

# Experimentiervorschlag Smartphone

## Sprung in die Höhe mit und ohne Abschwung

App **Accelogger** zur Aufzeichnung der Beschleunigung

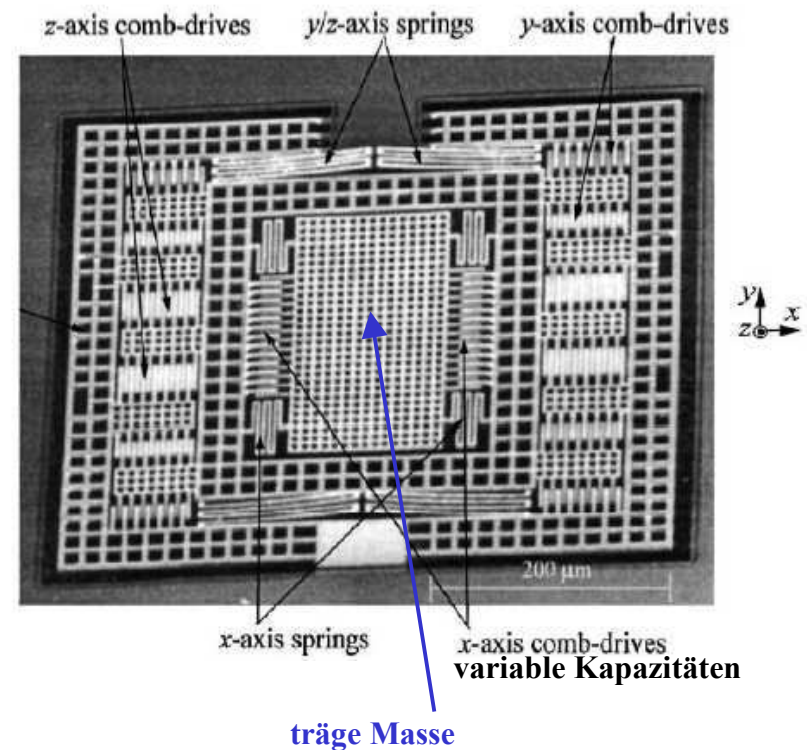
Auswertung mit Origin (Tabellenkalkulationsprogramm geht natürlich auch)

Messmethode für Beschleunigungen durch das Smartphone:

Im Beschleunigungssensor ist eine träge Masse aus Silizium an Si-Federn aufgehängt. Beim abgebildeten Sensor gibt es für jede Raumrichtung eigene Federn und an die Masse gekoppelte Kondensatorstreifen. Bei Beschleunigung verschiebt sich der Sensor, die Federn in Beschleunigungsrichtung werden auf einer Seite gedehnt auf der anderen gestaucht. Gleichzeitig ändern sich die Kapazitäten auf beiden Seiten. Diese Änderung wird mit einer Brückenschaltung gemessen.

*Zur Veranschaulichung:*

*Wir können die träge Masse betrachten wie einen Passagier in einem Flugzeug oder im Sitz eines Fallturms. Die gemessene Beschleunigung ist diejenige, die der Passagier spürt.*



## Versuchsanleitung:

Es werden zwei senkrechte Spürnge nach oben verglichen:

- a) aus der Hocke
- b) mit Gegenschwung

Zur Aufzeichnung der Beschleunigungsdaten eignet sich hier das App **Accellogger**, das die Beschleunigungen mit guter Zeitauflösung aufzeichnet. Gemessen wurde ein Zeitschritt von 1.6 ms. Dazu alle Displayoptionen in **Preferences**→**Settings** ausschalten.

*Schön wäre es auch einen Videoclip vom Sprung zu machen, um die Beschleunigungen den Sprungphasen zuzuordnen und insbesondere auch die Sprunghöhe zu messen.*

**Achtung:** In **Preferences** →**Settings** das Datenausgabeformat richtig setzen. Wählen sie als delimiter einer Zahl **/tab** sonst müssen sie das file später mühsam editieren.

### 1. Aufzeichnung:

Gehen sie in Startposition drücken sie in der App den **RECORD** Knopf und machen sie Ihren Sprung. Das Smartphone können sie in die Tasche stecken oder vor der Brust in der Hand halten.

Nach dem Sprung **Stop** drücken.

**Achtung:** das file wird erst gespeichert, wenn sie die App verlassen. Vor dem 2. Sprung also die App stoppen und neu starten

2. Transferieren sie die Daten auf den PC. Verbindung mit USB-Kabel, USB-Einstellung **Massenspeicher** auswählen

### 3. Auswertung:

Das Datenfile in Origin oder ein Tabellenkalkulationsprogramm einlesen. Sie bekommen 5 Spalten, die zum Teil noch umgerechnet werden müssen

Spalte 1: Zeit als Zeitangabe hh:mm:ss in Sekunden! Zählen sie die Zeitschritte innerhalb einer Sekunde. Das gibt Ihnen den Zeitschritt  $dt$ . Löschen sie jetzt den Inhalt von Spalte 1 und berechnen sie diese neu als  $\text{Spaltennummer} * dt - dt/2$ .

Spalte 2: löschen

Spalten 3-5: die 3 Beschleunigungskomponenten  $a_x, a_y$  und  $a_z$  inklusive Schwerebeschleunigung  $g$ .

Da das Smartphone keine feste Position hat berechnen sie in einer neuen Spalte die Gesamtbeschleunigung  $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$

**Plotten sie jetzt  $a(t)$ .**

Beispiele finden sie auf der nächsten Seite.

Die Physik hinter diesem Versuch finden sie zum Teil in [Dorn-Bader Physik, Gymnasium Sek. I](#)

# Ergebnisse von 2 Sprüngen.

Auswertung mit Origin

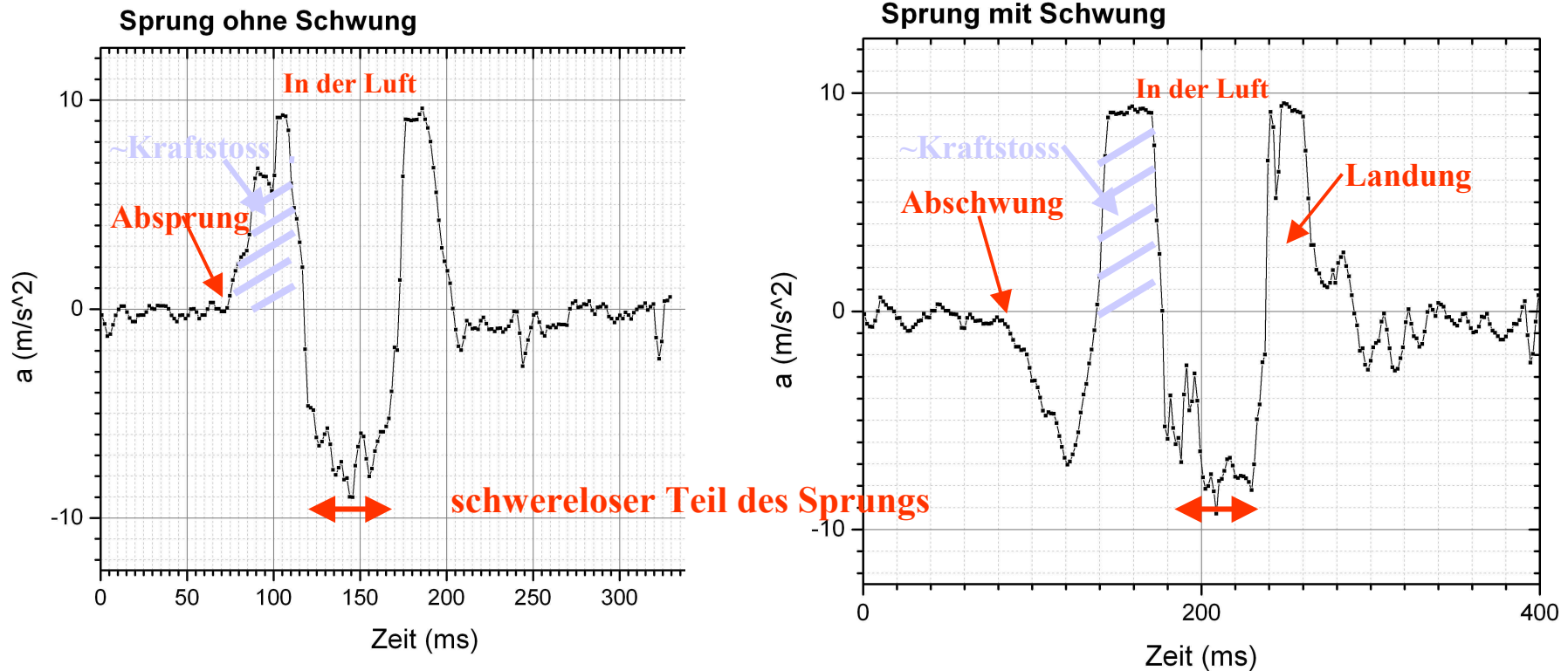


Abb.: gemessene Gesamtbeschleunigungen nach Abzug der Schwerebeschleunigung

Mit Schwung ist der Kraftstoss  $\int m \cdot a \cdot dt$  grösser, daher ist die Sprunghöhe auch grösser. Sobald der Springer den Boden verlassen hat ist er auf einer 'freien Wurfparabel'. Dieser Teil ist für die träge Masse (den Passagier) schwerelos. Bei der Landung muss er den Sprung wieder abfedern- er wird abgebremst.