



STIFTUNG
GIERSCH

Arbeitsheft: Videoanalyse mit „measure dynamics“

Auf den folgenden Seiten finden Sie erprobte Unterrichtsmaterialien für den Einsatz des Videoanalyseprogramms „measure dynamics“ im Mechanikunterricht der gymnasialen Oberstufe. Die Unterlagen wurden im Rahmen eines Schülerlabors an der Goethe-Universität Frankfurt zum Thema „Dynamik“ entwickelt und waren Teil einer Forschungsstudie. Unterstützt wurde dies durch die gemeinnützige Stiftung GIER SCH.

Videoanalyse mit „measure dynamics“

Stand: 28.04.2020

Entwickelt und erstellt von

Jannis Weber und Prof. Dr. Thomas Wilhelm

Gefördert durch

Stiftung GIER SCH

Software

measure dynamics

<https://www.phywe.de/de/software-measure-dynamics-mehrfachlizenz.html>

Videos

<http://www.thomas-wilhelm.net/dynamik.htm>

Heft mit Anleitung

http://www.thomas-wilhelm.net/Dynamik/Anleitung_measure_dynamics.pdf

Weitere Informationen finden Sie unter

www.thomas-wilhelm.net/dynamik.htm

Lizenz



veröffentlicht unter der Creative Commons Lizenz CC BY-NC-SA 3.0 DE

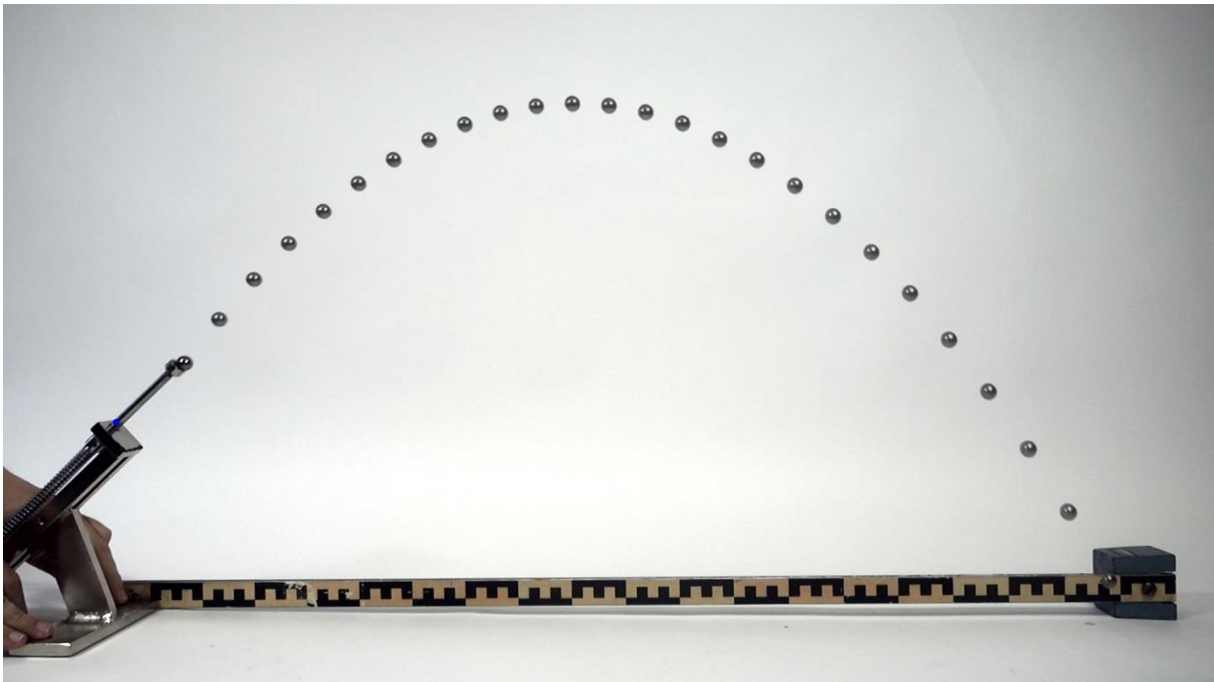
Namensnennung – nicht kommerziell – Weitergabe unter gleichen Bedingungen



STIFTUNG
GIERSCH

Goethe-Schülerlabor Physik

Dynamik



Name: _____

Was bedeuten die Symbole?



Die Aufgabe soll schriftlich beantwortet werden.



Führe ein Experiment durch.



Nutze den Computer.

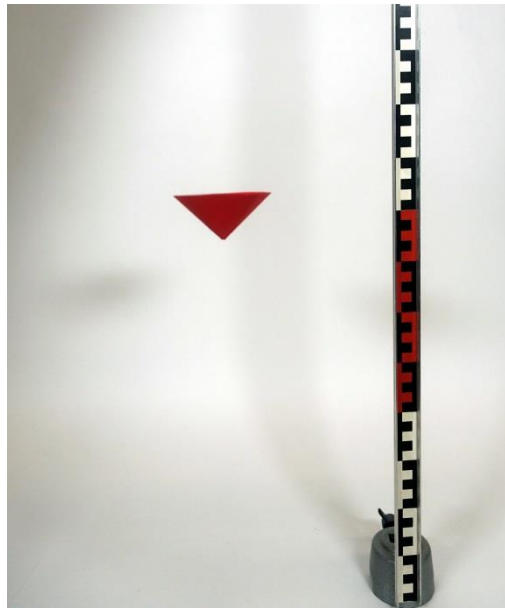
Inhalt

Einstieg – Fallkegel	5
Station 1 – Wagen	9
Station 2 – Katapult	13
Station 3 – Kreisbewegung	22

Einstieg – Fallkegel



Zunächst wird ein Fallkegel fallen gelassen



Beschreibe die Bewegung! Was kannst du über die Geschwindigkeit des Kegels sagen?



Mache dir Gedanken, welche Kräfte in welcher Richtung während des Falls auf den Kegel wirken. Versuche diese zu benennen.

1. Kraft:

Richtung:

2. Kraft:

Richtung:



Nun wirst du ein Programm zur Analyse von solchen Bewegungen kennen lernen. Es nennt sich *measure dynamics*.

Damit das Programm die Bewegung analysieren kann, benötigt es ein Objekt, das es verfolgt und einen Maßstab im Hintergrund.

Nachdem die Bewegung in der gesamten Gruppe analysiert wurde, sollst du das Programm in den folgenden Stationen selbst bedienen. Achte deshalb auf die einzelnen Schritte. Du findest in dem Hilfeheft außerdem eine Bedienungsanleitung. Das Programm misst alle **Orte** zu bestimmten Zeitpunkten. Aus der **Ortsänderung** von zwei aufeinanderfolgenden Zeitpunkten wird dann die **Geschwindigkeit** dieses Zeitintervalls berechnet. Diese Geschwindigkeit wird mit der Geschwindigkeit im nächsten Zeitintervall verglichen und aus der **Geschwindigkeitsänderung** wird die **Beschleunigung** berechnet. Aus der Beschleunigung kann man bei Kenntnis der **Masse** auf die **Kräfte** schließen, die wirken.



Lasse dir von *measure dynamics* die Geschwindigkeitspfeile einzeichnen.



Beschreibe, wie sich die Geschwindigkeitspfeile während der Bewegung verändern.



Lasse dir Beschleunigungspfeile einzeichnen.



Beschreibe, wie sich die Beschleunigungspfeile während der Bewegung verändern. Was kann man dadurch über die wirkenden Kräfte aussagen?



Welche Kraft führt dazu, dass der Kegel im letzten Abschnitt der Bewegung nicht mehr beschleunigt, sondern sich mit einer konstanten Geschwindigkeit bewegt?



Lasse dir außerdem ein Stroboskopbild erstellen.



Welche Aussagen lassen sich über folgende Größen über den **gesamten Ablauf** der Bewegung treffen?

Die Beschleunigung...	<input type="checkbox"/> ist konstant ($\neq 0$). <input type="checkbox"/> ist Null. <input type="checkbox"/> ändert sich.
Die Summe aller Kräfte...	<input type="checkbox"/> ist konstant ($\neq 0$). <input type="checkbox"/> ist Null. <input type="checkbox"/> ändert sich.
Die Luftreibungskraft...	<input type="checkbox"/> ist konstant ($\neq 0$). <input type="checkbox"/> ist Null. <input type="checkbox"/> ändert sich.
Die Gewichtskraft...	<input type="checkbox"/> ist konstant ($\neq 0$). <input type="checkbox"/> ist Null. <input type="checkbox"/> ändert sich.



Welche Aussagen lassen sich über folgende Größen über die Bewegung mit **konstanter Geschwindigkeit** im letzten Abschnitt treffen?

Die Beschleunigung...	<input type="checkbox"/> ist konstant ($\neq 0$). <input type="checkbox"/> ist Null. <input type="checkbox"/> ändert sich.
Die Summe aller Kräfte...	<input type="checkbox"/> ist konstant ($\neq 0$). <input type="checkbox"/> ist Null. <input type="checkbox"/> ändert sich.
Die Gewichtskraft...	<input type="checkbox"/> ist konstant ($\neq 0$). <input type="checkbox"/> ist Null. <input type="checkbox"/> ändert sich.
Die Luftreibungskraft...	<input type="checkbox"/> ist konstant ($\neq 0$). <input type="checkbox"/> ist Null. <input type="checkbox"/> ändert sich.



Zeichne abschließend ein Standbild von dem Fallkegel während er sich mit einer **konstanten Geschwindigkeit** bewegt und zeichne die wirkenden Kräfte als Pfeile (in Richtung der jeweiligen Kraft) ein.



Station 1 – Wagen

Im vorliegenden Versuch, sollst du eine Bewegung eines Wagens auf einer Fahrbahn untersuchen.



Dazu siehst du vor dir eine Fahrbahn aufgebaut. Auf dieser steht ein Wagen, an dem eine Schnur befestigt ist. Diese Schnur läuft über eine Umlenkrolle und ist mit einem Gewicht verbunden.

Beobachte, wie sich der Wagen verhält, wenn er losgelassen wird.



Beschreibe die Bewegung.



Welche Kräfte wirken während der Bewegung auf den Wagen?



Analysiere nun die Bewegung in measure dynamics. Das Video befindet sich auf dem Laptop im Ordner *Dynamik – Videoanalyse* und dann im Ordner *Wagen*.

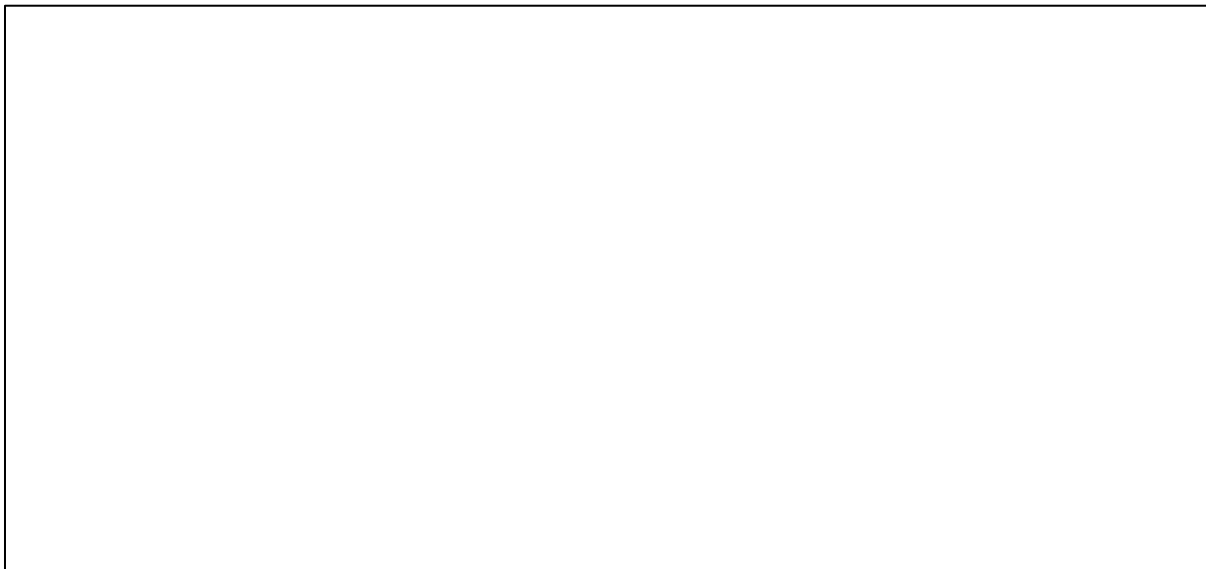
Hinweis: Stelle vor der Analyse die **Schrittweite auf 10**. Dann ist die Analyse schneller und die Ergebnisse sind besser. Schau in die Anleitung im Hilfeheft, wenn du Hilfe benötigst.



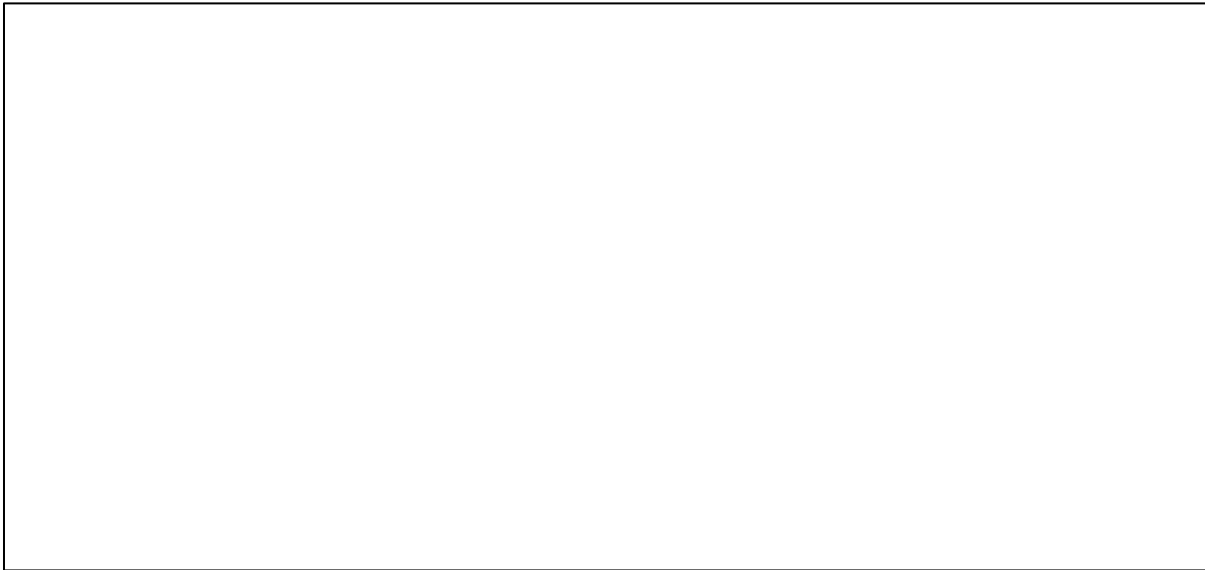
Was fällt dir bei der Bewegung auf? Skizziere den **Geschwindigkeits-Zeit-Graphen** und den **Beschleunigungs-Zeit-Graphen**. **Markiere** jeweils die Stelle, an der das Gewicht auf dem Boden aufkommt.

Hinweis: Da sich der Wagen hier in x -Richtung bewegt, handelt es sich um das $v_x(t)$ -Diagramm für die Geschwindigkeit und das $a_x(t)$ -Diagramm für die Beschleunigung. Wie du diese Diagramme erstellst, findest du in der Anleitung.

Geschwindigkeits-Zeit-Graph ($v_x(t)$)



Beschleunigungs-Zeit-Graph ($a_x(t)$)



Warum wird der Wagen am Anfang der Bewegung zunächst schneller? Argumentiere mit Kräften!



Warum rollt der Wagen am Ende mit einer nahezu konstanten Geschwindigkeit? Argumentiere mit Kräften!



Warum ist die Geschwindigkeit in Realität aber dennoch nicht ganz konstant? Argumentiere mit Kräften!



Welche Aussagen lassen sich über folgende Größen bei der Bewegung mit **konstanter Geschwindigkeit** im letzten Abschnitt treffen (unter Vernachlässigung der Reibung)?

Die Geschwindigkeit...	<input type="checkbox"/> ist konstant ($\neq 0$). <input type="checkbox"/> ist Null. <input type="checkbox"/> ändert sich.
Die Beschleunigung...	<input type="checkbox"/> ist konstant ($\neq 0$). <input type="checkbox"/> ist Null. <input type="checkbox"/> ändert sich.
Die Summe aller Kräfte...	<input type="checkbox"/> ist konstant ($\neq 0$). <input type="checkbox"/> ist Null. <input type="checkbox"/> ändert sich.

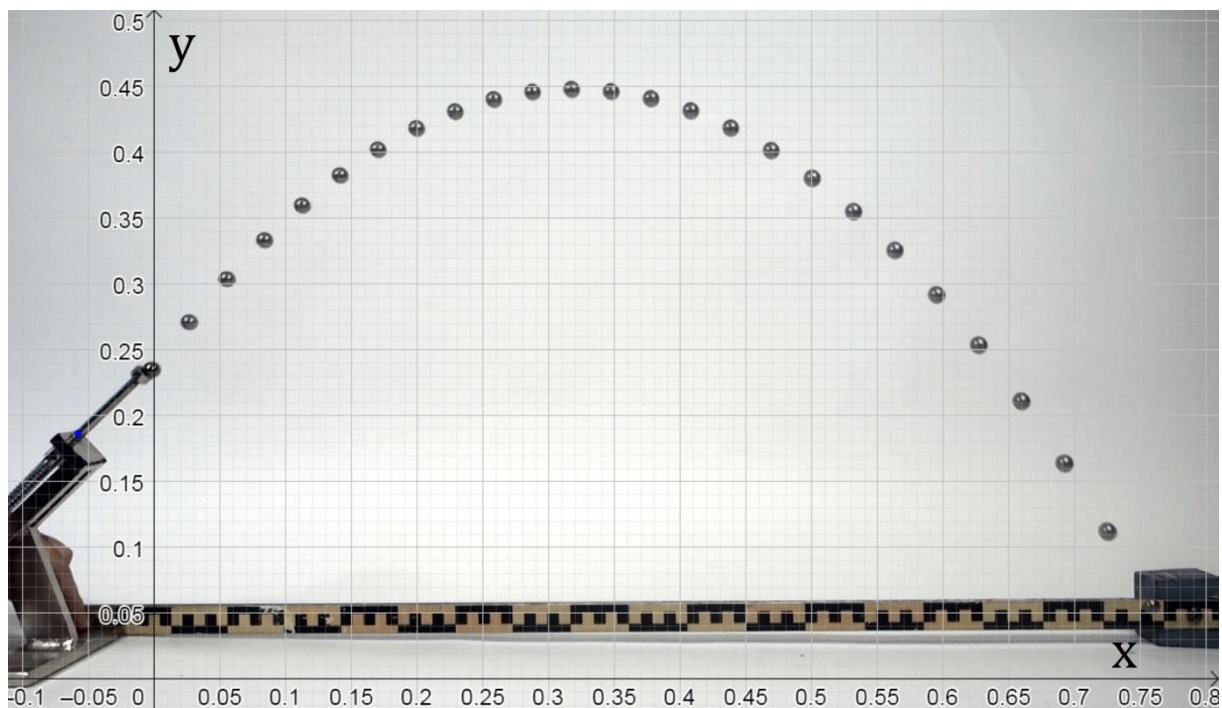


Überlege dir, wie der Beschleunigungs-Zeit-Graph aussehen würde, wenn keine Reibung da wäre und zeichne ihn unten ein.

Station 2 – Katapult



Vorne findest du ein Katapult. Lasse die zugehörige Kugel von dem Katapult fliegen.





Überlege dir zunächst, welche **Kräfte** während der Bewegung durch die Luft **nach Verlassen des Katapults** auf die Kugel wirken und in welche Richtung. Dazu ist es hilfreich, die x -Richtung (**parallel** zur Erdoberfläche) und die y -Richtung (**senkrecht** zur Erdoberfläche) zu trennen.

Kraft/Kräfte in x -Richtung:

Kraft/Kräfte in y -Richtung:



Analysiere das Video mit *measure dynamics*. Lasse dir Beschleunigungspfeile in das Video zeichnen. Stelle die **Schrittweite** dafür **auf 2**.



Wohin zeigt die **Beschleunigung** während der Bewegung? Durch welche Kraft/Kräfte kommt diese Beschleunigung zustande?



Betrachte nun die Geschwindigkeiten in Abhängigkeit der Zeit in x -Richtung (**$v_x(t)$ -Diagramm**) und in y -Richtung (**$v_y(t)$ -Diagramm**).



Wie ändert sich die Geschwindigkeit in x -Richtung und wie in y -Richtung? Woran liegt das? Argumentiere mit Kräften!

x -Richtung:

y -Richtung:



Betrachte nun die Beschleunigungen in Abhängigkeit der Zeit in x -Richtung ($a_x(t)$ -Diagramm) und in y -Richtung ($a_y(t)$ -Diagramm). Stelle dabei die **Skalierung** der Hochachse in beiden Diagrammen auf den Bereich von $-12 \frac{m}{s^2}$ bis $12 \frac{m}{s^2}$.



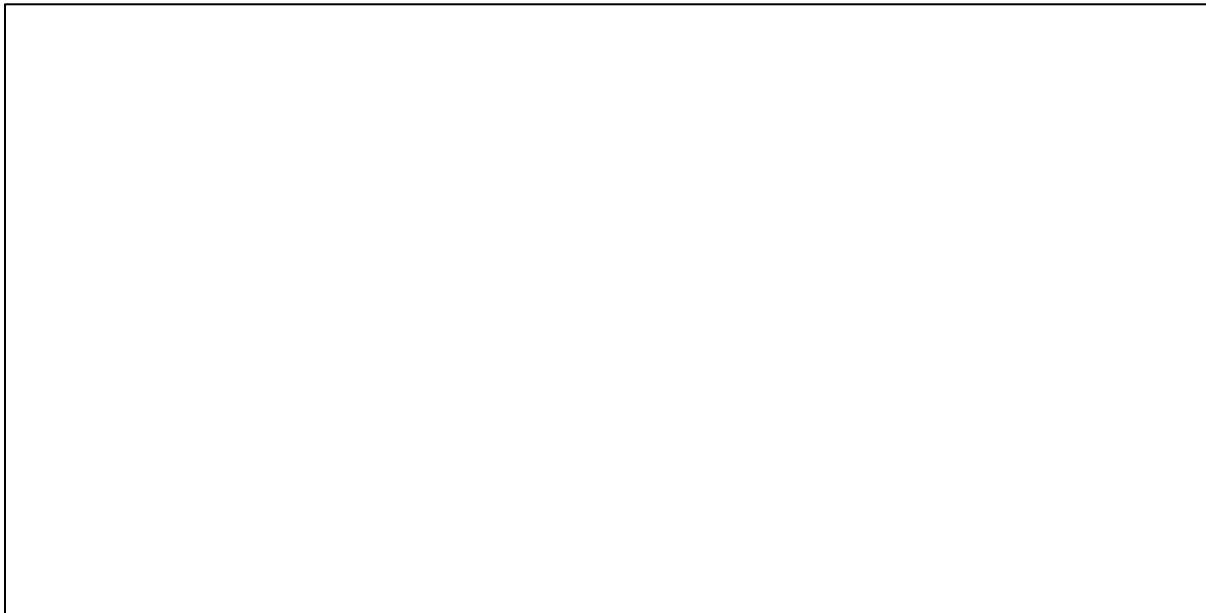
Wie verhält sich die Beschleunigung in x -Richtung und wie in y -Richtung? Woran liegt das? Bestätigt das deine Beobachtung, was die Geschwindigkeiten betrifft?

x -Richtung:

y-Richtung:



Fertige eine Zeichnung von einem Standbild während der Bewegung (nach Verlassen des Katapults) an und zeichne alle wirkenden Kräfte als Pfeile (in Wirkrichtung der Kraft) an die Kugel.





Welche Aussagen zur Kugel lassen sich über folgende Größen bei der Bewegung treffen? (**Ohne Luftreibung**)

x-Richtung

Die Geschwindigkeit...	<input type="checkbox"/> ist konstant ($\neq 0$). <input type="checkbox"/> ist Null. <input type="checkbox"/> ändert sich.
Die Beschleunigung...	<input type="checkbox"/> ist konstant ($\neq 0$). <input type="checkbox"/> ist Null. <input type="checkbox"/> ändert sich.
Die Summe aller Kräfte...	<input type="checkbox"/> ist konstant ($\neq 0$). <input type="checkbox"/> ist Null. <input type="checkbox"/> ändert sich.

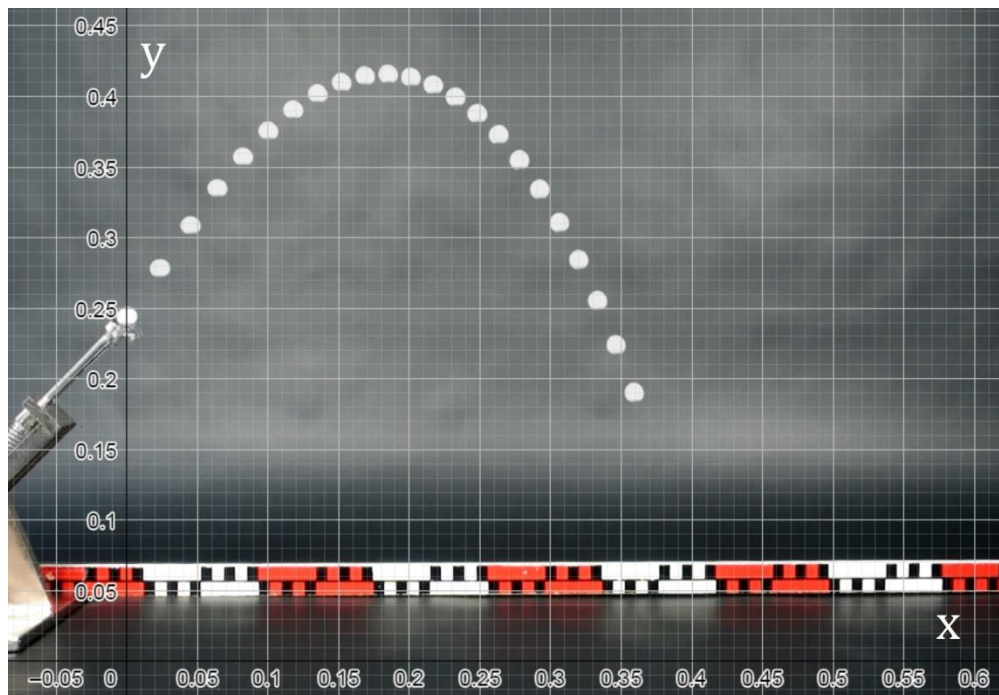
y-Richtung

Die Geschwindigkeit...	<input type="checkbox"/> ist konstant ($\neq 0$). <input type="checkbox"/> ist Null. <input type="checkbox"/> ändert sich.
Die Beschleunigung...	<input type="checkbox"/> ist konstant ($\neq 0$). <input type="checkbox"/> ist Null. <input type="checkbox"/> ändert sich.
Die Summe aller Kräfte...	<input type="checkbox"/> ist konstant ($\neq 0$). <input type="checkbox"/> ist Null. <input type="checkbox"/> ändert sich.

Styroporkugel



Außerdem liegt eine gleich große Styroporkugel bereit. Vermute, welche der beiden Kugel weiter fliegt. Lasse dann auch die Styroporkugel fliegen.





Welche Kräfte wirken nun auf den Ball während der Bewegung?

Kraft/Kräfte in x -Richtung:

Kraft/Kräfte in y -Richtung:



Führe eine Videoanalyse durch und vergleiche die Bahnkurve der Styroporkugel mit der der Stahlkugel. Öffne dazu eine neue Datei und lasse die Analyse der Stahlkugel geöffnet.



Betrachte nun wieder die Geschwindigkeiten in x - und in y -Richtung. Wie ändert sich nun die Geschwindigkeit in x -Richtung und wie in y -Richtung? Woran liegt das? Argumentiere mit Kräften!

x -Richtung:

y -Richtung:



Lasse dir die Beschleunigungspfeile in das Video einzeichnen.



Welche Unterschiede zur Stahlkugel kannst du bei der Beschleunigung feststellen?



Fertige noch eine Zeichnung an. Zeichne dieses Mal auch die Reibungskraft ein. Vermute, wie der Pfeil der Summe aller Kräfte aussieht und zeichne auch diesen ein.



Warum fliegt die Styroporkugel weniger weit, als die Metallkugel?



Welche Aussagen zur Kugel lassen sich über folgende Größen bei der Bewegung treffen? **(Mit Luftreibung)**

x-Richtung

Die Geschwindigkeit...	<input type="checkbox"/> ist konstant ($\neq 0$). <input type="checkbox"/> ist Null. <input type="checkbox"/> ändert sich.
Die Beschleunigung...	<input type="checkbox"/> ist konstant ($\neq 0$). <input type="checkbox"/> ist Null. <input type="checkbox"/> ändert sich.
Die Summe aller Kräfte...	<input type="checkbox"/> ist konstant ($\neq 0$). <input type="checkbox"/> ist Null. <input type="checkbox"/> ändert sich.

y-Richtung

Die Geschwindigkeit...	<input type="checkbox"/> ist konstant ($\neq 0$). <input type="checkbox"/> ist Null. <input type="checkbox"/> ändert sich.
Die Beschleunigung...	<input type="checkbox"/> ist konstant ($\neq 0$). <input type="checkbox"/> ist Null. <input type="checkbox"/> ändert sich.
Die Summe aller Kräfte...	<input type="checkbox"/> ist konstant ($\neq 0$). <input type="checkbox"/> ist Null. <input type="checkbox"/> ändert sich.

Station 3 – Kreisbewegung



Führe den vor dir aufgebauten Versuch durch und beschreibe, was du beobachten kannst.



Welche Kräfte wirken auf die Stahlkugel, während sie Kontakt zu dem Elektromagneten hat?



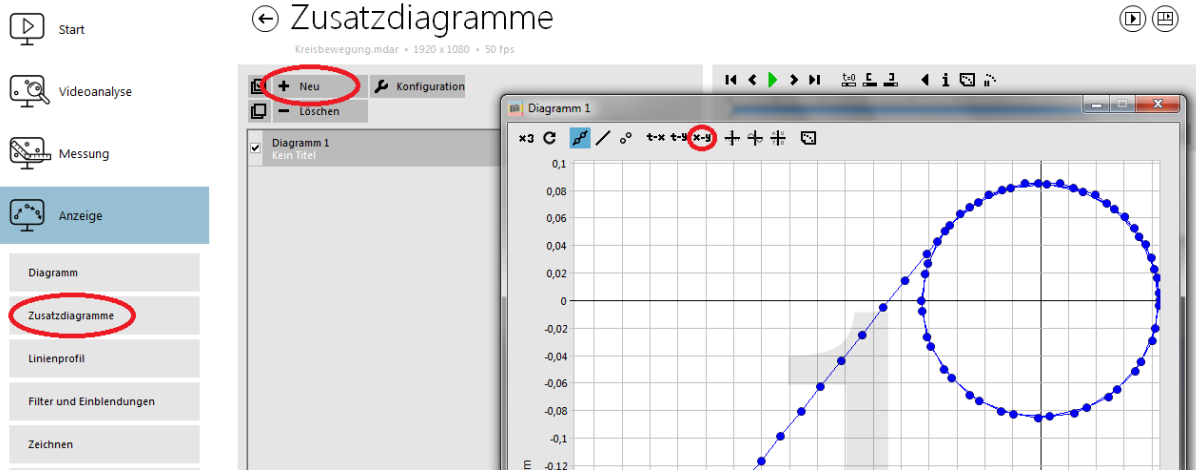
Welche Kräfte wirken auf die Stahlkugel, nachdem der Magnet ausgeschaltet wird?



Bei diesem Versuch ist das Video bereits fertig analysiert. Öffne *measure dynamics* und gehe unter *Projekt* auf *Öffnen*. Wähle dann die Datei *Kreisbewegung.mdar* aus.



Schaue dir zunächst das $y(x)$ -Diagramm an.




Auf welcher Bahn bewegt sich die Kugel, während sie Kontakt zum Magneten hat? Wie bewegt sie sich weiter, nachdem der Magnet abgeschaltet wird und sie den Kontakt verloren hat?



Lasse dir nun Geschwindigkeitspfeile einzeichnen.



Beschreibe, ob und wie sich die Geschwindigkeit während der Bewegung verändert. Denke daran, dass Geschwindigkeit aus **Tempo und Richtung** besteht.



Stelle eine Vermutung darüber an, wie die Beschleunigung der Kugel während der Kreisbewegung aussieht. Wie sieht sie zudem nach Verlust des Kontakts aus?



Lasse dir nun Beschleunigungspfeile einzeichnen.



Waren deine Vermutungen über die Beschleunigung richtig? Wenn nein, wo lagst du falsch? Verbessere mögliche Fehler.



Welche Aussagen zur Kugel lassen sich über folgende Größen über den **ersten Abschnitt mit Kontakt zum Magneten** treffen?

Hinweis: Die Zentripetalkraft ist die Kraft, die bei einer Kreisbewegung in die Mitte zeigt und dafür sorgt, dass sich das Objekt auf einer Kreisbahn bewegt (hier vom Elektromagneten ausgeübt).

Der Betrag der Geschwindigkeit...	<input type="checkbox"/> ist konstant ($\neq 0$). <input type="checkbox"/> ist Null. <input type="checkbox"/> ändert sich.
Die Richtung der Geschwindigkeit...	<input type="checkbox"/> ist konstant ($\neq 0$). <input type="checkbox"/> ist Null. <input type="checkbox"/> ändert sich.
Die Geschwindigkeit...	<input type="checkbox"/> ist konstant ($\neq 0$). <input type="checkbox"/> ist Null. <input type="checkbox"/> ändert sich.
Die Beschleunigung...	<input type="checkbox"/> ist konstant ($\neq 0$). <input type="checkbox"/> ist Null. <input type="checkbox"/> ändert sich.
Die Summe aller Kräfte...	<input type="checkbox"/> ist konstant ($\neq 0$). <input type="checkbox"/> ist Null. <input type="checkbox"/> ändert sich.
Die Zentripetalkraft...	<input type="checkbox"/> ist konstant ($\neq 0$). <input type="checkbox"/> ist Null. <input type="checkbox"/> ändert sich.



Welche Aussagen zur Kugel lassen sich über folgende Größen bei der Bewegung mit **konstanter Geschwindigkeit** im letzten Abschnitt ohne Kontakt zum Magneten treffen?

Die Geschwindigkeit...	<input type="checkbox"/> ist konstant ($\neq 0$). <input type="checkbox"/> ist Null. <input type="checkbox"/> ändert sich.
Die Beschleunigung...	<input type="checkbox"/> ist konstant ($\neq 0$). <input type="checkbox"/> ist Null. <input type="checkbox"/> ändert sich.
Die Summe aller Kräfte...	<input type="checkbox"/> ist konstant ($\neq 0$). <input type="checkbox"/> ist Null. <input type="checkbox"/> ändert sich.



Zusatzaufgabe: Skizziere nun den **Beschleunigungs-Zeit-Graphen** in x -Richtung und in y -Richtung und **markiere** jeweils, wo die Kugel den Kontakt zum Elektromagneten verliert.

x -Richtung ($a_x(t)$)



y -Richtung ($a_y(t)$)

