

Laborbericht

**Phyphox-Experiment:
Bestimmung der Fallbeschleunigung eines
Objektes mit möglichst kleinem
Luftwiderstand anhand der Funktion
„akustische Stoppuhr“**

Inhaltsverzeichnis

1	Problemdarstellung	1
2	Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung	1
2.1	Versuchsaufbau.....	1
2.2	Versuchsdurchführung	3
3	Messwerte und Auswertung.....	4
4	Diskussion	6
5	Literatur.....	7

1 Problemdarstellung

Die Grundlage dieses Experiments bildet die Annahme, dass sich Objekte mit vernachlässigbar kleinen Luftwiderständen im freien Fall mit einer mittleren Fallbeschleunigung g von $9,81\text{m/s}^2$ in Richtung des Erdmittelpunktes beschleunigen. Anhand eines einfachen Versuchsaufbaus und eines Smartphones, das als Messgerät dient, soll die Fallbeschleunigung eines Objektes unter Nutzung des Weg-Zeit-Gesetzes bestimmt werden.

2 Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung

2.1 Versuchsaufbau

Ein runder Tischfußball (s. Abb. 1) mit einem Gewicht von $17,5\text{g}$ soll aus einer festgelegten Höhe zu Fall gebracht werden, ohne dass dieser einer zusätzlichen Beschleunigung (sowohl positiv als auch negativ) ausgesetzt ist. Zur Aufhängung des Tischfußballs in der Höhe $s = 1,8\text{m}$ wird ein Stativ verwendet, an dessen oberes Ende eine Haltevorrichtung angebracht wurde, welche den Luftballon im aufgeblasenen Zustand festhält.



Abbildung 1: Fallobjekt

Auflistung der verwendeten Versuchsmaterialien und Messgeräte:

- ✓ Stativ mit Haltevorrichtung (Drahtschlaufe)
- ✓ Luftballons, Bindedraht
- ✓ Tischfußball
- ✓ Smartphone (iPhone X)

Der Tischfußball wird in einen aufgeschnittenen Luftballon eingepackt und mittels eines dünnen Drahtes an das untere Ende des aufgeblasenen Luftballons (s. Abb. 2) befestigt, welcher wiederum so lange durch eine Vorrichtung (s. Abb. 3) gehalten wird, bis er zum Platzen gebracht wird.




Abbildung 2: Fallobjekt am Trägerballon



Abbildung 3: Versuchsaufbau

2.2 Versuchsdurchführung

Das Smartphone wird in horizontalem Abstand von etwa 1,5m vom Versuchsaufbau in mittlerer Höhe platziert, also in ca. 0,9m Höhe. Die App „Phyphox“ wird ausgeführt und die Funktion „akustische Stoppuhr“ ausgewählt. Nachdem das Startzeichen  angetippt wurde, wird der aufgeblasene Luftballon mit Hilfe einer Nadel zum Platzen gebracht.

In dem Moment, in dem der Luftballon platzt, beginnt der freie Fall des Tischfußballs. Die „akustische Stoppuhr“ misst jetzt den Zeitraum zwischen den zwei hintereinander folgenden Schallereignissen. Der entstehende Schall des platzenden Luftballons gibt dem Smartphone bzw. der App „Phyphox“ das Signal, die Messung zu starten. Der Aufprall des Tischfußballs auf dem Boden signalisiert, die akustische Messung zu beenden.

Durch den gemessenen Zeitraum zwischen Beginn und Ende des freien Falls des Tischfußballs sowie der Fallhöhe lässt sich nun die Fallbeschleunigung g bestimmen.

3 Messwerte und Auswertung

Zum Experiment wurden 5 Messungen durchgeführt. Die Messergebnisse werden im Folgenden (Abb. 4) dargestellt.

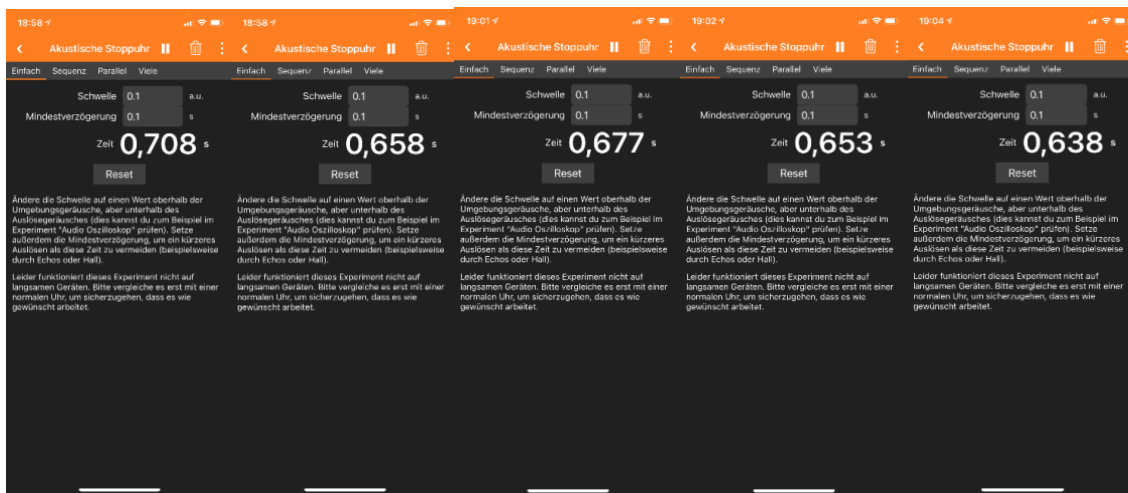


Abbildung 4: Messergebnisse

Wie der Abbildung zu den Messergebnissen zu entnehmen ist, bewegen sich die gemessenen Zeiträume zwischen ca. 0,64 und 0,71 s. Zwischen dem längsten und kürzesten Zeitraum liegen also ca. 0,07 s. Interpretationen zu diesen Werten werden im Kapitel 4 ausführlich diskutiert.

Mit Hilfe der erfassten Zeitwerte und der Herleitung der Formel für die Fallbeschleunigung lässt sich diese rechnerisch ermitteln. In der folgenden Tabelle (Tab. 1) wird für jeden Messwert die jeweils errechnete Fallbeschleunigung g dargestellt.

Tabelle 1: Darstellung der Messergebnisse und der ermittelten Fallbeschleunigung

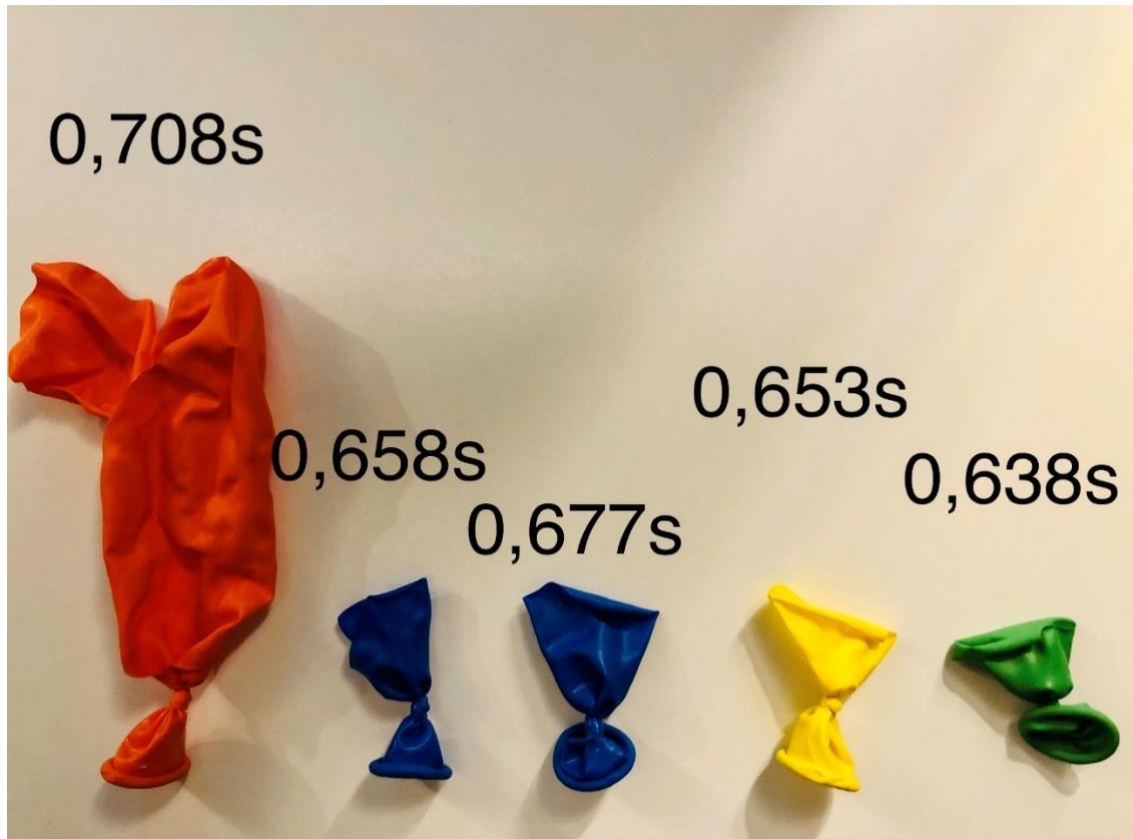
Start in s	Stopp in s	Differenz in s	Fallhöhe in m	Fallbeschleunigung g (m/s ²)
0	0,708	0,708	1,8	7,18
0	0,658	0,658	1,8	8,31
0	0,677	0,677	1,8	7,85
0	0,653	0,653	1,8	8,44
0	0,638	0,638	1,8	8,84

Die Formel zur Berechnung der Fallbeschleunigung g wurde anhand des Weg-Zeit-Gesetzes hergeleitet. Somit ergibt sich für die Strecke s in Abhängigkeit von der Zeit t folgende Formel: $s(t) = \left(\frac{1}{2}\right)gt^2$.

Umgestellt nach g ergibt sich: $g = \frac{s}{\left(\frac{1}{2}\right)t^2}$.

4 Diskussion

Die errechneten Werte für die Fallbeschleunigung liegen deutlich unter dem



Mittelwert von $9,81\text{m/s}^2$. Dies lässt sich damit begründen, dass der verwendete Tischfußball keineswegs luftwiderstandsfrei ist. Weiterhin spielt die unvermeidbare Tatsache, dass der Ball im Moment des Platzens des Luftballons ein Teil dieses Ballons mit sich reißt, eine wesentliche Rolle. Die Drahtschleife und das mitgerissene Ende des Luftballons wirken wie ein Fallschirm, wenn auch in abgeschwächter Form. Je nachdem, wie der Luftballon beim Platzen zerreißt, werden größere und auch kleinere Stücke mitgerissen. Die folgende Abbildung (Abb. 5) zeigt die unterschiedlichen entstandenen „Fallschirme“.

Abbildung 5: Abrissstücke der Trägerballons

Erwartungsgemäß hat das größte mitgerissene Stück auch den größten Einfluss auf den Luftwiderstand und bewirkt somit die größte Entschleunigung während des Falls.

5 Literatur

Slama, Sebastian. Experimentalphysik kompakt für Naturwissenschaftler. Berlin ; [Heidelberg] : Springer Spektrum, [2020]