



PHYWE

# „Immer langsam“ - Aufnehmen und Auswerten von Hochgeschwindigkeits- videos

Eine Kurzanleitung für Schüler

**Measure** |   
dynamics

Maximilian Michel  
21.08.2010

## Inhaltsverzeichnis

Die Kamera Casio EX FS10 .....	3
Kamera vorbereiten .....	3
Akku herausnehmen und laden .....	3
Akku wieder einsetzen .....	4
Speicherkarte einlegen und herausnehmen .....	4
Einstellungen an der Kamera .....	4
Einstellung für normale Videos .....	5
Einstellung für Hochgeschwindigkeitsvideos .....	5
Aufnehmen der Videos.....	6
Betrachten des Videos.....	6
Kameramenü schließen.....	6
Die fallende Metallkugel als Beispiel für eine Hochgeschwindigkeitsaufnahme .....	6
Aufbau des Versuches .....	6
Aufnahmen am Computer bearbeiten .....	7
Video an den Computer übertragen .....	7
Video in measure dynamics öffnen.....	9
Video in measure dynamics betrachten.....	9
Video schneiden .....	9
Video automatisch analysieren .....	10
Video skalieren .....	10
Bildrate mit measure dynamics festlegen .....	11
Analyse des Videos .....	11
Projekt speichern.....	12
Projekt öffnen.....	12
Arbeiten mit den Ergebnissen der Analyse .....	13
Orts- bzw. x-y-Diagramm.....	13
Andere Diagramme .....	13
Richtungspfeile der Bewegung am Objekt .....	14
Stroboskopbild .....	14
Index .....	15

## Die Kamera Casio EX FS10

Diese Kamera ist ein empfindliches Messgerät. Euch werden im Laufe der Schulzeit noch viele verschiedene Messgeräte für die unterschiedlichsten Aufgaben begegnen. Geht bitte sorgsam mit diesen sensiblen Geräten um.

Falls schon eine Speicherkarte mit genügend Speicherplatz und ein voll geladener Akku in der Kamera sind, könnt ihr gleich mit Kapitel „**Einstellungen an der Kamera**“ auf Seite 4 weitermachen.

### Kamera vorbereiten

Bevor ihr richtig anfangen könnt, müsst ihr die Kamera auf die kommenden Aufgaben vorbereiten. Die Kamera braucht Strom, also solltet ihr den Akku laden, damit der Kamera nicht „die Puste ausgeht“ während ihr die Aufnahmen macht.

### Akku herausnehmen und laden



**Bild 1:** Öffnen des Kamerabodens und Herausnehmen des Akkus.

Haltet die Kamera so, wie in Bild 1. Rechts seht ihr eine Plastik-Abdeckung mit einem kleinen, schwarzen Riegel (Bild 1). Dieser steht auf der Position „LOCK“, also geschlossen. Zum Öffnen schiebt ihr den Riegel nach links auf die Position „open“ (offen) – schon geht die Klappe auf. Man kann nun zwei Fächer erkennen. Im oberen Fach ist der Akku. Dieser ist rechts durch eine kleine Raste gesichert. Im kleineren Fach darunter steckt die Speicherkarte. Um den Akku herauszunehmen, schiebt ihr die Raste nach unten und der Akku springt heraus (Bild 2). Schließlich legt ihr den Akku in das mitgelieferte Ladegerät.



**Bild 2:** Einlegen des Akkus in das mitgelieferte Ladegerät.

**Wichtig:** Lasst die Klappe der Kamera nicht offen, da sie sonst abbrechen kann. Die Klappe verschließt ihr, indem ihr den Riegel auf der Klappe von „open“ auf die Position „lock“ stellt (Bild 3).

**Wichtig:** Während der Akku lädt, leuchtet am Ladegerät ein rotes Licht. Wenn der Akku voll ist, geht das rote Licht aus. Nach etwa 90 Minuten ist der Akku vollständig geladen.

## Akku wieder einsetzen

Nachdem der Akku geladen ist, legt ihr ihn wieder in die Kamera ein (Bild 3). Haltet die Kamera wie beim Herausnehmen und dreht den Akku so, dass die Schrift „Casio“ und „Exilim“ lesbar sind. Auf dem Akku sind auch Pfeile aufgezeichnet, die euch die Einschieberichtung zeigen.



Bild 3: Richtiges Einlegen des Kamera-Akkus, Schließen der Kameraklappe.

**Wichtig:** Die Kamera ist ein hochempfindliches Gerät. Das Einsetzen vom Akku oder Speicherkarte in die Kamera oder in das Ladegerät muss leicht und ohne Kraftaufwand funktionieren. Falls es nicht auf anhieb klappt, probiert die Schritte nacheinander nochmal durch.

## Speicherkarte einlegen und herausnehmen

Diese Kamera speichert die Bilder und Videos auf **SD-Speicherkarten**. Der Steckplatz für die Karte befindet sich in der Kamera direkt unter dem Akku-Steckplatz. Um die Speicherkarte einzulegen, öffnet ihr die Klappe am Kameraboden genau so, als ob ihr den Akku einlegen wolltet (Bild 1). Ihr seht, dass unter dem Akku ein schmaler Spalt ist. Haltet eure Speicherkarte so, dass ihr die Schrift auf der Karte lesen könnt. Die goldenen Kontakte zeigen dann nach unten und die „abgeschnittene“ Ecke zeigt nach vorne. So könnt ihr die Karte in die Kamera schieben. Zum Herausnehmen drückt ihr leicht auf die Karte, dann kommt sie euch ein Stück entgegen, sodass ihr sie besser herausnehmen könnt.



Bild 4: Einsetzen der Speicherkarte.

**Wichtig:** Achtet darauf, dass ihr genügend freien Speicherplatz auf der Karte habt. 300 MB sollten es schon sein.

**Wichtig:** Erscheint nach dem Einschalten<sup>1</sup> auf dem Display der Kamera „Karte verriegelt“, so müsst ihr die Karte herausnehmen und den Schieber links an der Karte nach vorn schieben und wieder einsetzen. Jetzt kann die Kamera Videos auf der Karte speichern.

## Einstellungen an der Kamera

Nachdem der Akku geladen und die Speicherkarte eingelegt ist, könnt ihr die Kamera einschalten. Der Knopf zum Einschalten („ON/OFF“) befindet sich auf der Oberseite der Kamera in einer kleinen Vertiefung.

<sup>1</sup> Wie ihr die Kamera einschaltet, könnt ihr auf der nächsten Seite erfahren.



**Bild 5:** Kamera von oben. In der Mitte befindet sich der Einschaltknopf.

Drückt ihr den Knopf „Menü“ (Position), dann seht ihr auf dem Display in der obersten Zeile die Begriffe „Aufnahme“, „Qualität“ und „Einstellungen“ (einer der Begriffe ist rot unterlegt). Darunter steht eine Liste mit den jeweiligen Einstellungsmöglichkeiten. Durch das Drücken der Steuertasten (Steuerring) nach links oder rechts könnt ihr den rot unterlegten Begriff und die zugehörigen Einstellungsmöglichkeiten ändern. Wählt den Begriff „Qualität“ aus. Dann seht ihr in der Liste verschiedene Symbole und daneben steht „Qualität“. Das zweite Symbol stellt eine Videokamera dar. Hier kann man die Qualität des Videos einstellen. Wenn ihr normale Videos aufnehmen sollt, stellt hier die Qualität „STD“ (Abkürzung für Standard) ein. Falls ihr Hochgeschwindigkeitsaufnahmen machen wollt, betrachtet die dritte Zeile. Hier steht vor der Videokamera „HS“, das ist die Abkürzung für „High-Speed“ (engl. für Hochgeschwindigkeit). Wählt die Bildrate „210 fps“ aus und drückt auf „SET“ (im Steuerring). Dadurch schließt ihr auch das Menü und ihr habt wieder das Live-Bild der Kamera im Display.

### Einstellung für normale Videos

Damit ihr normale Videos mit der Kamera aufnehmen könnt, schiebt den Hebel ganz rechts auf der Rückseite der Kamera nach unten auf das Kamerasymbol. Wählt anschließend die unter dem Menüpunkt „Qualität“ die Filmqualität „normal“ aus.

**Wichtig:** Auch wenn es verlockend ist, die Einstellung „HD“ (High-Definition, also hohe Bildqualität) ist für die Videoanalyse sogar hinderlich. Der Grund ist, dass die Kamera bei normalen Videos 30 Bilder pro Sekunde macht. Bei High-Definition hingegen werden 30 „Halbbilder“<sup>2</sup> aufgenommen.

### Einstellung für Hochgeschwindigkeitsvideos<sup>3</sup>

Um mit der Kamera Hochgeschwindigkeitsaufnahmen machen zu können, müsst ihr den Hebel ganz rechts auf der Kamerarückseite nach oben schieben. Anschließend wählt ihr im Menü im Punkt „Qualität“ die „HS“-Bildrate „210 fps“ aus.

**Wichtig:** Für alle Hochgeschwindigkeitsaufnahmen reichen 210 fps völlig aus. Wählt ihr eine höhere Bildrate (420 fps oder 1 000 fps), wird der Aufnahmebereich kleiner, das Bild grobkörniger und die Aufnahme dunkler oder ganz schwarz!

**Wichtig:** Achtet bei den Aufnahmen auf genügend Licht. Sonnenlicht oder (herkömmliche) Glühlampen sind am besten für die Beleuchtung des Experimentes geeignet. Energiesparlampen, LED's oder Leuchtstoffröhren sind nicht so gut geeignet.

<sup>2</sup> Halbbilder sind Bilder, bei denen nur jede zweite Zeile gespeichert wird. Die fehlende Zeile wird nachträglich berechnet. Grund für diese Aufnahmeweise ist, dass die Anzahl der Bildpunkte (Pixel) und damit die Datenmenge viel höher ist.

<sup>3</sup> Nimmt man mehr als 30 Bilder in der Sekunde auf, spricht man von **Hochgeschwindigkeitsaufnahmen**. Werden beispielsweise 300 **fps** (Frames per Second, engl. für „Bilder pro Sekunde“) aufgenommen und mit 30 fps abgespielt, sieht ihr das Video in zehnfacher Zeitlupe.

## Aufnehmen der Videos

Auf der Rückseite der Kamera befindet sich oben rechts ein Knopf mit einem roten Punkt. Wenn ihr auf diesen Knopf drückt, startet die Aufnahme, nochmaliges Drücken beendet sie.

## Betrachten des Videos

Oberhalb des Navigationsringes befinden sich zwei Knöpfe. Auf dem Linken ist eine Play-Taste, damit könnt ihr die aufgenommenen Fotos und Videos betrachten. Um ein Video ablaufen zu lassen, drückt den „SET“-Knopf innerhalb des Navigationsringes.

## Kameramenü schließen

Auf der Rückseite der Kamera ist ein Knopf mit einem Fotoapparat abgebildet. Wenn ihr auf diesen Knopf drückt, wird das jeweilige Menü geschlossen und ihr kommt zurück zum Live-Bild der Kamera.

# Die fallende Metallkugel als Beispiel für eine Hochgeschwindigkeitsaufnahme

## Aufbau des Versuches

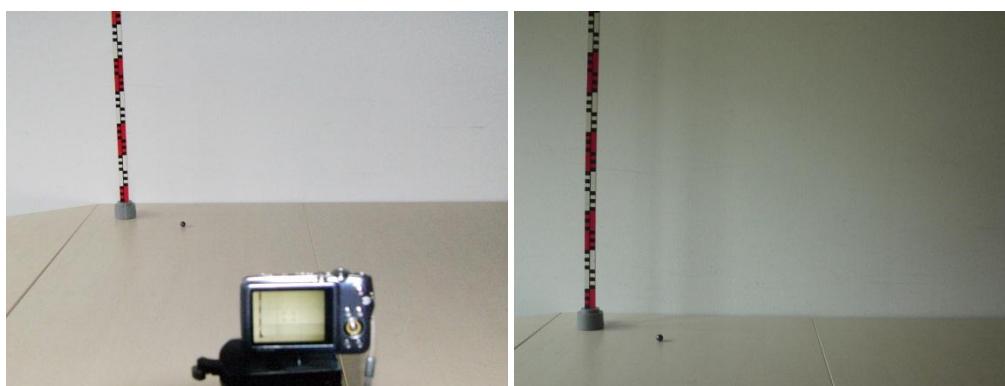
Nachdem ihr euch mit der Kamera ein wenig vertraut gemacht habt, baut ihr den Versuch auf. Ihr benötigt dafür:

- Eine kleine dunkle Metallkugel
- Einen großen, harten Untergrund (Schultisch)
- Einen Maßstab mit Halterung



**Bild 6:** Benötigte Materialien für den Versuch.

Steckt den Maßstab senkrecht in die Halterung (Bild 7). Legt die Kugel in die Handfläche eurer rechten Hand und hebt die Hand 50 cm über den Untergrund. Mit der linken Hand gebt ihr der Kugel einen Stoß, damit sie von der Handfläche herunter rollt. Achtet darauf, dass die Kugel gut sichtbar fällt (nicht vor dem Maßstab). Ihr seht, dass die Kugel auf den Boden fällt und wieder nach oben springt. Schafft es die Kugel nach dem ersten Auftreffen wieder 50 cm hoch zu springen? Wie weit springt die Kugel? Springt sie nach jedem Auftreffen gleich weit? Verändert die Kugel ihre Form beim Auftreffen?



**Bild 7:** Versuchsaufbau und Kameraansicht.

Wenn ihr das Experiment selbst durchführt, könnt ihr das kaum sehen. Selbst wenn deine Klassenkameradin / dein Klassenkamerad zusieht, kann sie / er es kaum erkennen. Das Experiment läuft zu

schnell ab. Jetzt kommt die Hochgeschwindigkeitskamera ins Spiel. Damit ihr aber mit dem Video auch etwas anfangen könnt, gibt es ein paar Dinge zu beachten:

1. **Hintergrund:** Achtet auf einen möglichst gleichmäßigen, einfarbigen (am besten hellgrauen) Hintergrund ohne Strukturen. Der Gegenstand, den ihr filmen wollt, sollte sich farblich gut vom Hintergrund abheben. **Geeignete Hintergründe** sind
  - Glatte Tapeten / Wände
  - Gewischte Schultafeln
  - Gebügelte einfarbige Stoffe (z.B.: Gardinen)
- Ungeeignete Hintergründe** sind beispielsweise:
  - Raufasertapeten, strukturierte oder bunte Tapeten
  - Schlecht gewischte oder beschriebene Tafeln
  - Farbenfrohe oder nicht gebügelte Stoffe
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. Am Kameraboden befindet sich ein Schraubgewinde links neben der Klappe für Speicherplatte und Akku. Dort könnt ihr die Stativschraube befestigen. Im Beispiel steht die Kamera 2 Meter vom Versuchshintergrund auf einem Stativ.
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 (Bild 7)!
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, könnt ihr auch den Overheadprojektor, eine Schreibtischlampe oder einen Bauscheinwerfer für die Beleuchtung verwenden. Wenn ihr von **rechts und von links** euren Versuchsaufbau beleuchtet, wirft die Metallkugel **keinen Schatten**. Das macht die Analyse später leichter. **Vorsicht: Die Lampen werden sehr heiß!**
6. **Experiment aufnehmen:** Arbeitet beim Aufnehmen am besten zu zweit. Einer von euch beiden bedient die Kamera, der andere rollt die Kugel von seiner Handfläche. Startet die Aufnahme kurz bevor ihr die Kugel losrollen lasst. 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.

## Aufnahmen am Computer bearbeiten

### Video an den Computer übertragen

Nachdem ihr nun das Experiment durchgeführt habt, müsst ihr die Daten auf einen Computer übertragen. Schaltet dazu zuerst den Computer ein. Legt einen neuen Ordner auf dem Desktop an. Nehmt am besten euren Vor- und Nachnamen, sowie eure Klasse als Namen (Beispiel: „SabineMayerKlasse5c“).

Jetzt übertragt ihr noch die Daten von der Kamera auf den Computer. Dies könnt ihr auf zweierlei Arten tun:

1. Schließt die Kamera mit dem mitgelieferten USB-Kabel an den Computer an. In Bild 8 könnt ihr erkennen, wie die Kabel anzuschließen sind. Die Zeichen ► an der Kamera und ◀ am Stecker des USB-Kabels müssen aufeinander zeigen, dann passt der Stecker. Verbindet die Kamera und den Computer mit dem Kabel. Nachdem ihr die Kamera angeschlossen habt, schaltet ihr sie ein.



Bild 8: Anschließen der Kamera an den PC mit dem mitgelieferten USB-Kabel.

2. Ihr könnt auch die Speicherkarte herausnehmen und in den SD-Speicherkartenplatz im Computer stecken, falls der Computer einen SD-Speicherkarten-Steckplatz hat.

Nachdem ihr die Kamera und den PC miteinander verbunden (bzw. die Speicherkarte in den PC gesteckt) habt, öffnet sich automatisch ein Fenster. Wählt „Ordner öffnen, um Daten anzuzeigen“. Dann öffnet sich ein weiteres Fenster mit dem Ordner „DCIM“, diesen Ordner müsst ihr öffnen.

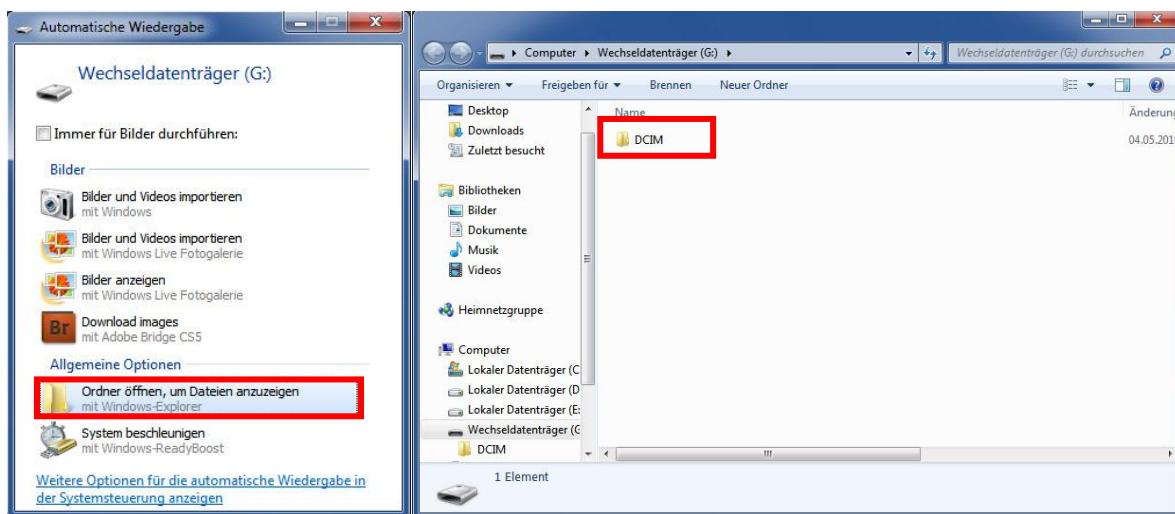


Bild 9: Fenster, die sich bei der Datenübertragung öffnen.

Anschließend erscheint dann ein weiterer Ordner „100CASIO“. Wenn ihr ihn geöffnet habt, könnt ihr auf die Daten zugreifen. Wählt das neueste Video aus und kopiert es **sofort** in den Ordner auf den Computer. Je nach Länge der Aufnahme kann das ein paar Minuten dauern.

## Video in measure dynamics öffnen

Wenn das Video von der Kamera auf den Computer überspielt worden ist, könnt ihr es mit dem Programm „measure dynamics“ öffnen und bearbeiten. Wenn ihr „measure dynamics“ gestartet habt, klickt ihr auf „Video laden ...“, anschließend klickt ihr auf „Suchen in:“ und wählt „Desktop“ aus. Dann scrollt ihr so lange, bis ihr euren Ordner gefunden habt. Öffnet den Ordner und wählt das Video aus. Ihr seht, dass im rechten Fenster das Videobild erscheint.

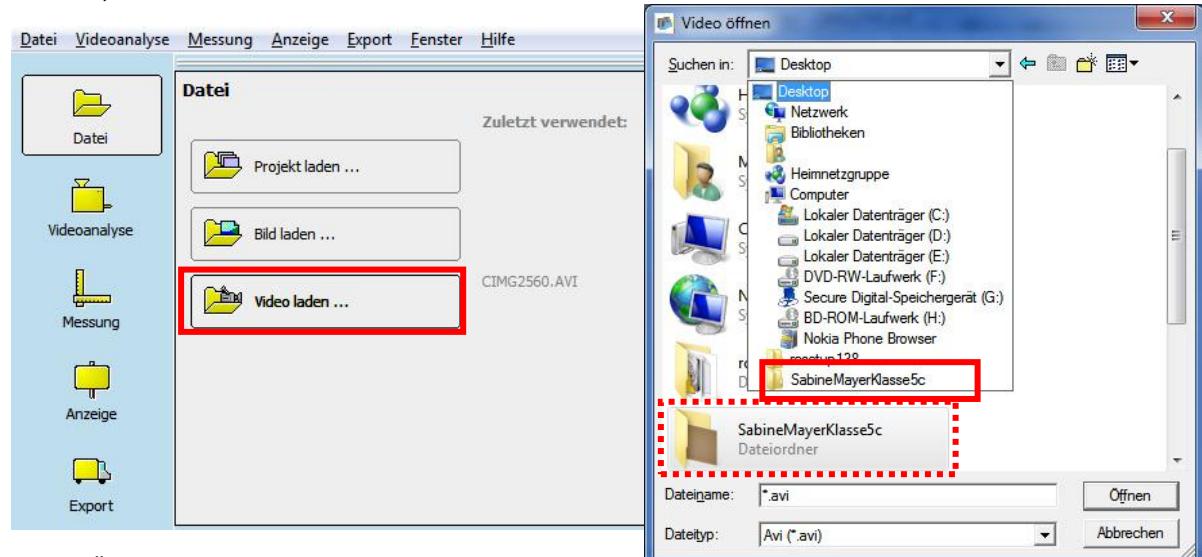


Bild 10: Öffnen des Videos mit „measure dynamics“.

## 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 anklickt. Mit 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.

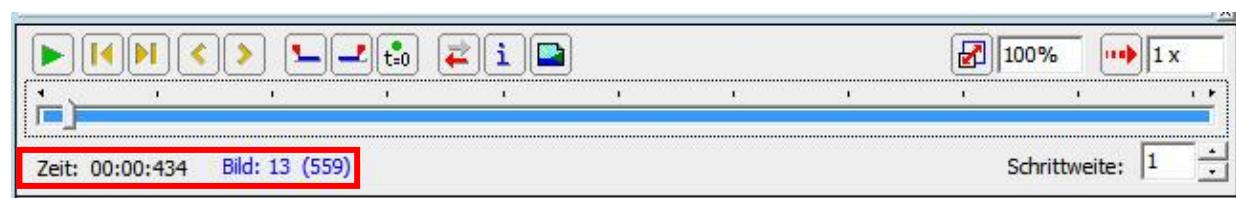


Bild 11: Video-Bedienfeld in measure dynamics mit Menüfeld und Zeit- sowie Bildangabe.

## 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.

## Video automatisch analysieren

### Video skalieren

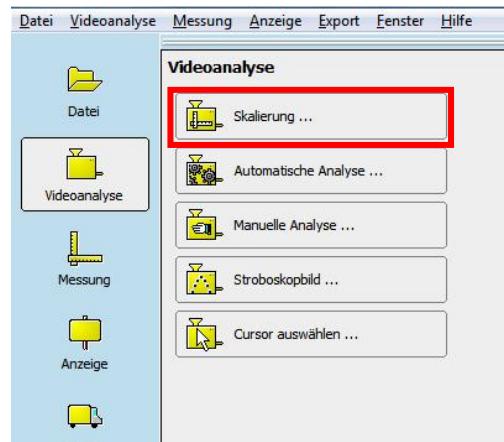


Bild 12: Menüsicht „Videoanalyse“.

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.

Könnt. Den Abstand tragt ihr neben „Geben Sie Länge und Einheit der markierten Strecke ein“. Durch Klicken auf das grüne Häckchen wird die Skalierung gespeichert. Klickt anschließend auf den Button „Schließen“ (im Bild 13 links unten). So einfach ist euer Video skaliert.

Im Beispiel wird ein Schullineal verwendet. Die weißen und die roten Abschnitte sind jeweils 10 cm (also 0,1 m) lang. Wählt ihr die Punkte und den Abstand wie in Bild 14 (Seite 11), müsst ihr als Strecke 0,5 m eingeben.

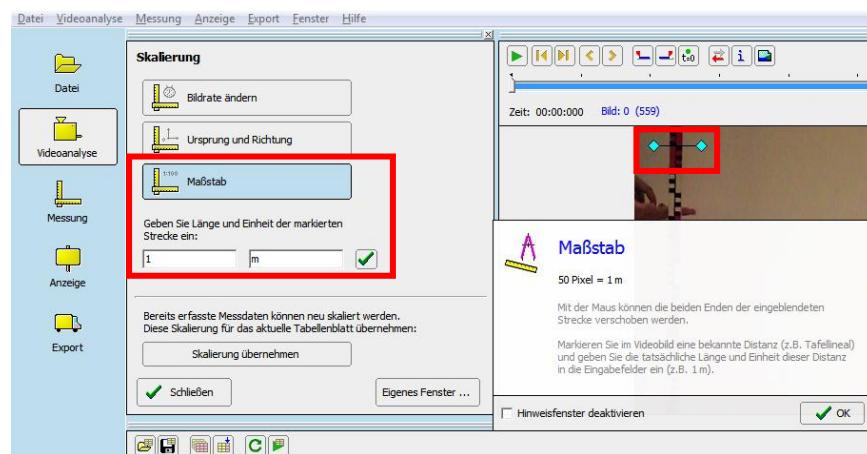


Bild 13: Einstellen der Länge (skalieren). Im Hinweisfenster stehen die Arbeitsanweisungen.

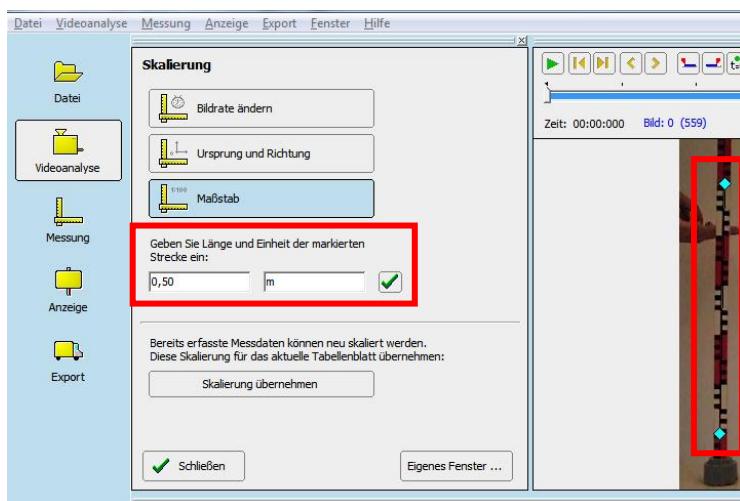


Bild 14: Beispiel für die Skalierung: 5 rot-weiße Abschnitte =50 cm = 0,5 m.

### Bildrate mit measure dynamics festlegen

Die Hochgeschwindigkeitsvideos werden in **Zeitlupe**, also langsamer als in Wirklichkeit abgespielt. Das hat den Vorteil, dass ihr das Experiment verlangsamt sehen könnt. Leider stimmt der Zeitabstand zwischen den Bildern des Videos nicht mehr und die Berechnungen werden fehlerhaft. Im Menüpunkt „Skalieren“ könnt ihr aber die **Bildrate (Framerate) ändern**. Klickt dazu auf „Skalieren ...“, anschließend auf den Button „Bildrate ändern“. Ihr seht dann Bild 15. Setzt im Kästchen vor „Bildrate ändern“ ein Häckchen und tragt in das untere Feld“ 210“ ein. Das ist die Bildrate, mit der ihr das Experiment aufgenommen habt. Klickt auf den grünen Haken, um diese Veränderung zu speichern!

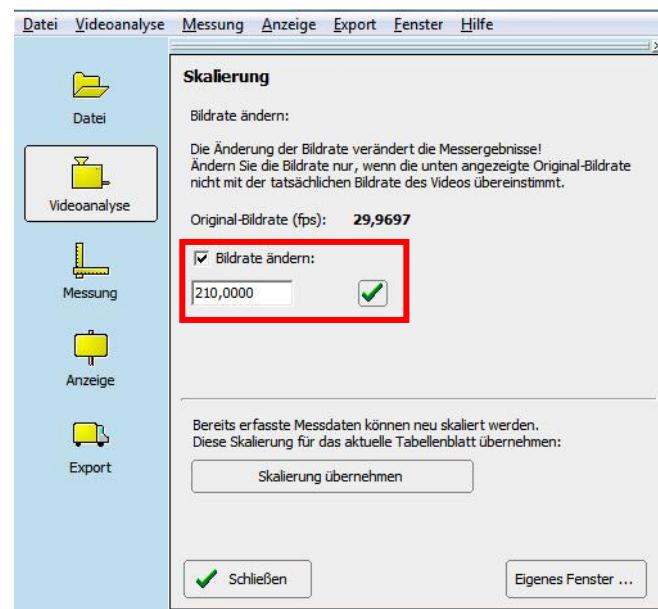


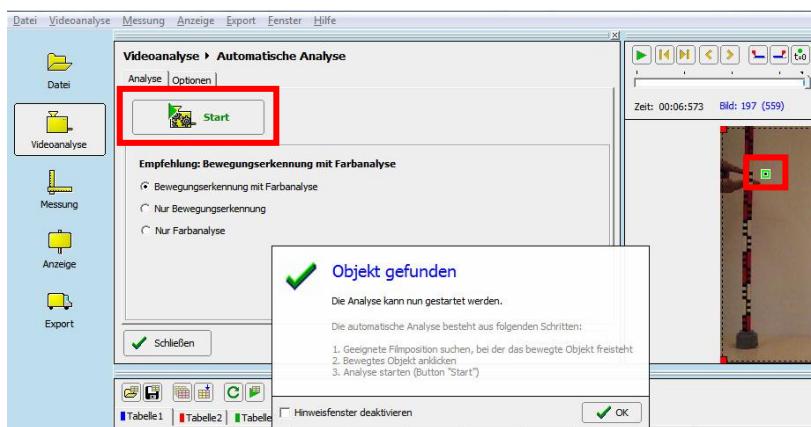
Bild 15: Bildrate verändern mit measure dynamics.

### Analyse des Videos

Nachdem ihr das Video skaliert und auf „Schließen“ geklickt habt, kommtt 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 Cursor<sup>4</sup> 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.

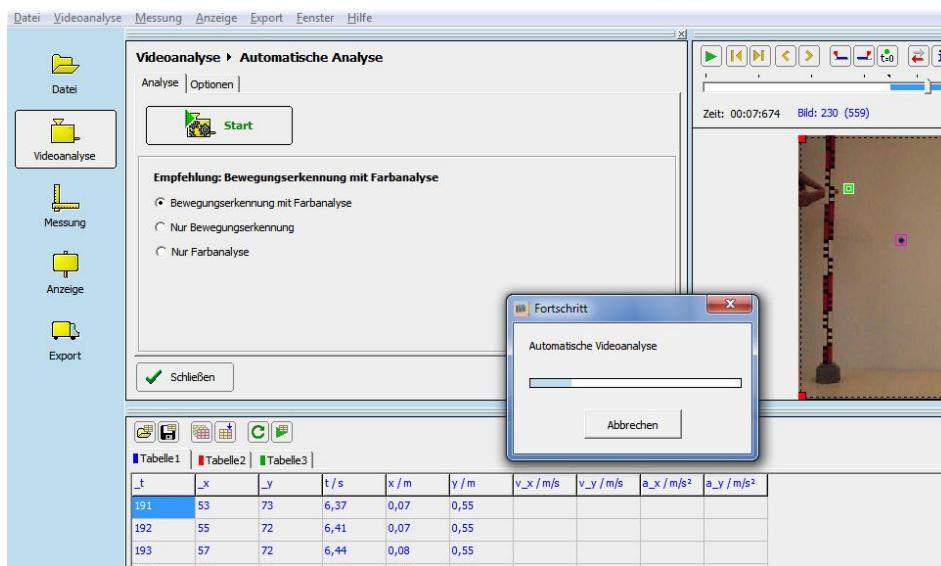
Ist der Kasten gelb, hat er es nicht so gut erkannt. Oft funktioniert die Analyse trotzdem. Falls der Kasten rot ist oder die Analyse doch nicht so gut klappt, sucht eine andere Stelle im Video aus, markiert dort euer Objekt und startet die Analyse erneut.

<sup>4</sup> Der **Cursor** ist der Zeiger der Maus.



**Bild 16:** Menü „Videoanalyse“, Auswahl „Automatische Analyse“. Mit dem Cursor auf das Objekt klicken und anschließend die Analyse starten.

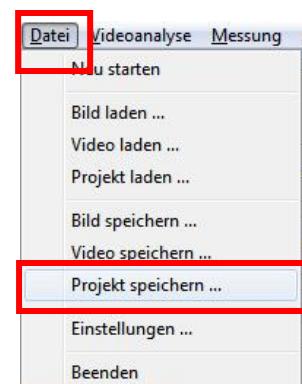
Bild 17 ist eine Momentaufnahme einer Videoanalyse. Das violette Kästchen sollte immer auf dem Objekt sein.



**Bild 17:** Momentaufnahme einer laufenden Videoanalyse.

## Projekt speichern

Jetzt hat der Computer euer Video bereits ausgewertet. Bevor ihr weitermacht, solltet ihr euer **Projekt speichern**. Dazu wählt ihr ganz links oben „Datei“, anschließend „Projekt speichern ...“ aus. Euer Projekt hat noch keinen Namen. Wählt einen Namen, welcher die wichtigsten Informationen enthält. Zum Beispiel: „ProjektSabineMayer5cMetallkugel“.



## Projekt öffnen

Wenn ihr zu einem späteren Zeitpunkt an diesem Projekt weiterarbeiten wollt, öffnet euren Ordner auf dem Desktop und klickt auf die Datei mit der Endung „.prj“. In diesem Beispiel wäre das der Ordner „SabineMayerKlasse5c“ auf dem Desktop. In diesem Ordner befindet sich die Datei „ProjektSabineMayer5cMetallkugel.prj“. Wenn ihr diese Datei öffnet, dann startet automatisch measure dynamics. Falls nicht, klickt mit der rechten Maustaste auf die Datei und wählt in der Liste „Öffnen mit“ das Programm measure dynamics aus.

## 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

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

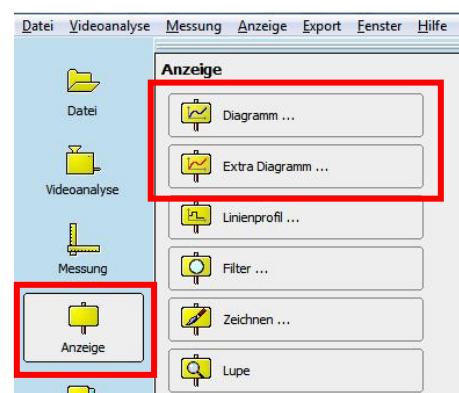


Bild 18: Diagramm öffnen.

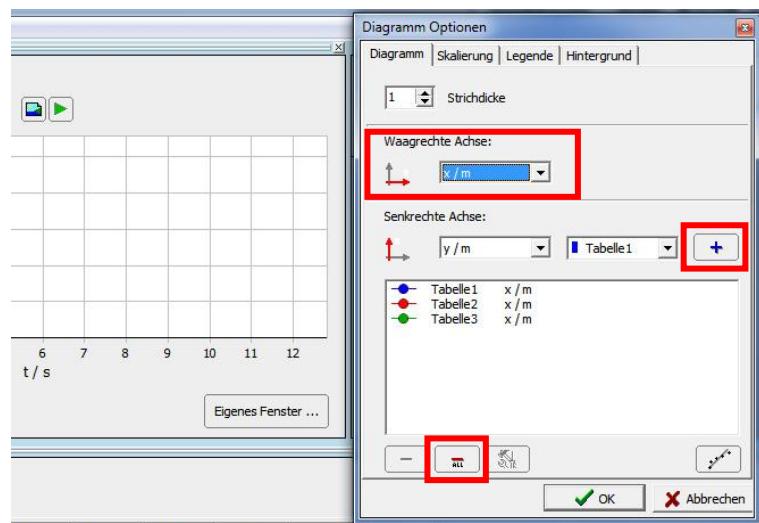
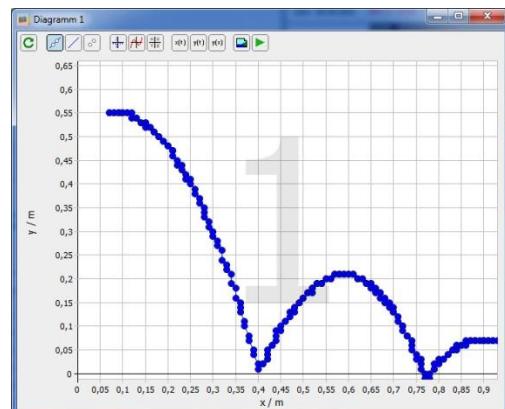


Bild 19: Diagramm ändern.

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

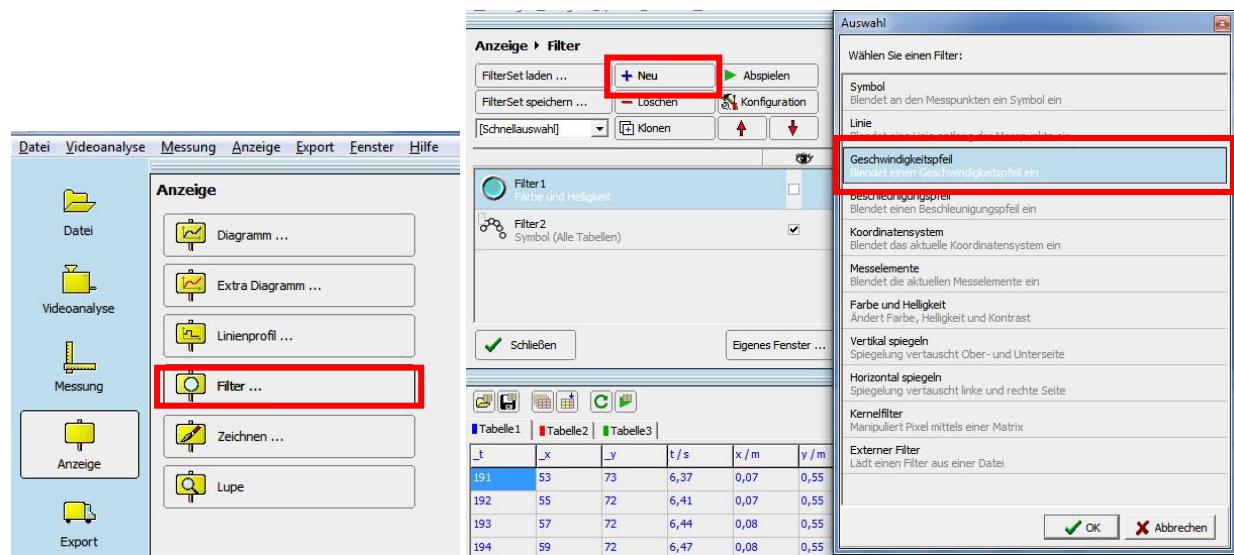
Ihr könnt verschiedene Arten von Diagrammen erstellen, wenn ihr in Bild 19 für die waagerechte oder senkrechte Achse andere Einstellungen vornehmt. Wenn ihr wissen wollt, wie schnell sich die Kugel nach rechts bewegt, wählt für die waagerechte Achse „t / s“ und für die senkrechte Achse „v\_x / m“. Wie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

(waagerechte Achse: „ $s / t$ “; senkrechte Achse: „ $v_y / m$ “)? Seht ihr, wie sich die Geschwindigkeit ändert?

### 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 Häckchen 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 Anklicken<sup>5</sup> „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“.

<sup>5</sup> Klickt doppelt auf „Geschwindigkeitspfeil“, dann ist der Filter ausgewählt und das Fenster schließt sich.

## Index

Akku	
einsetzen .....	4
herausnehmen .....	3
laden .....	3
Anzeige .....	13
Automatische Analyse .....	11
Bildrate festlegen .....	11
Bildrate korrigieren .....	11
Cursor .....	11
Diagramm .....	13
Diagramm verändern .....	13
Experiment aufnehmen .....	7
Extra Diagramm .....	13
Filter .....	14
fps5	
Frame .....	11
Framerate .....	11
Geschwindigkeitspfeil .....	14
Halbbilder .....	5
Hintergrund .....	7
geeignet .....	7
ungeeignet .....	7
Hochgeschwindigkeitsaufnahmen .....	5
Kameraausrichtung .....	7
Kameraeinstellung	
Hochgeschwindigkeitsvideos .....	5
normale Videos .....	5
Kameraeinstellungen .....	4
Kameraposition .....	7
Licht und Schatten .....	7
Maßstab .....	10
Ortsdiagramm .....	13
Projekt	
öffnen .....	12
speichern .....	12
Projekt speichern .....	12
Richtungspfeil .....	14
Schrittweite .....	9
SD-Speicherkarten .....	4
Skalieren .....	10
Skalierung .....	10
Speicherkarte	
einlegen .....	4
herausnehmen .....	4
Stroboskopbild .....	14
Versuchsaufbau .....	7
Video	
analysieren .....	11
bearbeiten .....	7
beschneiden .....	9
betrachten .....	9
Bildrate festlegen .....	11
öffnen .....	9
skalieren .....	10
Video übertragen	
via SD Karte .....	8
via USB .....	8
Video-Bedienfeld .....	9
Videobild .....	11
x-y-Diagramm .....	13
Zeitlupe .....	11

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des auszugsweisen Nachdrucks und der fotomechanischen Wiedergabe, vorbehalten. Irrtum und Änderungen vorbehalten.

© PHYWE Systeme GmbH & Co. KG, 37079 Göttingen/Germany