

# *Science Physik – Schwerpunkt Videoanalyse*

## *Ein kurzer Rückblick*



## Videoanalyse

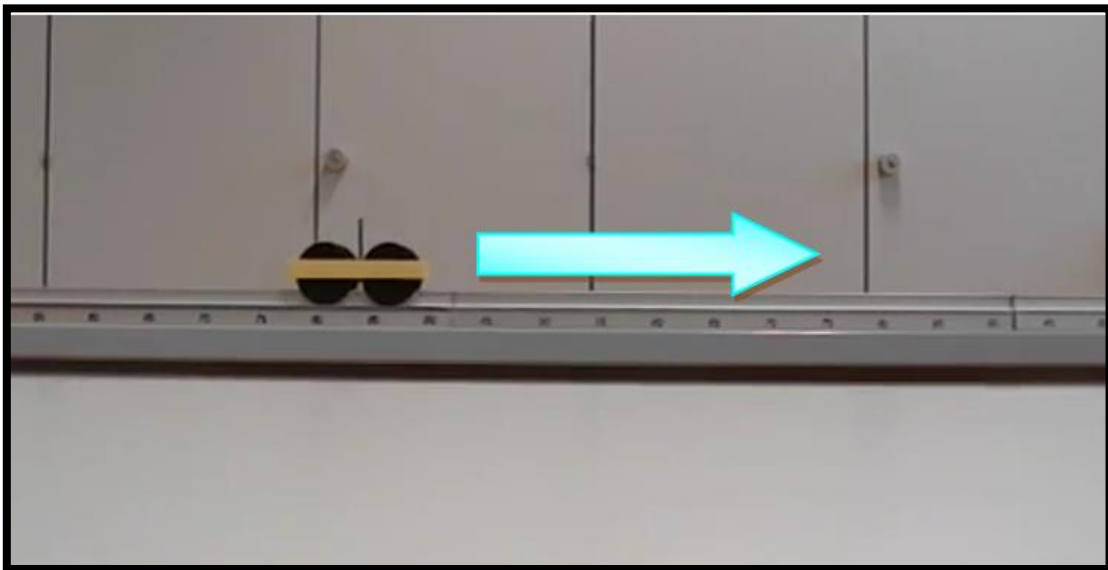
Die Videoanalyse ist eine Technik, die es erlaubt, Vorgänge in der Mechanik auf verschiedenen Betrachtungsweisen und Komplexitätsgraden zu beobachten, Messungen vorzunehmen und Modelle zu erstellen ("Multicoding").

So kann man sich schrittweise von der Beobachtung am Objekt vorarbeiten zu einer komplexeren naturwissenschaftlich-mathematischen Beschreibung. Es wird somit leichter eine Brücke von anschaulichem Versuch zur sonst oft trockenen Theorie zu schlagen. Dabei kommen Arbeitsweisen zum Einsatz, auf die auch im "echten Labor" nicht zu verzichten ist. Damit wird den Schüler\*Innen auch ein guter Einblick in die naturwissenschaftliche Arbeitsweise – z.B. im Unilabor – gewährt.

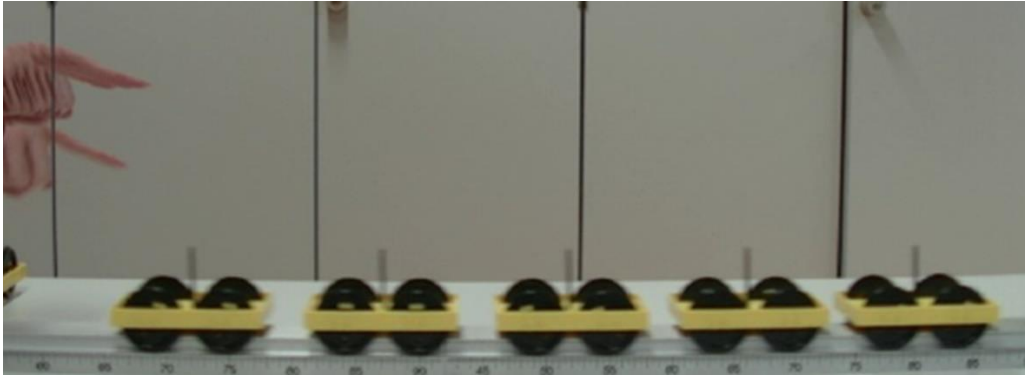
Im Folgenden sollen ein paar kurze Beispiele für den Einsatz der Videoanalyse aus dem Science-Unterricht gegeben werden. (Dabei wird auf übermäßige Details vor allem im mathematischen Bereich eher verzichtet. Für Details müsste man bitte gerne den Unterricht besuchen 😊.)

## Gleichförmige Bewegung

Eine gleichförmige Bewegung ist eine Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit. Ein Experimentierwagen fährt von links nach rechts und wird dabei gefilmt.

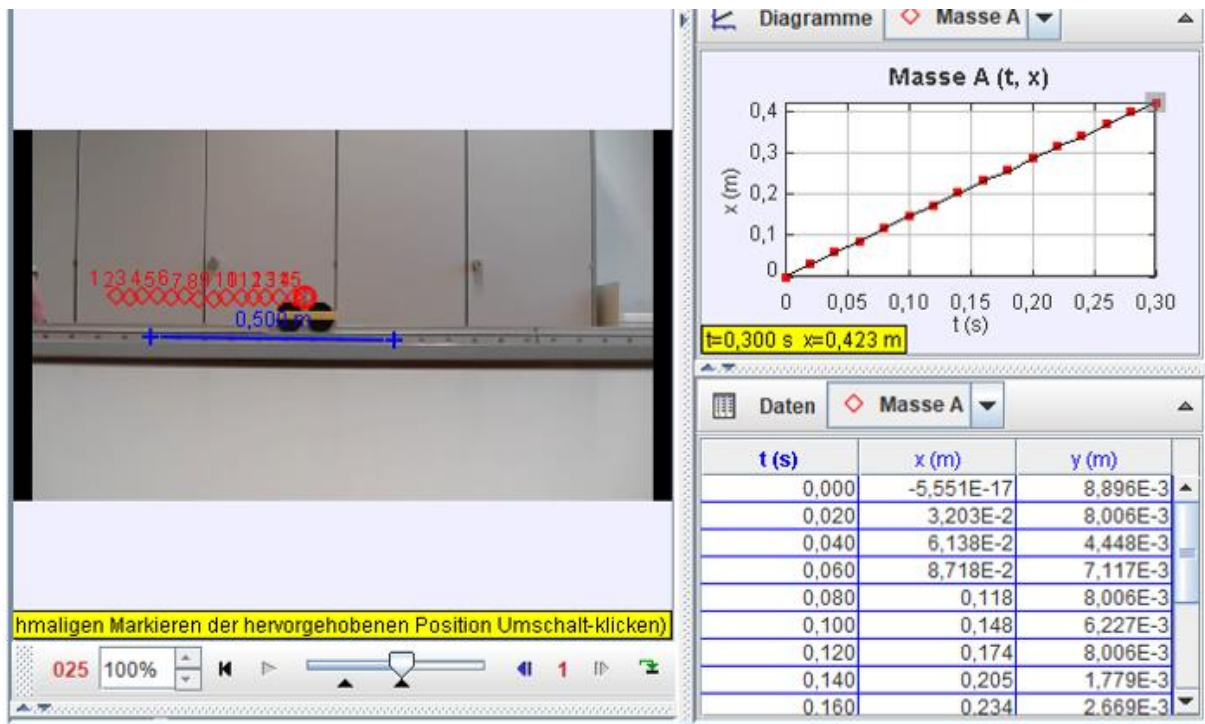


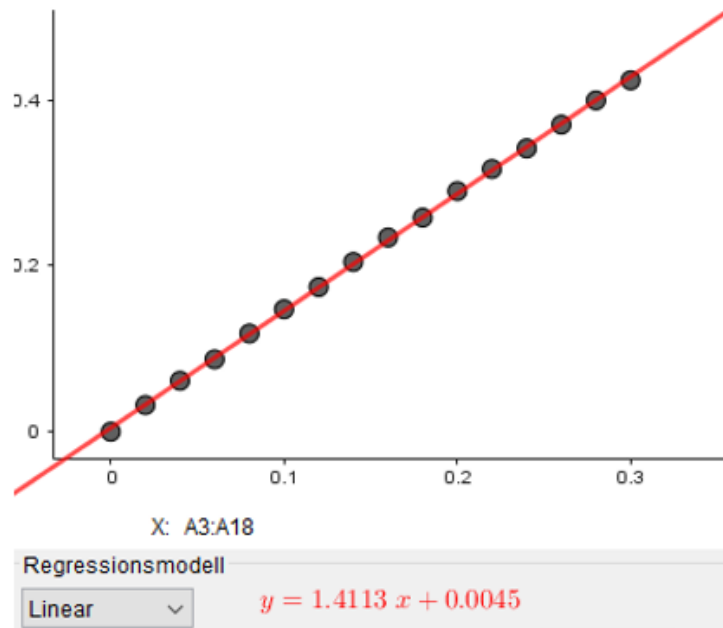
Zunächst wird hier ein Stroboskopbild erstellt, bei dem mehrere Bilder des gesamten Videos zu einem einzigen Bild zusammengefügt werden. Die gleichbleibenden Abstände des Wagens machen sichtbar, dass es sich hier um eine gleichförmige Bewegung handelt (gleiche Wegstrecken in gleichen Zeitabständen.)



Als nächstes kann mittels eines Videoanalyseprogramms die Bewegung des Wagens in Zahlen gefasst und mithilfe des Mathematikprogramms GeoGebra ein Zeit-Weg-Diagramm erzeugt werden. Man sieht hier schön, was in Physikbüchern der 5. bzw. 6. Klasse beschrieben wird:

Bei einer gleichförmigen Bewegung entspricht ein Zeit-Weg-Diagramm einer linearen Funktion. (Jetzt können wir sicher sein, dass die Bewegung zumindest ungefähr gleichförmig ist.)

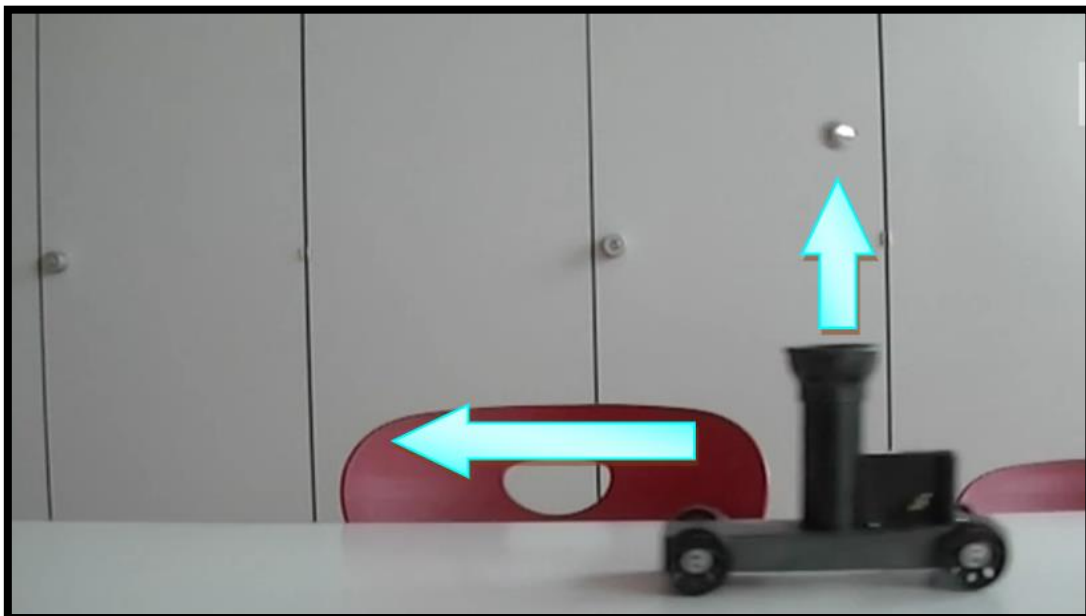




Durch Anpassung einer linearen Funktion (hier arbeitet der Computer für uns 😊) kann auch die Geschwindigkeit des Wagens zu etwa 1,4 m/s bestimmt werden.

### Wurfparabel

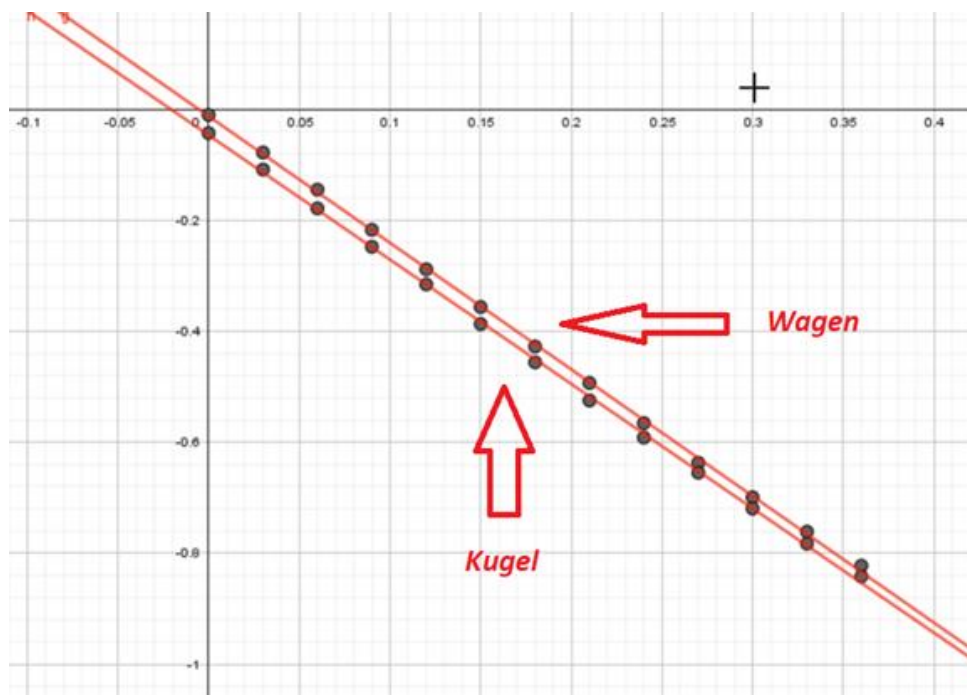
Ein Wagen fährt von links nach rechts. Dabei wird von diesem Wagen eine Kugel nach oben abgeschossen. Diese landet wieder genau auf dem Wagen bzw. im Kanonenrohr. Zufall?



Zunächst erstellen wir ein Stroboskopbild der Flugbahn und stellen fest, woher der Begriff "Wurfparabel" kommt. Die Form der Flugbahn der Kugel entspricht einer (wunderschönen) quadratischen Funktion (einer "Parabel").

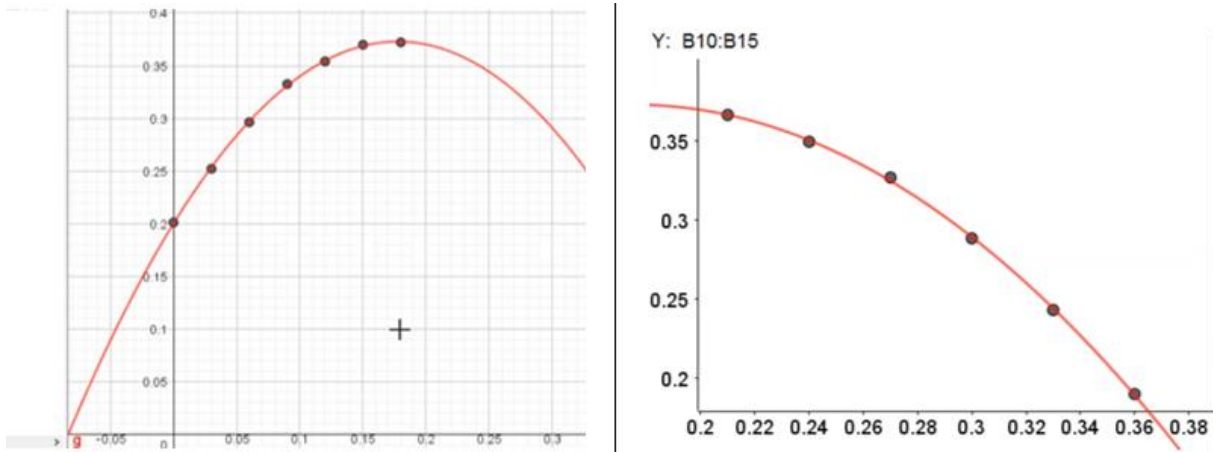


Analysiert man nun nur die horizontalen Bewegungen der Kugel und des Wagens, erhält man folgende Diagramme für den Zusammenhang von Zeit und (horizontal) zurückgelegtem Weg:

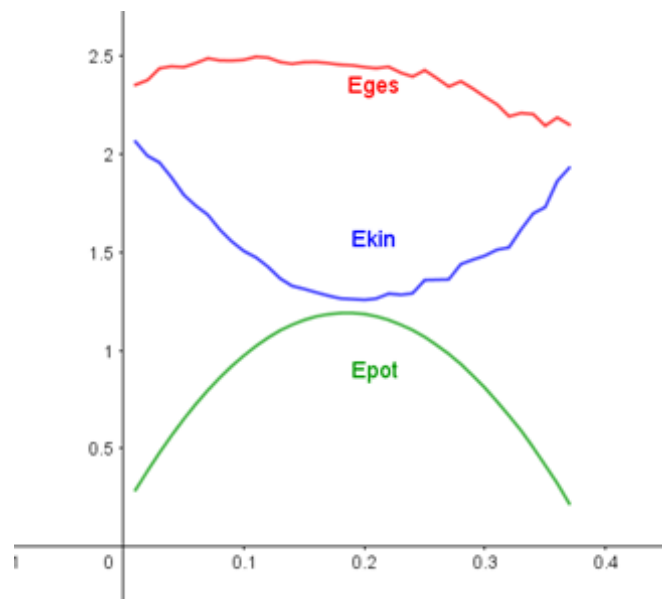


Findige Physiker\*Innen finden in diesem Diagramm schon alles, was sie zur Beantwortung der Frage, ob es Zufall ist, dass die Kugel wieder im Abschussrohr landet, brauchen. Allen anderen sei die Antwort mit einem Verweis auf unseren Scienceunterricht aber in diesem Rahmen noch nicht vorweggenommen. 😊

Analysiert man nur die vertikale Auf- und Abbewegung der Kugel findet man jeweils einen schönen quadratischen Zusammenhang (gerader Wurf nach oben bzw. freier Fall).  
 Durch Anpassung einer quadratischen Funktion kann sogar die Fallbeschleunigung der Kugel zu etwa  $10 \text{ m/s}^2$  bestimmt werden.



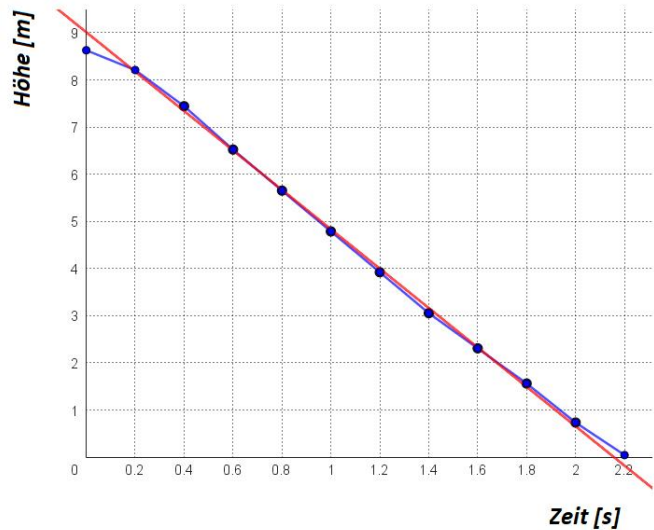
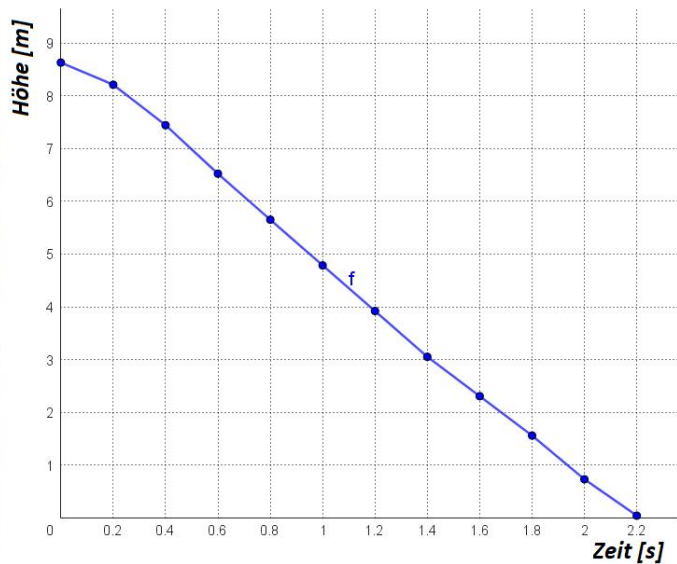
Sogar abstraktere Konzepte, wie die Energieerhaltung können hier (direkt und kontaktlos!) gut gemessen bzw. dargestellt werden. Für Kenner und Genießer:





## Komplexere Bewegungen – Fallschirmspringer und Luftwiderstand

Auch kompliziertere Bewegungen, wie ein Fall mit Luftwiderstand können gut beschrieben werden. Ist der Luftwiderstand eines Objekts sehr hoch, ergibt sich für dessen Fallbewegung kein quadratischer Zusammenhang zwischen Höhe und Fallzeit. Dies sieht man auch am Stroboskopbild bzw. Zeit-Höhen-Diagramm unserer "Testfallschirmspringer".

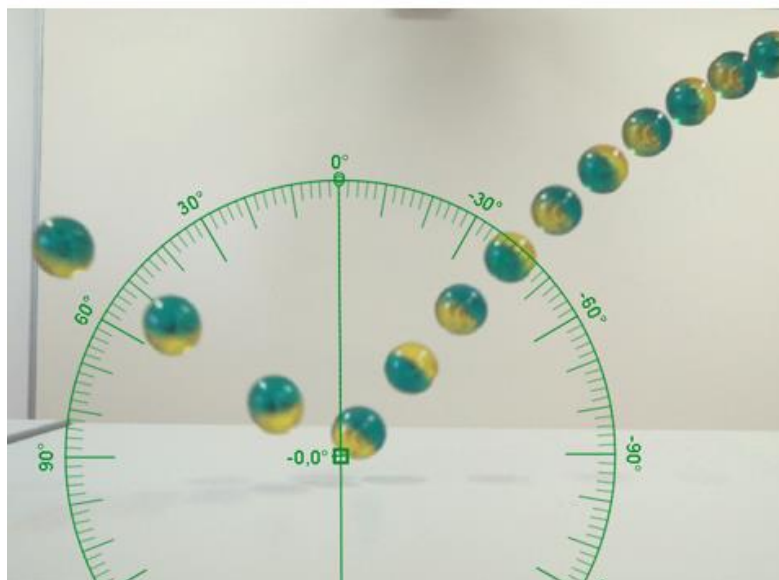
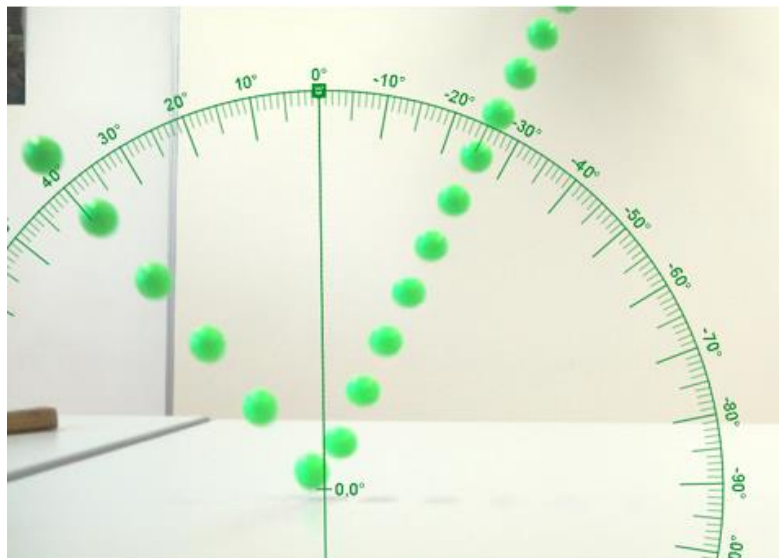


Für die Erklärung, warum der Zusammenhang so aussieht wie er aussieht und welche Konsequenzen das hat, sei wieder auf den Scienceunterricht verwiesen 😊  
(Nur so viel: Ja, es soll so aussehen, wie es aussieht.)

## Springende Bälle

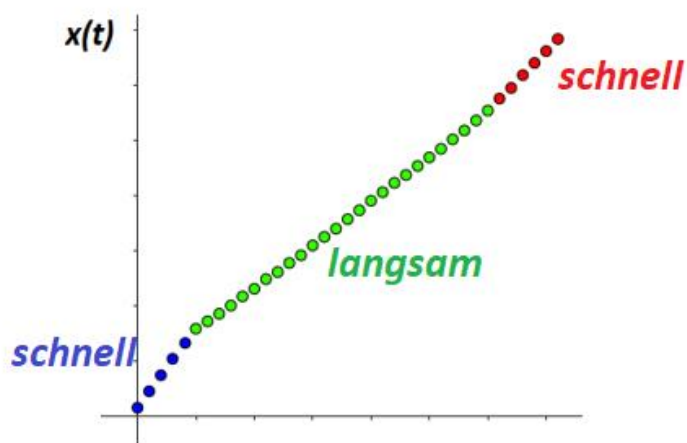
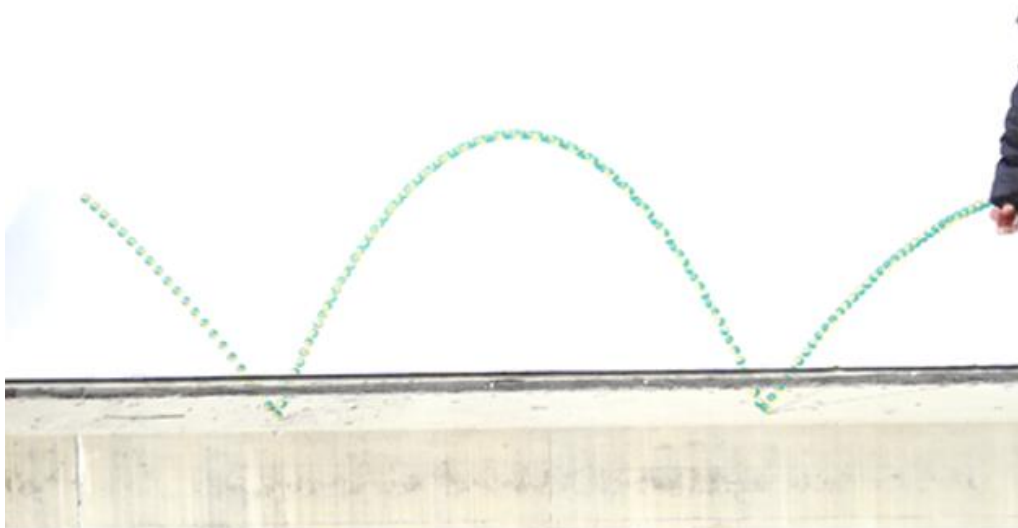
Manche kennen das Reflexionsgesetz vielleicht noch aus dem Physikunterricht: "Einfallswinkel = Ausfallswinkel".

Ist dieses Gesetz universell einsetzbar? Und was hat das mit Tischtennis zu tun? Wir haben das Reflexionsverhalten von Gummibällen untersucht und festgestellt, dass dieses schöne, einfache Gesetz aus der Optik alles andere als universell ist. In der Physik des Ballsports muss zur Beschreibung des Reflexionsverhaltens von Bällen sehr viel mehr bedacht werden. Topspin, Backspin, Umwandlung von Bewegungs- in Rotationsenergie (bzw. auch umgekehrt) und in Wärmeenergie beeinflussen die Flugbahn eines Balls stark und sorgen hier für Winkel, die nicht gerade symmetrisch sind:



Auch der mehrfache Aufprall von Bällen am Boden birgt interessante Tücken. Dass ein Ball am Boden aufprallt, langsamer wird, ist meist irgendwie verständlich. Dass er aber "von selbst" wieder schneller wird, wirkt auf den ersten Blick eher verblüffend:





Es sei an dieser Stelle nur so viel gesagt: Wir haben die Physik nicht kaputtgemacht. Es lassen sich hier physikalisch sehr gute Begründungen für dieses Verhalten finden, die wir auch bereits gefunden haben 😊

### Fazit

Alles in allem ist Videoanalyse ein ungemein nützliches Tool, um kontaktlose Messungen vorzunehmen, welche ansonst schwieriger oder unmöglich sein könnten. Die visuelle Arbeitsweise sorgt zudem für einen anschaulichen und allgemein besser verständlichen Zugang zu sonst oft auch sehr abstrakten oder theoretischen Bereichen der Physik.

Danke an die Science-Schüler\*Innen der für Einsatz, Motivation und Geduld (mit der Physik und Ihren Science-Physik-Lehrern) bei der Erarbeitung all dieser (für manch einen) wunderschönen physikalischen Hinguckern!