

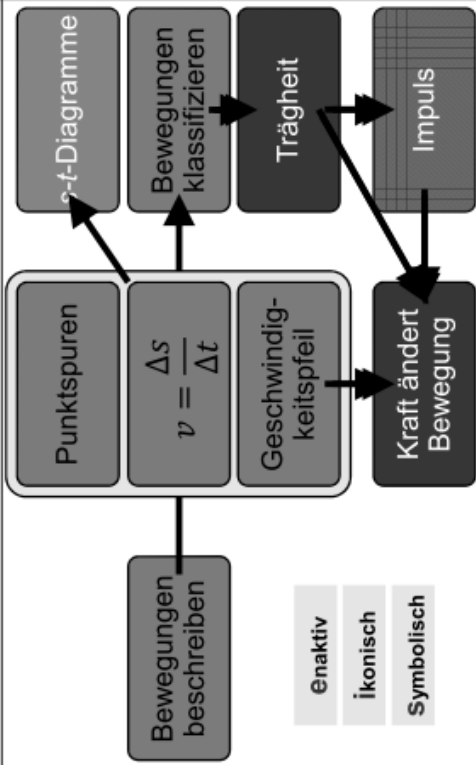
Kinematik erleben und verstehen in Klasse 7/8

0	0	0,05	0,05	
1	0,05	0,08	0,08	
2	0,15	0,15	0,15	
3	0,28	0,23	0,2	
4	0,54			

`<Zeit>2016-01-24 16:24:50`
`<Breite>49.381629740`
`<Höhe>110 m`
`<Zeit>2016-01-24 16:24:55`
`<Breite>49.381737699`
`<Höhe>110 m`

Carl-Julian Pardall
 Hebel-Gymnasium Schwetzingen – RP Karlsruhe – Seminar Heidelberg

Struktur der Lernschritte



Blick in den Bildungsplan

Die Schülerinnen und Schüler können

- Bewegungen verbal und mithilfe von Diagrammen beschreiben und klassifizieren (Zeitpunkt, Ort, Richtung, Form der Bahn, Geschwindigkeit, gleichförmige und beschleunigte Bewegungen)
- Bewegungsdiagramme erstellen und interpretieren (s-t-Diagramm, Richtung der Bewegung)
 - 2.1 Erkenntnisgewinnung 4
 - 2.2 Kommunikation 2, 3, 5, 6
 - 3. M. 3.2.4 Leitidee Funktionaler Zusammenhang
 - 3. MWT 3.2.2.3 Bewegung und Fortbewegung
- aus ihren Kenntnissen der Mechanik Regeln für sicheres Verhalten im Straßenverkehr ableiten (zum Beispiel Reaktionszeit)
 - 2.3 Bewertung 7
 - 3.2.7 Mechanik: Dynamik
 - PG Sicherheit und Unfallschutz
- die Quotientenbildung aus Strecke und Zeitspanne bei der Berechnung der Geschwindigkeit erläutern und anwenden ($v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$)
 - 2.1 Erkenntnisgewinnung 6, 8
 - 2.2 Kommunikation 2
 - 3.1 Leitidee Zahl – Variable – Operation

Zeitpunkt, Ort, Form der Bahn

Womit kann man eine Bewegung beschreiben?

Fitness-App



```

GPX-Track vereinfacht
<Zeit>2016-01-24 16:24:50
<Breite>49.381629740 Länge="8.679375573">
<Höhe>110 m
<Zeit>2016-01-24 16:24:55
<Breite>49.381737699 Länge="8.679371550">
<Höhe>110 m
<Zeit>2016-01-24 16:25:00
<Breite>49.381871055 Länge="8.679325869">
<Höhe>110 m
    
```

Bewegungen beschreiben durch messen von

- Zeitpunkt t (time)
- zugehörigem Ort s (site)

Zeitpunkt, Form der Bewegung

Mit Punktpuren

- Zeitpunkt t und Zeitspanne Δt unterscheiden
- Ort s und Δs unterscheiden
- $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ begreifen

$\Delta t = 1,0\text{ s}$, $\Delta s = 0,05\text{ m}$, $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$

t	s	Δs	Δt	v
0	0	0	0,05	0,05
1	0,05	0,05	0,08	0,08
2	0,13	0,13	0,15	0,15
3	0,28	0,28	0,23	0,23
4	0,51	0,51	0,2	0,2

Erstellen der Punktpur

Bezeichnete Punktpur

Messwert-Tabelle mit Auswertung

Enaktiv **ikonisch** **Symbolisch**

Carl-Julian Pardall Kinematik: ertoben und verstanden

Zeitpunkt, Form der Bewegung

Mit Geschwindigkeitspfeilen

- Geschwindigkeitsbetrag und Bewegungsrichtung zusammenfassen
- den vektoriellen Charakter verstehen

Geschwindigkeit: Betrag und Richtung

Pfeile legen zu konkreten Bewegungen

Pfeilbilder

Pfeile mit Maßstab

Enaktiv **ikonisch** **Symbolisch**

Carl-Julian Pardall Kinematik: ertoben und verstanden

Zeitpunkt, Ort, Form der Bahn

Welche Rolle spielt die Richtung der Bewegung?

$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$

Richtung

Zeitpunkt, Ort, Form der Bahn

geradlinig **Geschwindigkeitspfeil**


gleichförmig zeigt immer in die gleiche (oder entgegengesetzte) Richtung

beschleunigt bleibt gleich

ändert sich (Betrag und/oder Richtung)

Enaktiv **ikonisch** **Symbolisch**

Carl-Julian Pardall Kinematik: ertoben und verstanden

<p>Mit s-t-Diagrammen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bewegungen in einer anderen Form darstellen • durch Mathematisierung Bewegungen besser verstehen 		<p>Bewegungen im Diagramm erfahren</p>	<p>s-t-Diagramm</p>	<p>Geschichte, Steigungsdreieck, Geschwindigkeit als Steigung</p>	<p>ikonisch</p>	<p>Symbolisch</p>
<p>C.-J. Pardall</p>		<p>Kinematik erleben und verstehen</p>		<p>9</p>		

<p>Überblick</p>					
<p>Punktspur mit einer Modell-Lok</p>	<p>Punktspur mit einem Modell-Auto</p>	<p>Punktspur mit einer Murmel</p>	<p>Bewegungen darstellen mit LiveVideoStrobe</p>	<p>Videoanalyse sinnvoll einsetzen</p>	<p>Mit Pfeilen arbeiten – Sprechaniässe schaffen</p>
<p>Mathematisierung: Diagrammarbeit</p>	<p>Dynamik: Wege zur Kraft</p>	<p>Überblick über Schulbücher</p>	<p>C.-J. Pardall</p>		
<p>Kinematik erleben und verstehen</p>			<p>11</p>		

<p>Ein Blick zurück ...</p>
<p>Quellen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bildungsplan 2016 Baden-Württemberg, Gymnasium Physik • R. Kienle, C.-J. Pardall (Hg.): Universum Physik 7/8 BW. Cornelsen, Berlin 2016 • R. Kienle, C.-J. Pardall (Hg.): Universum Physik 7/8 BW Lösungen. Cornelsen, Berlin 2017 • M. Kramer: Physik als Abenteuer II. Aulis, Hallbergmoos 2015 • M. Kramer: Mathematik als Abenteuer III. Kallmeyer, Seelze 2016 • Alle Fotos: Carl-Julian Pardall
<p>C.-J. Pardall</p>
<p>Kinematik erleben und verstehen</p>
<p>10</p>

Punktspur mit der Modell-Lok

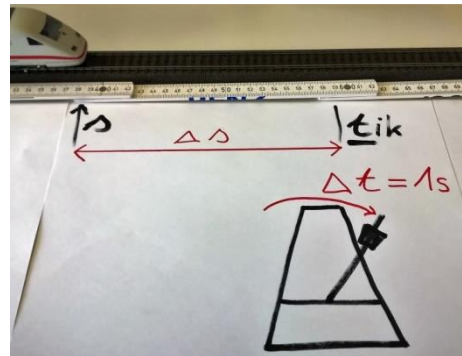
Ziel

Mit einem „traditionellen“ Versuchsaufbau erzeugt man eine Punktspur, an der man den Unterschied zwischen Zeitpunkt und Zeitspanne bzw. Ort und Strecke erarbeitet und die Geschwindigkeit als $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ einführt.

Material: Modell-Lok mit Zubehör; Metronom oder Metronom-App (60 bpm); Papierbahn; Stifte

Einsatz im Unterricht

- Funktion des Experiments¹:
Begriffe kontrastieren
- Demonstrationsexperiment mit Schülerbeteiligung
- Inhaltliche Voraussetzungen: Ort, Zeit, Punktspur
- Modellierung verdeutlichen: geradlinige Bewegung; Ortsangabe nur als Entfernung zum Start statt durch kompletten Koordinatensatz
- Geschwindigkeit nicht konstant halten, um anschließend einen Redeanlass bei der Erarbeitung zu haben
- Papierbahn an der Tafel aufhängen, Größen bei der Erarbeitung markieren (s. Foto)
- Bei der Berechnung der Geschwindigkeit mit „versetzten“ Tabellenzellen arbeiten (s. Foto)
- Papierbahn später als Übergang von der Punktspur zum s - t -Diagrammen nutzen: Senkrecht an Tafel neben die s -Achse hängen, Startlinie auf Höhe der t -Achse (vgl. z.B. Universum 7/8, S. 155)



t in s	s in m	Δs in m	v in $\frac{m}{s}$
0	0	-	0
1	0,05	0,05	0,05
2	0,13	0,08	0,08
3	0,28	0,15	0,15
4	0,51	0,23	0,23

Experimentelle Hinweise

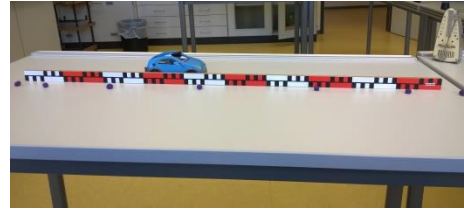
- Schülerin/Schüler den Ort der Lok mit Strichen markieren lassen. Vorher zwei bis drei Übungsdurchgänge mit geschlossenem Stift. Es ist nicht einfach!
- Daher Steuerung der Lok vorher so üben, dass die Bewegung immer ähnlich verläuft!
- Arbeitsauftrag während der Durchführung: Anlegen der Tabelle für t und s

¹ vgl. <http://www.physik.uni-regensburg.de/forschung/rincke/Materialien/grundlagentext3.pdf> (22.06.17)

Punktspur mit einem Modell-Auto

Ziel

Mit einem Schülerexperiment erzeugt man eine geradlinige Punktspur, an der man den Unterschied zwischen Zeitpunkt und Zeitspanne bzw. Ort und Strecke und den Umgang mit der Geschwindigkeit als $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ einübt.



Material: Modell-Auto; Tisch mit Unterlage (z.B. Holzklötze), Metermaß; Metronom oder Metronom-App (60 bpm); kleine Knetkugeln

Einsatz im Unterricht

- Funktion des Experiments²:
Begriffe kontrastieren, Umgang mit dem Material schulen
- Schülerexperiment, auch als Heimexperiment möglich (vgl. z.B. Universum 7/8, S. 153, V1)
- Inhaltliche Voraussetzungen: Ort, Zeit, Punktspur, je nach Einsatz: $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$, Geschwindigkeitspfeile
- Als Übung nach dem Modell-Lok-Experiment oder als Alternative dazu
- Differenzierend einsetzen zu „Punktspur mit einer Murmel“ (s.u.)
- Bei der Berechnung der Geschwindigkeit mit „versetzten“ Tabellenzellen arbeiten (s. Foto)
- Später als Aufgabe beim Übergang von der Punktspur zum s-t-Diagrammen nutzen (vgl. z.B. Universum 7/8, S. 155)

t in s	Δs in m	Δt in s	v in $\frac{m}{s}$
0	0	-	0
1	0,05	0,05	0,05
2	0,13	0,08	0,08
3	0,28	0,15	0,15
4	0,51	0,23	0,22

Alternative

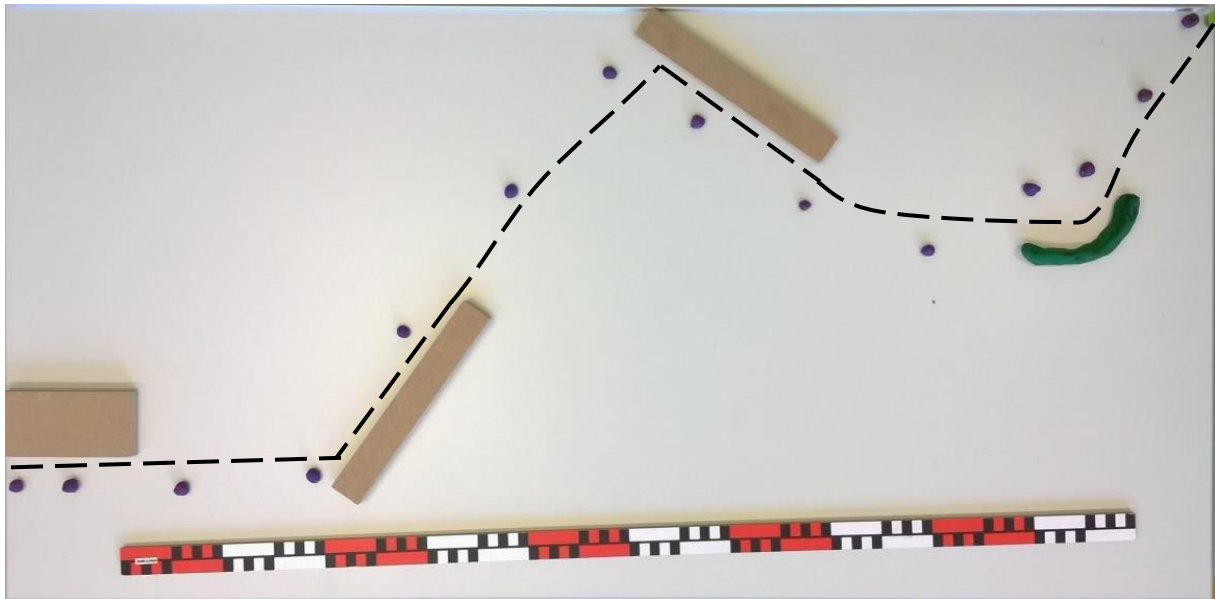
- Fertiges Foto (s.u.) zum Auswerten als Aufgabe geben
- Schüler selbst Foto oder Film (Videoanalyse) erstellen lassen

Experimentelle Hinweise

- s. Universum 7/8, S. 153, V1
- Wenn man das Auto losrollen lässt, ohne es anzuschubsen, ist die Fahrt erfahrungsgemäß einigermaßen reproduzierbar. Das erlaubt es, die Knetkugeln nach und nach zu setzen. (Es ist erfahrungsgemäß nicht ganz einfach, mehr als etwa drei Knetkugeln bei einem Durchlauf zu legen.)



Punktspur mit einer Murmel



Ziel

Mit einem Schülerexperiment erzeugt man eine nicht-geradlinige Punktspur, an der man den Unterschied zwischen Zeitpunkt und Zeitspanne bzw. Ort und Strecke und den Umgang mit der Geschwindigkeit als $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ und dem Geschwindigkeitspfeil einübt.

Material: Murmel; Tisch mit Unterlage (z.B. Holzklötze), Hindernisse (z.B. Holzklötze, Knete, Bücher); Metermaß; Metronom oder Metronom-App (60 bpm); kleine Knetkugeln

Einsatz im Unterricht

- Funktion des Experiments³:
Begriffe kontrastieren, Umgang mit dem Material schulen
- Schülerexperiment, auch als Heimexperiment möglich (vgl. z.B. Universum 7/8, S. 153, V2)
- Inhaltliche Voraussetzungen: Ort, Zeit, Punktspur, je nach Einsatz: $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$,
Geschwindigkeitspfeile
- Als Übung nach dem Modell-Lok-Experiment oder als Alternative dazu
- Differenzierend einsetzen zu „Punktspur mit einer Murmel“ (s.u.)
- Bei der Berechnung der Geschwindigkeit mit „versetzten“ Tabellenzellen arbeiten (s.o.)

Alternative

- Fertiges Foto (s.u.) zum Auswerten als Aufgabe geben
- Videoanalyse

Experimentelle Hinweise

- s. Universum 7/8, S. 153, V1
- Wenn man die Murmel losrollen lässt, ohne sie anzuschubsen, ist die Bewegung erfahrungsgemäß einigermaßen reproduzierbar. Das erlaubt es, die Knetkugeln nach und nach zu setzen. (Es ist erfahrungsgemäß nicht ganz einfach, mehr als etwa drei Knetkugeln bei einem Durchlauf zu legen.)

³ vgl. <http://www.physik.uni-regensburg.de/forschung/rincke/Materialien/grundlagentext3.pdf> (22.06.17)

Bewegungsaufnahme mit LiveVideoStrobe

Ziel

Mit der freien Software LiveVideoStrobe⁴ kann man mit einer Webcam sehr einfach Stroboskopbilder erzeugen

Material: Computer, Webcam, geeigneter Hintergrund, evtl. Drucker

Einsatz im Unterricht

- Explorativer Einstieg als Vorstufe zu Punktspuren
- Eine weitere Möglichkeit, ähnlich wie bei Punktspuren Bewegungen mit konstanter Zeitspanne zwischen den Einzelaufnahmen aufzunehmen und die Bilddatei qualitativ und/oder quantitativ auszuwerten
- Der Spiel- und Spaßfaktor ist auch für Schülerinnen und Schüler schön.

Experimentelle Hinweise

- Ein heller Hintergrund und eine gute Ausleuchtung sind hilfreich.
- In der Bilddatei wird automatisch die Frame-Rate angegeben, sodass man die Zeitspanne zwischen den Bildern bestimmen kann.

Einsatz der Videoanalyse-Software Tracker

Ziel

Tracker ist eine sehr mächtige frei verfügbare Videoanalyse-Software, die man gewinnbringend im Unterricht einbringen kann

Material: Computer mit „Tracker“, Videos

Einsatz im Unterricht

- In der 7./8. Klasse habe ich Tracker genutzt, um fertig ausgewertete Filme für den Unterricht zu erzeugen.
- Bisher habe ich nur Schülerinnen und Schüler der Kursstufe mit Tracker selbstständig arbeiten lassen – dies aber sehr erfolgreich.
- Die Anleitung auf den nächsten beiden Seiten stammt von meinem Fachberaterkollegen Rainer Schajor aus Ladenburg. Auch meine Schülerinnen und Schüler sind damit sehr gut zurecht gekommen.

Experimentelle Hinweise

- Die Verschlusszeiten einer „normalen“ Kamera sind meistens so lang, dass es relativ schnell dazu kommt, dass Bewegungen verschmiert erscheinen. Eine relativ günstige Möglichkeit, dies zu umgehen, sind Hochgeschwindigkeitskameras mit 120 oder 240 fps. Einige Smartphones können dies schon, ebenso einige Fotokameras für weniger als 200 €.
- Da Tracker von einer amerikanischen Universität entwickelt wurde und auch im universitären Bereich eingesetzt wird, steht zu erwarten, dass die Software noch längere Zeit gepflegt wird.

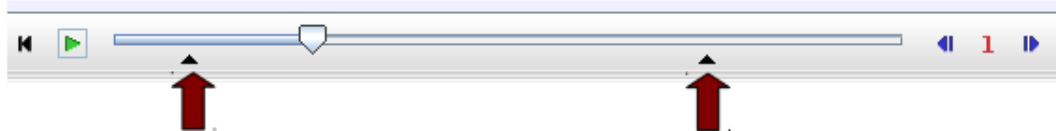
⁴ http://www.thomas-wilhelm.net/LVS/LVS_21.exe,
weitere Infos: <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/view/424/570>

Kurzanleitung zu Tracker

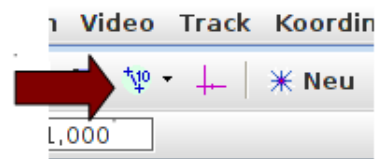
Bewegungen analysieren

Video einlesen und Track erstellen

1. Video laden (Datei → Öffnen) und eine Auswahl des Videobereichs treffen, der analysiert werden soll. Dazu die schwarzen Marker unter der Timeline verschieben.



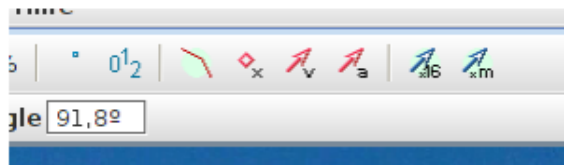
Die nächsten Schritte erfolgen in der Reihenfolge der abgebildeten 3 Symbole in der Leiste.



2. Video kalibrieren: Die Option Neu → Measuring Stick (=calibrating stick) wählen und eine bekannte Länge im Video markieren. Die Länge in Meter eintragen.
3. Achsen festlegen: Ursprungsposition und Achsenneigung der Bewegung angemessen wählen.
4. Objekt benennen: Neu → Massenpunkt: Es erscheint ein neues Feld mit einem Namen z.B. Masse A. Mit Rechtsklick auf dieses Feld kann man dem Objekt einen anderen Namen geben, ein neues Symbol, eine andere Farbe und ggf eine Masse zuweisen.
5. Messung durchführen: (Achsen und calibration stick ausblenden)
 - a) von Hand: Shift Taste drücken und mit der Maus den Messpunkt anklicken. Video springt automatisch zum nächsten Bild.
 - b) mit Autotracker: Wenn das Objekt sich gut farblich abhebt oder eine charakteristische Form hat. Ctrl-Shift drücken und die runde Kreismarke auf dem Objekt im Bild platzieren und anklicken. Es öffnet sich das Autotrack-Fenster. Im Fenster auf Search klicken und prüfen, ob das Objekt erkannt und weiterverfolgt wird. Falls nicht mit Ctrl-Shift und Klick nochmals markieren.

Videotrack und Daten anzeigen

Die im Video eingetragenen Messpunkte können mit den abgebildeten Schaltern ein- und ausgeblendet werden, sowie mit zusätzlichen Vektoren veranschaulicht werden.



Im rechten Fenster werden automatisch ein Plot und die Datentabelle angezeigt. Weitere Variable können zugefügt werden.

Im Plot werden die anzuzeigenden Werte durch Klick auf das Achsensymbol (z.B. x oder t) ausgewählt. Der Plot kann groß dargestellt werden durch Klick auf das oben rechts im Plot befindliche Dreieck. Durch Anklicken der Achse können auch zwei Datenreihen angezeigt werden (Menüpunkt: vergleichen).

Analyse der Daten

1. gewünschtes Diagramm aussuchen
2. Rechtsklick im Diagramm → Analysiere
Es öffnet sich ein neues Fenster mit dem ausgewählten Plot. Über die Auswahlfelder sind u.a. statistische Daten (Maxima, Minima, Mittelwert...) sowie die Steigung an jedem Punkt der Kurve verfügbar.
Mit der Auswahl von Fit kann eine Funktion angepasst werden. Im Feld Fitname können einige Standardfunktionen ausgewählt oder im Feld Fit Equation eine eigene Funktion erzeugt werden.

dynamischen Spurmodells über DGL

1. im Menü: Tracks → New Dynamic Particle Model Cartesian
2. Eingabe der Kräfte f_x , f_y . z.B. für den freien Fall $f_x = 0$, $f_y = -9.81 \cdot m$
3. Startwerte für t , x , y , v_x , v_y eingeben
4. Parameter mit deren Wert eingeben, z.B. einen Reibungskoeffizienten, falls der in der Differentialgleichung vorkommt. Automatisch wird dann die neue Kurve sowohl im Videobild angezeigt, als auch in den Plots.

Spektren analysieren

Lage und Intensität von Spektrallinien bzw. Interferenzbildern analysieren

1. Video/Bild des Spektrums laden
2. Achsenkreuz einzeichnen, beliebige Lage
3. Kalibrieren: Auf den mitgelieferten Videobildern sind hierzu zwei Kalibrationslinien (kleine Flecke grün und rot) zu sehen. Kalibration erfolgt mit: Calibration Points. Beide Punkte mit Shift+Klick auswählen. Im Menübalken erscheinen die Koordinaten. axes: x-only auswählen und die Wellenlängen der beiden Kalibrationslaser in die x-Koordinaten eingeben. (grün 543.5 nm, rot 632.8 nm)
4. Track erzeugen: New Line Profile
Im Menübalken einen Wert für spread eingeben z.B. 20 (d.h. die Intensität wird über 20 senkrecht übereinander liegende Pixel gemittelt)
5. Messen: Shift gedrückt halten und den Marker von rechts nach links über das Spektrum ziehen. Werte und Graph werden rechts angezeigt.
6. Auswertung: Rechtsklick im Diagramm → Analysiere
Mit der Auswahl von Coordinates ist die Lage von Spektrallinien und die zugehörige Intensität auswertbar.

Mit Pfeilen arbeiten – Sprechanlässe schaffen

Ziel

Das Konzept der vektoriellen Größe ist grundlegend für ein Verständnis der Mechanik. Je öfter sich Schülerinnen und Schüler mit ihm auseinandersetzen, desto besser. Das Legen von Pfeilen verbindet den handelnden Umgang mit dem Material mit der Vorläufigkeit eines Lernprodukts.

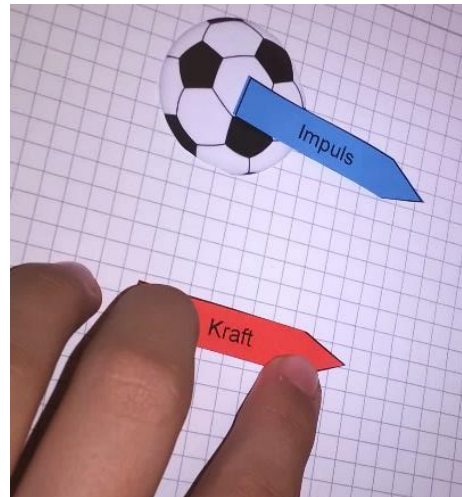
Material: kleine Papierpfeile für Geschwindigkeit (Impuls, Kraft)

Einsatz im Unterricht

- Jede Schülerin und jeder Schüler erhält einen Satz kleiner Pfeile, die auszuschneiden und aufzubewahren sind (z.B. im Mäppchen), damit sie immer wieder eingesetzt werden können. Die Kreise dienen zur Darstellung der Null, die Rechtecke zum Verlängern der Pfeile.
- Die größeren Pfeile (laminieren?) werden in Plenumsphasen eingesetzt. Diese können z.B. durch den Einsatz von Büroklammern variabel in der Länge gestaltet werden (s. Foto).
- Methodisch bietet sich ein think–pair–share (ich–du–wir) an. Es hat sich hierbei bewährt, die Plenumsphase die Schülerinnen und Schüler um das Pult herum diskutieren und dabei die Situation mit den großen Pfeilen auf dem Pult darstellen zu lassen. Die vom Plenum angenommene Version können die Schülerinnen und Schüler anschließend in ihr Heft übernehmen. Dabei sind sie gezwungen, sich die Darstellung besser einzuprägen als beim Übernehmen von der Tafel (ein ähnlicher Effekt wie bei Hilfekärtchen).
- Durch die Methode werden die Schülerinnen und Schüler gezwungen, sich mit ihren eigenen Vorstellungen zu einer Situation aktiv auseinanderzusetzen, gerade in der Mechanik ein wesentlicher Punkt.
- Der wesentliche Vorteil der Pfeile z.B. gegenüber Zeichnungen ist ihre Vorläufigkeit. Zum einen ist die Hemmschwelle kleiner, überhaupt eine Vermutung zu äußern, zum anderen ist es in einer Diskussion viel leichter, den Pfeil eines Mitschülers oder einer Mitschülerin zu verändern als einen gezeichneten Pfeil durchzustreichen.
- Besonders hilfreich ist die Pfeilarbeit dann in der Dynamik.

Mögliche Situationen:

- Beschreiben von Bewegungen und Bewegungsänderungen mit Geschwindigkeits-, Impuls und/oder Kraftpfeilen, z.B. ein Ball wird getreten, gestoppt, fliegt gegen den Pfosten, rollt aus, fliegt durch die Luft
- In der Dynamik bei Kräftegleichgewicht und resultierende Kraft z.B. bei einem Fallschirmsprung. Das Material hierfür liegt aus.



Mathematisierung: Diagrammarbeit

Ziel

Die Darstellung von Bewegungsabläufen mit s - t -Diagrammen ist (empirisch erwiesen) für die Schülerinnen und Schüler schwierig. Der Zusammenhang und den Unterschied zwischen der Bewegung und dem Diagramm muss handelnd gelernt werden.

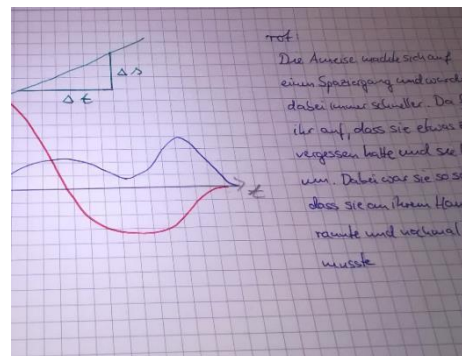
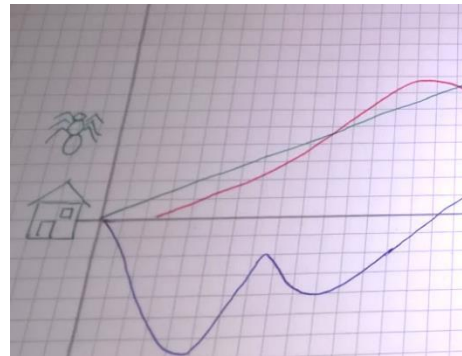
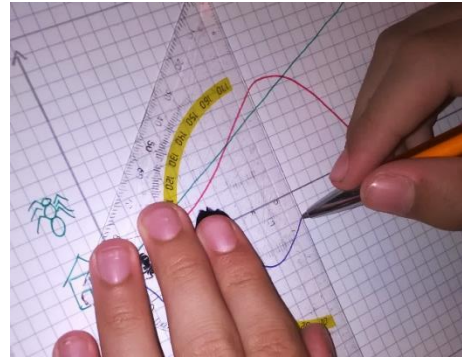
Material: Schreibzeug

Einsatz im Unterricht

- Eine Absprache mit der Mathematik ist wichtig: Es ist nicht sinnvoll, mit s - t -Diagrammen anzufangen, bevor „lineare Funktionen“ behandelt wurden. Da der Rest der Mechanik hiervon unabhängig ist, kann dieser Abschnitt ohne Probleme nachgezogen werden.
- Partnerarbeit

Arbeitsauftrag⁵:

- SuS: Heft quer nehmen, zuhören, noch nicht übernehmen
- Geschichte:
„Eine Ameise lebt auf der Kante des Geodreiecks. Ihr Haus steht bei der „0“ und sie geht sehr gerne entlang der Kante spazieren. Mit einem Stift kannst du die Bewegung der Ameise verfolgen.“
(s -Achse (so lange wie das Geodreieck) anzeichnen, Haus und Ameise ergänzen)
„Nun schiebt jemand währenddessen das Geodreieck mit der Zeit ganz gleichmäßig nach rechts, sodass man die Stiftstriche besser sieht.“
(t -Achse einzeichnen, Bewegung des Geodreiecks ohne Zeichnen vormachen)
- Zwei Schüler an der Tafel vormachen lassen, Gelegenheit Fragen zu klären
- Aufgabe 1:
„Denke dir drei Bewegungen für die Ameise aus, für die du je einen Graphen in einer anderen Farbe erstellst:
- eine Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit
- eine Bewegung, bei der die Ameise in einem Abschnitt immer schneller wird
- eine Bewegung darfst du dir so ausdenken.“
(Zeichnen lassen)
- Aufgabe 2:
„Schreibe für eine Bewegung eine passende Geschichte auf.“
(Schreiben lassen, evtl. weitere Geschichte)
„Lass deinen Partner raten, zu welchem Diagramm deine Geschichte gehört.“
oder: „Decke deine Diagramme zu. Lass deinen Partner ein Diagramm zu deiner Geschichte schreiben. Vergleicht anschließend mit deinem Diagramm.“
- In M. Kramer: Mathematik als Abenteuer III. Kallmeyer, Seelze 2016 finden sich noch viele weitere Anregungen, wie mit den Diagrammen weiter gearbeitet werden kann.



⁵ nach: M. Kramer: Mathematik als Abenteuer III. Kallmeyer, Seelze 2016

	Dorn-Bader 7/8 (272)	Fokus Physik 7/8 (310)	Impulse 7/8 (204)	Spektrum 7/8 (235)	Universum 7/8 (288)
Kapitel (Seitenzahl)	Akustik (18) – Optik (48) – Kinematik (22) – Magnetismus (16) und E-Magnetismus (8) – Elektrizität (50) – Dynamik (34) – Energie (42)	Hören (12) und Sehen (75) – Energie (48) – Mechanik (Kinematik 20, Dynamik 40, mech. Energie 8) – Grundgrößen der E-Lehre (E-Lehre 74, Magnete 9)	Schall (18) – Licht (48) – Energie (26) – Magnetismus (16) – Strom (44) – Bewegungen (10) – Kraft und Masse (20)	Akustik (20) und Optik (34) – Energie (38) – Magnetismus (12) und E-Magnetismus (12) – Grundlagen der E-Lehre (44) – Kinematik (24) – Kräfte (40)	Akustik (30) – Optik (58) – Materie (22) und Energie (26) – Mechanik (Kinematik 18, Dynamik 22, mech. Energie 16) – Magnetismus (10) und Elektrizität (56)
Energie	ganz am Ende, nach Mechanik und E-Lehre	qualitativ vor Mechanik und E-Lehre	früh, vor E-Lehre und Mechanik	früh, vor E-Lehre und Mechanik	qualitativ vor Mechanik und E-Lehre
mgh	mit $G \cdot h$ (Bader-Kran)	mit $F \cdot \Delta s$ (schiefe Ebene), mitten in der Mechanik	im Energie-Kapitel (ohne Kraft, mit g und NN auf 1 S.)	im Energie-Kapitel (ohne Kraft, mit g und NN auf 1 S.)	mit $F \cdot \Delta s$ (schiefe Ebene), Ende Mechanik
Kinematik	Bahnkurven; $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$; t - s -Diagramme; Geschwindigkeitspfeil in der Dynamik	$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$; s - t -Diagramme; v - t -Diagramme	$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$; t - s -Diagramme	Bewegungen qualitativ (s als Weg); t - s -Diagramme; $v = \frac{s}{t}$; $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ als Momentangeschwindigkeit	Bewegungen mit Punktspuren; $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$; Geschwindigkeitspfeil, s - t -Diagramme; (Impuls als Alternative/Ergänzung
Einführung der Kraft	Trägheit – dynamisch (Kraft ändert Geschwindigkeitspfeil) – statisch (10)	statisch – (Kraft & Energie) – Trägheit – dynam. (Kraft ändert Bewegung) (13)	dynamisch (nur kurz angesprochen) – statisch – Trägheit (12)	Trägheit – dynamisch (kurz, qualitativ) – statisch (8)	Trägheit – dynamisch (Kraft ändert Geschwindigkeitspfeil) – statisch (14)
E-Lehre	E-Magnetismus (rechts) – Schaltungen – Wassermodell – Q (Elektronen, E-Statik) – Wirkungen – $I = \Delta Q / \Delta t$ – R kurz qualitativ – U (Höhenmodell) – $P = U \cdot I$ (Energie-Kap.)	Q (Elektronen, E-Statik) – Fahrradkettenmodell – R kurz qualitativ – Schaltungen – E-Magnetismus (links) – ($P = \Delta E / \Delta t$) – I – $U = P / I$	Schaltungen – Wirkungen – E-Magnetismus (links) – $I = \Delta Q / \Delta t$ (Elektronen, E-Statik) – Wassermodell, Fahrradkettenmodell (beides nur kurz) U (ohne Modell) – $R = U / I$ – $\Delta E = U \cdot I \cdot \Delta t$, $P = U \cdot I$	E-Magnetismus – Leiter/ Nichtleiter, Elektronen – Wassermodell, R qualitativ – Q (E-Statik) – $I = Q / t$ – U (Antrieb, Energietransport) – Schaltungen – Fahrradkettenmodell – ($P = \Delta E / \Delta t$) – $P = U \cdot I$	Schaltungen – Wirkungen – Wassermodell, – E-Magnetismus (rechts) – $I = \Delta Q / \Delta t$ – U (Druckdiff.) – R qualitativ (Vertiefung $R = U / I$) – $P = U \cdot I$
Strukturierung// Sonderseiten	2-/4-/6-Seiten-Abschnitte // Exkurs, Kompetenz, Projekt	Einheiten von ca. 4 Seiten: Einstieg – Experimente – Grundlagen – Aus der Natur/Technik/...	strenge Doppelseiten // Exkurs, Methode	Strenge Doppelseiten // Werkzeuge, Streifzüge, Durchblicke	3+1-Blöcke: 3 Textseiten, 1 Materialseite // Blickpunkt, Methode
S-Versuche	viele textbegleitende Experimente, Aufträge nur für Durchführung; Motivation, Beobachtungen und Folgerungen stehen im Text	viele Einstiegsexperimente, starke Kontextorientierung, Aufträge teilweise zu unspezifisch	leichte Experimente mit abgedruckten Beobachtungen und Messwerten; „Methode Experimentieren“: leichte Stationen, Aufträge teilweise zu unspezifisch	in den ersten Kapiteln viele einfache Experimente, bei E-lehre und Mechanik seltener, Aufträge OK	bei vielen 3+1-Blöcken Heim- und/oder Praktikumsexperimente, Aufträge ohne Zusatz umsetzbar
Vergleich mit Vorgängerband	komplett neues Autorenteam, daher stark verändert	neues Team, trotzdem Weiterentwicklung	Weiterentwicklung, an einigen wichtigen Stellen wesentlich knapper	neues Team, trotzdem Weiterentwicklung	Weiterentwicklung, etwa ¼ neu