

GYPT Basics

Hakim Rachidi

7. September, 2022

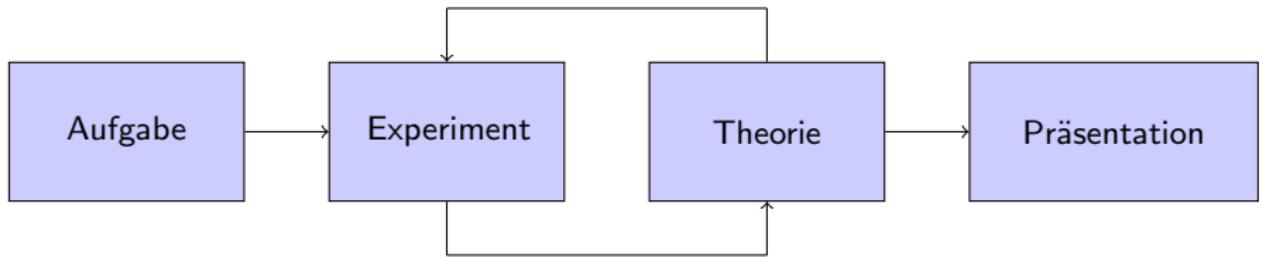


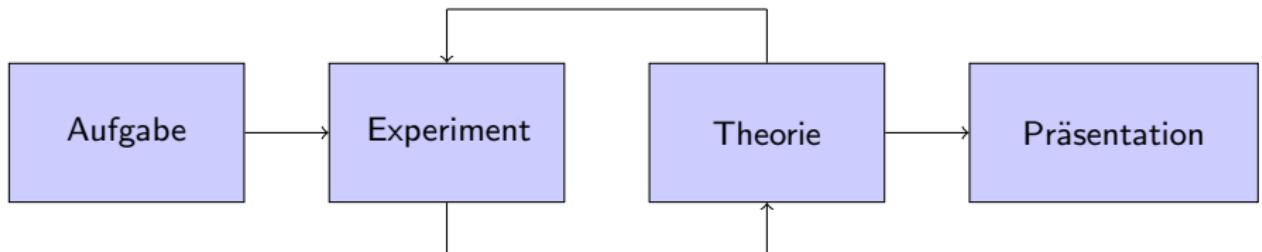
Fördert **selbstständiges wissenschaftliches** Arbeiten an physikalischen Phänomenen, sowohl theoretisch als auch experimentell, von Schülern

Fördert **selbstständiges wissenschaftliches** Arbeiten an physikalischen Phänomenen, sowohl theoretisch als auch experimentell, von Schülern

Ihr werdet ...

- ▶ eines der 17 Probleme aussuchen
- ▶ Experimente planen und durchführen
- ▶ Literatur (oder eigene Theorie) mit Experimenten vergleichen
- ▶ Experiment und Theorie in Form einer 12-minütigen Präsentation als *Reporter* in Englisch präsentieren
- ▶ mit dem *Opponent* über die Ergebnisse diskutieren
- ▶ als *Opponent* über die Ergebnisse eines gegnerischen Teams diskutieren

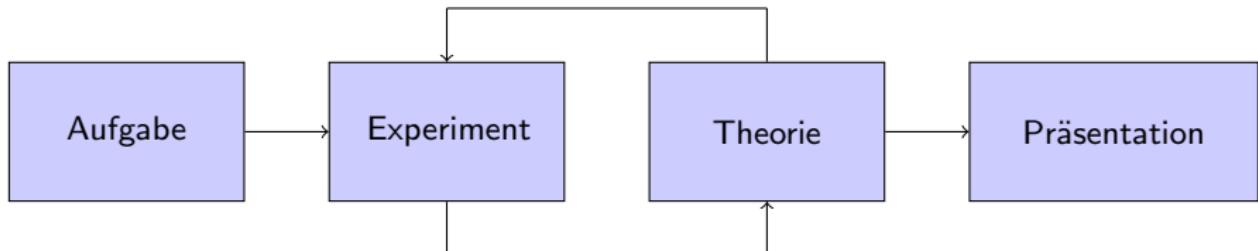




Problem aussuchen

Aufgabe verstehen

Fokus setzen



Problem aussuchen

Experimentaufbau

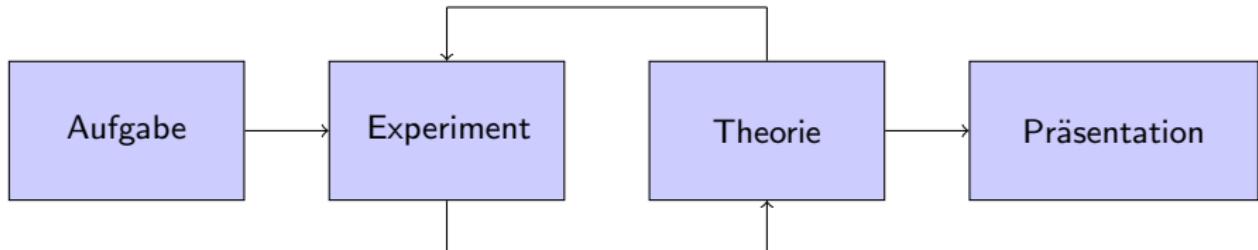
Aufgabe verstehen

Parametervariation

Fokus setzen

Datenauswertung

Plots, ...



Problem aussuchen

Aufgabe verstehen

Fokus setzen

Experimentaufbau

Parametervariation

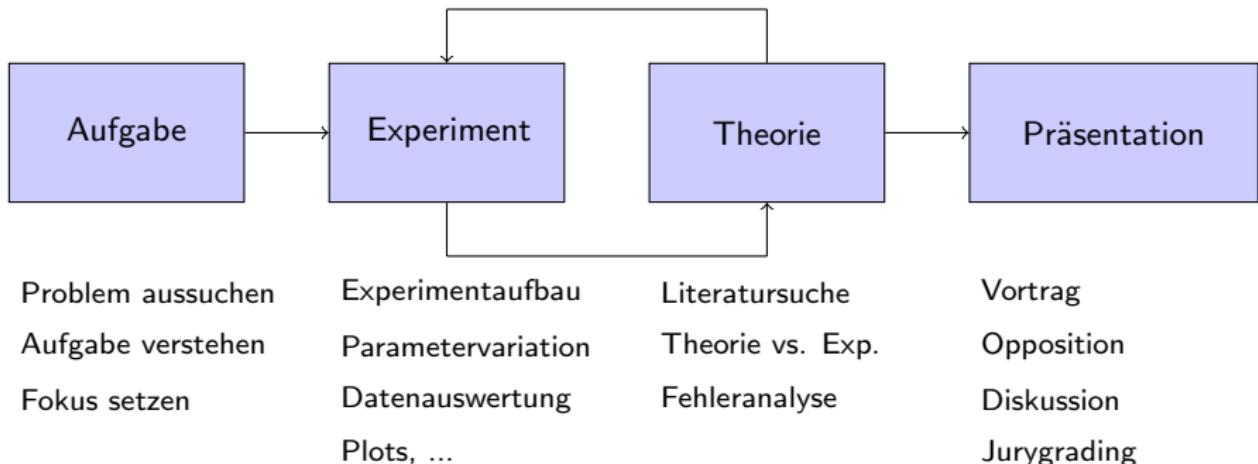
Datenauswertung

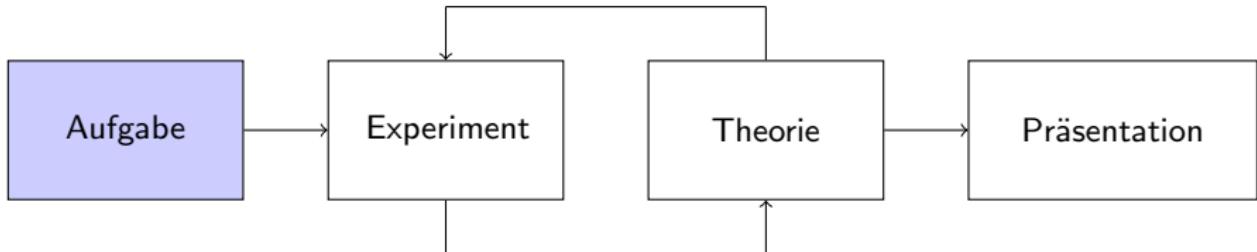
Plots, ...

Literatursuche

Theorie vs. Exp.

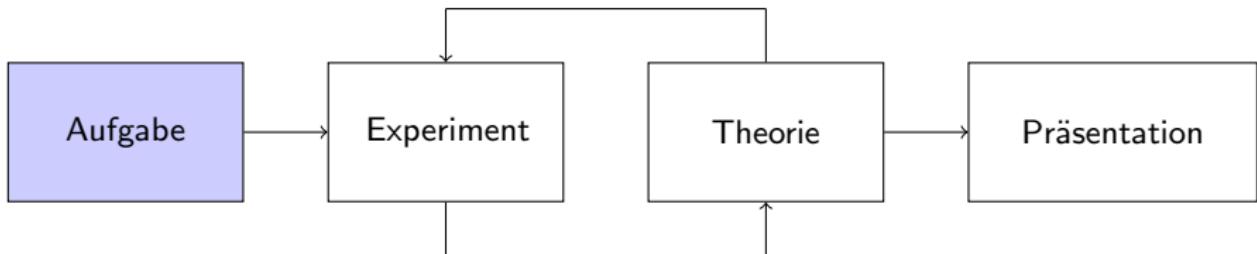
Fehleranalyse





Problemstellungen sind offen formuliert

- ▶ alles was nicht ausgeschlossen ist, kann bearbeitet werden
- kaum vollständig zu bearbeiten
- können auf verschiedenen Schwierigkeitsstufen bearbeitet werden
- *realistischen* Fokus setzen!



Problemstellungen sind offen formuliert

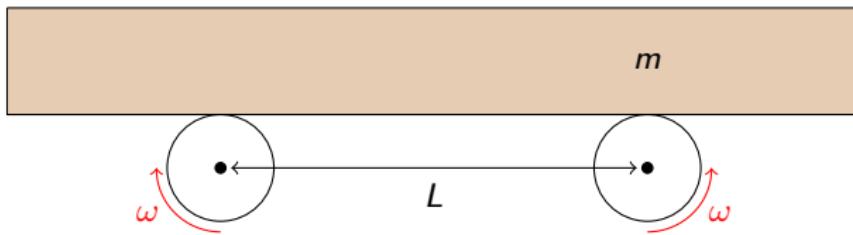
- ▶ alles was nicht ausgeschlossen ist, kann bearbeitet werden
- kaum vollständig zu bearbeiten
- können auf verschiedenen Schwierigkeitsstufen bearbeitet werden
- *realistischen Fokus* setzen!

Problem aussuchen ...

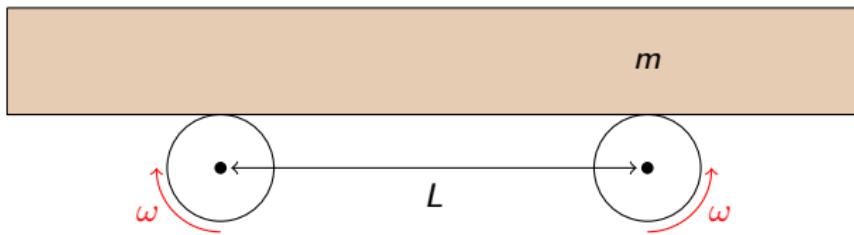
- ▶ abhängig von Erfahrung und Präferenz
- ▶ ...zu empfehlen sind jedoch Mechanikprobleme (meine Meinung)

Phänomen A massive object is placed onto two identical parallel horizontal cylinders. The two cylinders each rotate with the same angular velocity, but in opposite directions.

Phänomen A massive object is placed onto two identical parallel horizontal cylinders. The two cylinders each rotate with the same angular velocity, but in opposite directions.



Phänomen A massive object is placed onto two identical parallel horizontal cylinders. The two cylinders each rotate with the same angular velocity, but in opposite directions.



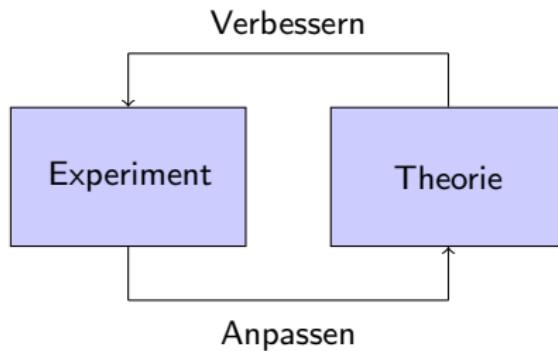
Aufgabe Investigate how the motion of the object on the cylinders depends on the relevant parameters.

Experimenteller Aufbau sollte ...

- ▶ der Aufgabe entsprechen
- ▶ auf eure Theorie anwendbar sein
- ▶ *relevante* Parameter unabhängig variiieren und messen können
- ▶ reproduzierbar sein
- ▶ eure Annahmen (Assumptions) bestätigen
- ▶ Fehlerquellen minimieren

Experimenteller Aufbau sollte ...

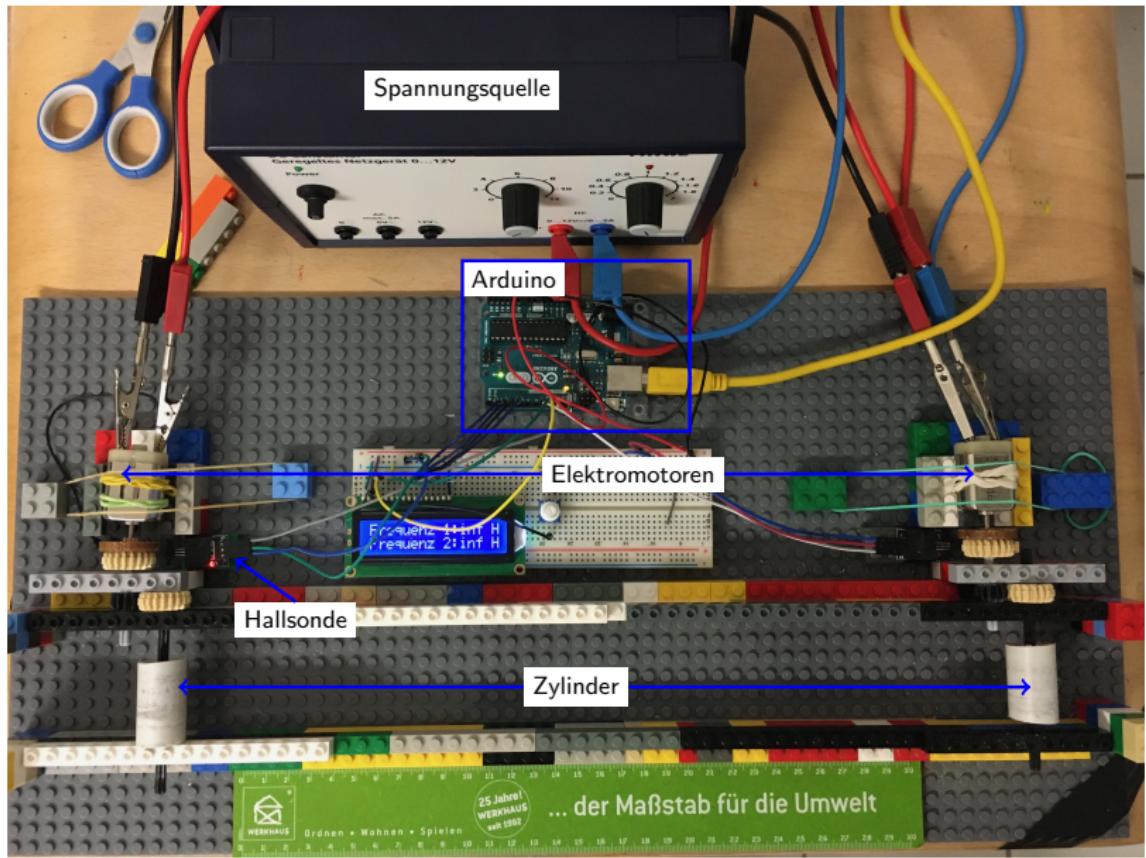
- ▶ der Aufgabe entsprechen
- ▶ auf eure Theorie anwendbar sein
- ▶ *relevante* Parameter unabhängig variiieren und messen können
- ▶ reproduzierbar sein
- ▶ eure Annahmen (Assumptions) bestätigen
- ▶ Fehlerquellen minimieren
- erfordert Kreativität und Geschick



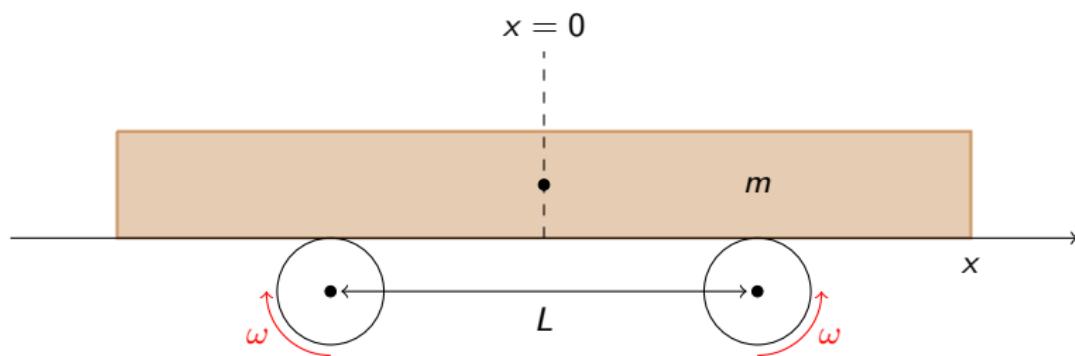
Unter relevanten Parametern verstehen wir ...

- ▶ messbare Größen, die das Phänomen beeinflussen
- ▶ Ausgangsbedingungen (Initial conditions)
- ▶ Randbedingungen (Boundary conditions)

Beispiel: Friction Oscillator



Aufgabe Investigate how the motion of the object on the cylinders depends on the relevant parameters.



Parameter

- ▶ Winkelgeschwindigkeit der Zylinder ω
- ▶ Zylinderabstand L
- ▶ Masse m
- ▶ Initiale Auslenkung x_0 , Geschwindigkeit \dot{x}_0
- ▶ Reibungskoeffizienten μ_s und μ_d

Motion

- ▶ Auslenkung x
- ▶ Geschwindigkeit \dot{x}

Zur Datenerhebung steht im Schülerlabor ...

- ▶ Digitalkamera, Handy zur Video- und Audioaufnahme
- ▶ Wärmebildkamera FLIR
- ▶ Kraftsensor, Multimeter, Thermometer, Hallsonde, ...
- ▶ Vernier LabQuest, GTR, ...
- ▶ und weiteres

zur Verfügung.

Zur Datenerhebung steht im Schülerlabor ...

- ▶ Digitalkamera, Handy zur Video- und Audioaufnahme
- ▶ Wärmebildkamera FLIR
- ▶ Kraftsensor, Multimeter, Thermometer, Hallsonde, ...
- ▶ Vernier LabQuest, GTR, ...
- ▶ und weiteres

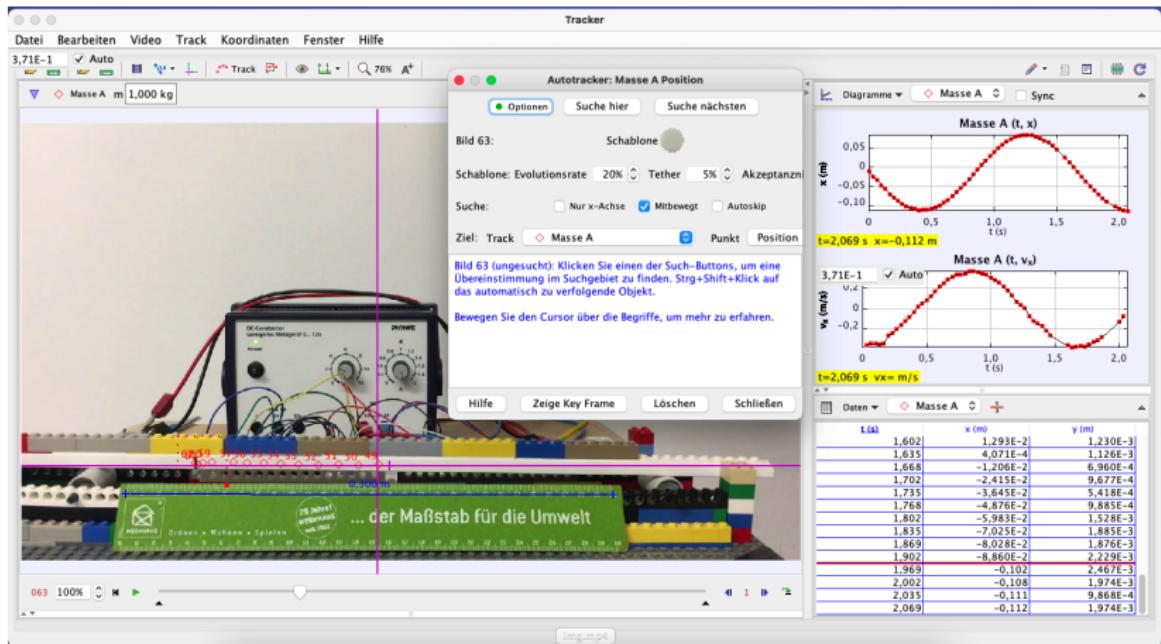
zur Verfügung.

Datenanalyse hängt von Präferenz, Erfahrung und Daten ab:

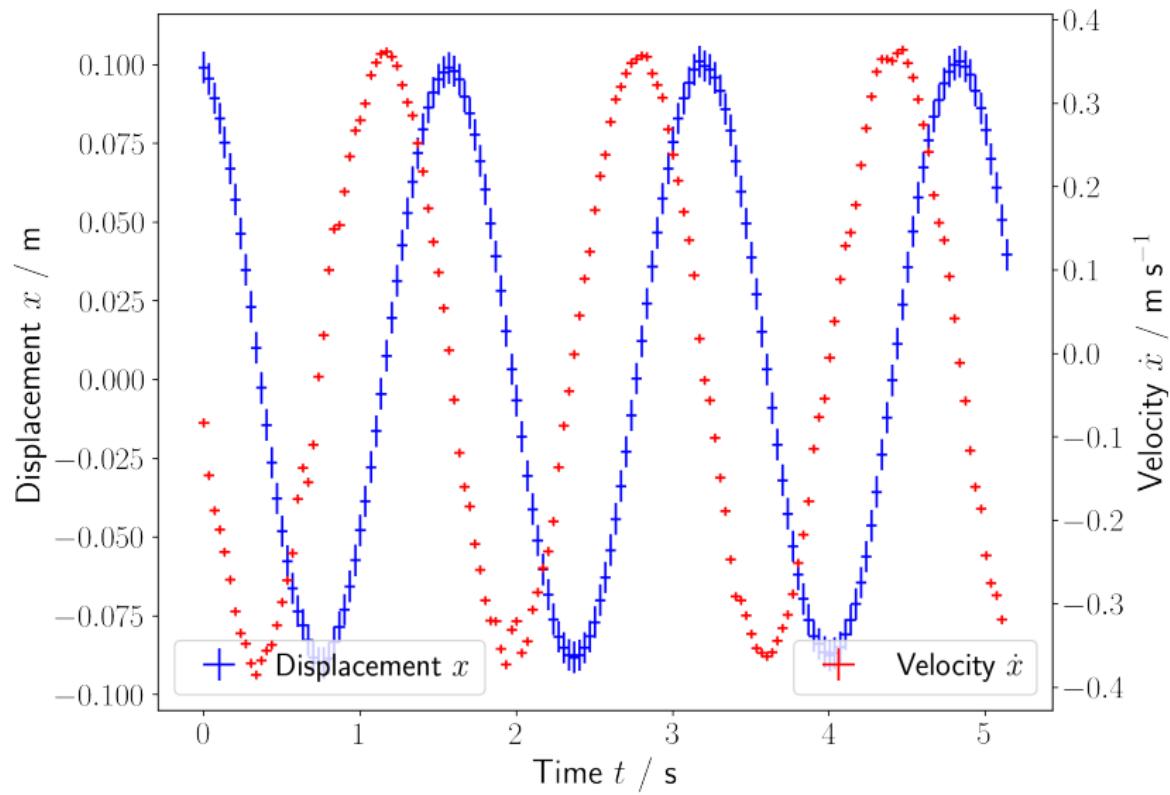
- ▶ Tracker, OpenCV (Python, C++) für Videodaten
- ▶ FLIR Research IR
- ▶ Vernier DataLogger
- ▶ Audacity für Audiodaten
- ▶ Python Jupyter Lab, Excel, Mathematica zur Auswertung, etc.

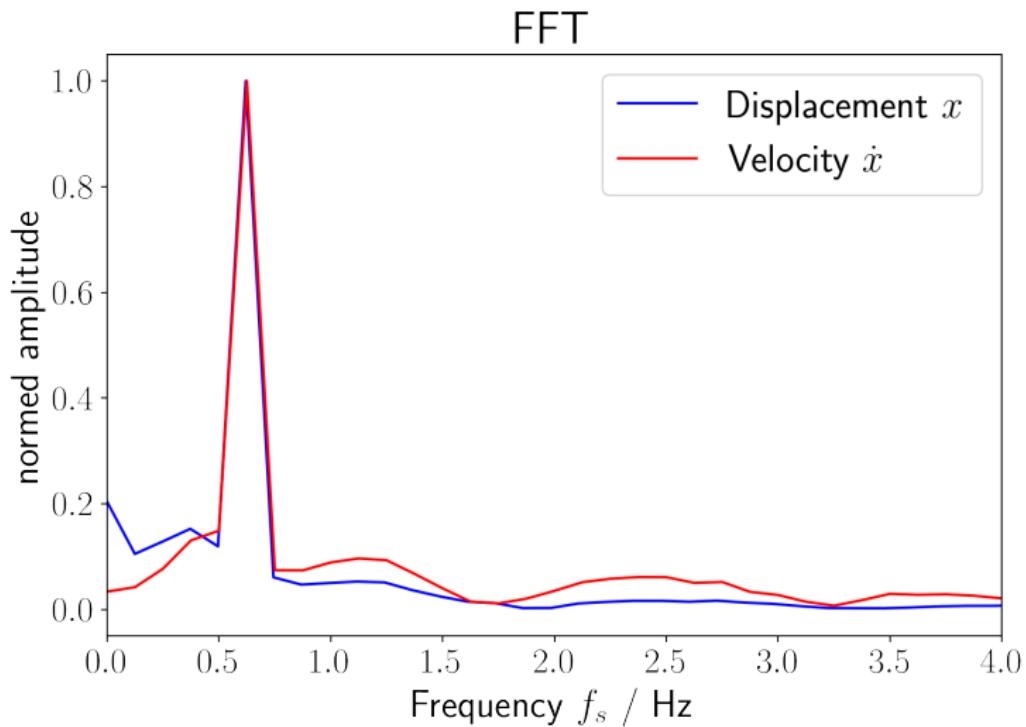
Beispiel: Friction Oscillator

12



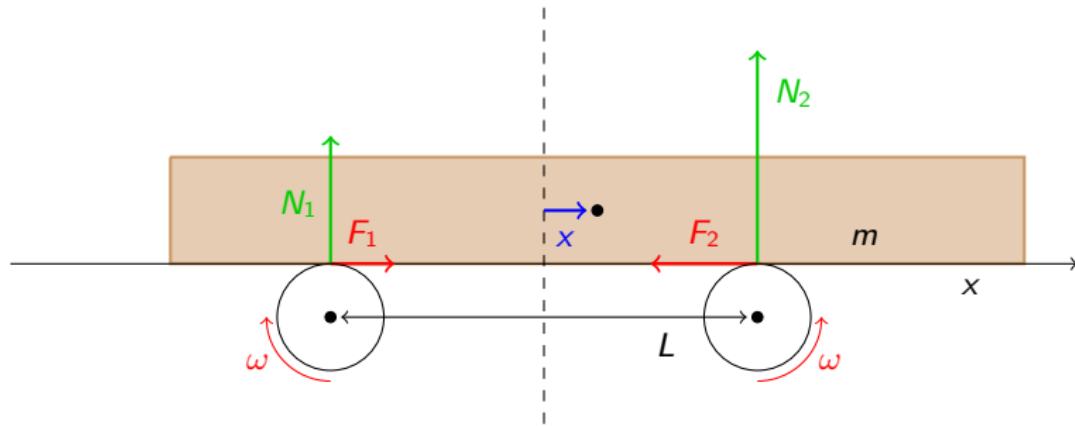
- Position und Geschwindigkeit von Markierungen können mit Tracker ermittelt werden
- Daten werden dann exportiert





Die **Basic Explanation** erklärt in Worten das Phänomen.

Die **Basic Explanation** erklärt in Worten das Phänomen.



Friction Oscillator

- ▶ Auslenkung führt zu Kräfteungleichgewicht
- Rücktreibende Kraft wirkt beschleunigend
- Trägheit des Objekts bewirkt erneute Auslenkung über Gleichgewichtslage hinaus

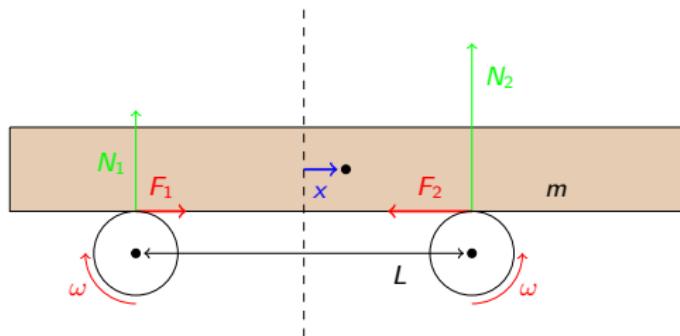
Quantitative Analyse beschreibt physikalische Phänomene mathematisch.

Abhängig von Erfahrung und Problem:

- ▶ Literatursuche (Google Scholar, ResearchGate, Nature etc.)
- ▶ Annahmen benennen und experimentell untersuchen (z.B. schlupffreies Rollen, laminarer Fluss etc.)
- ▶ evtl. Verbessern / Vergleichen von Modellen aus der Literatur
- ▶ je nach eigener Erfahrung: Aufstellen von eigenen Modellen

Annahmen:

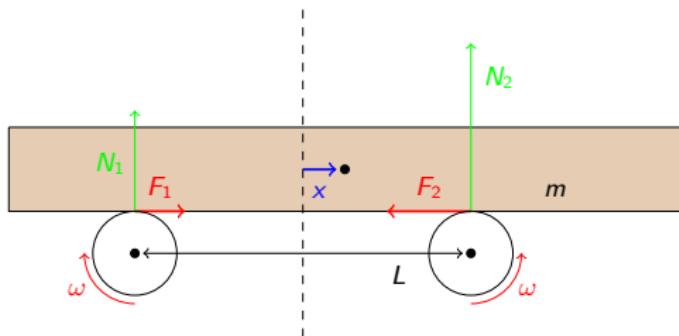
- ▶ kein Rollen \rightarrow Gleitreibung (μ_d)
- ▶ $\mu_d = \text{const.}$



¹Henaff et al. (2018). *A study of kinetic friction: The Timoshenko oscillator* in American Journal of Physics

Annahmen:

- ▶ kein Rollen → Gleitreibung (μ_d)
- ▶ $\mu_d = \text{const.}$



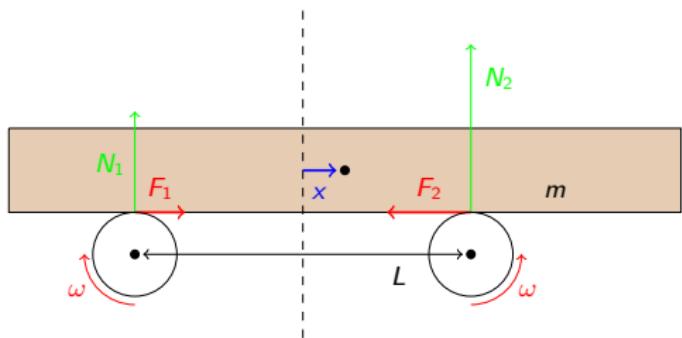
Nach Newtons zweitem Gesetz
 $F = m\ddot{x}$

$$m\ddot{x} = F_1 - F_2$$

¹Henaff et al. (2018). *A study of kinetic friction: The Timoshenko oscillator* in American Journal of Physics

Annahmen:

- ▶ kein Rollen → Gleitreibung (μ_d)
- ▶ $\mu_d = \text{const.}$



$$F_1 = \mu_d N_1 = \mu_d \frac{\frac{L}{2} - x}{L} mg$$

Nach Newtons zweitem Gesetz
 $F = m\ddot{x}$

$$m\ddot{x} = F_1 - F_2$$

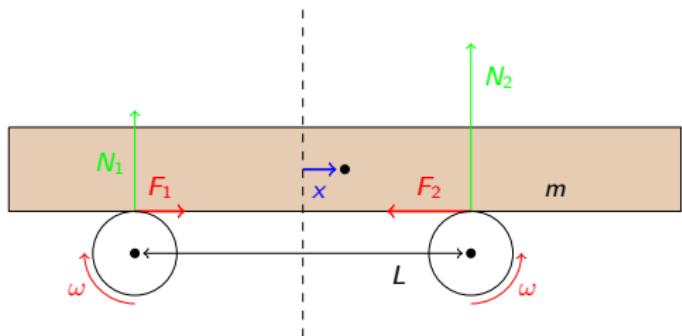
$$F_2 = \mu_d N_2 = \mu_d \frac{\frac{L}{2} + x}{L} mg$$

$$\boxed{\ddot{x} = -\frac{2\mu_d g}{L}x}$$

¹Henaff et al. (2018). *A study of kinetic friction: The Timoshenko oscillator* in American Journal of Physics

Annahmen:

- ▶ kein Rollen → Gleitreibung (μ_d)
- ▶ $\mu_d = \text{const.}$



$$F_1 = \mu_d N_1 = \mu_d \frac{\frac{L}{2} - x}{L} mg$$

Nach Newtons zweitem Gesetz
 $F = m\ddot{x}$

$$m\ddot{x} = F_1 - F_2$$

$$F_2 = \mu_d N_2 = \mu_d \frac{\frac{L}{2} + x}{L} mg$$

$$\boxed{\ddot{x} = -\frac{2\mu_d g}{L}x}$$

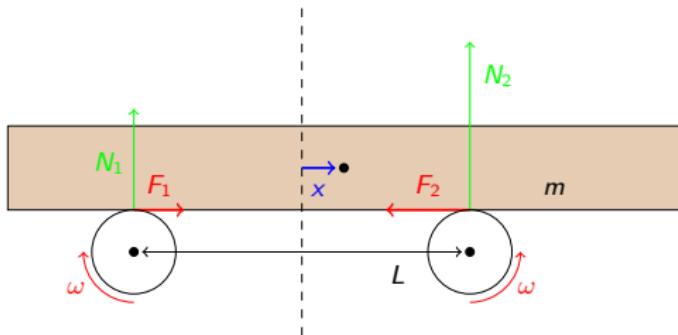
→ DGL eines harmonischen Oszillators ($\ddot{x} \propto -x$)

→ mit Eigenfrequenz $\omega_s = \sqrt{2\mu_d \frac{g}{L}}$ → $T_s = \pi \sqrt{\frac{2L}{\mu_d g}}$ ¹

¹Henaff et al. (2018). *A study of kinetic friction: The Timoshenko oscillator* in American Journal of Physics

Annahmen:

- ▶ kein Rollen → Gleitreibung (μ_d)
- ▶ $\mu_d = \text{const.}$



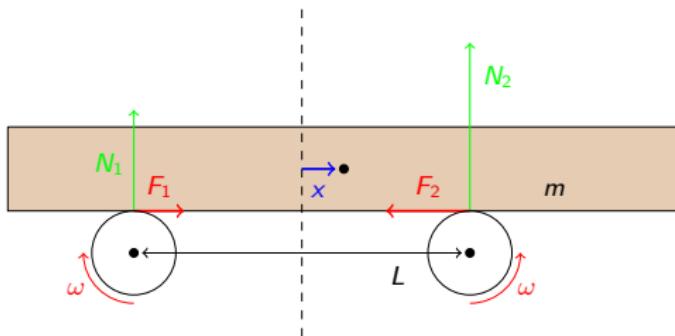
$$\ddot{x} = -\frac{2\mu_d g}{L}x$$

Allgemeine Lösung:

$$x(t) = A \sin(\omega_s t + \varphi)$$

Annahmen:

- ▶ kein Rollen → Gleitreibung (μ_d)
- ▶ $\mu_d = \text{const.}$



$$\ddot{x} = -\frac{2\mu_d g}{L}x$$

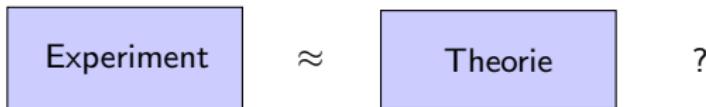
Allgemeine Lösung:

$$x(t) = A \sin(\omega_s t + \varphi)$$

Wenn $x(0) = x_0$ und $\dot{x}(0) = \dot{x}_0$ dann gilt,

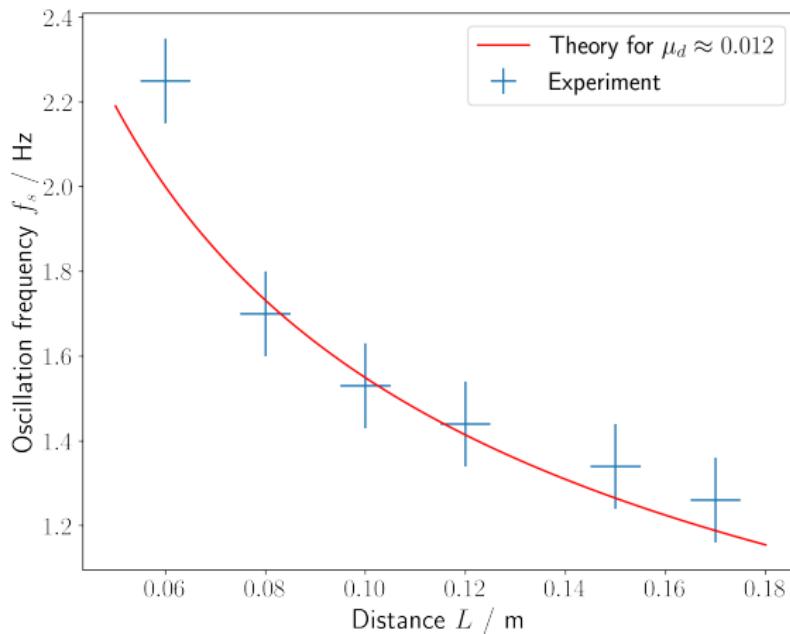
$$\varphi = \arctan\left(\frac{x_0 \omega_s}{\dot{x}_0}\right)$$

$$A = \frac{x_0}{\sin(\varphi)}$$



Passt die Theorie zum Experiment ?

- je nach Problem der wichtigste Schritt!
- am besten durch Plots verdeutlichen (Excel, GNUPlot, Matplotlib, ...)
 - ▶ ... wenn nicht, können die Fehler erklärt werden ?
 - ▶ ... können Proportionalitäten nachgewiesen werden ?



- Achsenbeschriftung (Formelzeichen, Einheiten, ...)
- Legende
- Datenpunkte mit Fehlerbalken (Standardabweichung, Messungenauigkeit, ...)

Title

Problem mit Nummer, Name, Teamname, Datum, ...

Title

Problem mit Nummer, Name, Teamname, Datum, ...

Task

Aufgabe, Video des Phänomens, ...

Title

Problem mit Nummer, Name, Teamname, Datum, ...

Task

Aufgabe, Video des Phänomens, ...

Solution

Basic Explanation, Quantitative Theorie,
Experimentaufbau, Ergebnisse, ...

Title

Problem mit Nummer, Name, Teamname, Datum, ...

Task

Aufgabe, Video des Phänomens, ...

Solution

Basic Explanation, Quantitative Theorie,
Experimentaufbau, Ergebnisse, ...

Summary

Fazit / Zusammenfassung der besten
u. wichtigsten Ergebnisse, ...

Title

Problem mit Nummer, Name, Teamname, Datum, ...

Task

Aufgabe, Video des Phänomens, ...

Solution

Basic Explanation, Quantitative Theorie,
Experimentaufbau, Ergebnisse, ...

Summary

Fazit / Zusammenfassung der besten
u. wichtigsten Ergebnisse, ...

Appendix

Optional:
Ergebnisse, die nicht in die Präsentation passen

Inhalt > Performanz

- ▶ Inhalt (Theorie, Experiment) steht im Vordergrund
- jedoch vermitteln Rhetorik und Körpersprache den ersten Eindruck
- ▶ **Time mangement:** 12 Minuten sollten genutzt und eingehalten werden
- ▶ Zielgruppe: Lehrer u. Physiker, nicht Schüler
- Physikvorwissen kann vorausgesetzt werden

Als Reporter ...

- ▶ meist passiv
- ▶ beantwortet die Fragen des Opponents

Als Reporter ...

- ▶ meist passiv
- ▶ beantwortet die Fragen des Opponents

Als Opponent ...

- ▶ fragt und versucht **Unklarheiten** zu klären
- ▶ weist **Schwachstellen** der Präsentation im Rahmen der Aufgabe auf
- ▶ zeigt deutlich die eigene Meinung (*I agree/disagree with ...*) und begründet diese physikalisch
- ▶ führt die Diskussion auf Grundlage der Präsentation (keine eigenen Ergebnisse)
- ▶ priorisiert und strukturiert die Diskussion
- ▶ bleibt freundlich und lässt den Reporter aussprechen

Fragen die ein Opponent jetzt stellen könnte ...

- ▶ *Is static friction in the starting phase negligible ?*
- ▶ *Did you experimentally vary the initial displacement x_0 ?*
- ▶ *The Task states ..., did you consider the case when the cylinders spin in the opposite direction ?*
- ▶ *Is the radius of the cylinders negligible ?*
- ▶ *The Task is concerned with objects. Do you believe the mass distribution is of any importance?*
- ▶ *Did you investigate in-plane motion of the object ?*
- ▶ *Is your pure slipping assumption justified ?*
- ▶ *Did you vary the friction coefficients experimentally ?*

mit eigener Meinung und Physik!

Fragen die ein Opponent jetzt stellen könnte ...

- ▶ *Is static friction in the starting phase negligible ?*
- ▶ *Did you experimentally vary the initial displacement x_0 ?*
- ▶ *The Task states ..., did you consider the case when the cylinders spin in the opposite direction ?*
- ▶ *Is the radius of the cylinders negligible ?*
- ▶ *The Task is concerned with objects. Do you believe the mass distribution is of any importance?*
- ▶ *Did you investigate in-plane motion of the object ?*
- ▶ *Is your pure slipping assumption justified ?*
- ▶ *Did you vary the friction coefficients experimentally ?*

mit eigener Meinung und Physik!

→ Versucht die gesamten 12 Minuten auszuschöpfen



match

problem

jury

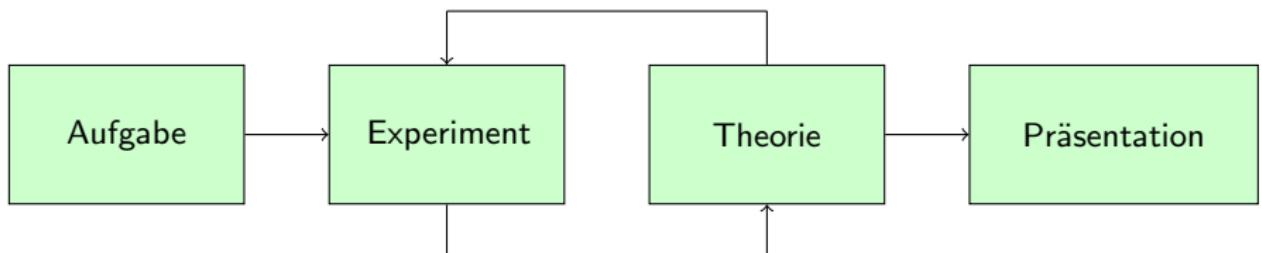
PRESENTATION:

		team					member					Final Grade		
1		+ [] /6 Physics					+ [] /3 Role					= []		
+1.0	well understood	very clear	sophisticated	abundant	full model	good match	impressive	assertive	all time used			<input type="checkbox"/>		
+0.5	considered	explained	sufficient	key results	basic	some	coherent	confident	fair			<input type="checkbox"/>	neutral	
0	disregarded	incomplete	lacking	too few	no predictions	not done	confusing	hesitant	inefficient			<input type="checkbox"/>		
	Task Interpretation	Basic Explanation	Experimental Setup	Experimental Results	Theory/ Modelling	Theo ↔ Exp. Comparison	Presentation Style	Discussion Behaviour	Time Management				Personal Impression	

DISCUSSION:

		team					member					Final Grade		
1		+ [] /6 Physics					+ [] /3 Role					= []		
+1.0	deep/detailed	scientific	apt & specific	comprehensive	many correct	improvements	follow-up questions	polite	all time used			<input type="checkbox"/>		
+0.5	main points	appropriate	interesting	main points	some stated	limits discussed	reasonable	good	fair			<input type="checkbox"/>	neutral	
0	almost nothing	confusing	superficial	fragmentary	none	none	unorganized	poor	inefficient			<input type="checkbox"/>		
	Understanding of Presentation	Argumentation Style	Topics (Quality)	Completeness	Own Opinions	Suggestions	Discussion Structure	Discussion Conduct	Time Management				Personal Impression	





Problem aussuchen

Experimentaufbau

Literatursuche

Vortrag

Aufgabe verstehen

Parametervariation

Theorie vs. Exp.

Opposition

Fokus setzen

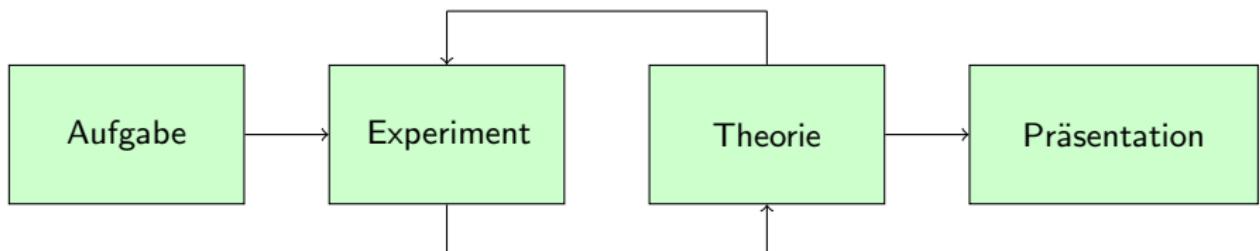
Datenauswertung

Fehleranalyse

Diskussion

Plots, ...

Jurygrading



Problem aussuchen

Experimentaufbau

Literatursuche

Vortrag

Aufgabe verstehen

Parametervariation

Theorie vs. Exp.

Opposition

Fokus setzen

Datenauswertung

Fehleranalyse

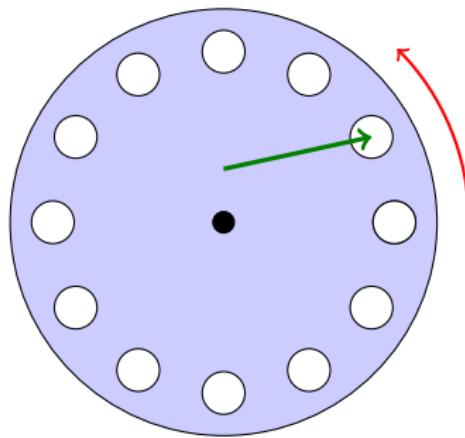
Diskussion

Plots, ...

Jurygrading

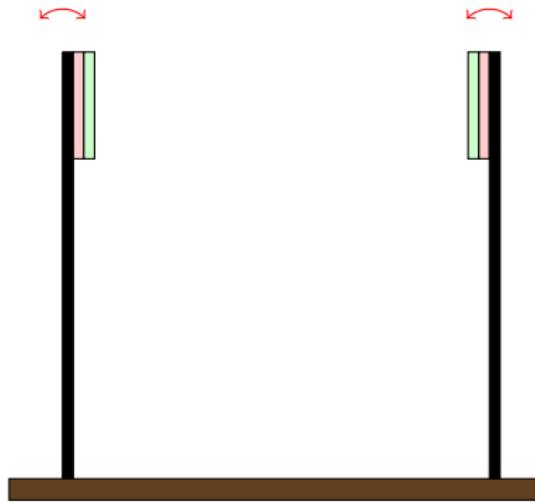
Fragen ?

Phänomen If you direct an air flow onto a rotating disk with holes, a sound may be heard.



Aufgabe Explain this phenomenon and investigate how the **sound characteristics** depend on the **relevant parameters**.

Phänomen Secure the lower ends of two identical leaf springs to a non-magnetic base and attach magnets to the upper ends such that they repel and are free to move.



Aufgabe Investigate how the **movement** of the springs depends on **relevant parameters**.

Phänomen Take a thick plate of non-magnetic material and fix a neodymium magnet on top of it. Suspend a magnetic rod (which can be assembled from cylindrical neodymium magnets) underneath it. Deflect the rod so that it touches the plate only with highest edge and release it.

[Video zum Problem](#)

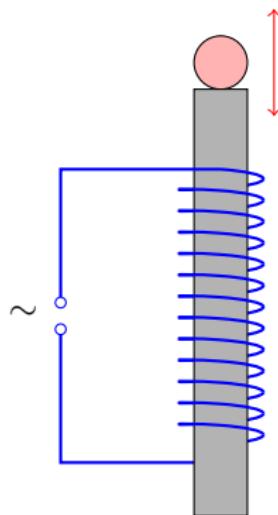
Aufgabe Study the [motion](#) of such a pendulum under various [conditions](#).

Phänomen When placed on its side on a ramp and released, a screw may experience growing oscillations as it travels down the ramp.

[Video zum Problem](#)

Aufgabe Investigate how the **motion** of the screw, as well as the **growth** of these oscillations depend on the **relevant parameters**.

Phänomen A ferrite rod is placed at the bottom end of a vertical tube. Apply an ac voltage, of a frequency of the same order as the natural frequency of the rod, to a fine wire coil wrapped around its lower end. When a ball is placed on top of the rod, it will start to bounce.



Aufgabe Explain and investigate this phenomenon.

Phaenomen A piston placed in the open end of a horizontal test tube which has its other end partially filled with steel wool may oscillate when the closed end is heated up.

[Video zum Problem](#)

Aufgabe Investigate the phenomenon and determine the efficiency of this engine.