

# Trinkhalmschwingung

## Ziele

Sie lernen eine Flüssigkeits-Schwingung (à la Wasserschloss) kennen.

Sie lernen, ein Bewegungs-Video auszumessen und zu analysieren (Ausgleichsrechnung).

## Physikalische Problemstellung

Ein Rohr oder Trinkhalm wird am oberen Ende mit dem Finger verschlossen und vertikal in ein weites Gefäß mit Wasser gestossen. Wird das Rohr oben geöffnet, so vollführt der Wasserspiegel im Rohr eine gedämpfte Schwingung. Sie sollen diese Bewegung ausmessen, an die Messwerte eine Bahnkurve anpassen und die Fitparameter mit einer Theorie vergleichen.

In R. P. Smith, E. H. Matlis, “Gravity-driven fluid oscillations in a drinking straw”, Am. J. Phys. **87** (6), June 2019, 433-435, wird behauptet, dass die Schwingungsdauer  $T$  dem Gesetz  $T = 2\pi\sqrt{\ell/g}$  gehorcht, wobei  $\ell$  die untergetauchte Länge des Trinkhalms und  $g$  die Fallbeschleunigung ist.

## Aufträge

1. Installieren Sie das Programm Tracker von <https://physlets.org/tracker> für Videoanalysen auf Ihrem Computer. Nehmen Sie eine Computermaus mit. Laden Sie von <https://lie.perihel.ch/ComputationalPhysics/Trinkhalm> die zwei Videos, das Datenfile und die zwei python-scripts herunter. Die Videos haben die üblichen 30 fps.
2. Starten Sie das erste python-script. Es importiert bereits getrackte Daten vom ersten Video. Passen Sie die Ausgleichsfunktion von Hand an die Daten.
3. Starten Sie das zweite Script. Es zeigt, wie die Parameter eines nichtlinearen Fits vom Computer bestimmt werden können. Ergänzen Sie das Programm durch berechnete Residuen.
4. Starten Sie den ersten Film mit dem weiten Becherglas. Messen Sie die eingetauchte Länge des Rohrs (der sichtbare Massstab hat Zentimeter-Einteilung). Berechnen Sie nach der Theorie die Schwingungsdauer und vergleichen Sie mit dem Wert aus der Ausgleichsrechnung.
5. Starten Sie Tracker und importieren Sie den zweiten Film mit dem engen Becherglas.  
**Variante:** Filmen Sie mit dem smartphone einen freien Fall, ein Pendel, ..
6. Setzen Sie den Massstab (und falls nötig die Bildrate 30 fps, frames per second). Setzen Sie den Nullpunkt des Koordinatensystems auf der Höhe des Wasserspiegels im Becher und die  $y$ -Achse parallel zum Rohr. Tracken Sie den Wasserspiegel im Rohr für einige Schwingungen. Starten Sie kurz vor dem ersten Nulldurchgang. Exportieren Sie die Messdaten ( $t$  und  $y$ ) als Textfile mit allen Dezimalstellen.
7. Analysieren Sie die selbst getrackte Bewegung nach dem gleichen Muster. Passt die Theorie immer noch?
8. Für die ganz Schnellen: Verändern Sie die Modellfunktion – nicht nur die Parameter – so, dass sie noch etwas besser passt. Die Ausgleichsfunktion soll aber deutlich weniger Parameter haben, als Messpunkte im Datensatz enthalten sind.