

Hans Kammer, Vance Carter und Oliver Gallus

WKS Bern, hanskammer@bluewin.ch

EducaTec-Systems GmbH, vance.carter@educatec-systems.ch, oliver.gallus@educatec-systems.ch

Vernier Video Analysis

Mit der Software *Video Analysis* der Firma Vernier können vorgefertigte Unterrichts-Videos oder eigene Handy-Videos in gängigen Formaten (.mp4, .mov, .heif) analysiert und detailliert ausgewertet werden. Es werden drei einfache Unterrichtsbeispiele, die Analyse eines schiefen Wurfs, einer gleichförmigen Kreisbewegung und eines harmonischen Oszillators, vorgestellt. *Video Analysis* ist ein Lehrmittel, das es Lehrkräften, aber auch Schülerinnen und Schülern ermöglicht, praktische Erfahrung bei der Auswertung fremder oder eigener physikalischer Daten zu sammeln. *Video Analysis* erweitert den praktisch orientierten Physikunterricht um ein effektives, modernes und kostengünstiges Lehrmittel, das den Studierenden ein Experimentieren ohne Experimentiermaterial in der Schule, aber auch zu Hause, erlaubt.

1. Video Analysis, ein Lehrmittel für den praktischen Physikunterricht

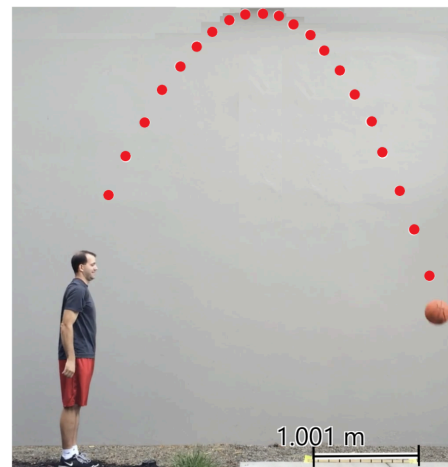
Video Analysis ist ein Software-Tool der Firma Vernier zur Analyse von Bewegungen physikalischer Objekte in digitalen Videos. So kann z.B. der Wurf eines Balls im Sportunterricht oder der Sprung von einer Kraftmessplatte, aber auch eines Astronauten auf dem Mond in einem historischen Film quantitativ analysiert werden. Denkbar sind auch Videos zur geometrischen Optik im Zusammenhang mit dem Brechungsgesetz oder mit Linsen und Prismen.

2. Drei Unterrichtsbeispiele: Schiefer Wurf, gleichförmige Kreisbewegung und harmonischer Oszillator

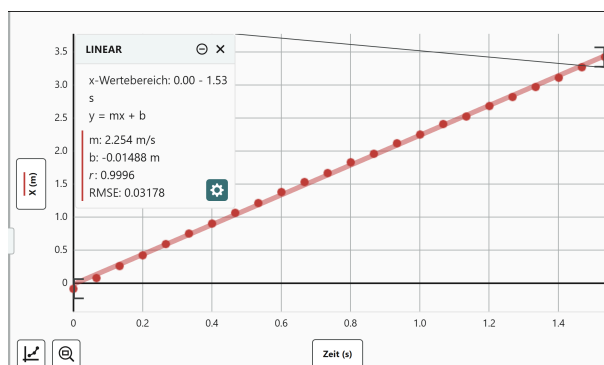
In einem Experimentier-Video, das typischerweise aus ca. 100 Einzel-«Frames» (Bildern) besteht, wird zuerst ein fester Massstab in Metern festgelegt (Figur 1, unten).

Anschliessend wird ein bestimmter Punkt des bewegten Gegenstands, z.B. im Zentrum oder oben am geworfenen Ball, in gleichen zeitlichen Abständen wahlweise mit einer veränderlichen, kreisrunden Visierfläche oder einem präzisen Fadenkreuz markiert (Figur 1).

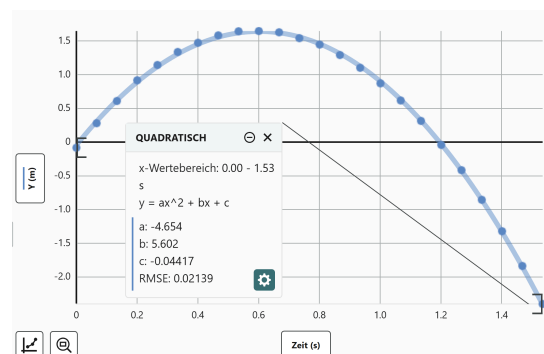
Die zeitlichen Abstände zwischen zwei Messpunkter können im Bereich von 1 bis 50 «Frames» frei gewählt werden. Die Daten werden als Graph und als Tabelle in einem zweiten Fenster aufgezeichnet und können dort analysiert werden (Figuren 2, 3 und 4).



Figur 1: Wurf mit Massstab (unten)
Punktabstand: 2 «Frames»



Figur 2: x-t-Graph



Figur 3: y-x-Graph

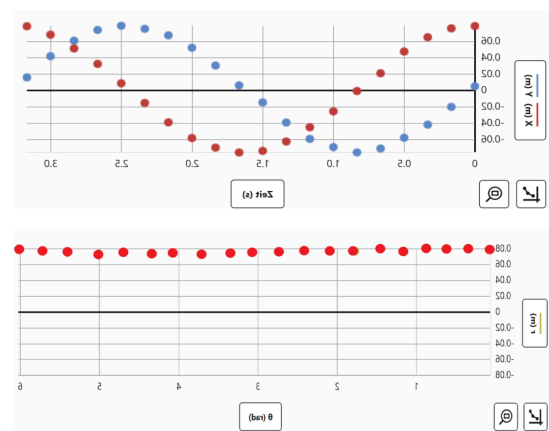
	Datensatz 1							
	Zeit (s)	X (m)	Y (m)	X Geschwin... (m/s)	Y Geschwin... (m/s)	X Akzelerat... (m/s ²)	Y Akzelerat... (m/s ²)	
1	0.00	-0.084	-0.083	2.50	5.29	0.55	-4.70	
2	0.07	0.078	0.281	2.56	5.03	0.16	-5.98	
3	0.13	0.260	0.610	2.55	4.63	-0.35	-7.97	
4	0.20	0.423	0.917	2.50	3.97	-0.70	-9.95	
5	0.27	0.593	1.144	2.45	3.20	-0.86	-10.56	
6	0.33	0.752	1.337	2.36	2.50	-0.66	-10.17	
7	0.40	0.904	1.474	2.35	1.85	-0.30	-9.80	
8	0.47	1.066	1.583	2.34	1.23	-0.17	-9.90	
9	0.53	1.214	1.644	2.34	0.52	-0.26	-9.92	

Figur 4: Datentabelle (Ausschnitt aus total 24 Messpunkten).

Die Figuren 5 und 6 zeigen die Analyse einer gleichförmigen Kreisbewegung einer Markierung (roter Kreis) auf dem Plattenteller eines klassischen LP-Plattenspielers.



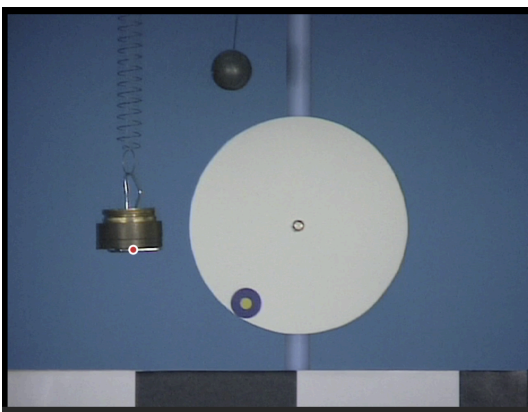
Figur 5: Kreisbewegung auf einem LP-Plattenspieler



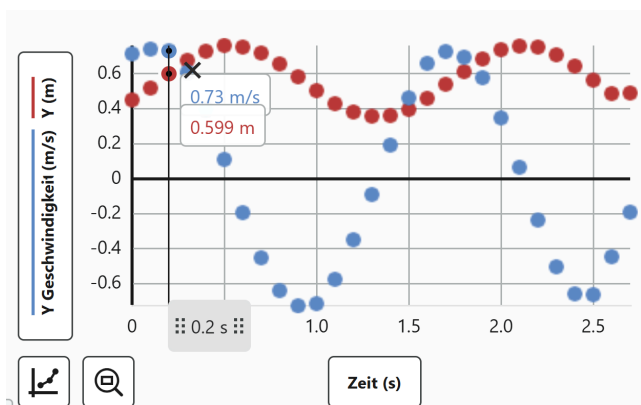
Figur 6 oben: kartesische Koordinaten
unten: Polarkoordinaten

Figur 6 zeigt oben die gleichförmige Kreisbewegung dargestellt in kartesischen Koordinaten $x(t)$ und $y(t)$, unten in Polarkoordinaten $r(\theta)$. r in Meter, θ im Bogenmass (rad).

Figur 7 ist ein Ausschnitt eines Experimentier-Videos zur Untersuchung von Schwingungen eines Federpendels (links), eines Fadenpendels (oben) und der gleichförmigen Kreisbewegung einer Markierung auf einer Kreisscheibe. Die zugehörigen Weg-Zeit- und Geschwindigkeit-Zeit-Diagramme der Oszillation des Federpendels sind in Figur 8 dargestellt.



Figur 7: Video zum harmonischen Oszillator Federpendel (links), Fadenpendel (oben) und Kreisbewegung (Mitte)



Figur 8: Weg-Zeit- und Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm

3. Die Bedeutung von Experimentier-Videos für den Physikunterricht

Weil die Physik seit Galilei eine experimentelle Wissenschaft ist, haben Experimente im Physikunterricht bis heute eine grosse Bedeutung.

Die Auswertung von Videodaten eines physikalischen Prozesses, etwa des Wurfs eines Balls, mit Video Analysis kommt einem realen Experiment viel näher als ein reines Lehrvideo zum schiefen Wurf. Video Analysis ist eine empfehlenswerte Alternative zu einem Experiment, wenn das Geld für Apparaturen oder die Zeit zur Durchführung des Experiments fehlen.

Video Analysis ermöglicht es den Lernenden, sich intensiv und vertieft mit der Datenanalyse und -interpretation eines Experiments auseinanderzusetzen. Video Analysis allein kann aber den handwerklichen Teil der praktischen Durchführung eines Experiments natürlich nicht ersetzen.

4. Unterrichtsmaterial (Texte und Videos)

Für den Unterricht stehen viele Lernvideos von Vernier zur Verfügung. Lehrkräfte oder Schülerinnen und Schüler können aber auch ihre eigenen Videos, z.B. vom Smartphone, hochladen und analysieren.

Vernier stellt in mehreren Publikationen ([1], [2], [3]) «Activities» aus den Bereichen der Mechanik, Wellenlehre, Akustik, Wärmelehre, Elektrizitätslehre und Magnetismus zur Verfügung. Diese beinhalten neben Unterrichts-Hilfsmitteln für Lehrkräfte und Studierende insbesondere auch Videos, die direkt ausgewertet werden können (wie die drei Beispiele in Abschnitt 2.).

5. Zusammenfassung

Mit ihrem Smartphone oder Tablet können Studierende ihre eigenen Videos physikalischer Abläufe in die Vernier Video Analysis™-App hochladen, auswerten und analysieren. Sie markieren einen bestimmten Punkt auf einem bewegten Gegenstand und verfolgen die Bewegung dieses Punkts in Funktion der Zeit. Die Zeitschritte sind dabei, durch die Anzahl Einzelbilder (Frames) des Videos zwischen zwei aufeinanderfolgenden Positionen des gewählten Punkts, gegeben. Diese Zeitschritte können zwischen 1 und 50 Frames frei gewählt werden. Video Analysis erzeugt dann genaue und umfangreiche Grafiken sowie Datentabellen, die die aufgezeichneten Bewegungen wiedergeben.

- Die Vernier Video Analysis® App läuft auf unterschiedlichen Geräten und Plattformen: macOS®, iPadOS™, iOS, Windows® 10/11, Chrome OS™ und Android™
- Die Studierenden können eigene, von der Lehrkraft erstellte oder von Vernier gelieferte Videos einsetzen.
- Die Video Analysis-App ergänzt Unterrichts- und Praxisexperimente. Die Videoanalyse ermöglicht Untersuchungen, die mit Sensoren schwierig zu realisieren sind, etwa die Verfolgung eines Basketballs im Flug.
- Die Analyse ist schnell und einfach zu wiederholen. Die Studierenden können die gesammelten Daten sofort analysieren und kritisch hinterfragen.

6. Literatur

[1] Physics with Video Analysis, Vernier, ISBN 978-1-929075-11-9, 2009, 33 Activities

[2] Vernier Video Analysis: Conservation Laws and Forces, ISBN 978-1-948008-46-4, 2022, 12 Activities

[3] Vernier Video Analysis: Motion and Sports, ISBN 978-1-948008-44-0, 2021, 12 Activities

[4] Vernier Video Analysis, User Manual 2023, Version 2.11, März 2023