



Smartphone Experimente mit Beschleunigungssensoren

F. Bär *, J. Schoch *, P. Bronner +, P. Vogt +

* Schüler FG Freiburg, + Betreuer: FG Freiburg / PH Freiburg



Wie funktioniert der Beschleunigungssensor?

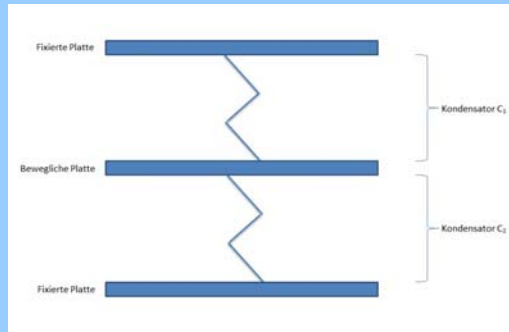
Ein Beschleunigungssensor besteht aus zwei in Reihe angeordneten Kondensatoren mit drei Kondensatorplatten. Die beiden äußeren Platten sind fest mit dem Smartphone verbunden. Die mittlere Platte ist schwingungsfähig an den äußeren Platten mit Federn befestigt.

Bei einer Beschleunigung des Smartphones möchte die mittlere Platte aufgrund Ihrer Massenträgheit an der ursprünglichen Position bleiben. Dadurch verändert sich der Abstand d der mittleren Platte zu den äußeren Platten.

$$C = \epsilon_0 * \epsilon_r * \frac{A}{d}$$

Die Formel zeigt, dass sich durch eine Abstandsänderung d die Kondensatorkapazität C ändert.

Das Smartphone misst diese Kapazitätsänderung und ermittelt daraus die auf das Gerät wirkende Beschleunigung.



Experiment 3: Aufzugfahrt

Frage: Wie schwer ist man im Aufzug wirklich?

Experiment: Im Freiburger Physikurm mit dem Aufzug vom Erdgeschoss ins 10. Obergeschoss. Das Smartphone wird mit doppelseitigem Klebeband an einer Wand des Aufzugs befestigt.

Beobachtung: Beim Anfahren nach oben erhöht sich die gemessene Beschleunigung; beim Erreichen des Stockwerks verringert sie sich.

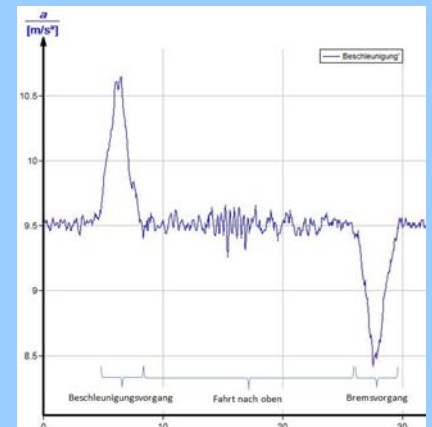
Berechnung und Analyse:

Mithilfe der Formel $F = m * a$ kann man berechnen, wie viel schwerer bzw. leichter man sich im Aufzug fühlt:

Bsp: $m = 70 \text{ kg}$ $a_{\text{Differenz}} = 1,1 \text{ m/s}^2$

Beim Anfahren fühlt man sich ca. 8 kg schwerer (78 kg); beim Erreichen des Stockwerks fühlt man sich ca. 8 kg leichter (62 kg).

Fährt man mit dem Aufzug nach unten, ist es genau umgekehrt.



Experiment 1: Fallbeschleunigung

Frage: Welche Belastung muss ein gutes Smartphone beim freien Fall auf den Boden mindestens aushalten können?

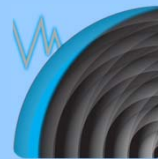
Experiment: Das Smartphone wird aus 1m Höhe auf eine weiche Unterlage fallen gelassen und die Beschleunigung gemessen.

Durchführung: Da sich das Smartphone im freien Fall dreht, betrachtet man die resultierende Beschleunigung. Vor Beginn der Messung wird die Funktion "Sensor Nullen" deaktiviert.

Resultat: Im freien Fall wirkt keine Kraft auf den Sensor, bis auf die Drehung des Geräts (daher nicht ganz 0). Beim Aufprall erfährt es eine maximale Beschleunigung von ca. 3,25g. So viel muss ein sturz-sicheres Gerät mindestens aushalten können.



Geeignete Apps für den Sensor



Accelerometer Monitor

Anbieter: Mobile Tools

Android; kostenfrei

Vorteile: Gute grafische Live-Darstellung aller drei Achsen.

Nachteile: Datenauswertung ungünstig formatiert



Android



SPARKvue

Anbieter: PASCO scientific

iOS & Android; kostenfrei

Vorteile: Vielfältige Einstellungsmöglichkeiten und einfache Datenauswertung

Nachteile: App reagiert zeitverzögert



Android



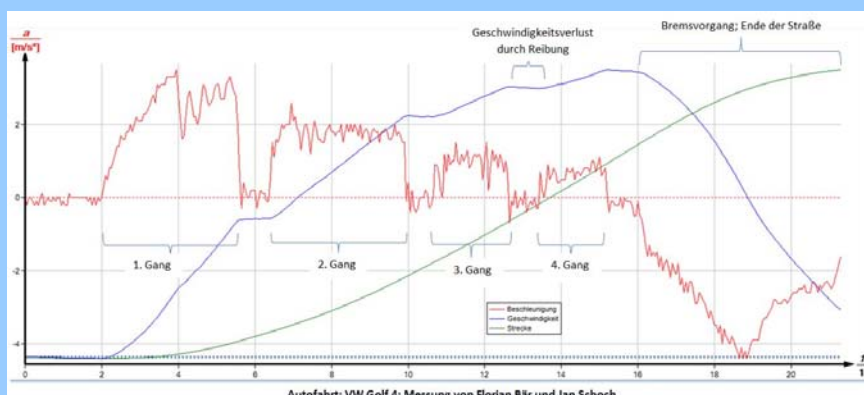
iOS

Experiment 2: Autofahrt

Frage: Was weiß das Smartphone über mein Fahrverhalten?

Experiment: Mit dem Smartphone wird die Beschleunigung bei einer Autofahrt auf gerader Strecke messen. Dazu wird das Gerät mit Klebeband auf dem Armaturenbrett befestigt.

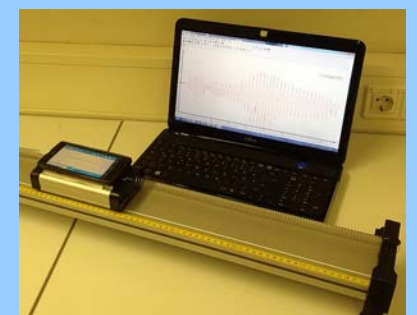
Resultat: Die Messdaten zeigen eindeutig, wann man geschaltet hat. Zudem erhält man durch Integrieren der Funktion den Geschwindigkeitsverlauf sowie die zurückgelegte Strecke über Zeit.



Fazit

Vorteile:

- Beschleunigungsmesser ist in jedem Smartphone vorhanden.
- Einfache Messungen werden im Alltag möglich: Aufzug, Auto, Achterbahn, ICE, Flugzeug, Fallschirmsprung.
- Datenauswertung direkt mit dem Smartphone oder Export der Daten an einen Computer.



Nachteile:

- Rauschen des Sensors: Oft ist eine Glättung der Daten notwendig.
- Umrechnung in Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm und Weg-Zeit-Diagramm mittels Integration.

Unser Fazit:

- Das Smartphone ist als Instrument für Beschleunigungsmessungen in der Schule hervorragend geeignet!