

In diesem Versuch sollen Sie den Einfluss der Erdbeschleunigung bei einem senkrechten Wurf erfassen und auswerten.

Material: Beschleunigungssensor, Flugobjekt, Laptop, Stoppuhr

Aufgabe: Beschreiben Sie quantitativ die Flugbahn eines senkrecht nach oben geworfenen Flugobjekts, indem Sie die Beschleunigung messen.

Setzen Sie den Beschleunigungssensor in das Flugobjekt ein, sodass die z-Achse parallel zur Symmetrieachse des Objekts ausgerichtet ist. (Hinweis: Die x- und y-Achse des Sensors verlaufen parallel zu den Kanten der Platine).

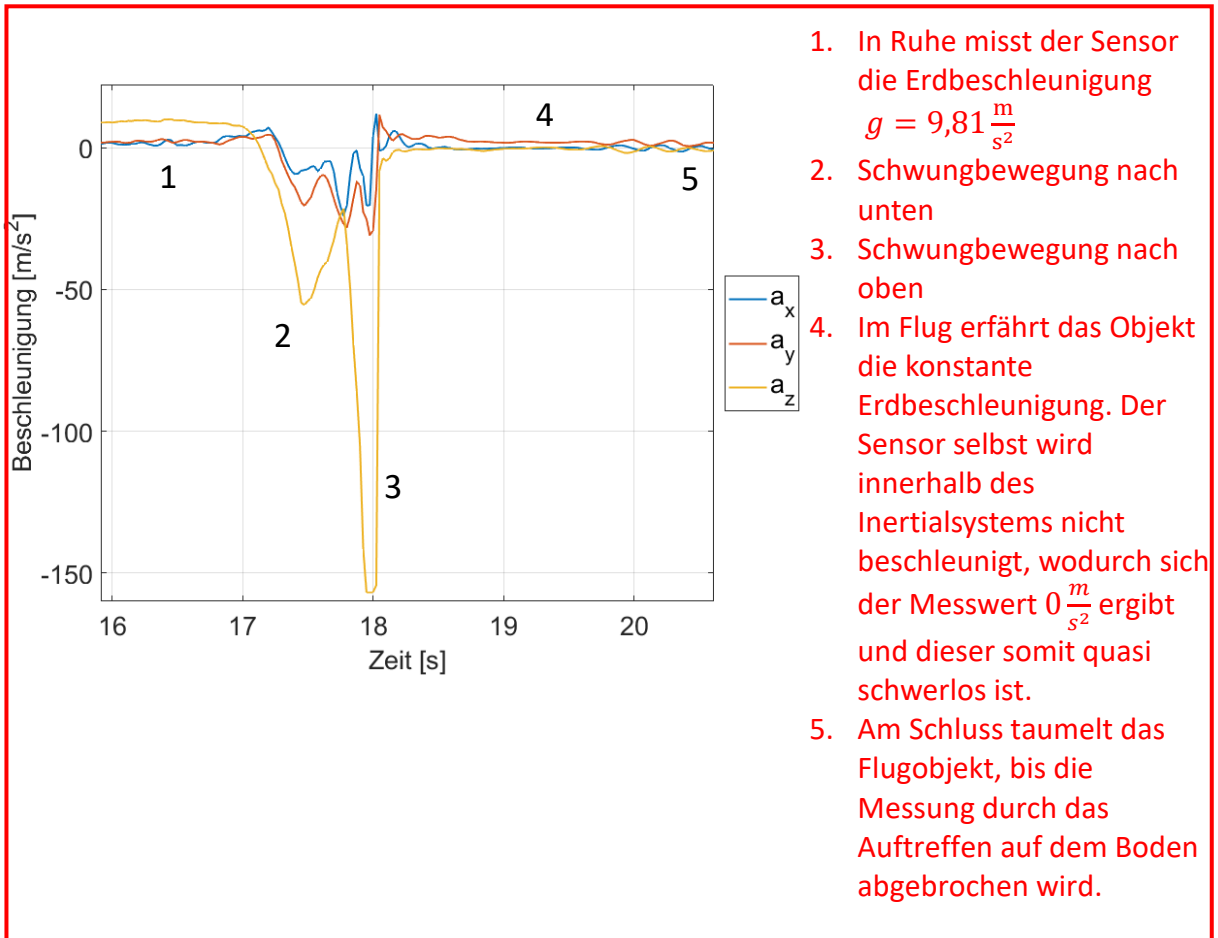
Der Sensor beginnt die Datenaufnahme, sobald er Strom bekommt und die SD Karte eingesteckt ist (Achten Sie auf ein rotes und grünes Blinken). Der Sensor wurde vorher kalibriert und nimmt alle 0,025s einen Messwert auf. Starten Sie die Stoppuhr, sobald der Sensor die Datenaufnahme startet und notieren Sie den Start- und Landezeitpunkt des folgenden Wurfs.



Schließen Sie das Flugobjekt und führen Sie einen stabilen senkrechten Wurf aus. Diskutieren Sie hierzu vorher, wie dieser am besten ausgeführt werden muss, um am Sensor minimale Schwankungen in x- und y- Richtung hervorzurufen.

Anschließend stoppen Sie die Messung, indem Sie die Stromversorgung unterbrechen und die SD Karte entfernen. Auf dem Laptop ist eine Software installiert (WitMotion „MiniMU.exe“), mit der die LOG-Dateien konvertiert werden können. Speichern Sie alle Daten von der SD Karte und die konvertierten Files in einem neuen Ordner. Löschen Sie anschließend alle Daten bis auf das „config.txt“ File von der Karte. Führen Sie jetzt das MATLAB File „Auswertung\_Sensor.m“ aus, um die Datei einzulesen und die Beschleunigung plotten zu lassen.

- 1 Diskutieren Sie anhand der gemessenen Beschleunigung die unterschiedlichen Phasen der Bewegung.



- 2 Wie lässt sich aus der gemessenen Beschleunigung die Geschwindigkeit bestimmen?

Für die Geschwindigkeit gilt:  $v(t) = \int a(t)dt$

Somit könnte man meinen, dass durch Integration über den Peak von Phase 3 die Startgeschwindigkeit  $v_0$  bestimmt werden kann zu

$$v_0 = v(18,05s) = \int_{17,78s}^{18,05s} a(t) \cdot dt \approx 20 \frac{m}{s}.$$

Allerdings teilt sich an dieser Stelle die Beschleunigung auf alle Achsen auf, sodass nicht genau gesagt werden kann, welche Beschleunigung jetzt zur Startgeschwindigkeit beiträgt.

- 3 Bestimmen Sie aus der Stoppuhrmessung die Steigzeit  $t_H$  und die maximale Wurfhöhe  $h_{max}$ . Können Sie aus dieser Messung auf die Startgeschwindigkeit  $v_0$  schließen? Vernachlässigen Sie den Luftwiderstand!

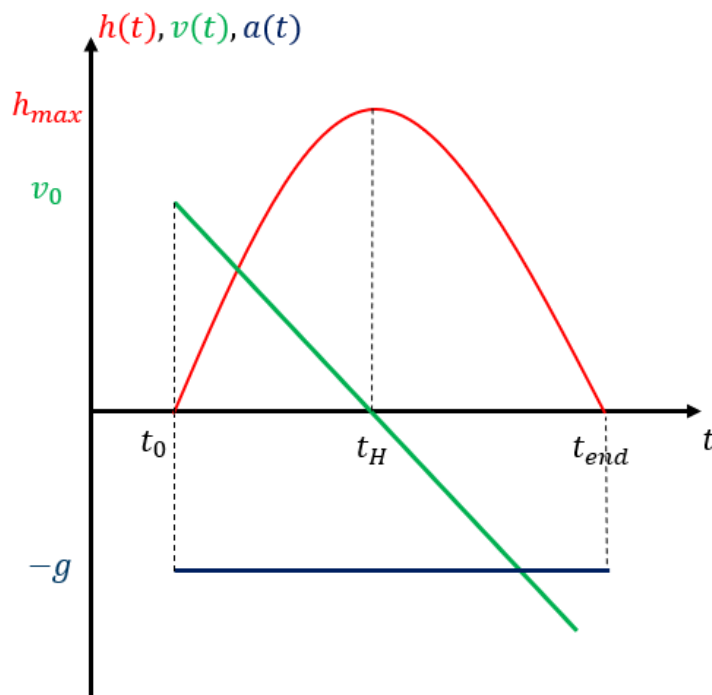
Folgende Rechnung gilt nur unter der Annahme, dass sich das Flugobjekt perfekt senkrecht nach oben bewegt und bei Vernachlässigung des Luftwiderstandes.

Erdbeschleunigung  $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$ ,  $h(t) = h_0 + v_0 \cdot t - \frac{g}{2} t^2$ ,  $v(t) = v_0 - g \cdot t$

$$v(t_H) = 0 \Rightarrow v_0 = g \cdot t_H \Rightarrow h_{max} = h(t_H) = h_0 + \frac{g}{2} t_H^2$$

Messung:  $t_0 \approx 18,05 \text{ s}$ ,  $t_{end} \approx 20,93 \text{ s}$ ,  $h_0 \approx 1,80 \text{ m}$  (Abwurfhöhe)

$$t_H = (t_{end} - t_0)/2 = 1,44 \text{ s}, \quad v_0 = 14 \frac{m}{s}, \quad h_{max} = 12 \text{ m}$$



Kommentar: Wenn man in der Praxis Beschleunigungssensoren zum Messen von Geschwindigkeiten und Wegstrecken verwenden will, muss sichergestellt sein, dass die Orientierung relativ zum bewegten Objekt genau bekannt und fest ist.