

GYPT Basics

Hakim Rachidi

September 5, 2022

German Young Physicists' Tournament (GYPT)

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

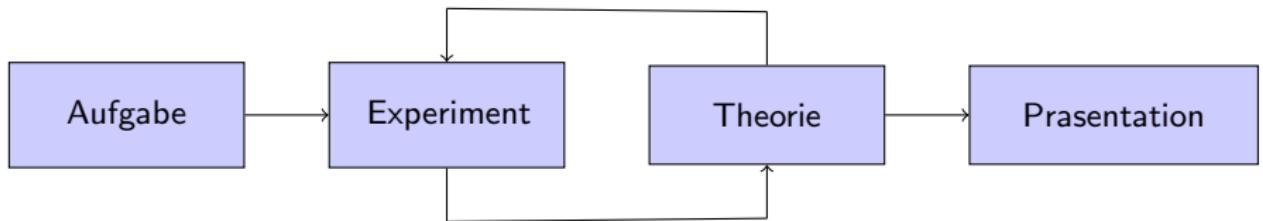
German Young Physicists' Tournament (GYPT)

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

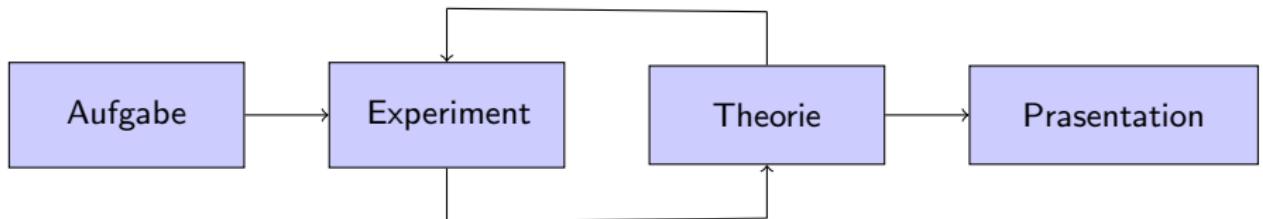
Ihr werdet ...

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

Ziel dieser Präsentation



Ziel dieser Präsentation

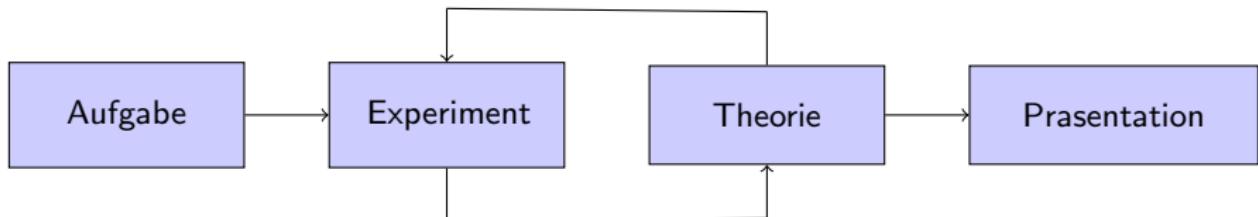


Problem aussuchen

Aufgabe verstehen

Fokus setzen

Ziel dieser Präsentation



Problem aussuchen

Experimentaufbau

Aufgabe verstehen

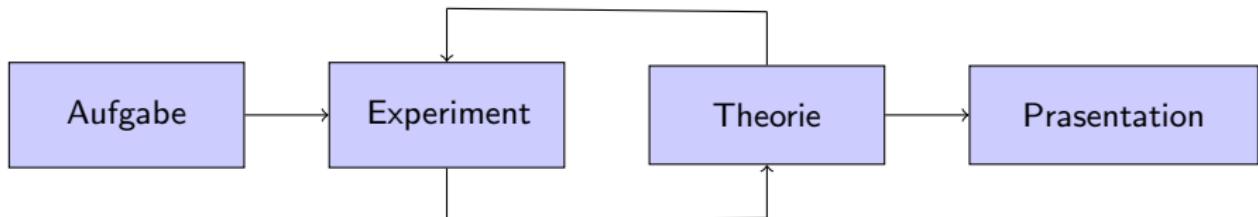
Parametervariation

Fokus setzen

Datenauswertung

Plots, ...

Ziel dieser Präsentation



Problem aussuchen

Aufgabe verstehen

Fokus setzen

Experimentaufbau

Parametervariation

Datenauswertung

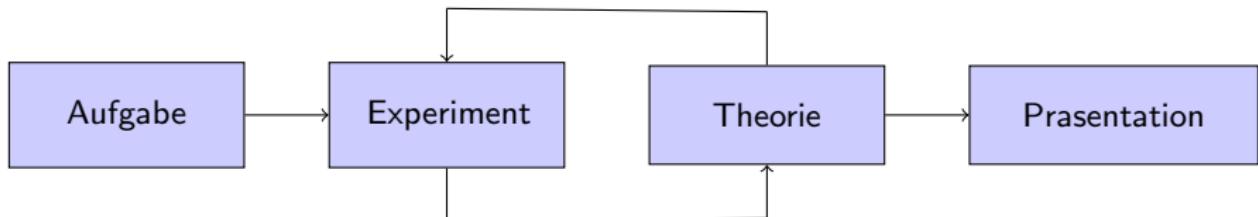
Plots, ...

Literatursuche

Theorie vs. Exp.

Fehleranalyse

Ziel dieser Präsentation



Problem aussuchen

Aufgabe verstehen

Fokus setzen

Experimentaufbau

Parametervariation

Datenauswertung

Plots, ...

Literatursuche

Theorie vs. Exp.

Fehleranalyse

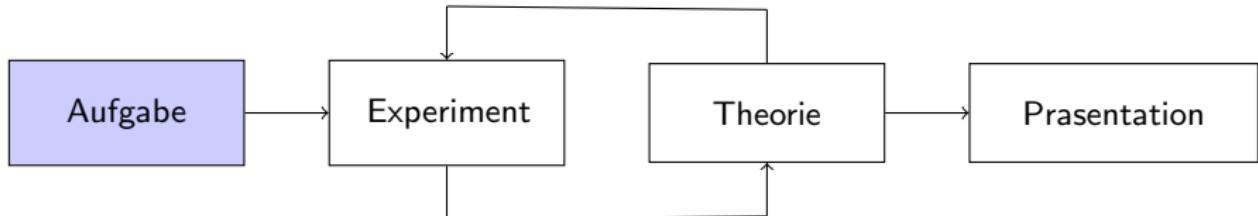
Vortrag

Opposition

Diskussion

Jurygrading

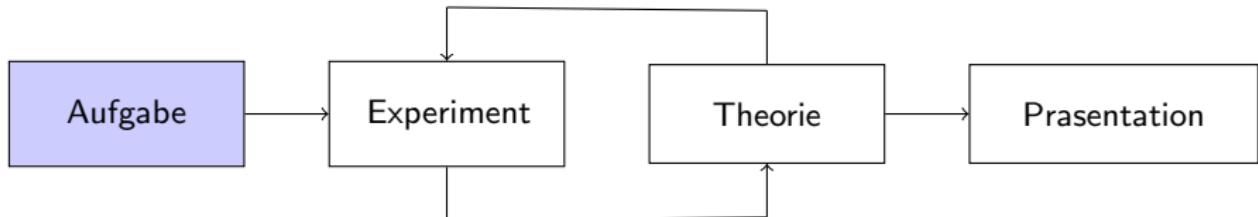
Aufgabenstellungen



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!*

Aufgabenstellungen



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 ...

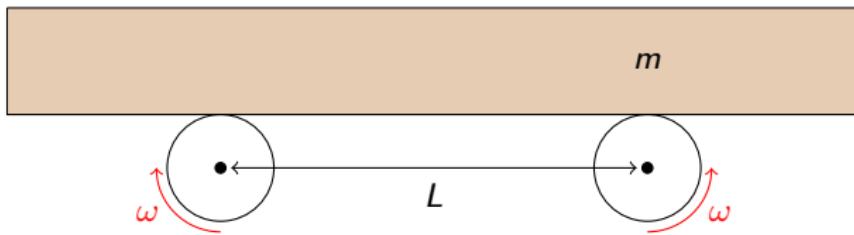
- ▶ abhängig von Erfahrung und Präferenz
- ▶ ...zu empfehlen sind jedoch Mechanikprobleme (meine Meinung)

Beispiel: *Friction Oscillator*

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.

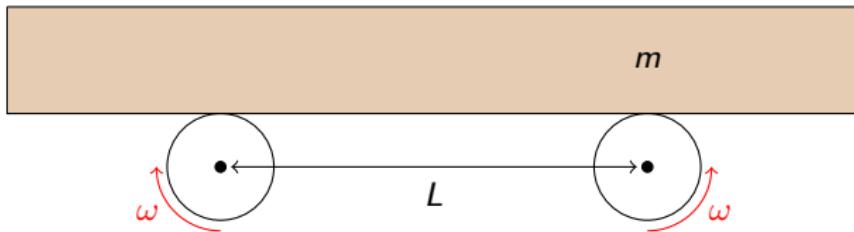
Beispiel: *Friction Oscillator*

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.



Beispiel: *Friction Oscillator*

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.

Erste Beobachtungen

Experiment

Experimenteller Aufbau sollte ...

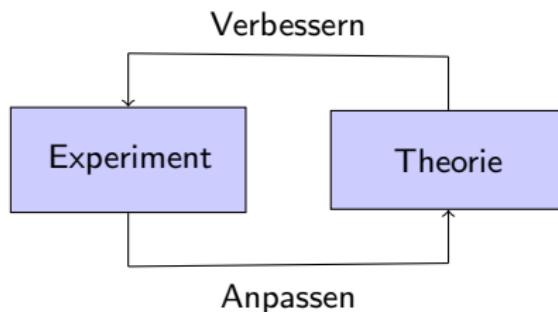
- ▶ der Aufgabe entsprechen
- ▶ auf eure Theorie anwendbar sein
- ▶ *relevante* Parameter unabhängig variiieren und messen können
- ▶ reproduzierbar sein
- ▶ eure Annahmen (Assumptions) bestätigen
- ▶ Fehlerquellen minimieren

Experiment

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

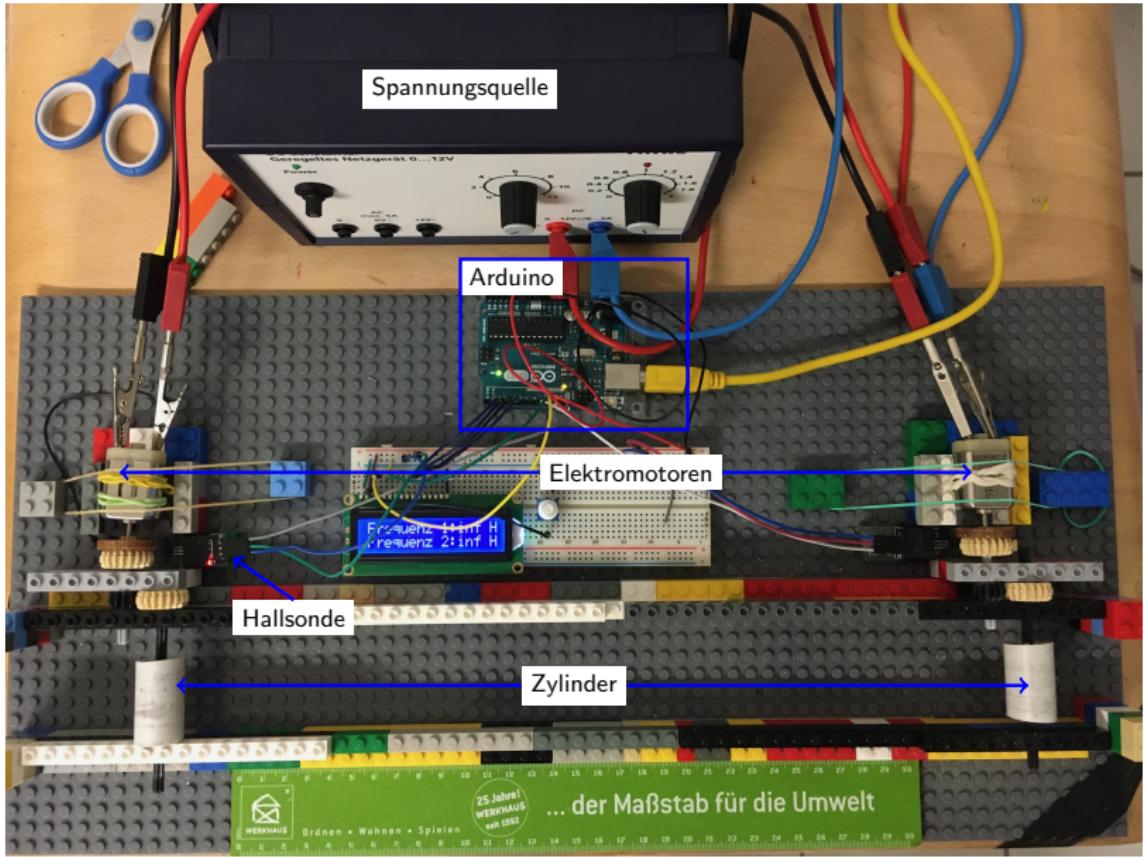
Experiment



Unter relevanten Parametern verstehen wir ...

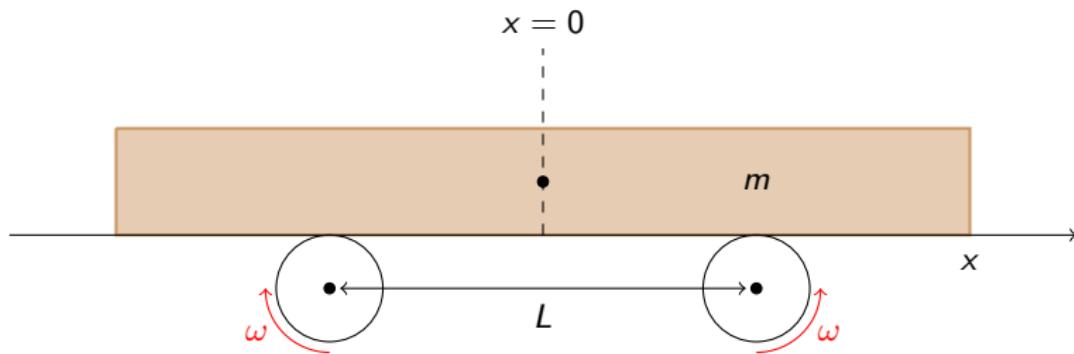
- ▶ messbare Größen, die das Phänomen beeinflussen
- ▶ Ausgangsbedingungen (Initial conditions)
- ▶ Randbedingungen (Boundary conditions)

Beispiel: Friction Oscillator



Parameter erkennen

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}

Datenaufnahme und -auswertung

Zur Datenerhebung steht im Schülerlabor ...

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

zur Verfügung.

Datenaufnahme und -auswertung

Zur Datenerhebung steht im Schülerlabor ...

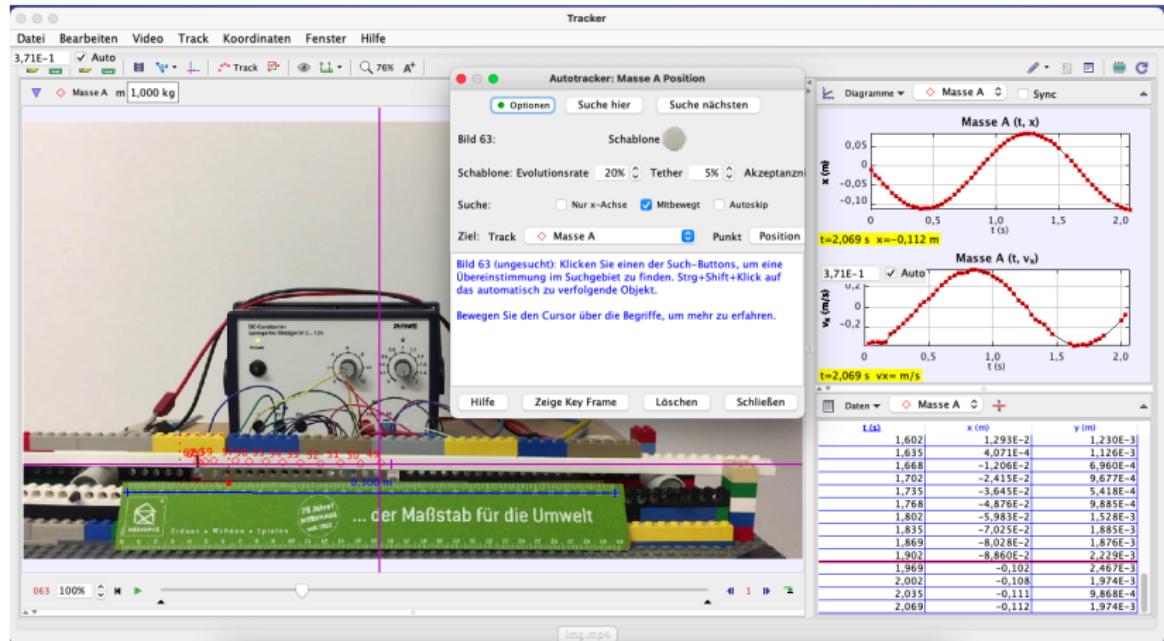
- ▶ Digitalkamera, Handy zur Video- und Audioaufnahme
- ▶ Wärmebildkamera FLIR
- ▶ Kraftsensor, Multimeter, Thermometer, Hallsonde, ...
- ▶ Vernier DataQuest, GTR, ...
- ▶ und weiteres

zur Verfügung.

Datenanalyse hängt von Präferenz, Erfahrung und Daten ab:

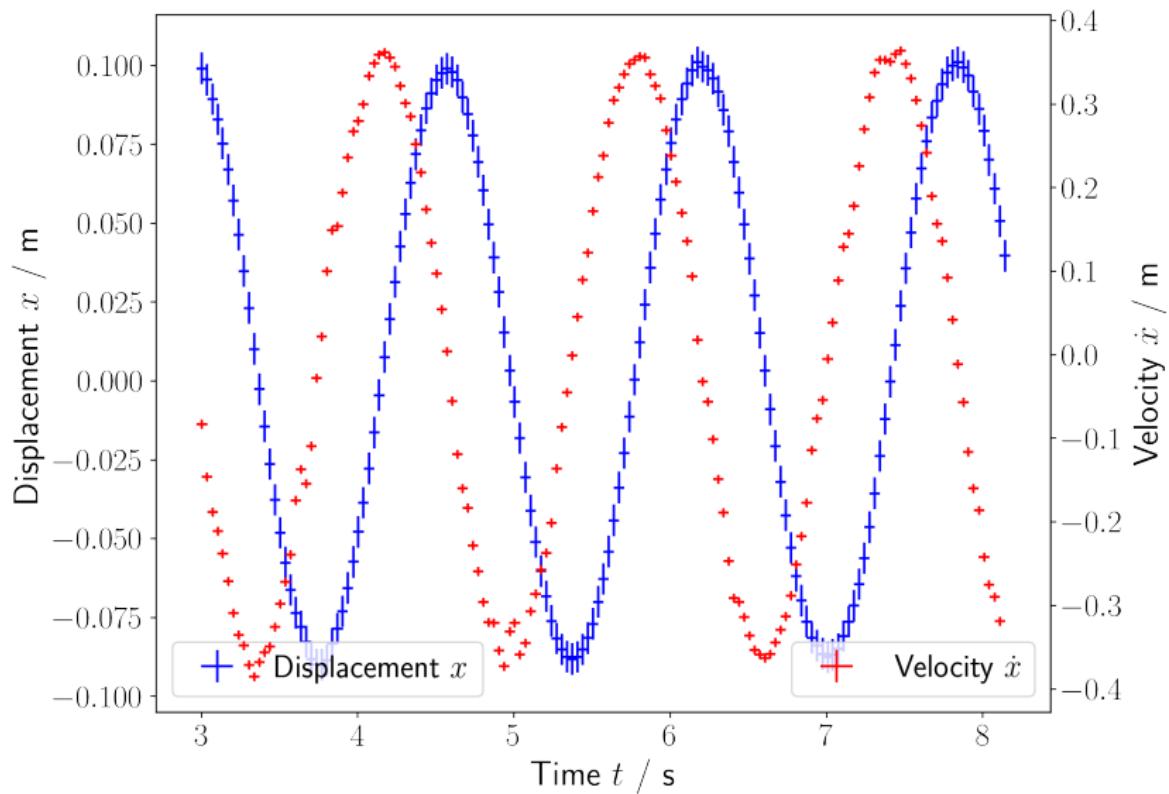
- ▶ Tracker, OpenCV (Python, C++) für Videodaten
- ▶ FLIR Research IR
- ▶ Vernier DataLogger
- ▶ Audacity für Audiodaten
- ▶ Python Jupyter Lab, Excel, Mathematica zur Auswertung, etc.

Beispiel: Friction Oscillator



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

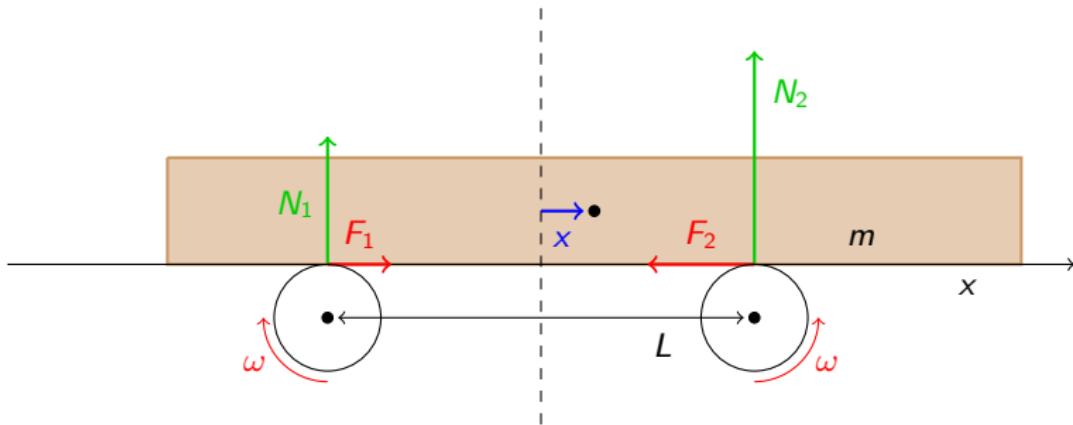
Beispiel: *Friction Oscillator*



Theorie: *Qualitative Erklärung*

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.

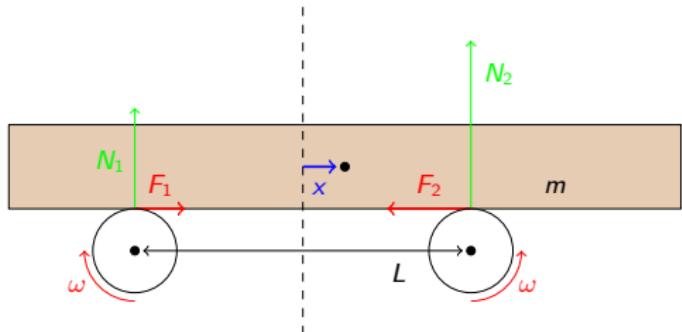
Abhängig von Erfahrung und Problem:

- ▶ 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

Beispiel: *Friction Oscillator*

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
 $F = m\ddot{x}$

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

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

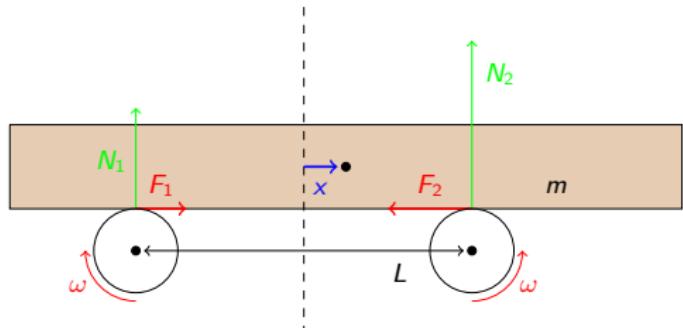
$$\boxed{\ddot{x} = -\frac{2\mu_d g}{L} x}$$

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

Beispiel: Friction Oscillator

Annahmen:

- kein Rollen \rightarrow 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
 $F = m\ddot{x}$

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

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

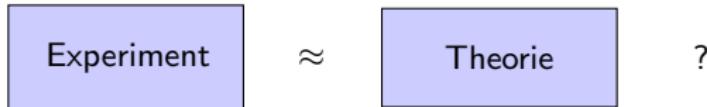
$$\boxed{\ddot{x} = -\frac{2\mu_d g}{L} x}$$

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

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

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

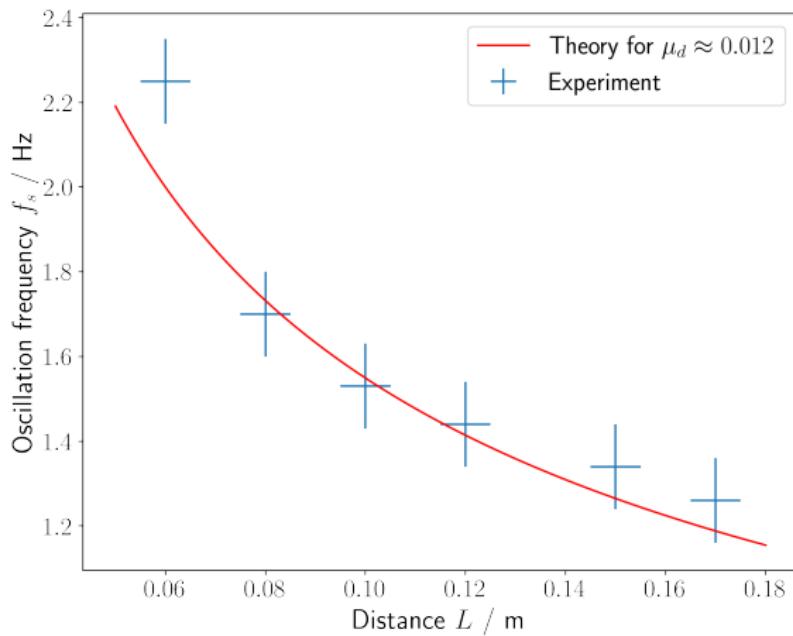
Theorie Experiment Vergleich



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 ?

Beispiel: Friction Oscillator



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

Präsentation

Title

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

Präsentation

Title

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

Task

Aufgabe, Video des Phänomens, ...

Präsentation

Title

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

Task

Aufgabe, Video des Phänomens, ...

Solution

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

Präsentation

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, ...

Präsentation

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

Präsentieren (12 min.)

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

Diskussion (12 min.)

Als Reporter ...

- ▶ meist passiv
- ▶ beantwortet die Fragen des Opponents

Diskussion (12 min.)

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

Beispiel: Friction Oscillator

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!

Beispiel: Friction Oscillator

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 ?*

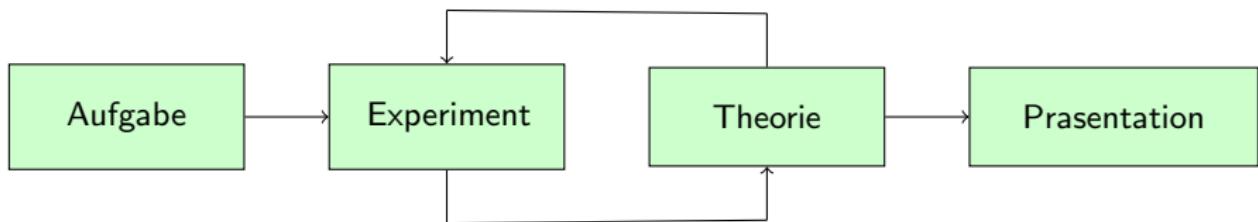
mit eigener Meinung und Physik!

→ Versucht die gesamten 12 Minuten auszuschöpfen

Timeline



Zusammenfassung



Problem aussuchen

Experimentaufbau

Literatursuche

Vortrag

Aufgabe verstehen

Parametervariation

Theorie vs. Exp.

Opposition

Fokus setzen

Datenauswertung

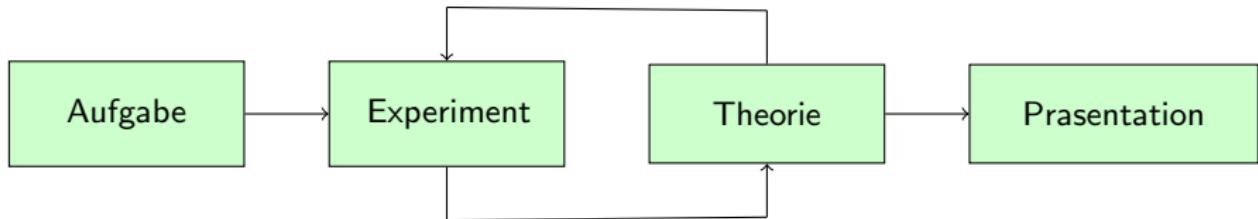
Fehleranalyse

Diskussion

Plots, ...

Jurygrading

Zusammenfassung



Problem aussuchen

Experimentaufbau

Literatursuche

Vortrag

Aufgabe verstehen

Parametervariation

Theorie vs. Exp.

Opposition

Fokus setzen

Datenauswertung

Fehleranalyse

Diskussion

Plots, ...

Jurygrading

Fragen ?