

Praktikum Eingebettete Sensortechnik für Umweltmonitoring WS 2023/24

Modul 01 – *Beschleunigungssensoren*

Name .Adrian Oeßwein.....

Matrikelnummer .4929819.....

Einführung

In dieser Versuchsreihe wurden ein Beschleunigungssensor des Typs MMA8451 und ein Erdbebensensor des Typs D7S untersucht. Für beide Sensoren wird die maximale Datenrate bestimmt. Da der Beschleunigungssensor die Rohdaten zur Verfügung stellt, wird dieser auch auf sein Rauschen untersucht.

Methoden

Die beiden Sensoren wurden über I2C mit der Microcontrollerplatine Feather M0 verbunden. Die von den Herstellern zur Verfügung gestellten Bibliotheken wurden verwendet um die Kommunikation mit den Sensoren zu vereinfachen. Das Programm wurde in der Arduino IDE 2.2.1 geschrieben. Messdaten wurden über eine Serielle Schnittstelle übermittelt und anschließend in Python ausgewertet.

Zuerst wurde der Beschleunigungssensor MMA8451 untersucht. Um die maximale Datenrate zu bestimmen wurde die Dauer des `mma.read()` Befehls gemessen.

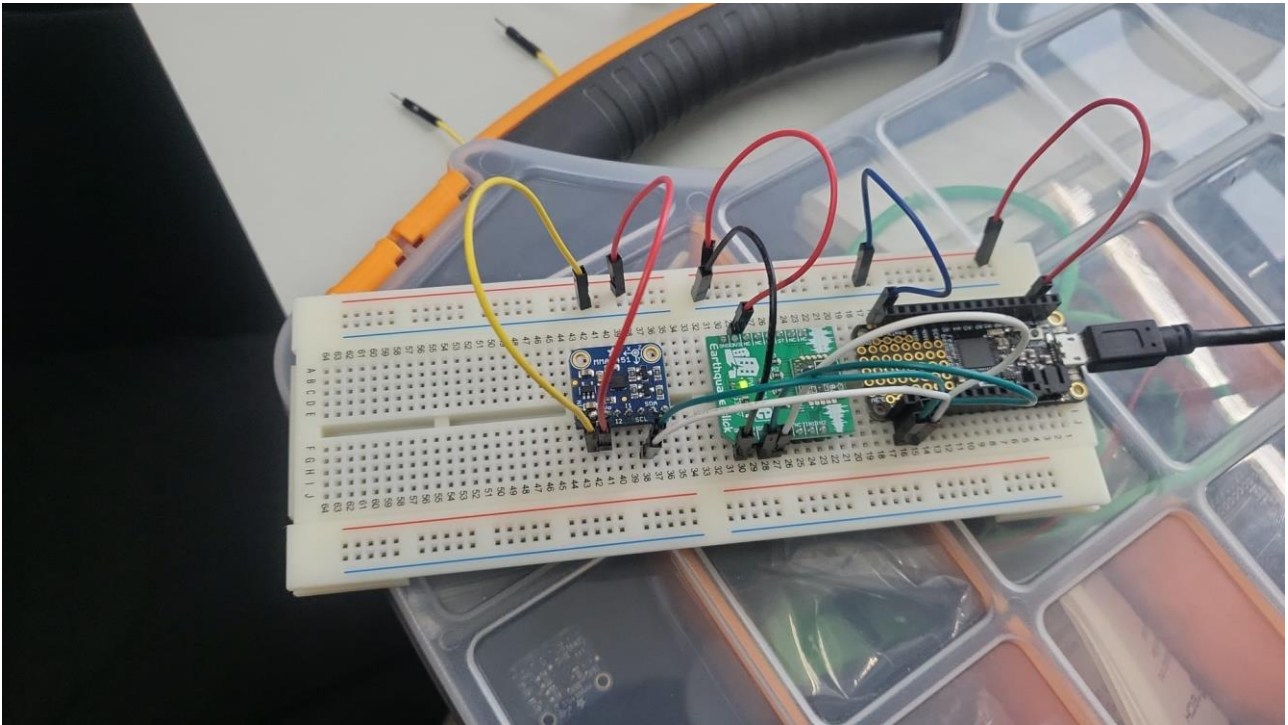
Um das Grundrauschen zu bestimmen, wurde der Sensor auf eine stabile Unterlage gelegt und für 30 Sekunden die Werte aufgezeichnet und anschließend die Verteilung geplottet.

Anschließend wurden mit dem Beschleunigungssensor verschiedene Alltagssituationen wie das Wackeln am Tisch oder den Einfluss einer Espressomaschine auf die Küchenarbeitsplatte gemessen.

Dann wurde der „Earthquake click“ mit dem Omron D7S angeschlossen und ebenfalls über die vom Hersteller zur Verfügung gestellte Bibliothek ausgelesen. Da dieser Sensor keine Rohwerte ausgibt und sich intern um das Rauschen und das herausfiltern der Ruhedaten kümmert, fallen diese Untersuchungen weg. Lediglich die maximale Datenrate, welche über das gleiche Verfahren wie beim MMA8451 bestimmt wurde, konnte untersucht werden.

Anschließend wurden die gleichen Situationen untersucht und die Daten gegenübergestellt. Alle Sensoren waren wie in Abbildung 1 zu sehen auf einem Steckbrett befestigt und somit mechanisch gekoppelt.

Abbildung 1: Aufbau auf der Steckplatte



Ergebnisse und Diskussion

Die maximale Datenrate des MMA8451 wird im Datenblatt mit 800 Hz angegeben. Die Zeit zur Messung schwankte zwischen 1 und 2mS und wurde auf 1.3mS gemittelt. Dies ergibt eine Datenrate von etwa 770 Hz.

Das Rauschen für den Messbereich von $\pm 2g$ wurde als Histogramm in Abbildung 2 geplottet. Hier sieht man gut, dass die Kalibrierung der X- und Y-Achsen gut funktioniert haben und die Werte annähernd einer Normalverteilung um 0 folgen. Die Kalibrierung der Z-Achse war nicht so erfolgreich und die Normalverteilung wurde um etwa +10 verschoben. Die genauen Mittelwerte und Standardabweichungen wurden in Tabelle 1 notiert.

Abbildung 2: Histogramm bei $\pm 2g$

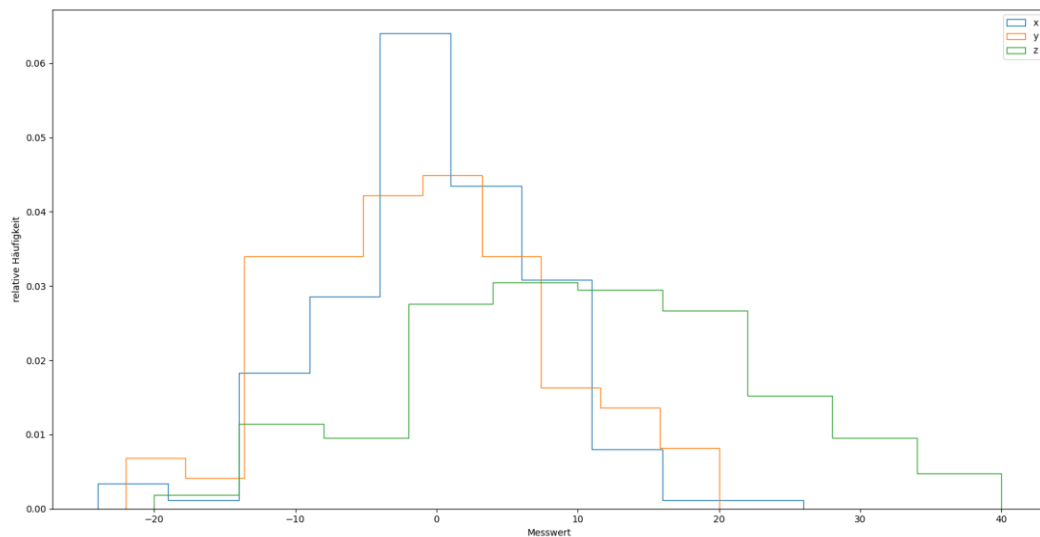


Tabelle 1: Mittelwert und Standardabweichung bei $\pm 2g$

	X	Y	Z
Mittelwert	-0.26	-1.04	9.62
Standardabweichung	7.30	8.38	12.25

Genauso wurden das Histogramm des Rauschens für den Messbereich von $\pm 4g$ in Abbildung 3 geplottet und die Mittelwerte und Standardabweichungen in Tabelle 2 notiert.

Abbildung 3: Histogramm bei $\pm 4g$

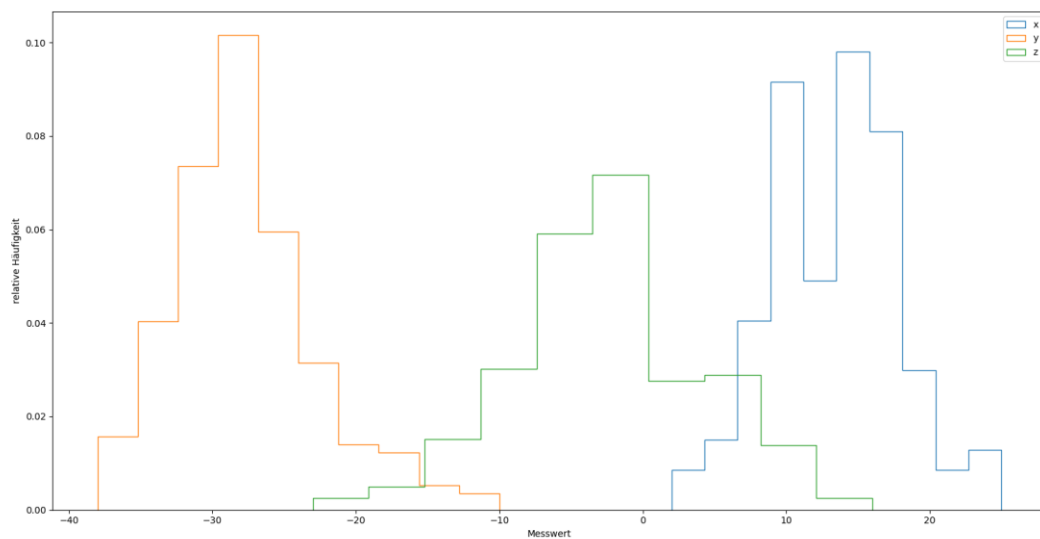
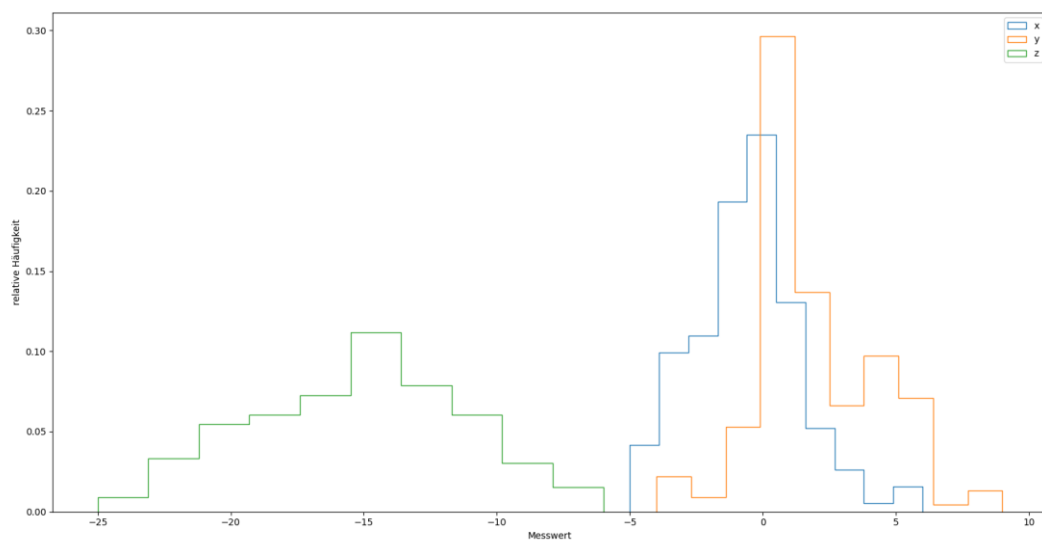


Tabelle 2: Mittelwert und Standardabweichung bei $\pm 4g$

	X	Y	Z
Mittelwert	13.37	-27.74	-2.40
Standardabweichung	4.51	5.02	6.88

Genauso wurden das Histogramm des Rauschens für den Messbereich von $\pm 8g$ in Abbildung 4 geplottet und die Mittelwerte und Standardabweichungen in Tabelle 3 notiert.

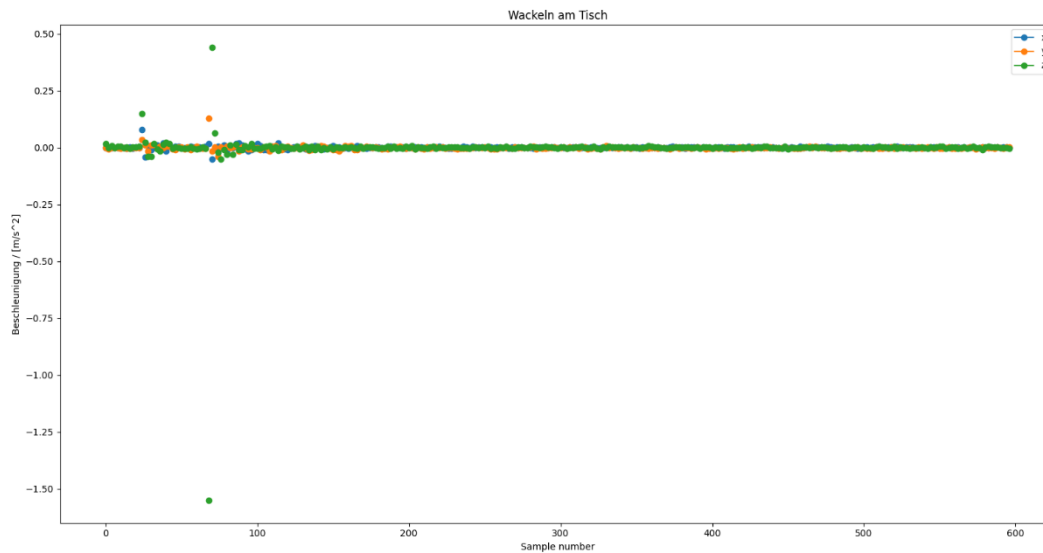
Abbildung 4: Histogramm bei ± 8 Tabelle 3: Mittelwert und Standardabweichung bei $\pm 8g$

	X	Y	Z
Mittelwert	-0.52	1.98	-15.26
Standardabweichung	1.88	2.35	4.18

Man kann erkennen, dass die Standardabweichung bei jedem Messbereichswechsel etwa halbiert wird, was auf eine tatsächliche Grundvibration im Aufbau hinweist. Die Kalibrierungsfunktion hat immer 1-2 Achsen gut ausgeglichen, Zeigt allerdings deutliche Verbesserungsmöglichkeiten.

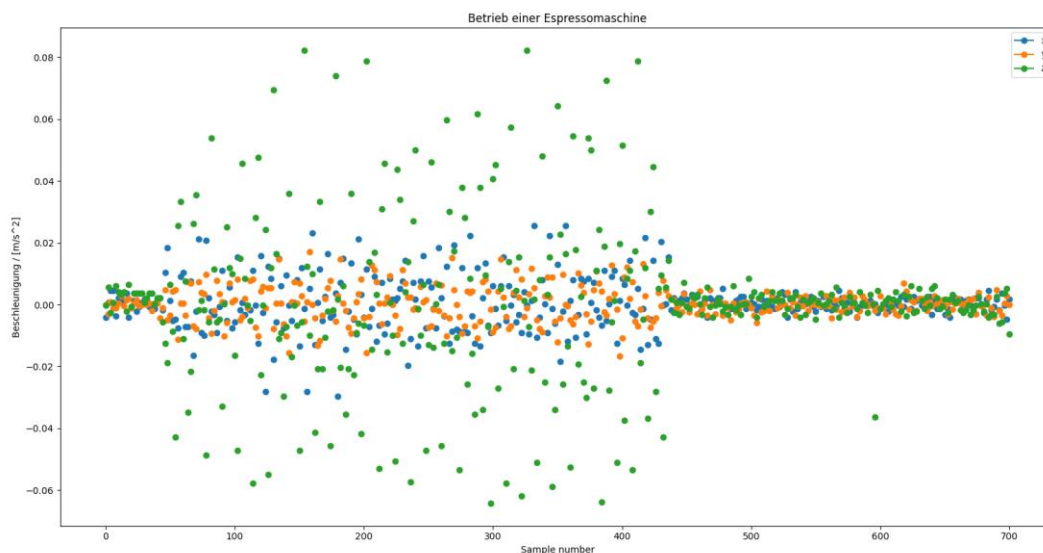
Als Beispiele aus dem Alltag wurde einmal am Tisch gewackelt und die Messwerte in Abbildung 5 geplottet. Hier sieht man außer den zwei deutlichen aber kurzen Stößen kaum Beeinflussung der Messwerte.

Abbildung 5: Messwerte des MMA8451 beim Wackeln am Tisch



Zudem wurde der Einfluss einer espressomaschine auf die Küchenarbeitsplatte gemessen und in Abbildung 6 geplottet. Hier sieht man im beginn mit laufender Maschine eine starke Vibration in allen, aber vorallem der Z Richtung, welche beim Abschalten der Maschine deutlich abnimmt.

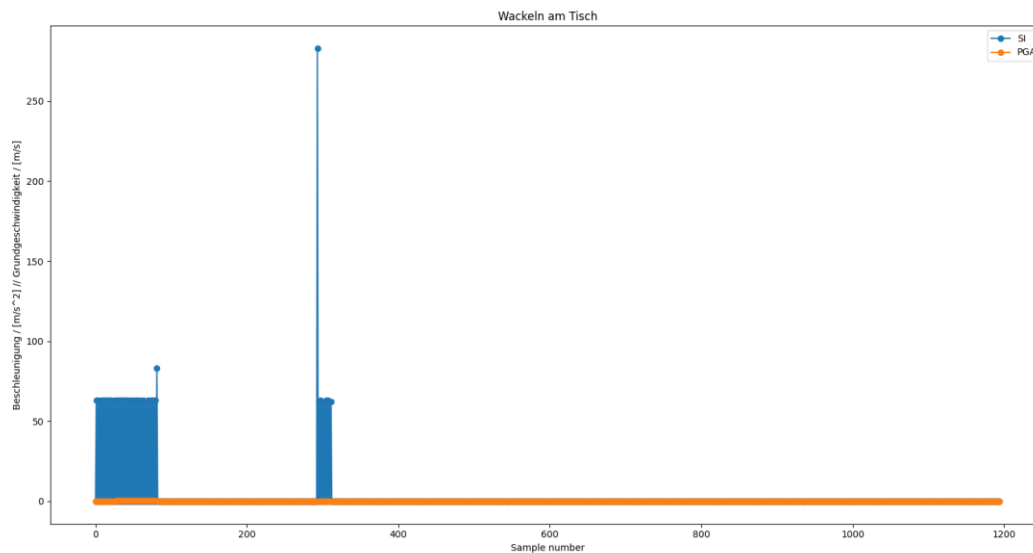
Abbildung 6: Messwerte des MMA8451 beim Betrieb einer espressomaschine



Nun wurde der Erdbebensensor D7S untersucht. Jede Messung dauerte ca 62mS was auf eine Messgeschwindigkeit von ca 16 Hz hinweist.

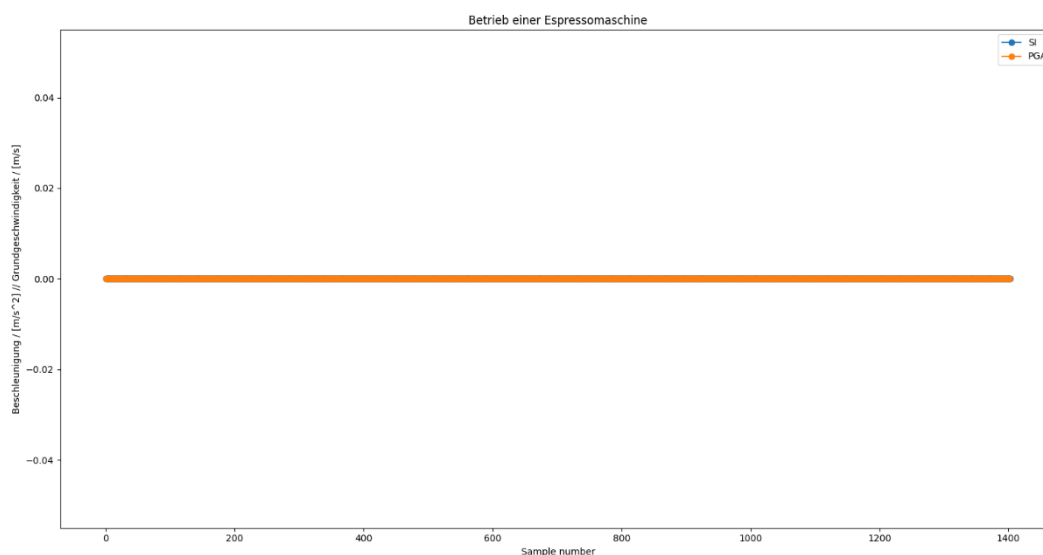
In Abbildung 7 wurden die Messwerte des Erdbebensensors beim wackeln am Tisch geplottet. Auch hier sind deutlich die beiden Stöße zu erkennen.

Abbildung 7: Messwerte des MMA8451 beim Wackeln am Tisch



Zudem wurden die Messwerte des Erdbebensensors beim Betrieb der espressomaschine in Abbildung 8 geplottet. Hier fällt auf, dass der Erdbebensensor nie über seinen Grenzwert kommt und damit keine Messwerte anzeigt.

Abbildung 6: Messwerte des MMA8451 beim Betrieb einer espressomaschine



Zusammenfassung

Der klassische Beschleunigungssensor gibt deutlich mehr Daten aus, die zudem nicht verrechnet und dadurch leichter zu interpretieren. Der Erdbebensensor kann trotzdem in speziellen Fällen sinnvoller sein. Zum Beispiel gibt es einen binären Ausgangspin der anzeigt, wenn ein Erdbeben erkannt wird und zum Abschalten von empfindlichen Geräten genutzt werden kann. Dies wäre zwar mit dem Beschleunigungssensor auch möglich, würde aber zusätzliche Entwicklungsarbeit benötigen.