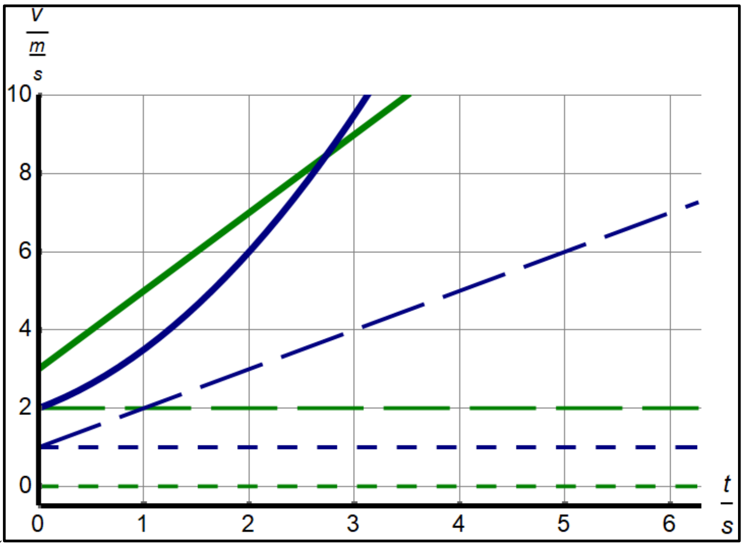
In beide Richtungen konstant beschleunigte Bewegung

$$y(x) = \frac{\mathrm{ay}}{\mathrm{ax}}\,x$$



Abstrahierung

6 Bewegungsdiagramme



a

Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit:

$s(t) = s_0 + v_0\,t$

$v(t) = v_0$

$a(t) = 0$

Bewegung mit konstanter Beschleunigung:

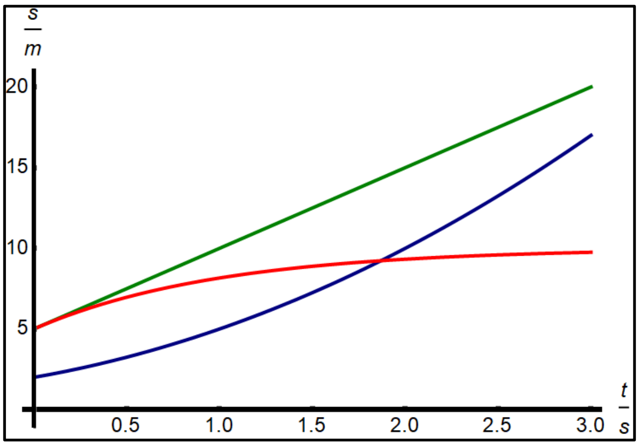
$s(t) = s_0 + v_0\,t + ½\,a\,t^2$

$v(t) = v_0 + a\,t$

$a(t) = a$

6.1 *t-s*-Diagramme

Ortsfunktion s(t) → $\dot{s}(t)$ = Geschwindigkeitsfunktion v(t)



6.1.1

Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit:
Graph der Ortsfunktion s(t) besitzt zu jedem Zeitpunkt die gleiche Steigung (Gerade)
[$s(t) = s_0 + v\,t$]

6.1.2

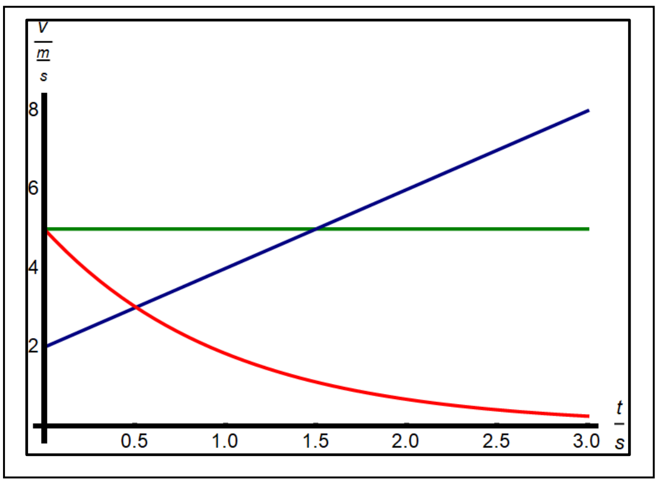
Bewegung mit konstanter Beschleunigung:
Graph der Ortsfunktion s(t) ändert mit der Zeit seine Steigung (Parabel-Ast)
[$s(t) = s_0 + v_0\,t + ½\,a\,t^2$]

6.1.3

Bewegung mit veränderlicher Beschleunigung:
Graph der Ortsfunktion s(t) ändert mit der Zeit seine Steigung. **Kein Parabel-Ast** !

6.2 *t-v*-Diagramme

Geschwindigkeitsfunktion v(t) → $\dot{v}(t)$ = Beschleunigungsfunktion a(t)



6.2.1

Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit:
Graph der Geschwindigkeitsfunktion v(t) verläuft horizontal
[$v(t) = v_0 = \text{const.}$]

6.2.2

Bewegung mit konstanter Beschleunigung:
Graph der Geschwindigkeitsfunktion v(t) (Gerade) besitzt zu jedem Zeitpunkt die gleiche Steigung (**Gerade**)
[$v(t) = v_0 + a \cdot t$]

6.2.3

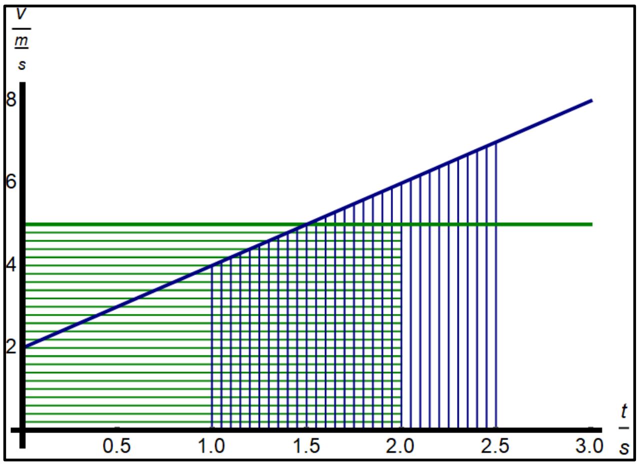
Bewegung mit veränderlicher Beschleunigung:
Graph der Geschwindigkeitsfunktion v(t) ändert mit der Zeit seine Steigung (**keine Gerade**).

Geschwindigkeitsfunktion v(t) → $\int v(t)\,dt$ = Ortsfunktion s(t)

$\int_{x_1}^{x_2} f(x)\,dx$ gibt in der Mathematik die Fläche zwischen der x-Achse und dem Graphen G_f von f zwischen den Intervallgrenzen x_1 und x_2 an.

6.2.4

6.2.5



Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit:

(horizontal schraffierte Fläche)
v(t) = 5,0 $^{m}/_{s}$ = const.

Zwischen t=0 s und t=2,0 s wird eine Strecke von s = 5,0 $^{m/s}$ (2,0 s – 0 s) = 10 m zurückgelegt (**Rechtecks-Fläche**)

Bewegung mit konstanter Beschleunigung:

(vertikal schraffierte Fläche)
v(t) = 2,0 $^{m}/_{s}$ + 1,0 $^{m}/_{s^2}$ t

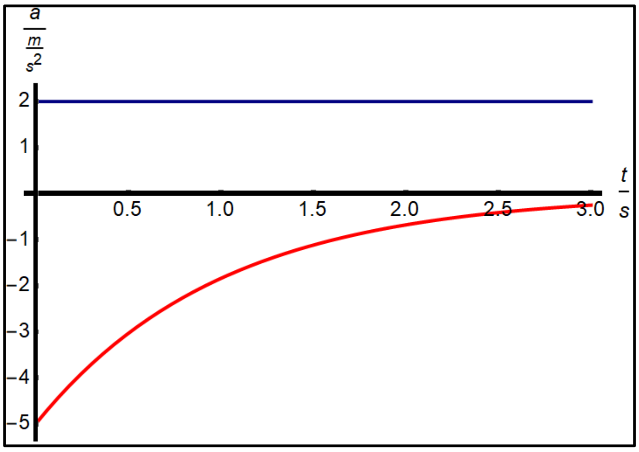
Zwischen t=1,0 s und t=2,5 s wird eine Strecke von s = 2,0 $^{m/s}$ (2,5 s – 1,0 s) + ½ 1,0 $^{m}/_{s^2}$ (2,5 s – 1,0 s)
(Rechtecks-Fläche) (Dreiecksfläche)
= 8,0 m zurückgelegt (**Drei- und Vierecks-Fläche**)

6.3 *t-a*-Diagramme

6.3.1

6.3.2

6.3.3



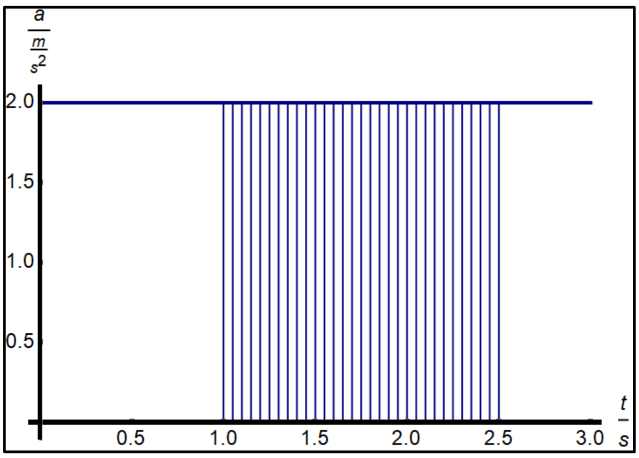
Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit:
Graph der Beschleunigungsfunktion a(t) verläuft auf der t-Achse.
[a(t) = a_0 = 0 zu jedem Zeitpunkt]

Bewegung mit konstanter Beschleunigung:
Graph der Beschleunigungsfunktion a(t) verläuft horizontal
[a(t) = a_0 = const. zu jedem Zeitpunkt].

Bewegung mit veränderlicher Beschleunigung:
Graph der Beschleunigungsfunktion a(t) ändert mit der Zeit seine Steigung.

Beschleunigungsfunktion a(t) → $\int \; a(t)\,dt$ = Geschwindigkeitsfunktion v(t)

6.3.4



Bewegung mit konstanter Beschleunigung:
(vertikal schraffierte Fläche,
a(t) = **2,0** $^{m}/_{s^2}$)

Zwischen t=1,0 s und t=2,5 s erhöht sich die Geschwindigkeit um

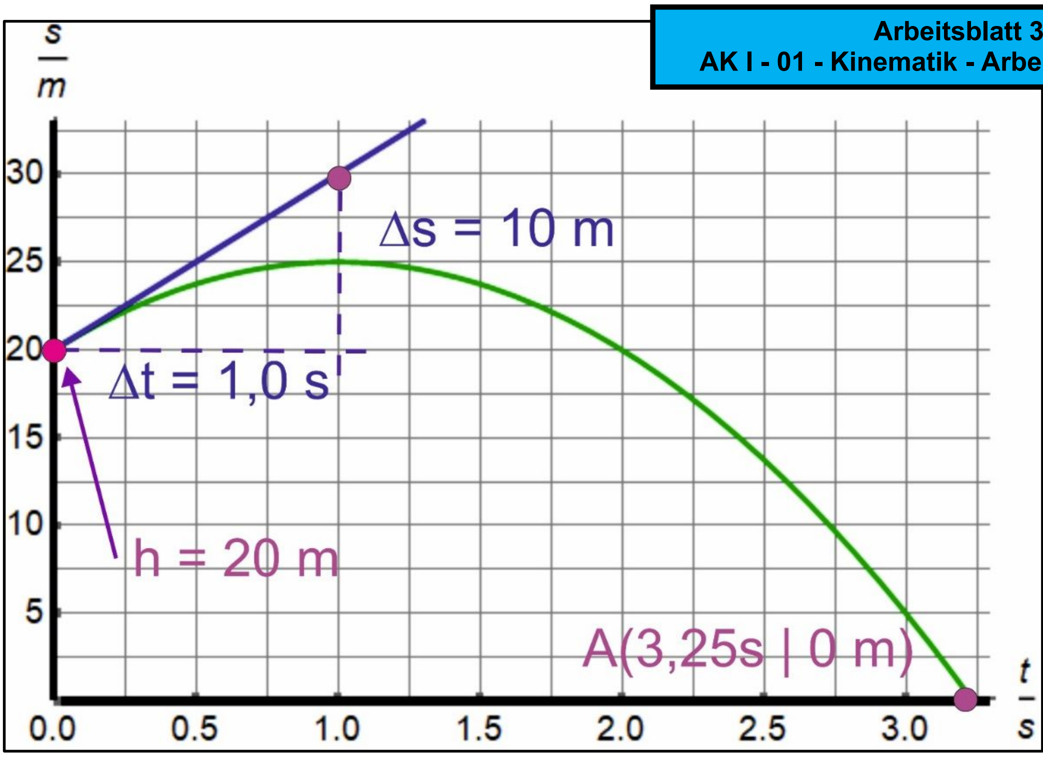
Δv = a Δt = 2,0 $^{m}/_{s^2}$ (2,5 s – 1,0 s) = 3,0 $^{m}/_{s}$.

(**Rechtecks-Fläche**)

7 Graphische Auswertung von Bewegungsdiagrammen

7.1 Graphische Auswertung eines t-s-Diagrammes

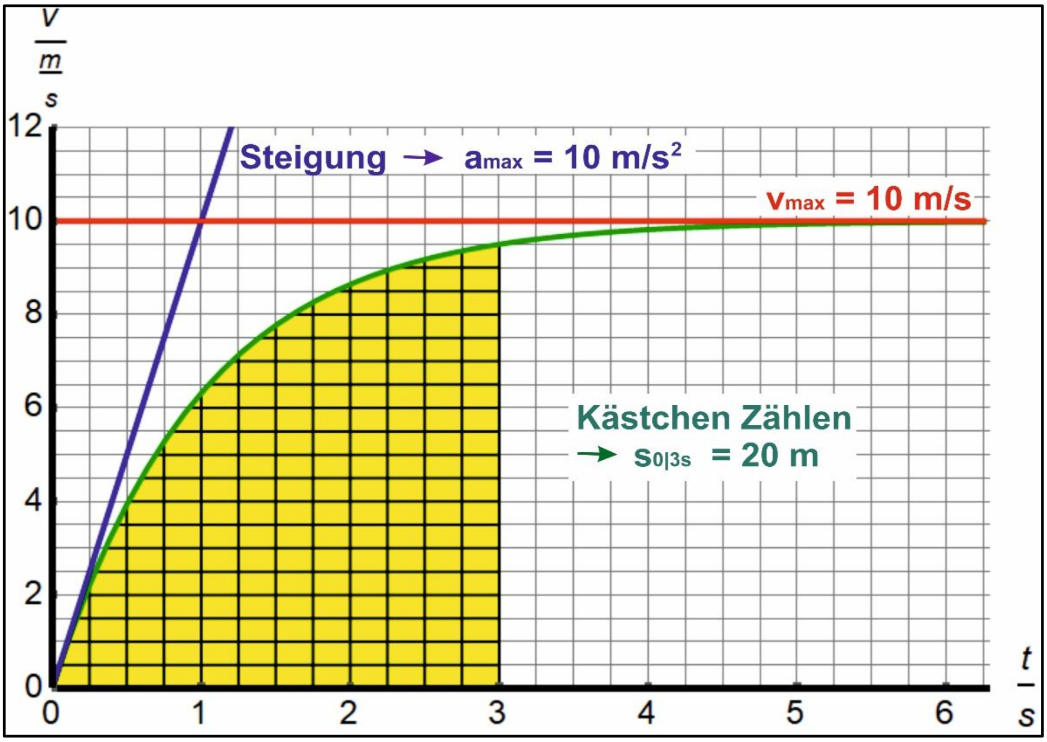
Arbeitsblatt 3
AK I - 01 - Kinematik - Arbeitsblaetter.pdf



Das oben abgebildete t-s-Diagramm gibt die Ortskurve einer Bewegung mit konstanter Beschleunigung wieder.
Ermitteln Sie durch Auswertung der Graphik die Ortsgleichung mit eingesetzten Werten.

Ortsgleichung – **Ergebnis**: $s(t) = 20m\ + 10\ \frac{m}{s}\ t\ - \frac{1}{2} 10\ \frac{m}{s^2}\ t^2$

7.2 Graphische Auswertung eines t-v-Diagrammes



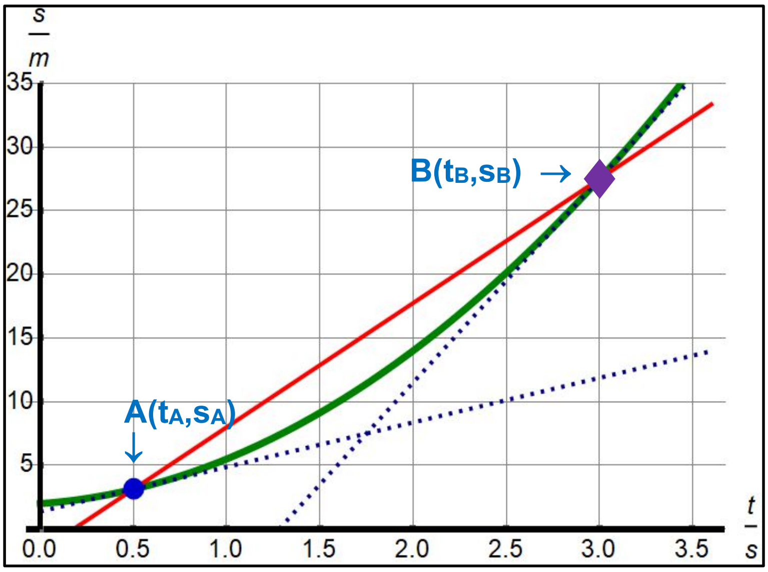
Das oben abgebildete t-v-Diagramm gibt die Ortskurve eines Bewegung mit zeitlich veränderlicher Geschwindigkeit wieder.
Ermitteln Sie durch Auswertung der Graphik folgende Größen:

- Maximale Beschleunigung a_{max}
- Maximale Geschwindigkeit v_{max}
- Strecke $s_{0|3s}$, die innerhalb der ersten 3,0 Sekunden zurückgelegt wurde.

8 Mittlere, momentane und maximale Bewegungsgrößen

Arbeitsblatt 4
AK I - 01 - Kinematik - Arbeitsblaetter.pdf

8.1 Mittlere, momentane und maximale Geschwindigkeit



FS. S. 16

Ortskurve
$s(t) = s_0 + v_0\,t + ½\,a\,t^2$

Ortspunkte von s(t)

Momentane Geschwindgkeit am Ortspunkt $P(x_P|y_P)$:

Mittlere Geschwindigkeit zwischen den Ortspunkten P_1 und P_2:

Maximale Geschwindigkeit:

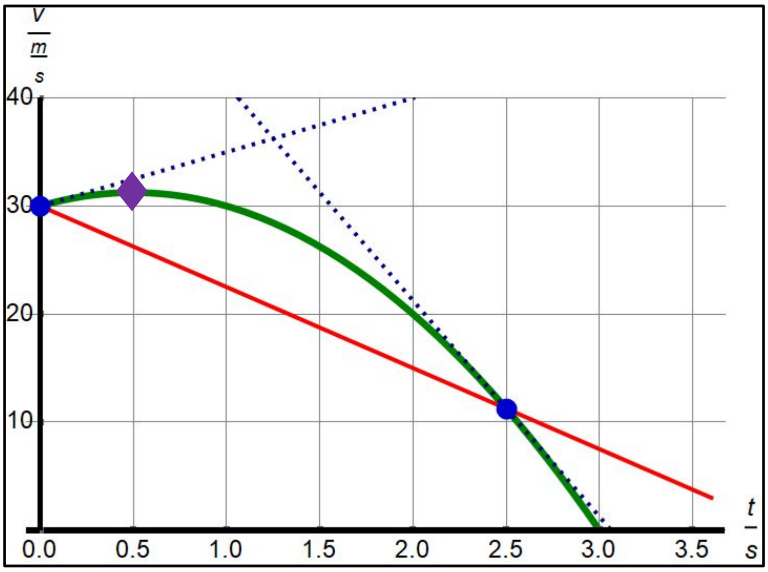
Interpretieren Sie (unter Bezug auf die obige Abbildung) die **mittlere** Geschwindigkeit:

*Ein Körper bewegt sich mit **zeitlich veränderlicher** Geschwindigkeit des Betrages v(t) von einem Ortspunkt des Koordinatenwertes s_A zu einem Ortspunkt des Koordinatenwertes s_B (——). Die **mittlere Geschwindigkeit** ist die **konstante** Geschwindigkeit, mit der sich ein Gegenstand von Punkt A nach Punkt B so bewegt, dass die gleiche Strecke $\Delta s = s_B - s_A$ in der gleichen Zeitdauer $\Delta t = t_B - t_A$ zurückgelegt wird. **Rechnerisch** gilt für den Betrag der mittleren Geschwindigkeit:* $v_{mittel} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{s_B - s_A}{t_B - t_A}$. ***Graphisch** ergibt sich v_{mittel} aus der Steigung der Verbindungsgeraden (——) durch A und B.*

Interpretieren Sie unter Bezug auf die obige Abbildung) die **momentane** Geschwindigkeit:

*Die **momentane Geschwindigkeit** ist die Geschwindigkeit eines Körpers zu einem bestimmten Zeitpunkt (Moment). **Rechnerisch** ergibt sich der Betrag der mittleren Geschwindigkeit zum Zeitpunkt t_A zu* $v_{moment}(t_A) = v(t_A) = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta s}{\Delta t}\Big|_{t=t_A}$. **Graphisch** ergibt sich die momentane Geschwindigkeit zum Zeitpunkt t_A aus der Steigung der Tangenten an s(t) durch A (· · · ·).

8.2 Mittlere, momentane und maximale Beschleunigung



Geschwindigkeitskurve
$v(t) = v_0 + a_0\,t + a_1\,t^2$

Geschwindigkeitspunkte von v(t)

Momentane Beschleunigung zu den Zeitpunkten t=0 und t=2,5 s:

$$a(0) = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{40\frac{m}{s} - 30\frac{m}{s}}{2.0\ s - 0\ s} = 5{,}0\ \frac{m}{s^2}$$

Mittlere Beschleunigung zwischen den Zeiten t=0 und t=2,5 s:

$$a_{mitel} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{12\frac{m}{s} - 30\frac{m}{s}}{2.5\ s - 0\ s} = 7{,}2\ \frac{m}{s^2}$$

Minimale Beschleunigung:

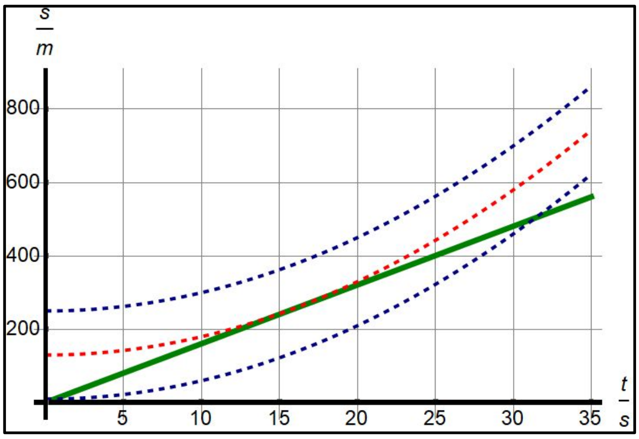
$$a_{min} = 0$$

9 Spezielle Formen der Bewegung

9.1 Überholvorgang

Fahrzeug 1 (———): $s_1(t) = v_1\, t$ $v_1 = 16\ ^m/_s$

Fahrzeug 2 (- - - - -): $s_2(t) = s_{10} + ½\, a\, t^2$ $s_{20} \in \{$**0 m**; **119 m**; **238 m**$\}$ $a = 1{,}0\ ^m/_{s^2}$



- s_{20}=0 m: Fahrzeug 2 überholt Fahrzeug 1 zum Zeitpunkt t_2 (markieren Sie den entsprechenden Ortspunkt)
  s_{20}=119 m: Fahrzeug 2 holt Fahrzeug 1 ein (markieren Sie den entsprechenden Ortspunkt)
  s_{20}=240 m: Fahrzeug 1 bleibt für Fahrzeug 2 unerreichbar.
- Erklären Sie anhand des t-s-Diagrammes den Unterschied zwischen den Begriffen „einholen" und „überholen".
- Berechnen Sie für s_{20} = 0 m die Zeitpunkte t_1 und t_2, an denen sich beide Fahrzeuge am gleichen Ortspunkt befinden.
- Geben Sie an, welches Fahrzeug (für s_{20} = 0 m) zum Zeitpunkt t_2 überholt wird.
- Berechnen Sie a so, dass Fahrzeug 2 Fahrzeug 1 einholt.

9.2 Schiefer Wurf

Abwurf von Bodenniveau aus. **Berechnen Sie allgemein** die Ortsgleichung y=y(x) [nur **Ansatz** und **Lösungweg** skizzieren]

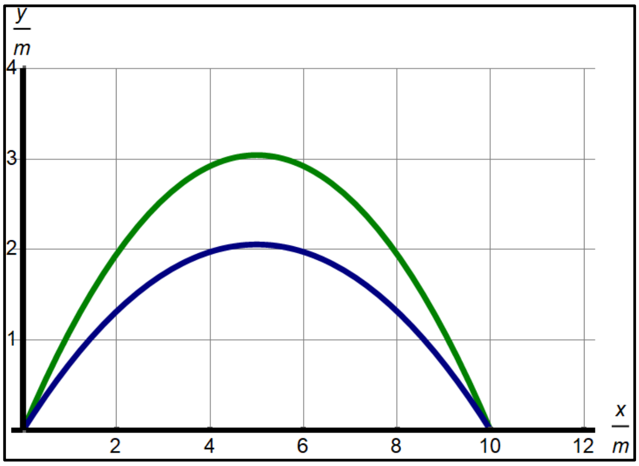
α: Abwurfwinkel *v_0: Betrag der Abwurfgeschwindigkeit*

$$\begin{pmatrix} v_{x0} \\ v_{y0} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v_0 \cos(\alpha) \\ v_0 \sin(\alpha) \end{pmatrix} \rightarrow$$

$v_{x0} = v_0 \cos(\alpha)$ $x(t)=x= v_{x0}\, t= v_0 \cos(\alpha)\, t$ $\rightarrow t = \frac{x}{v_0 \cos(\alpha)} \rightarrow y(x) = x \frac{\sin(\alpha)}{\cos(\alpha)} - \frac{g\, x^2}{2 v_0^2 \cos^2[\alpha]}$

$v_{y0} = v_0 \sin(\alpha)$ $y(t)=y= v_0 \sin(\alpha)\, t - \frac{1}{2} g\, t^2$

Ortsgleichung (Ergebnis): $y(x) = x \operatorname{Tan}[\alpha] - \frac{g\, x^2}{2 v_0^2 \cos^2[\alpha]}$



$h_0 = h_{Auf} = 0$

$x_{auf,1} = x_{auf,2}$

$\alpha_1 < \alpha_2$ **flacher Wurf ⇔ steiler Wurf**

Geben Sie die Ansätze zur Berechnung der folgenden Größen an:

x_{Auf} (Aufprall-Stelle):

y(x)=0 $\rightarrow x_{Auf}$

x_{Max} (Stelle der maximalen Wurfhöhe):

$v_y(t) = v_{0y} - g\, t = 0 \rightarrow t_{Max}$ $\rightarrow x_{Max}$ *oder*
$y'(x) = 0$ $\rightarrow x_{Max}$

y_{max} (maximale Wurfhöhe):

$y_{Max} = y(x_{Max})$

v_{Auf} (Betrag der Aufprall-Geschwindigkeit):

$v_{Auf} = v_0$

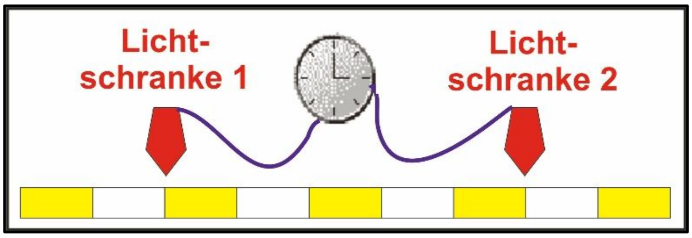
t_{Auf} (Zeitpunkt des Aufpralles = Wurfdauer):

$y(t) = 0$ $\rightarrow t_{Auf}$

10 Messung von Bewegung

Arbeitsblatt 6
AK I - 01 - Kinematik - Arbeitsblaetter.pdf

10.1 Lichtschranken

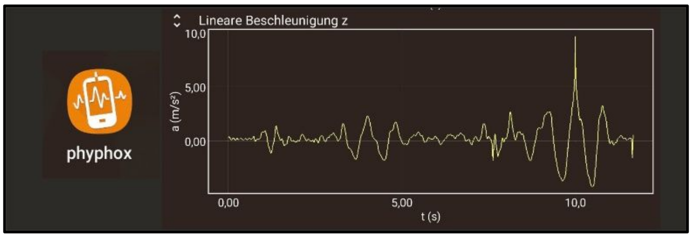


- 2 Lichtschranken im Abstand (Strecke) Δs
- Körper bewegt sich entlang einer Schiene
- Fährt der Körper durch Lichtschranke 1, beginnt die Uhr zu laufen
- Fährt der Körpert durch Lichtschranke 2, stoppt die Uhr → Zeitdauer Δt
- $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$

10.2 Stroboskop

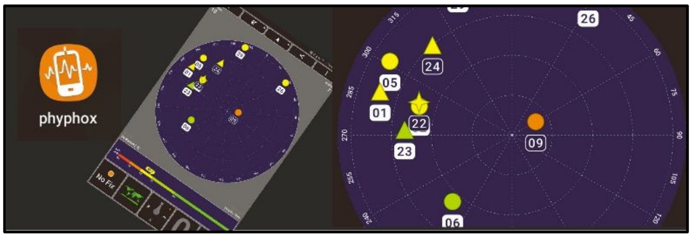
- Stroboskopische Lampe (Blitzt alle Δt s)
- Bewegter Gegenstand wird von Kamera auf einem Einzelbild nur aufgenommen, wenn Stroboskop-Lampe zündet
- Abstände zwischen zwei benachbarten Aufnahmen des Gegenstandes werden gemessen → Δs
- $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$

10.3 Beschleunigungsmesser *



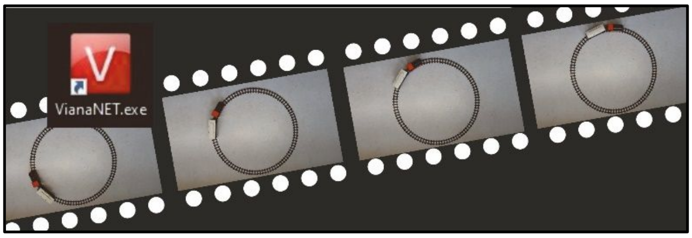
- Messung der Beschleunigungen in x-, y- und z-Richtung (kartesisches Koordinatensystem) z.B. mit phyphox (Android-App)
- Abspeichern der Daten im csv-Format
- Auswertung der Daten mit EXCEL

10.4 GPS *



- Messung der GPS-Daten z.B. mit phyphox (Android-App)
- Abspeichern der Daten im csv-Format
- Auswertung der Daten mit EXCEL

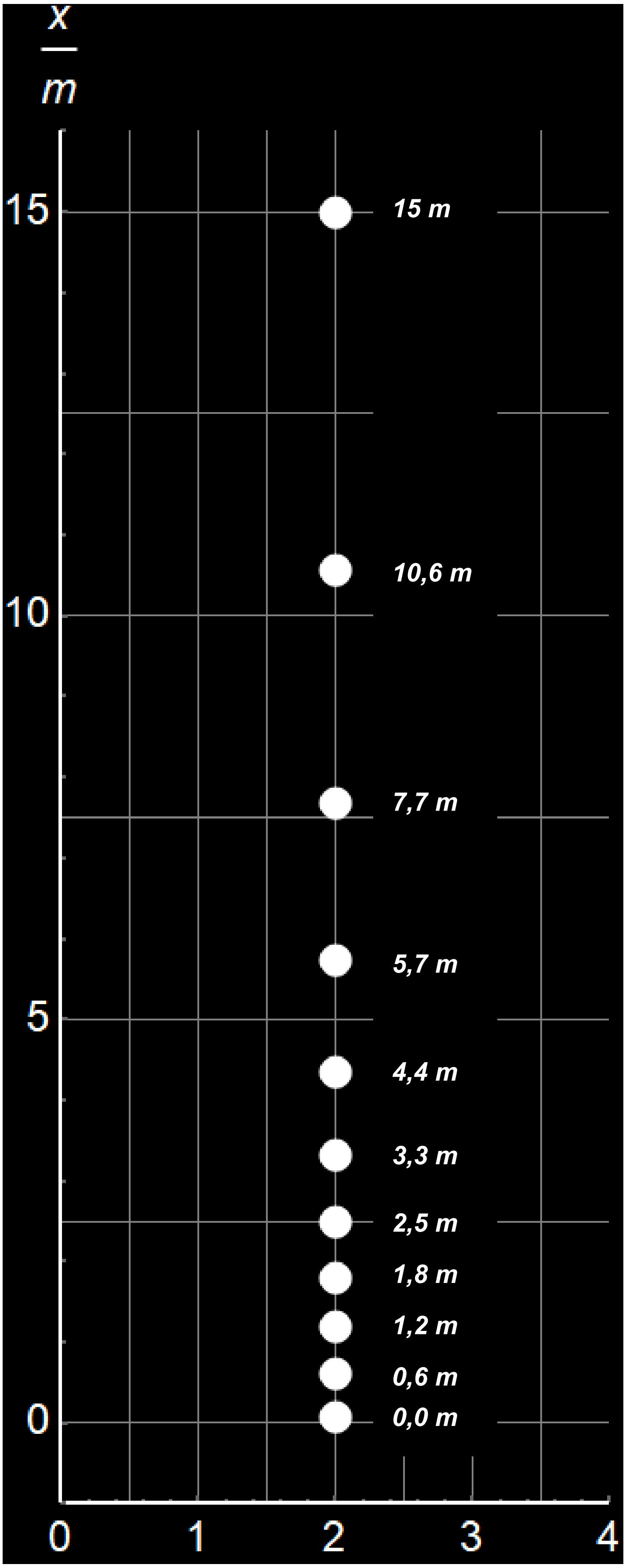
10.5 Videoanalyse *



- Videoaufnahme (z.B. mit Smartphone oder Kamera)
- Einlesen der Video-Datei in ein Video-Analyse-Programm (z.B. VianaNET, Windows-Anwendung)
- Erste Auswertung der Videoaufnahme
- Exportieren der Datein im csv-Format
- Weitere Auswertung der Daten mit EXCEL

Im Physik-Praktikum des 11. Schuljahres haben Sie an der FOSBOS NES in Versuch Nr. 03 diese (mit * markierten) Messverfahren eingesetzt und die Messwerte ausgewertet.

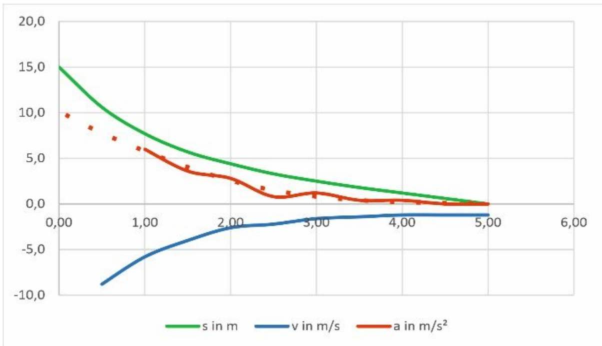
11 Beispiel zur Auswertung einer stroboskopischen Aufnahme



Datei-**Auswertung** mit EXCEL:

t in s	s in m	Δt in s	Δs in m	v in m/s	Δv in m/s	a in m/s²
0,00	15,0					
0,50	10,6	0,50	-4,40	-8,80		
1,00	7,7	0,50	-2,90	-5,80	3,00	6,00
1,50	5,7	0,50	-2,00	-4,00	1,80	3,60
2,00	4,4	0,50	-1,30	-2,60	1,40	2,80
2,50	3,3	0,50	-1,10	-2,20	0,40	0,80
3,00	2,5	0,50	-0,80	-1,60	0,60	1,20
3,50	1,8	0,50	-0,70	-1,40	0,20	0,40
4,00	1,2	0,50	-0,60	-1,20	0,20	0,40
4,50	0,6	0,50	-0,60	-1,20	0,00	0,00
5,00	0,0	0,50	-0,60	-1,20	0,00	0,00

Graphische **Darstellung** der gefragten Diagramme mit EXCEL:



Die rote gepunktete Kurve (• • • •) gibt den möglichen Verlauf von a(t) für Zeiten zwischen t=0 und t=1,0 s wieder (Extrapolation)

Interpretationen:

s(t) im t-s-Diagramm: Der Gegenstand stürzt von der Höhe h=15 m herunter. Der Kurvenverlauf wird mit zunehmender Zeit flacher, d.h. der Betrag der Geschwindigkeit des Balles nimmt ab. Etwa 5,0 s nach dem Abwurf trifft der Ball auf dem Boden auf. Es handelt sich hier um einen **senkrechten Wurf nach unten**.

v(t) im t-v-Diagramm: Die Geschwindigkeit ist negativ und betragsmäßig zu Beginn der Wurfes am größten. Mit zunehmender Fallzeit nimmt der Betrag der Geschwindigkeit ab. Nach etwa 5,0 s trifft der Ball mit einer Geschwindigkeit von etwa -1,5 $^{m}/_{s}$ auf dem Boden auf. Die Abnahme des Geschwindigkeitsbetrages zeigt, dass es sich um eine **gebremste Bewegung** handelt (z.B. durch Luftwiderstand).

a(t) im t-a-Diagramm: Der Graph beginnt bei t=1,0 s (Grund dafür liegt in der Auswertung). Nach vorsichtiger Extrapolation [rote gepunktete Kurve (• • • •)] lässt sich abschätzen, dass die maximale Beschleunigung (Betrag) bei t=0 mit ungefähr a=10 $^{m}/_{s^2}$ auftritt – dies entspricht dem ungefähren Wert der **Erdbeschleunigung** g (=9,81 $^{m}/_{s^2}$)