

3 Hoch hinauf!

Sicherheitshinweis

Die Universität Kiel erstattet keine der während des Versuches beschädigten Aufbauteilen.

Stichwörter: Phyphox app, Beschleunigung, graphische Integration.

Ziel

Höhenbestimmung mit dem Beschleunigungssensor eines Handys (und zweifacher graphischer Integration)..

Aufbauteile

- Handy mit Phyphox-app <https://phyphox.org/de/home-de/>.
- Laborbuch.
- Computer.
- Gebäude mit Aufzug.

Vorbereitung

- 1) Machen Sie sich mit der Trapezmethode vertraut (die unten angegebene Literaturquelle kann Ihnen dabei helfen)
- 2) Mit Excel, Libreoffice calc, Python, Matlab oder Octave, wenden Sie die Trapezmethode an, um die Oberfläche eines Kreises mit Radius $R=2$ m zu berechnen. Den Kreis können Sie in zwei Spalten definieren: eine für die x -Werte, die andere für die y -Werte. Dabei sind $x=R\cdot\cos\theta$, $y=R\cdot\sin\theta$ und $\theta\in[0,2\pi]$. Je kleiner die θ -Intervalle, desto genauer das Ergebnis.

Durchführung

- 1) Machen Sie sich mit der Phyphox-app vertraut. Spielen Sie mit den Sensoren, nehmen Sie einige Messungen auf (z.B. Magnetfeld), laden Sie die Daten auf Ihren Computer herunter, usw.
- 2) Bestimmen Sie den Theoretischen Zusammenhang zwischen Strecke, Geschwindigkeit und Beschleunigung einer Beschleunigten geradlinigen Bewegung.
- 3) Finden Sie ein Gebäude mit Aufzug. Eine Rolltreppe könnte auch funktionieren (Sie benötigen dann eine ruhige Hand). Treppen zu Fuß zu steigen könnte auch funktionieren, wenn Sie nur die Daten der entsprechenden Beschleunigungssensor-Achse benutzen und eine (noch vielmehr als bei der Rolltreppe) ruhige Hand haben.

- 4) Legen Sie Ihr Handy auf eine flache Oberfläche und schalten Sie die „acceleration without g “ Messung an. Beschreiben Sie das Verhalten des Sensors und notieren Sie nach wie vielen Sekunden sich die Beschleunigungsmessung stabilisiert (manche Handys brauchen gut 120 Sekunden bis das gemessene Signal stabil bei 0 m/s^2 bleibt). Wenn man sich auf eine Achse beschränken will, muss man wissen, wie das Koordinatensystem ausgerichtet ist, dafür ist folgender Link hilfreich: https://phyphox.org/wp-content/uploads/2016/04/coordinate_system.jpg
- 5) Warten Sie bis der Sensor sich stabilisiert hat, steigen Sie in den Aufzug ein, fangen Sie die Messung an, warten Sie bis der Aufzug mehrere Etagen hochgefahren ist und halten Sie die Messung erst an wenn der Aufzug zur Ruhe gekommen ist.

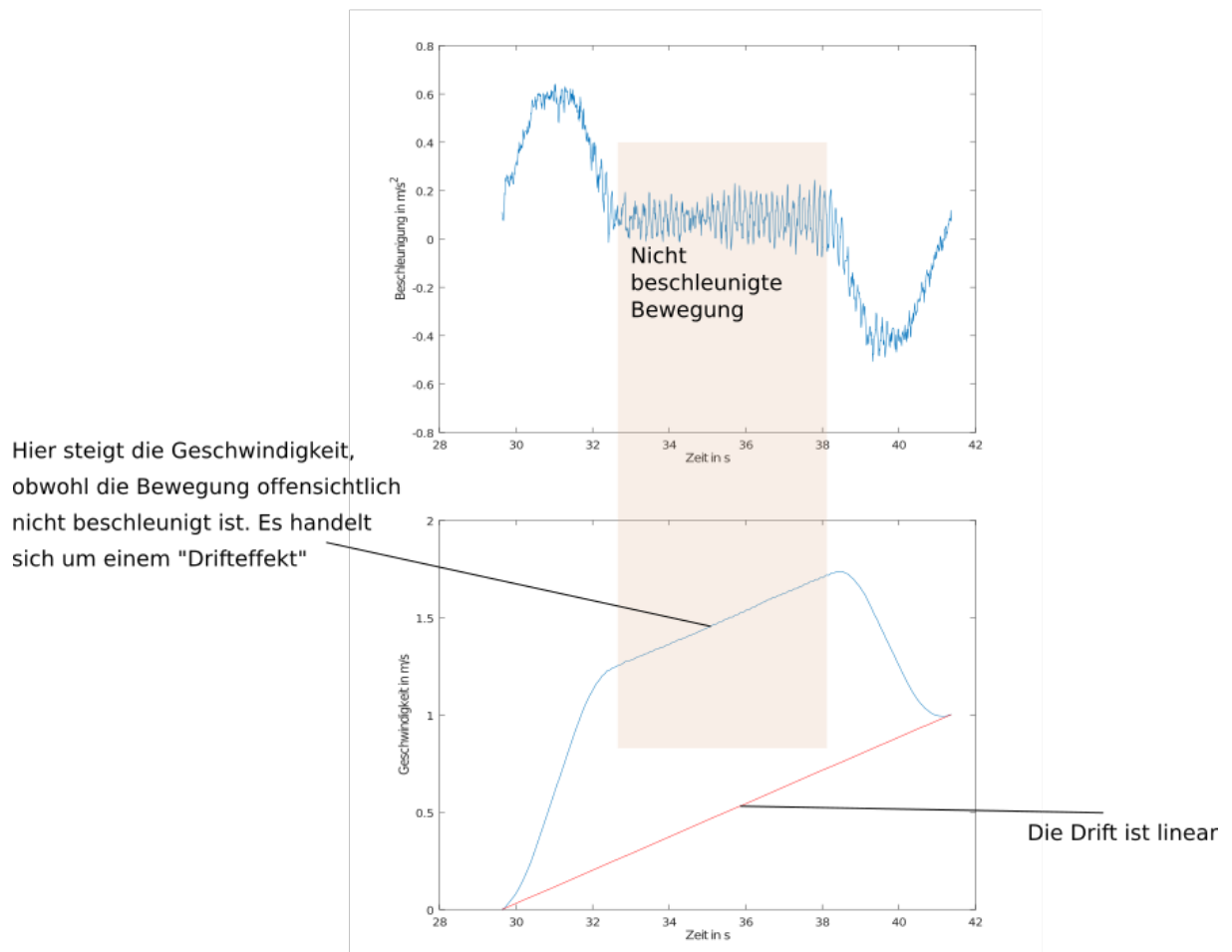


Abb. 1: Lineare Drift nach der graphischen Integration der Beschleunigung

- 6) Werten Sie Ihre Ergebnisse aus: Stellen Sie den zeitlichen Verlauf der Beschleunigung und der Geschwindigkeit (nach der graphischen Ableitung der Beschleunigung) graphisch dar (Sie können Octave, Python, Gnuplot, Matlab, Libreoffice... etc. verwenden). Wahrscheinlich entsteht nach der Integration eine lineare oder quadratische Drift (normalerweise aufgrund

niederfrequenten Rauschens). Sie können diese Drift charakterisieren und von der Geschwindigkeitsmessung subtrahieren (siehe dazu Abb.1). Sollten Sie an dieser Stelle Probleme haben, kontaktieren Sie Ihren Betreuer. Um die Drift gut abziehen zu können (vor allem, wenn er nicht linear ist), ist es hilfreich, sowohl vor als auch nach der Messung noch mindestens einige Sekunden das Handy festzuhalten, um den unbeschleunigten Zustand zu messen.

- 7) Integrieren Sie dann wieder die korrigierte Geschwindigkeit, um die gefahrene Strecke zu bestimmen. Stellen Sie auch den Verlauf der Strecke graphisch dar.
- 8) Vergleichen Sie Ihre Ergebnissen mit möglichen Literaturquellen. Erklären Sie ausführlich die Resultate. Wie groß sind die Messabweichungen? Was sind die Messgrenzen Ihres Handys? Wie genau war die Messung? Welche sind die Fehlerquellen? Wie kann man das Messverfahren verbessern?
- 9) Schreiben Sie einen ausführlichen Laborbericht. Vergessen Sie nicht außerdem das Laborbuch einzuscannen. Das Laborbuch wird auch mitbewertet.

Literatur:

[1] N. Markus *Anschauliche Höhere Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler 1*, Kap. 19.1, 1. Ausgabe Springer eBook (2018).