

TP Etude de mouvement à l'aide d'une analyse vidéo

1) Introduction

En réperant les coordonnées d'un objet qui se déplace dans un plan face à une caméra, on peut faire une analyse détaillée de différents mouvements. Ici on se propose d'étudier un choc sur une table à coussin d'air ainsi qu'une chute verticale avec rebondissement. Si le temps le permet on pourra enregistrer et analyser tout autre mouvement intéressant.

2) Dispositif « Videoanalyse PHYWE »

2.1. Aufnahme mit schneller Digicam

1. Hintergrund: Achtet auf einen möglichst gleichmäßigen, einfarbigen (am besten hellgrauen) Hintergrund ohne Strukturen.

2. Versuchsaufbau: Baut den Versuch nahe an diesem Hintergrund auf. Der Maßstab steht bei den Fotos von Bild 7 etwa 15 cm von der Wand weg.

3. Kameraposition: Stellt die Kamera in etwa 2 Meter Entfernung zur Wand gerade und stabil hin. Am Besten eignet sich hierfür ein Fotostativ.

4. Kameraausrichtung: Richtet die Kamera so aus, dass sie das ganze Experiment im Blick hat. Verändert die Höhe der Kamera so, dass sie etwa Mittig auf das ganze Experiment ausgerichtet ist. Oben auf der Kamera ist ein Zoomknopf. Verändert damit den Bildausschnitt und kontrolliert, ob auf dem Display alles Notwendige zu sehen ist. Beachtet, dass der Bildausschnitt kleiner wird! Macht eine Probeaufnahme und kontrolliert den Bildausschnitt auf dem Kameradisplay. Der Maßstab sollte im Video gut erkennbar sein !

5. Licht und Schatten: Nutzt, wenn möglich, das indirekte Tageslicht für eure Aufnahmen. Achtet darauf, dass ihr selbst keinen Schatten auf das Experiment werft. Sollte es zu dunkel sein, einen Bauscheinwerfer für die Beleuchtung verwenden. Wenn ihr von **rechts und von links** euren Versuchsaufbau beleuchtet, wirft die Metallkugel **keinen Schatten**.

6. Experiment aufnehmen: Arbeitet beim Aufnehmen am besten zu zweit. Einer von euch beiden bedient die Kamera, der andere lässt die Kugel fallen. Die Kamera braucht einen kurzen Moment, bis sie die Aufnahme startet. Beendet die Aufnahme durch Drücken auf den Aufnahmeknopf, wenn die Kugel nicht mehr im Kameradisplay zu sehen ist oder liegen bleibt.

7. Auf den PC übertragen: Die Kamera mit USB verbinden oder Karte einstecken. Die Datei muss gegebenenfalls mit einem Converter Pazera_free MOV to AVI in .AVI Format umgewandelt werden. **Drauf achten, dass das Codec auf WMP7 oder WMP8 kompatibel eingestellt ist und KEIN double pass.**












2.2 Video bearbeiten

Video öffnen



Bild 10: Öffnen des Videos mit „measure dynamics“.

Video in measure dynamics betrachten

Jetzt könnt ihr euch einmal das Video anschauen. In Bild 11 ist das Bedienfeld für das Video dargestellt. Der Knopf  startet das Video. Um das Video wieder zu stoppen, klickt ihr auf die gleiche Stelle. Mit   könnt ihr zum Anfang bzw. zum Ende des Videos springen. Nutzt  , um nur ein Bild (Frame) vor oder zurück zu gehen. Mit   könnt ihr einen neuen Start bzw. Endpunkt festlegen. Um das Video rückwärts ablaufen zu lassen, klickt auf . Die Größe des Videobildes könnt ihr verändern, wenn ihr  100% anklickt. Mit  1x könnt ihr das Video schneller oder auch langsamer ablaufen lassen. Falls ihr bei der Auswertung nicht jedes Bild (Frame) des Videos berücksichtigen wollt, könnt ihr mit  die **Schrittweite** des Videos verändern.

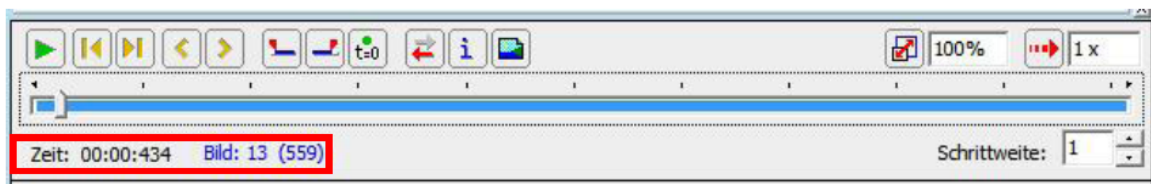




Bild 11: Video-Bedienfeld in measure dynamics mit Menüfeld und Zeit- sowie Bildangabe.

Video schneiden

In eurem Video vergeht eine gewisse Zeit, bis die Kugel angestoßen wird und im Film richtig zu sehen ist. Lange bevor das Video zu Ende ist, verschwindet die Kugel auch aus dem Bild. Diese Teile des Filmes solltet ihr mit measure dynamics einfach ausblenden, in dem ihr mit   euren Start- bzw. Endpunkt des Videos festlegt.

2.3 Video automatisch analysieren

Video skalieren

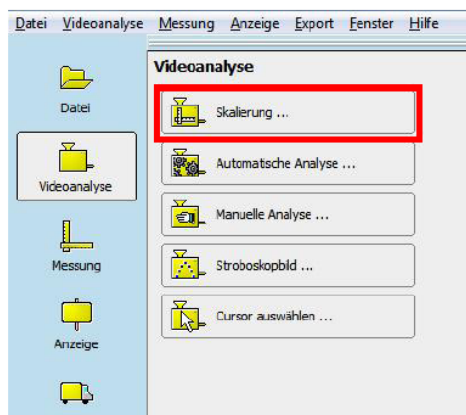


Bild 12: Menüansicht „Videoanalyse“.

Nachdem ihr die Bildrate und den Anfangs- und Endpunkt des Videos festgelegt habt, könnt ihr mit der richtigen Videoanalyse beginnen. Wählt zuerst den Menüpunkt „Videoanalyse“, anschließend klickt ihr auf „Skalierung“ (siehe Bild 12).

Wichtig: Normalerweise öffnet sich auch ein Hinweisfenster, in dem die einzelnen Schritte erläutert werden.

Im Menüpunkt „Skalierung ...“ könnt ihr entweder „Ursprung und Richtung“ oder „Maßstab“ auswählen. Wählt den Menüpunkt „Maßstab“. Ihr seht ein Bild wie Bild 13. Im Videobild erscheinen in der linken oberen Ecke zwei grüne Punkte mit einer Verbindung (rechter roter Kasten in Bild

13). Ziehe die Punkte auf das Lineal so, dass ihr den Abstand zwischen den beiden Punkten ablesen könnt. Den Abstand tragt ihr neben „Geben Sie Länge und Einheit der markierten Strecke ein“. Durch Klicken auf das grüne Häkchen wird die Skalierung gespeichert. Klickt anschließend auf den Button „Schließen“ (im Bild 13 links unten). So einfach ist euer Video skaliert.

Bei einer highspeedkamera muss evtl. die Bildrate von Hand angepasst werden. Normale .avi haben 30fps (frame per second). Highspeed CASIO evtl. 210 fps. Kompromiss Auflösung zu Schnelligkeit je nach Anwendung.

Analyse des Videos

Nachdem ihr das Video skaliert und auf „Schließen“ geklickt habt, kommt ihr automatisch wieder in das Menü „Videoanalyse“. Diesmal wählt ihr den Punkt „Automatische Analyse ...“, direkt unter dem Menüpunkt „Skalieren“. Ihr seht dann etwa Bild 16. Sucht zuerst einen Frame (Videobild) aus, in dem euer Objekt (hier die Metallkugel) gut zu sehen ist. Anschließend klickt ihr mit dem Cursor⁴ mittig auf das Objekt. Wenn jetzt ein grüner Kasten zu sehen ist, hat der Computer das Objekt eindeutig erkannt. Zusätzlich geht ein Hinweisfenster „Objekt gefunden“, wie in Bild 16, auf. Klickt im Hinweisfenster auf „OK“ und anschließend auf „Start“, damit die Analyse beginnt.

Ist der Kasten gelb, hat er es nicht so gut erkannt. Oft funktioniert die Analyse trotzdem. Falls der Kasten rot ist oder die Analyse doch nicht so gut klappt, sucht eine andere Stelle im Video aus, markiert dort euer Objekt und startet die Analyse erneut.

Bild 17 ist eine Momentaufnahme einer Videoanalyse. Das violette Kästchen sollte immer auf dem Objekt sein.

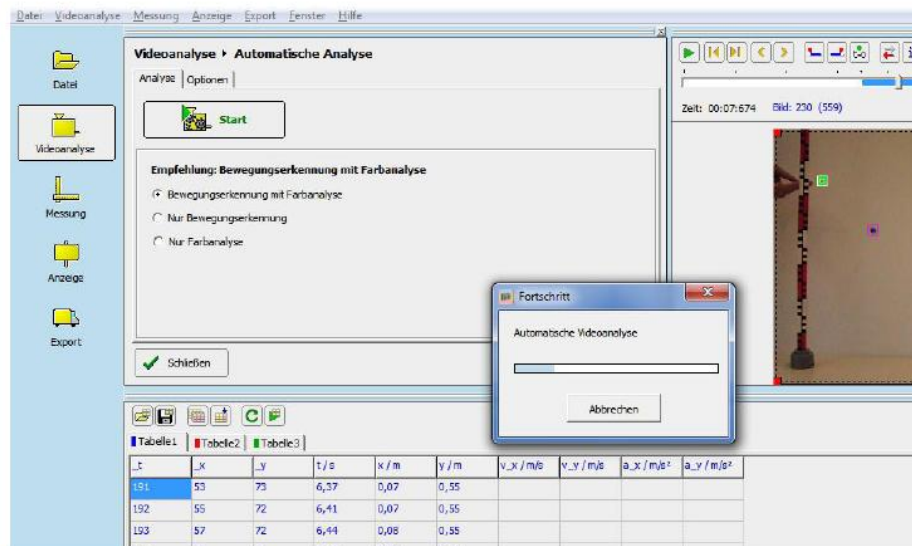


Bild 17: Momentaufnahme einer laufenden Videoanalyse.

Bei mehreren Körper wählt man die nächste Tabelle aus um nach der gleichen vorgehensweise die Koordinaten einzufüllen.

Nicht vergessen: Datei > Projekt speichern zu machen.

Arbeiten mit den Ergebnissen der Analyse

Orts- bzw. x-y-Diagramm

Wenn ihr euch anschauen wollt, wie die Kugel durch das Bild gesprungen ist, könnt ihr euch ein Ortsdiagramm (oder auch x-y-Diagramm) anschauen. Klickt dazu in der linken Menüleiste auf „Anzeige“ und wählt dann „Diagramm ...“. Unter „Extra Diagramm ...“ öffnet sich das Diagramm in einem eigenen Fenster und ihr könnt mehrere Diagramme nebeneinander betrachten.

Öffnet ein Diagramm und klickt zweimal mit der linken Maustaste auf das Diagramm. Jetzt öffnet sich ein Fenster, darin könnt ihr die Darstellungen im Diagramm verändern. Wählt zuerst für

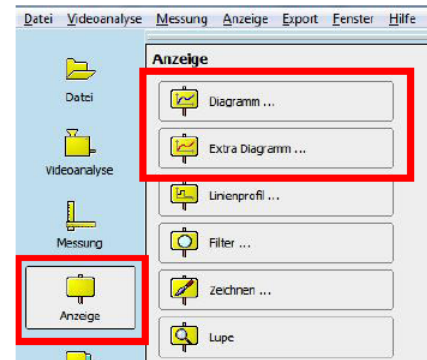




Bild 18: Diagramm öffnen.

die „waagerechte Achse“ „x / m“ statt „t / s“ aus, klickt dann auf , anschließend auf , damit die waagerechte Achse die „x / m“-Werte anzeigt. Klickt auf „OK“, um die Veränderungen zu übernehmen.

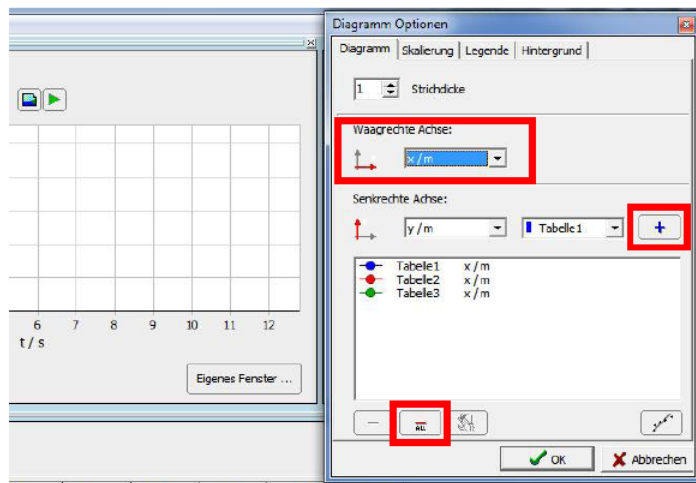
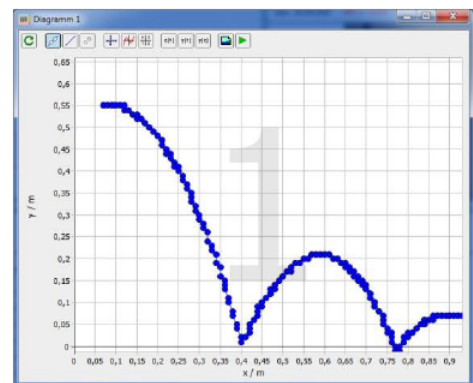


Bild 19: Diagramm ändern.

Wenn ihr alles richtig gemacht habt, solltet ihr ein Diagramm erhalten, wie dieses hier:

Es ist ein sogenanntes „x-y-Diagramm“ oder „Ortsdiagramm“. Oben im Diagramm seht ihr verschiedene Buttons. Der Button ganz rechts sieht aus, wie der Play-Button im Videofenster. Probiert mal aus, was passiert, wenn ihr darauf klickt! Ist euch aufgefallen, dass das Diagramm den Weg der Kugel darstellt?



Andere Diagramme

Ihr könnt verschiedene Arten von Diagrammen erstellen, wenn ihr in Bild 19 für die waagerechte oder senkrechte Achse andere Einstellungen vornehmt. Wenn ihr wissen wollt, wie schnell sich die Kugel nach rechts bewegt, wählt für die waagerechte Achse „t / s“ und für die senkrechte Achse „v_x / m“. Wie verhält sich die vertikale Geschwindigkeit im Laufe der Zeit, also die Geschwindigkeit in y-Richtung

Richtungspfeile der Bewegung am Objekt

Ihr könnt euch im Video anzeigen lassen, wie schnell und in welche Richtung sich das Objekt im Moment, also im jeweiligen Videobild bewegt. Der Pfeil ist ein sogenannter Filter. Ihr findet die Filter unter „Anzeige“ (Bild 20 links). Zwei Filter stehen bereits in der Liste, wobei Filter 2 sichtbar ist. Das erkennt ihr daran, dass im Kästchen rechts neben „Filter 2“ und unter dem Auge ein Häkchen gesetzt ist. Ist das Kästchen leer, ist der jeweilige Filter ausgeschaltet.

Um nun den Geschwindigkeitspfeil im Video anzeigen zu lassen, klickt ihr auf „Neu“. Es öffnet sich das Fenster „Auswahl“, dort wählt ihr durch Anklicken⁵ „Geschwindigkeitspfeil“ aus und schließt das Fenster mit „OK“.

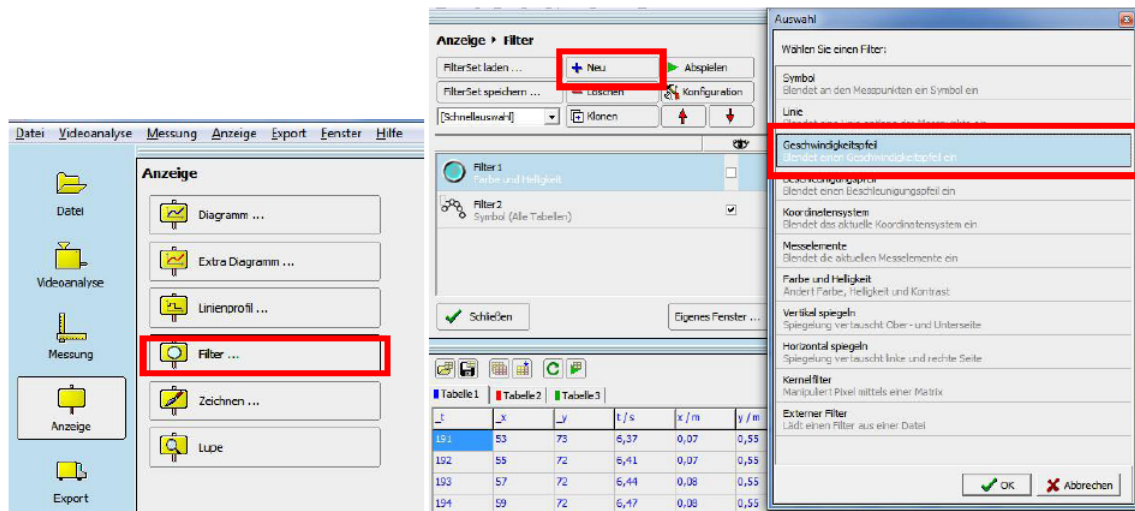



Bild 20: Geschwindigkeitspfeile anzeigen lassen: Im Untermenü „Filter“ auf „Neu“ klicken (roter Kasten) und im Fenster „Auswahl“ den „Geschwindigkeitspfeil“ (roter Kasten) wählen, anschließend auf „OK“ klicken.

Mit dem Button „Abspielen“ rechts neben dem Button „Neu“ könnt ihr überprüfen, ob der Geschwindigkeitspfeil angezeigt wird. Fällt euch etwas auf, wenn ihr den Geschwindigkeitspfeil betrachtet?

Stroboskopbild

Neben dem x-y-Diagramm und den Pfeilen gibt es noch eine weitere Möglichkeit die Bewegung der Kugel in einem Bild festzuhalten: das **Stroboskopbild**. Wählt dazu wieder im Menü „Videoanalyse“ und den Unterpunkt „Stroboskopbild ...“. Klickt auf „Start“ und ihr erhaltet nach ein paar Sekunden ein Stroboskopbild des Experimentes. Klickt auf „Dieses Bild behalten ...“, um das Bild zu sichern. Es öffnet sich ein neues Fenster mit dem Bild. Klickt dann auf , um das Bild zu speichern. Wählt wieder einen eindeutigen Namen, beispielsweise „StroboSabineMayerKlasse5c“.

Anleitung aus: <http://www.physik.uni-wuerzburg.de/~wilhelm/Bedienungsanleitung.pdf>

3) Flexible Auswertung mit EXCEL

Um physikalische Zusammenhänge auch zu Hause weiter untersuchen zu können, empfiehlt es sich die Daten in EXCEL zu exportieren.