

Smartphone-gestützte Experimente zur Untersuchung des Federpendels

Motivation

Externe Sensormodule sind deutlich kompakter und leichter als Smartphones



Aufbau und Durchführung desselben Experiments mit verschiedenen Sensoren

Beispielexperiment „gedämpfte Schwingung“



Dämpfung kann durch runde Pappen verschiedener Größen leicht variiert werden

phyphox: mechanics mit ihren Sensoren tool.phyphox.org

- ① Luftdruck
- ② Temperatur, Luftfeuchtigkeit
- ③ Beschleunigung, Drehrate
- ④ Magnetfeld
- ⑤ Licht
- ⑥ Distanz
- Reset

Abstands- und Beschleunigungssensor

- Mit der Sensorbox können gleichzeitig der Abstand (zu einer Referenz, d.h. der Ort) und die Beschleunigung des Pendels gemessen werden.
- Dies erlaubt den Studierenden den Vergleich der beiden Größen und die Visualisierung der zeitlichen Verschiebung der Maxima und Minima (in Abb. 1b am Bsp. einer runden Pappe mit $d = 20$ cm als Dämpfer und einer Pendelmasse von 150 g).
- Die Abb. 1b zeigt auch, dass die Beschleunigungsdaten weniger Rauschen als die Daten des Abstandssensors aufweisen.

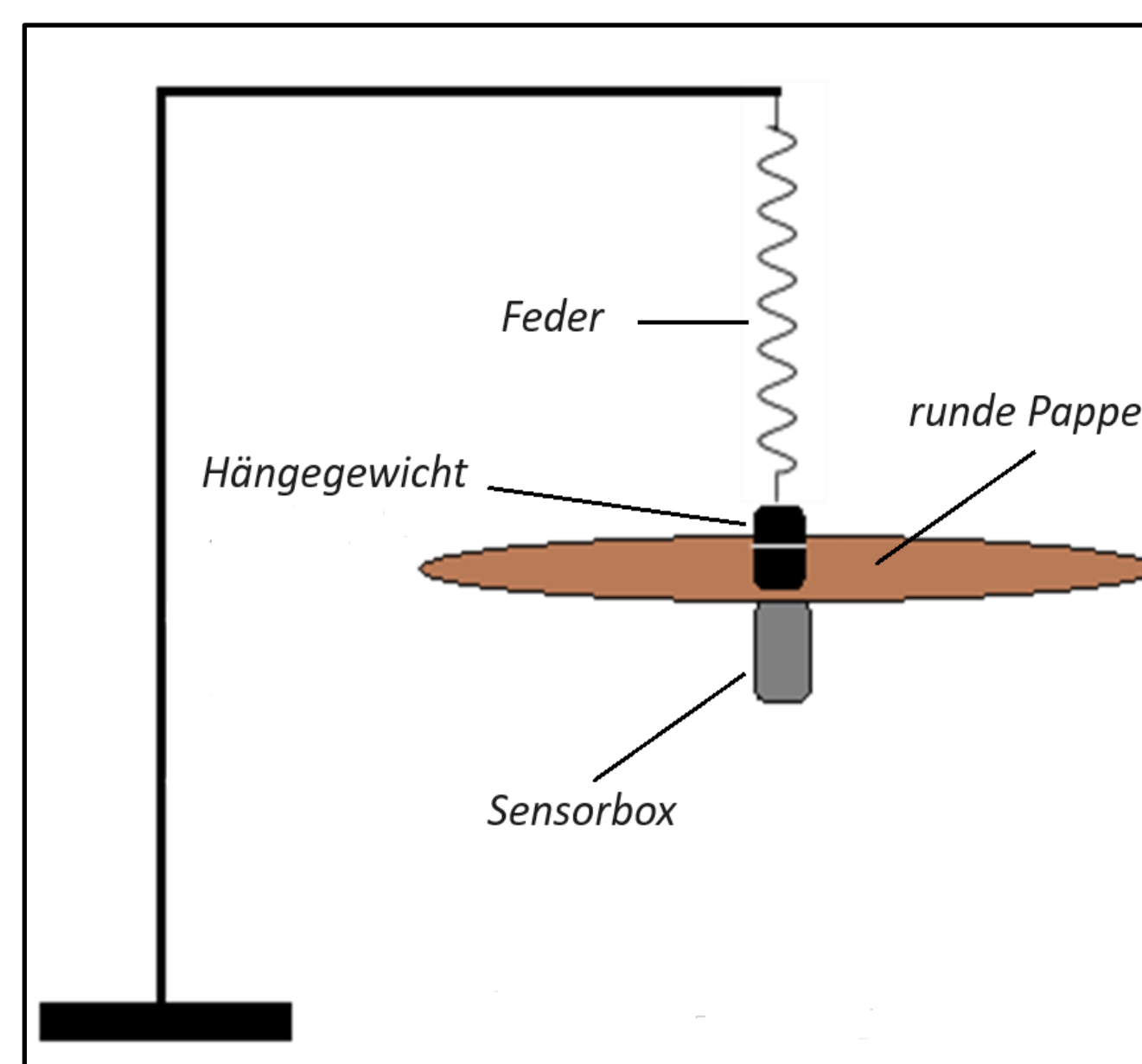


Abb. 1a: Skizze vom experimentellen Aufbau

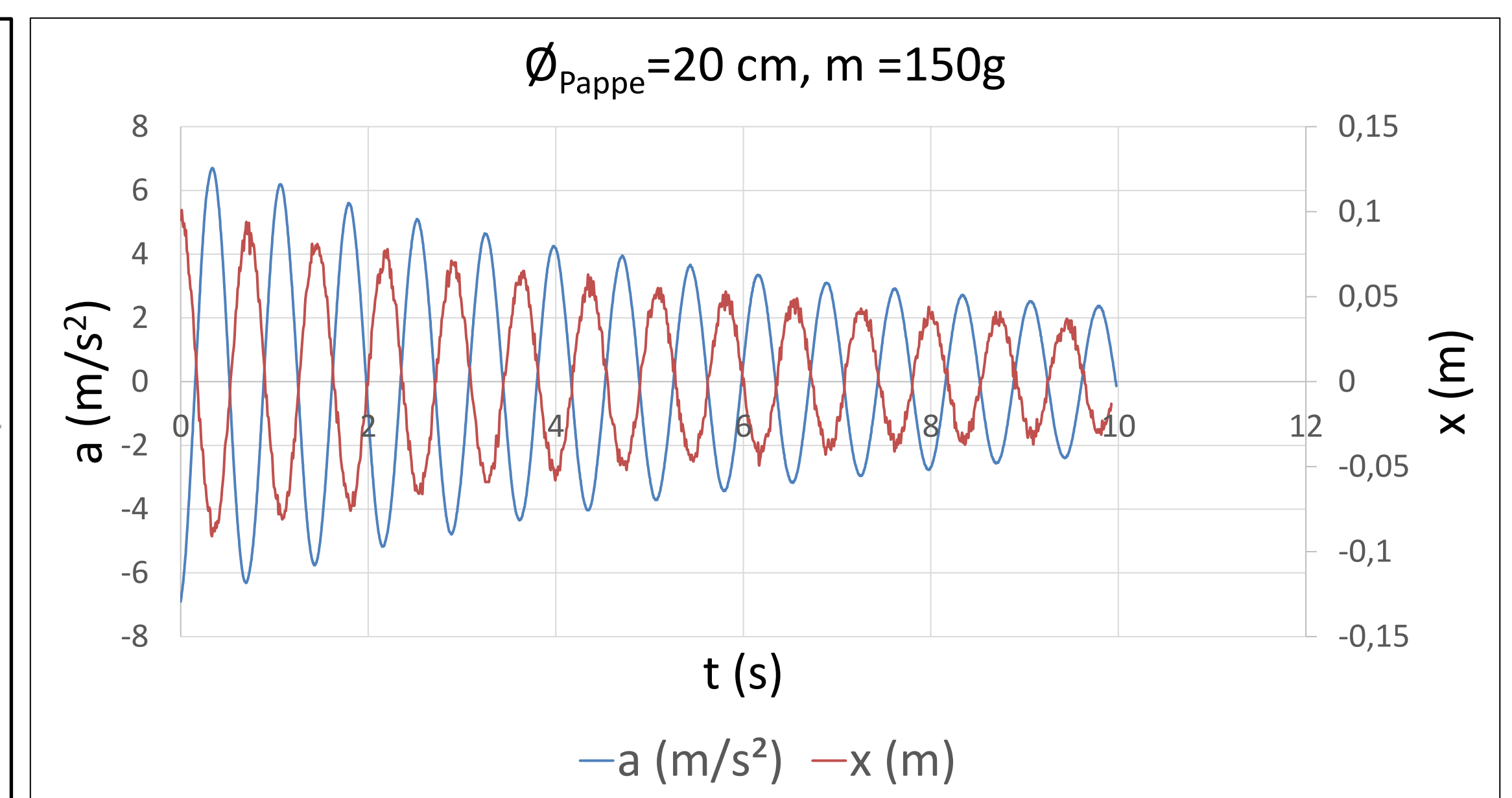


Abb. 1b: Messdaten für den Abstands- und Beschleunigungssensor, die zeitgleich mit der Sensorbox gemessen wurden

Drucksensor

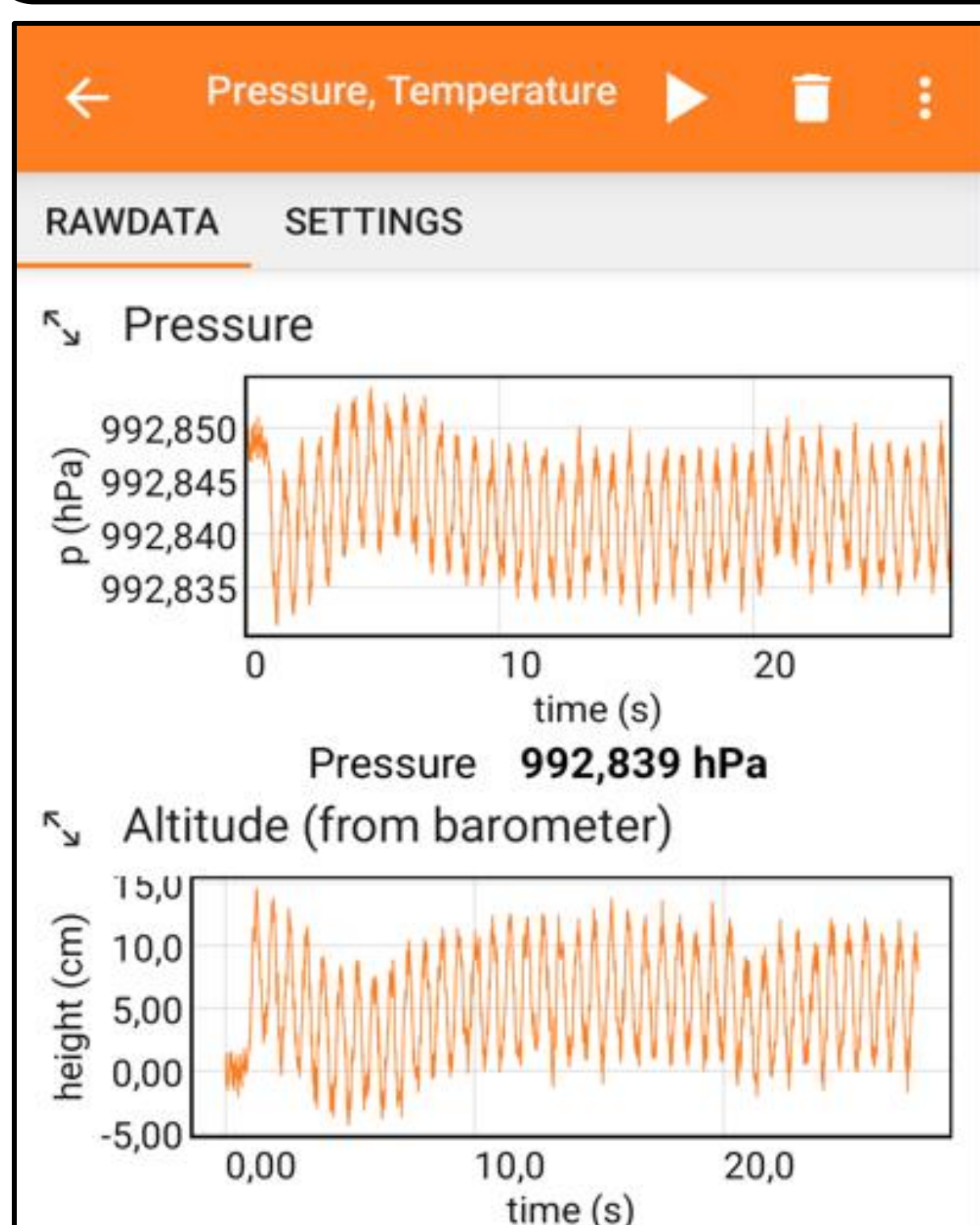


Abb. 2a: ungedämpfte Schwingung

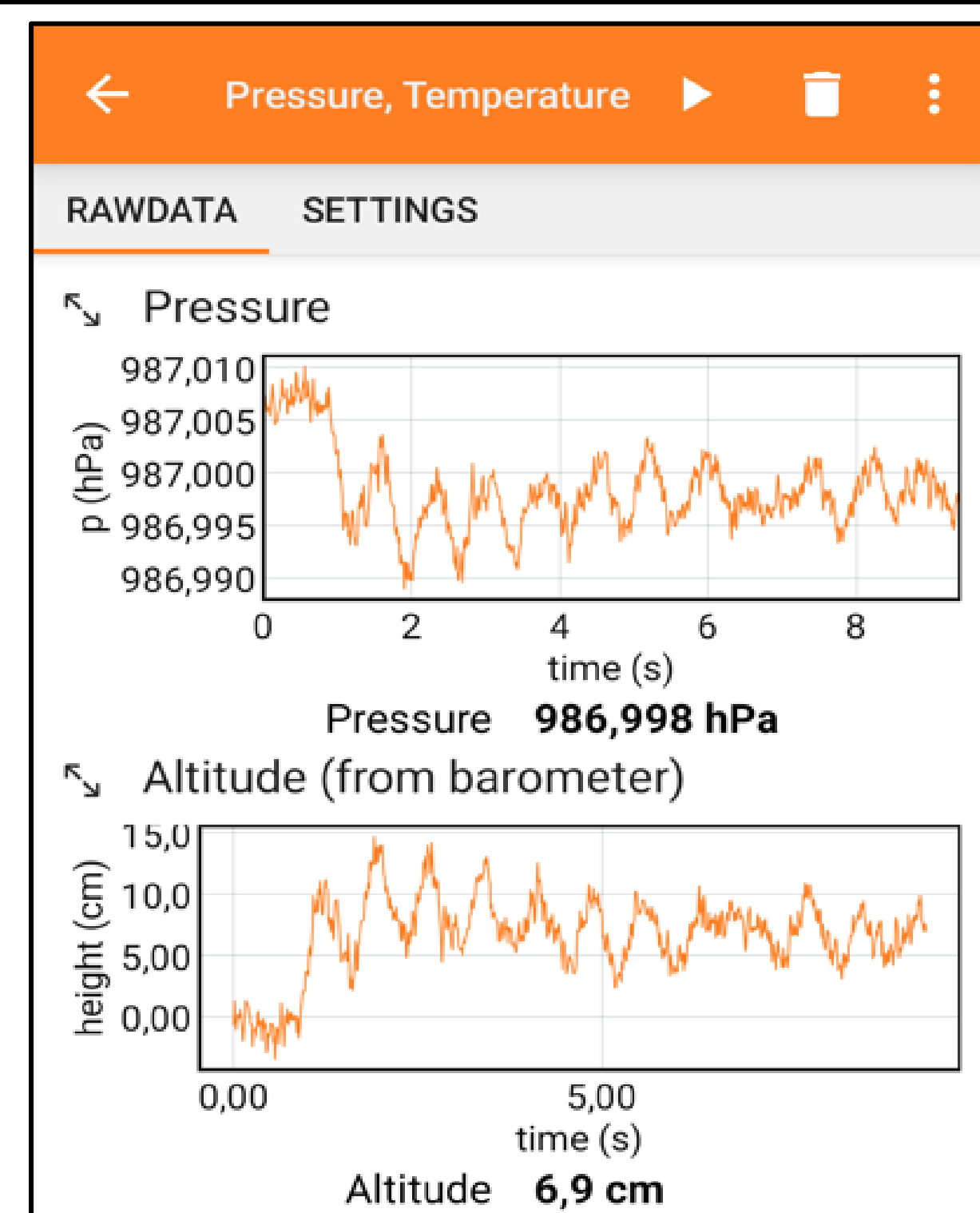


Abb. 2b: gedämpfte Schwingung

Der Versuch wurde mit und ohne Dämpfer auch mit dem Drucksensor zur Messdatenaufnahme durchgeführt.

Ergebnis:

- Die Schwingung wird prinzipiell sichtbar, die Daten sind aber durch eine Schwankung des Mittelwerts durch äußere Einflüsse (wie das Öffnen einer Tür) deutlich beeinflusst.
- Eine Korrektur ergibt für die **ungedämpfte Schwingung** sinnvolle Daten. Für die **gedämpfte Schwingung** ist die zeitliche Abnahme der Amplitude auch aufgrund von Strömungen nur schlecht erkennbar.

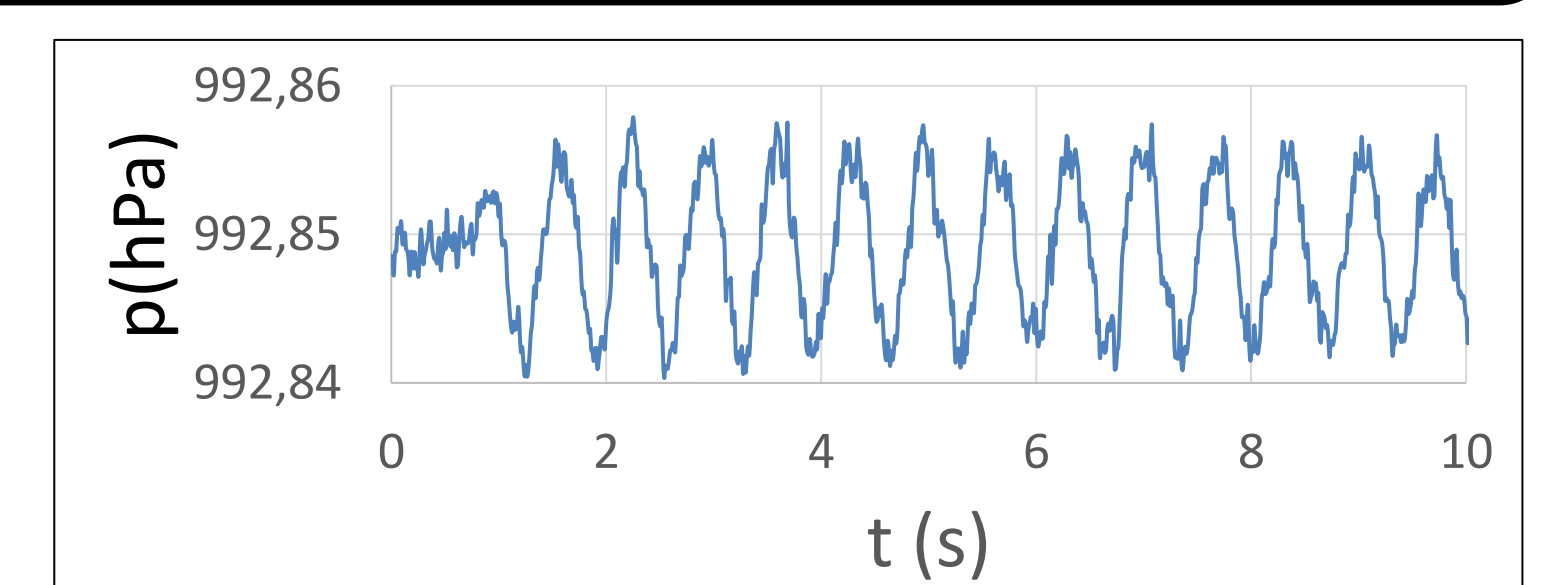


Abb. 2c: Messung aus Abb. 2a, korrigiert um die Schwankung des Mittelwerts

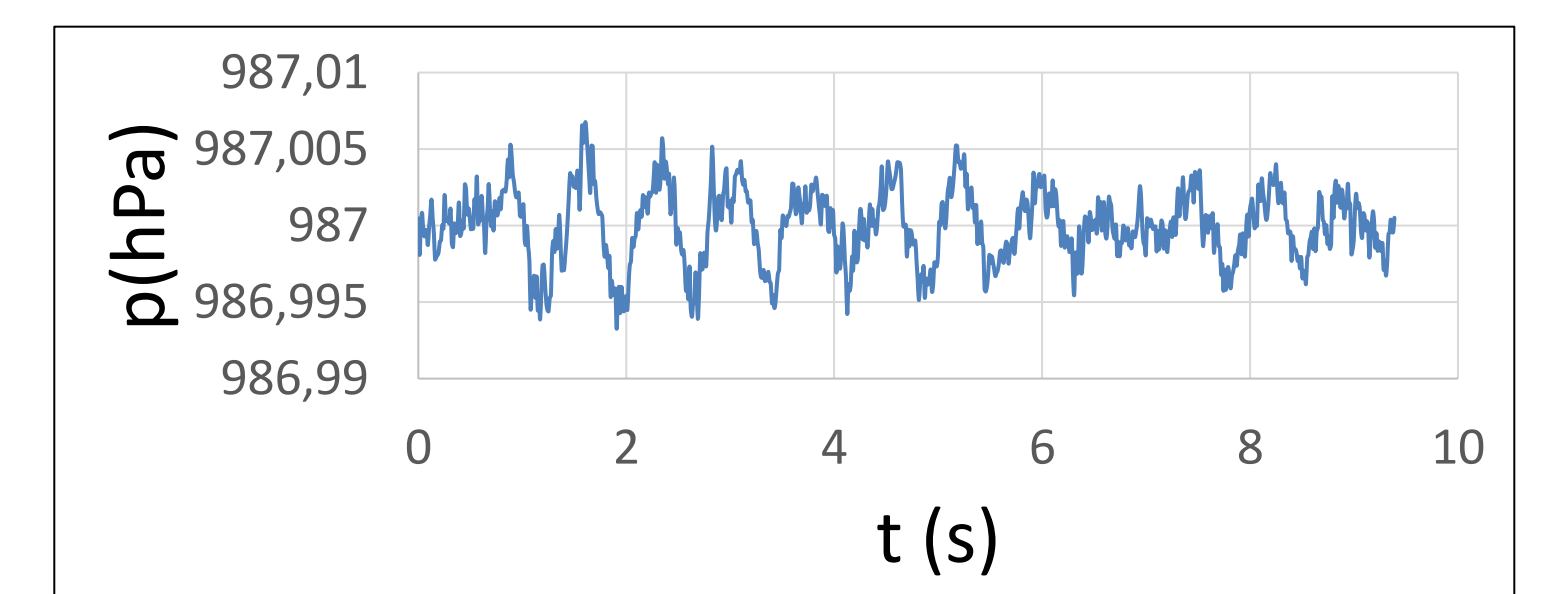


Abb. 2d: Messung aus Abb. 2b, korrigiert um die Schwankung des Mittelwerts

Magnetfeldsensor

- Unter Nutzung eines Magneten im Versuchsaufbau kann die Schwingung auch mit dem Magnetfeldsensor über die Veränderung der ortsabhängigen Feldstärke beim Pendeln sichtbar gemacht werden (siehe Abb. 3c).
- Abb. 3a zeigt für die Position 1 des Magneten im Aufbau deutliche Oszillationen der Messdaten, aber nur positive Werte der Magnetfeldstärke.
- Für die Position 2 des Magneten ergeben sich bei unvermeidbaren kleinen Rotationen und Schaukelbewegungen des Pendels große Veränderungen der Amplitude (siehe Abb. 3b).

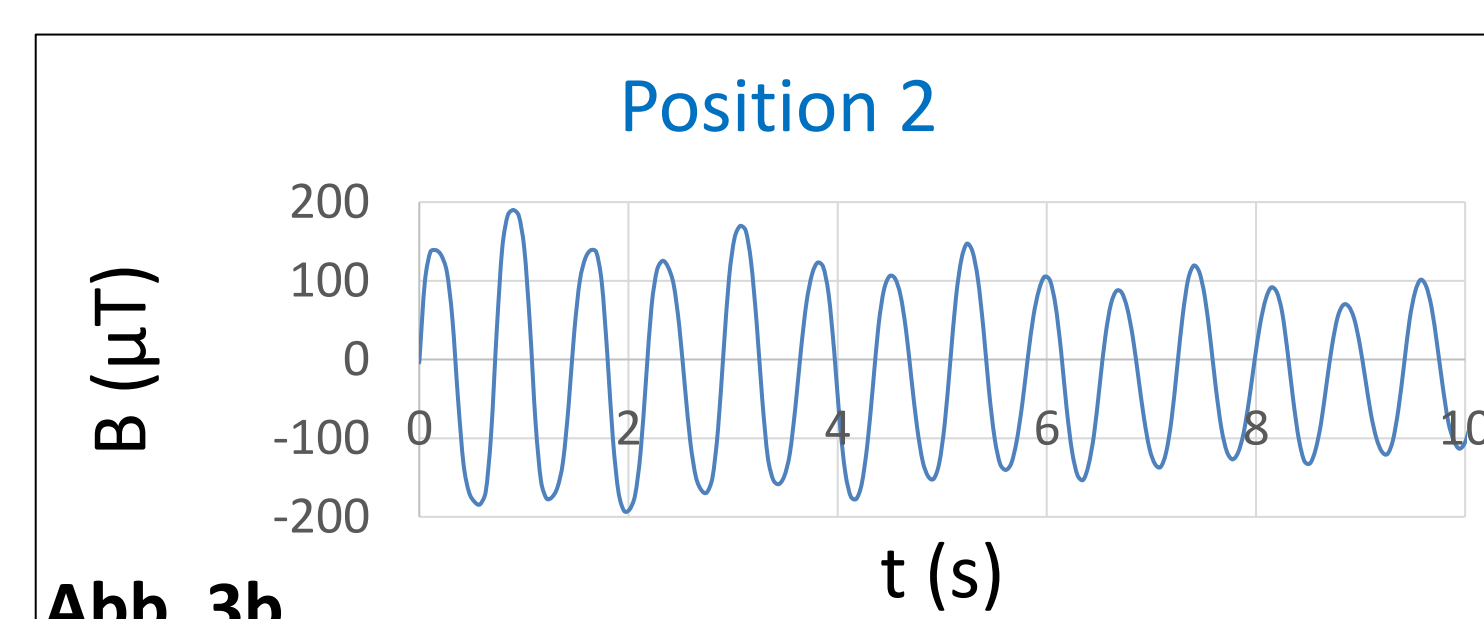
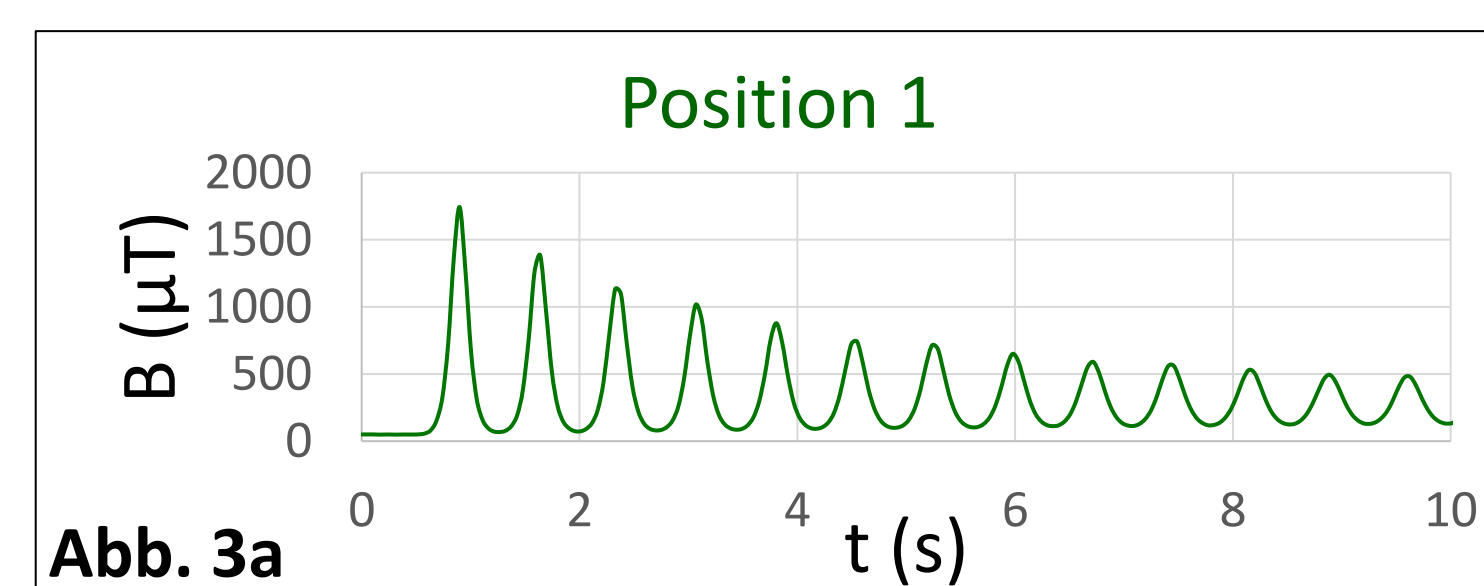


Abb. 3b

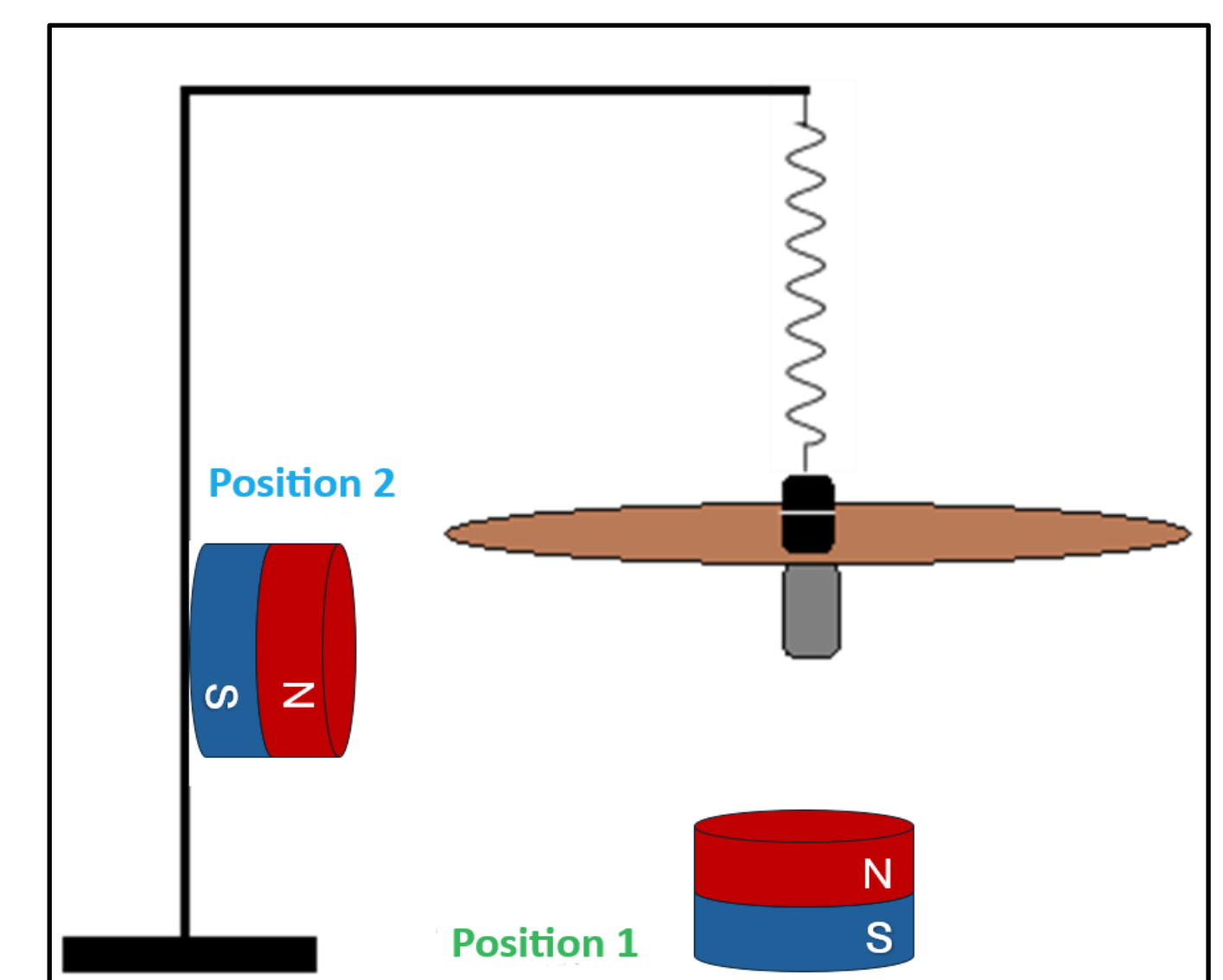


Abb. 3c Schema des Versuchsaufbaus

Fazit

- Die Schwingung eines ungedämpften und gedämpften Federpendels kann durch verschiedene Sensoren sichtbar gemacht werden.
- Für eine quantitative Auswertung des Verlaufs der Amplituden einer gedämpften Schwingung sind die Daten von Beschleunigungssensoren besonders geeignet.



Mosab Abumezied

AG Prof. Dr. Heinke
I. Physikalisches Institut IA
RWTH Aachen University
abumezied@physik.rwth-aachen.de