

Videoanalyse mit unterschiedlichen Darstellungsformen

Neue Möglichkeiten mit measure Dynamics:

Der Einsatz der digitalen Videoanalyse von Bewegungen ist heute in vielen Lehrplänen vorgesehen. Die gängigen deutschen Programme lassen aber bzgl. den Features der Software noch zu wünschen übrig. Mit „measure Dynamics“ ist ein neues Programm verfügbar, das eine deutliche Verbesserung darstellt und eine Vielzahl neuer Möglichkeiten bietet.

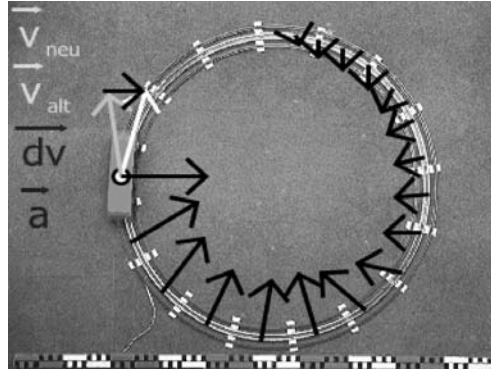
Exportiermöglichkeiten: Die bei der Analyse bestimmten Werte werden zunächst in einer Tabelle dargestellt. Aus den Pixel-Koordinaten werden über einen definierten Maßstab und über die aus der Frame-Rate des Videos bestimmten Zeiteinteilung die Größen Ort, Geschwindigkeit und Beschleunigung jeweils in x- und y-Richtung berechnet und ebenfalls in der Tabelle angezeigt. In weiteren Tabellenspalten können weitere Größen, wie z.B. der Geschwindigkeitsbetrag oder die kinetische Energie, berechnet werden. Alle Daten und Einstellungen, die in der Tabelle oder am Video vorgenommen werden, können als so genanntes „Projekt“ gespeichert werden. Diese Dateiensammlung kann dann über eine entsprechende Datei mit der Endung „prj“ aufgerufen werden. Die Tabellen, Bilder und sogar die bearbeiteten Videos können exportiert werden, so dass die Videos z.B. mit Vektoreinblendungen unabhängig von dieser Software auf einem PC gezeigt werden können.

Automatische Analyse: Eine deutliche Verbesserung gegenüber den bisherigen Programmen stellt die automatische Analyse dar, die neben der manuellen Analyse möglich ist. Diese automatische Analyse war bei den deutschen Videoanalyseprogrammen für den Physikunterricht bisher nur bei AVA und Viana möglich, dort aber nicht zufrieden stellend. Die automatische Analyse bei „measure Dynamics“ arbeitet mit Farb- und Bewegungsanalyse. Die Software erkennt dabei die geometrische Form und die Größe des zu analysierenden Objektes, auch wenn dieses rotiert. Diese automatische Analyse stellt besonders bei längeren Videos eine erhebliche Zeitersparnis dar. Eine große Bildanzahl ist z.B. nötig, um die Maxwell-Verteilung als statistische Verteilung zu zeigen. Dazu wurden z.B. mehrere Pucks auf verschiedenen Luftkissentischen gesetzt und die Bewegung eines einzigen rot markierten Pucks verfolgt, was als Modell eines zweidimensionalen Gases dienen kann. Die Geschwindigkeitsverteilung erfüllt dabei stets recht gut die Erwartungen. Ein Video mit über 2.000 Einzelbildern wurde in gut drei Minuten fehlerfrei analysiert.

Diagramme in Echtzeit: Von Vorteil ist es, dass von der Software Graphen synchron mit dem ablaufenden Video erstellt werden. Z.B. entstehen die Ortspunkte im Diagramm gleichzeitig mit der Bewegung des Objektes im Video und auch die Diagramme für Geschwindigkeit und Beschleunigung werden parallel zum Video erzeugt. So ist es einfacher zu erkennen, welche Phase im Video welchem Grafenteilstück entspricht und somit ist die Kluft zwischen der konkreten visuellen Darstellung des Bewegungsablaufes und seiner abstrakten grafischen Darstellung für den Lernenden leichter zu überbrücken. Zusätzlich zu diesen gemessenen Kurven können berechnete Kurven zum Vergleich eingeblendet werden. Jeder Zeitpunkt kann schnell angesprungen werden und man kann das Video mit den Darstellungen auch schrittweise ablaufen lassen.

Analyse mehrerer Objekte: Bei der Auswertung der Bewegungen mehrerer Objekte ist zunächst die Analyse für jedes Objekt einzeln durchzuführen. Sind alle Objekte von der Software erkannt und analysiert, kann die eigentliche Auswertung für alle Objekte gleichzeitig durchgeführt werden. Ein Beispiel wäre der Stoß zweier Wagen, deren Bewegungen nun gleichzeitig ausgewertet werden kann.

Dynamisch ikonische Repräsentation: Das Programm „measure Dynamics“ erlaubt außerdem mit wenig Aufwand die Darstellung dynamisch ikonischer Repräsentation von physikalischen Größen in Form von Säulen oder Vektorpfeilen (siehe Abb.). Zunächst ist es sinnvoll, Geschwindigkeits- und Beschleunigungspfeile jeweils an das bewegte Objekt anzuheften. Die einzelnen Darstellungen lassen sich dabei schnell zu oder wegschalten. Alternativ könnte man in das Video die Pfeile für die Größen Ort, Geschwindigkeit und Beschleunigung ortsfest einfügen, die sich entsprechend der Bewegung ändern. Die Darstellung der Größen als ortsfeste Pfeile ermöglicht leichter ein Erkennen des Zusammenhangs zwischen der Bewegung und der durch die Pfeile repräsentierten Größen. Zusätzlich wird der Vergleich der dargestellten Größen untereinander erleichtert.



Serienbilder: Des Weiteren können mit der Software Serienbilder erstellt werden. Dabei werden die verschiedenen Bilder eines Videos bzw. Ausschnitte automatisch nacheinander in eine Tabelle gesetzt und insgesamt als ein einziges Bild ausgegeben. So kann man leicht Arbeitsblätter für Schüler erstellen, mit denen diese eine Videoanalyse auf dem Papier durchführen können. Man braucht dazu nur die Zeitdifferenz zwischen zwei Teilbildern und eine Referenzlänge. Somit lässt sich das Serienbild nicht nur qualitativ nutzen, sondern auch quantitativ auswerten. Wählt man beim Serienbild zusätzlich den für die Erstellung verwendeten Bildausschnitt geschickt, nämlich als schmalen Streifen, kann damit auch ein Zeit-Ort-Diagramm erzeugt werden. Macht man ein Serienbild nur von den ortsfesten Pfeilen, z.B. von den Geschwindigkeitspfeilen, erhält man sogar ein t-v-Diagramm.

Stroboskopbilder: In zahlreichen Schulbüchern zum Physikunterricht sind Stroboskopbilder zu finden. Sie dienen zur Veranschaulichung von Bewegungsabläufen oder zur Darstellung beschleunigter Bewegungen. Aus einem in „measure Dynamics“ geladenen Video kann in wenigen Schritten ein Stroboskopbild erstellt werden. Zusätzlich können zahlreiche Einstellungen vorgenommen werden. Da das Programm das ganze Objekt vom Hintergrund trennt, ist es z.B. möglich, einen einfarbigen Hintergrund zu wählen. Um die Entstehung des Stroboskopbildes aus den einzelnen Frames des Videos besser erklären zu können, ist es zudem möglich, farbige Blitzlichter zu verwenden. Dabei können bis zu 64 verschiedene Farben genutzt werden. Während solche Stroboskopbilder früher nur aufwändig zu erstellen waren, geht es hier mit wenigen Mausklicks.

Auswertung von Bildern: Weniger wichtig ist die Möglichkeit, einzelne Bilder auszuwerten. Dazu gehört z.B., dass man die Anzahl von Ereignissen in einem Bild oder eine Länge oder einen Winkel messen kann.

Weitere didaktische Vorteile der Software:

Aufbereitete Videos von Versuchsvorgängen können dem Lehrer dabei helfen, Fehlkonzepte der Schüler durch die Konfrontation in Frage zu stellen und in Richtung der physikalischen Konzepte zu verändern. Sie können es erleichtern, das Phänomen und die zugrunde liegende physikalische Struktur eines Vorgangs miteinander zu verbinden. Dadurch wird die kognitive Belastung der Schüler gemäß der Cognitive Load Theorie verringert und der Lernprozess erleichtert. Die Kombination von Experiment mit dynamisch ikonischen Repräsentationen und Graphen (Multicodierung) ermöglicht es zudem, den Schülern das Lesen von Graphen zu vermitteln. Diese zeitliche und räumliche Kontiguität von Experiment und Graph hilft ihnen, an jedem Zeitpunkt des Versuchverlaufs die Verbindung zwischen den

beiden Darstellungsformen herzustellen. Ein weiterer Vorteil der Software ist die Möglichkeit, Größen zu visualisieren, die normalerweise mit dem Auge nicht sichtbar sind. Dabei handelt es sich um Größen wie „Energie“, „Geschwindigkeit“ oder „Beschleunigung“. Der vektorieller Charakter von Größen wird durch die Darstellung von bewegten Pfeilen betont und das Verständnis der Schüler bewusst in diese Richtung geschult.

Es ist sinnvoll, dass die Schüler auch selbst Videos analysieren. Bisherige Erfahrungen zeigen, dass dies gut funktioniert, da die Grundfunktionen einfach zu bedienen sind. Die Schüler haben dadurch die Chance, selbstständig und entdeckend zu lernen. Das Wissen wird für sie dadurch lebendiger und „persönlicher“. Im Unterricht kann ein Video mit der Software manuell oder automatisch analysiert werden, was in Gruppenarbeit im Computerraum oder von einer Person im Fachraum geschehen kann. Anschließend können die gewünschten Darstellungen erstellt oder einfacher aus einer Liste zugeschaltet werden. Da alle Einstellungen mit allen Darstellungen und Daten als ein „Projekt“ abgespeichert werden können, kann für weitere Beispiele auch einfach ein solches Projekt geöffnet werden. Dann kann die Software ohne erneute Analyse das Video gleich mit allen voreingestellten Repräsentationen darstellen. Schließlich kann das Video auch mit den dynamisch ikonischen Repräsentationen als avi-Datei exportiert werden und so ohne die Originalsoftware verwendet und als Lehrvideo gezeigt werden.

Anwendung bei der Einführung kinematischer Größen:

Es ist sinnvoll, die Größen Geschwindigkeit und Beschleunigung im Mechanikunterricht an zweidimensionalen Bewegungen einzuführen. Zunächst kann die Bahnkurve gezeigt werden, z.B. indem man die Ortsmarken stempelt und dann die Geschwindigkeit als gerichtete Größe einführt. Zur Erarbeitung der Beschleunigung über die Geschwindigkeitsänderung kann der aktuelle Geschwindigkeitsvektor und der vorhergehende dargestellt werden (siehe Abb.). Ein Pfeil zeigt dann die Geschwindigkeitsänderung an, aus dem der Beschleunigungsvektor durch Division durch Δt entsteht. Durch diese Visualisierung kann der Schüler erkennen, dass die Beschleunigung immer in Richtung der Geschwindigkeitsänderung zeigt. Die Beschleunigung wird dadurch von Beginn an als Vektor gesehen. So kann man erkennen, dass die Beschleunigung bei konstantem Tempo immer nach innen in den Kreis Richtung Kreismittelpunkt zeigt. Ein Stempeln des Beschleunigungsvektors ist ganz besonders dann interessant, wenn das Tempo des Wagens variiert und die Beschleunigung neben der radialen Komponente noch eine tangentielle Komponente besitzt (in der Abb. in Vorwärtsrichtung). Erfahrungen mit der Software werden nun in einem Forschungsprojekt zur Mechanik in der Jahrgangsstufe 7 gemacht, in dem u.a. mit dieser Software gearbeitet wird. Auch hier sollen von Anfang an zweidimensionale Bewegungen betrachtet werden und die Geschwindigkeitsänderung $\Delta \vec{v}$ und deren vektorieller Charakter betont werden (Hopf et al., 2009). Bereits 2008 unterrichteten Lehrer die Mechanik in der siebten Jahrgangsstufe in ihrer gewohnten Form und im kommenden Jahr unterrichten dieselben Lehrer zur gleichen Jahreszeit nach dem veränderten Konzept. Um das eigens erstellte Schülerbuch vorher auf Unterrichtstauglichkeit zu testen, unterrichtet eine Erprobungsgruppe von 15 Lehrern in 20 Klassen ab Herbst 2008 im Raum Würzburg danach.

Literatur

- Benz, M.; Wilhelm, T. (2008): *measure Dynamics – Ein Quantensprung in der digitalen Videoanalyse*, DPG Berlin 2008
- Geßner, T.; Benz, M.; Wilhelm, T.: *Maxwellverteilung im Modellgas mit der Videoanalyse – In: Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule 58, Nr. 1, 2009*
- Hopf, M.; Waltner, C.; Wilhelm, T.; Wiesner, H. (2009): *Konzeption einer Vergleichsstudie zur Mechanik in Jahrgangsstufe 7, GDGP Schwäbisch Gmünd 2008*
- Michel, C.; Wilhelm, T. (2008): *Lehrvideos mit dynamisch ikonischen Repräsentationen zu zweidimensionalen Bewegungen*, DPG Berlin 2008