

# Trinkhalmschwingung

## Ziele

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

## 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 sind in Zeitlupe (120 fps).
2. Starten Sie das erste python-script. Es importiert vorgegebene Daten zum Üben. 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 (als Massstab dient der 10 cm hohe Holzwürfel). 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.
6. Setzen Sie den Massstab – der Holzwürfel ist 10 cm hoch – und die Bildrate (120 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.
8. Messen Sie im Video die eingetauchte Rohrlänge, berechnen Sie die Schwingungsdauer nach der Theorie. Stimmt es auch hier? Falls nicht: Weicht das Messresultat in der erwarteten Richtung von der Messung ab?
9. 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.