

Sensoren und Aktoren Labor 1

Küchenwaage

im Studiengang Technische Informatik
der Fakultät Informationstechnik

Wintersemester 2022

Ibrahim Al-Askar, Nikita Teztlaff, Fabian Zaiser

19. November 2022

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Projektskizze	1
1.1 Einführung	1
1.2 Zeitplan	1
2 Hardwarearchitektur	2
2.1 Komponenten im Überblick	2
2.1.1 Arduino-Uno R3	2
2.1.2 LCD-09395 von Sparkfun	2
2.1.3 HX711	3
2.1.4 Wägezelle	3
2.2 Verkabelung der Komponenten	4
3 Software	5
4 Testing	6
5 Bedienung	8
5.0.1 Spezifikationen	8
5.0.2 Bedienung	8
6 Lessons-Learnt	9

1 Projektskizze

1.1 Einführung

Das Unternehmen möchte in die Branche für Küchenwaagen einsteigen. Für die Entwicklung des Sensorensystems wurde unser Team vom Management beauftragt. Die Waage soll dem momentanen Küchentrend folgend auf einem Kraftsensor mit Dehnmessstreifen basieren. Für die Entwicklung wird ein solcher Sensor aus einem Vorgängerprojekt bereitgestellt. Die Ansteuerung des Kraftsensors und Verstärkung des Signals soll ein HX711 Modul übernehmen. Als Prozessorboard soll ein Arduino-Uno dienen. Für die Ausgabe der gemessenen Werte soll ein LCD-09395 von Sparkfun genutzt werden. Die Waage soll ein Gewicht von bis zu 2kg präzise wiegen und anzeigen. Des weiteren soll ein einpoliger Tasterschalter als Tare-Taster zum nullen der Waage dienen. Mehr zu den Hardwarekomponenten im entsprechenden Kapitel.

1.2 Zeitplan

Die Vorstellung des Ergebnisses soll nach dem 20. November erfolgen. Hierbei ist eine Demonstration des funktionierenden Systems mit all seinen Funktionen angedacht. Als Überblick für den gesamten Entwicklungsprozess wurde folgendes Gantt Diagramm erstellt.

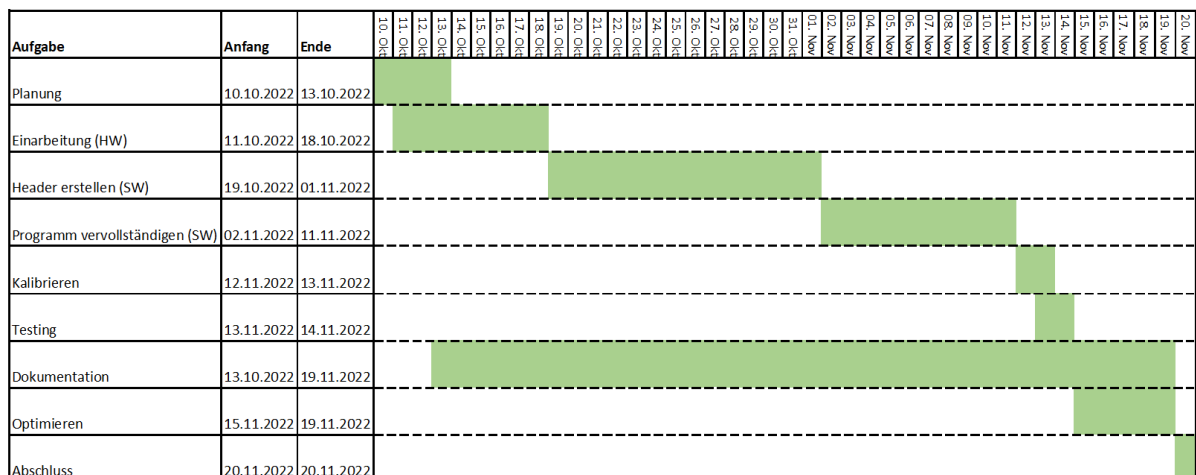


Abbildung 1.1: Gantt Diagramm

2 Hardwarearchitektur

2.1 Komponenten im Überblick

2.1.1 Arduino-Uno R3

Der Arduino-Uno R3 ist ein vielseitig einsetzbares Mikrocontroller-Board und besitzt sowohl 14 Pins, die als Eingänge oder Ausgänge je nach Belieben verwendet werden können, als auch 5 Analoge Input Pins. Das Mikrocontroller-Board kann per USB an einen Computer angeschlossen werden und so, mit unserem Code bespielt werden. Genauere Informationen sind dem Datasheet zu entnehmen.

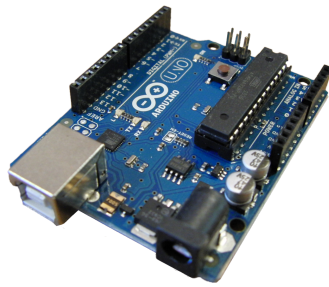


Abbildung 2.1: Arduino-Uno R3

2.1.2 LCD-09395 von Sparkfun

Die LCD-09395 Komponente von Sparkfun dient uns als Anzeige für das Gewicht, das unsere Waage misst. Hierbei handelt es sich um eine seriell angeschlossene LCD. D.h. Es reicht ein einzelner Eingang, der mit dem Arduino Verbunden wird. Die LCD wird mit 5V betrieben. Weitere Informationen sind dem Datasheet der LCD-Anzeige zu entnehmen.

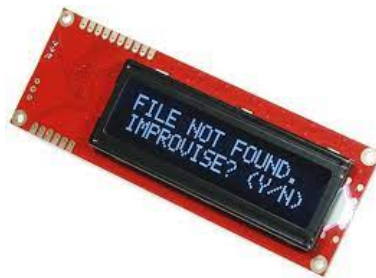


Abbildung 2.2: Sparkfun LCD-09395

2.1.3 HX711

Der HX711 ist ein Kraftsensormodul, welches die Widerstandsänderung, die der Dehnmessstreifen erfährt, Verstärkt und dies dann an den Arduino weiterleitet. Mehr Informationen zum HX711 sind im Datasheet zu finden.

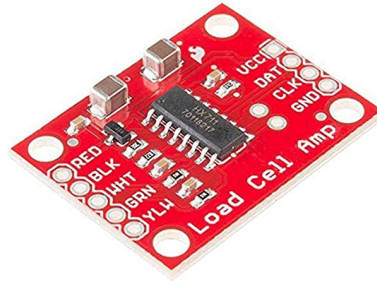


Abbildung 2.3: HX711

2.1.4 Wägezelle

Wir benutzen zum messen des Gewichts eine Wägezelle, welche bereits in einem vorherigen Projekt vor montiert wurde und somit nur noch an den HX711 angeschlossen werden muss. Das Gewicht wird dadurch gemessen, dass die Dehnung bzw. Last auf einer Fläche gemessen wird. Dabei wird der Widerstand der Wägezelle gemessen, die sich bei Dehnung bzw. Stauchung verändert. Diese Änderungen sind jedoch so gering, dass der HX711 als Verstärker zwischen die Wägezelle und den Arduino verkabelt wird. Dadurch kann man dann mit Hilfe eines Analog-Digital Wandlers über Software ein Gewicht berechnen. Die Kabel werden anschließend entsprechend ihren Farben, mit den mit der jeweiligen Farbe beschrifteten Anschlüssen des HX711 verbunden.



Abbildung 2.4: Wägezelle (ohne Montierung)

2.2 Verkabelung der Komponenten

Die Komponenten wurden wie in Abbildung 2.5 zu sehen verkabelt. Die Wägezelle ist mit dem HX711 verbunden. Die Kabel der Wägezelle sind entsprechend ihrer Farben und der Beschriftung auf dem HX711 an diesen angeschlossen. Der VCC des HX711 ist mit dem 5V Ausgang des Arduino verbunden und der GND dem gleich beschrifteten Pin auf dem Arduino angeschlossen. Der Clock (clk) Anschluss des HX711 ist an den Digital Pin 2 des Arduino angeschlossen. Der DAT Anschluss über den die verstärkten Daten der Wegezälle transportiert werden ist an den Pin 3 des Arduino angeschlossen. Der Pin für die serielle Datenübertragung des LCDs ist an den digitalen Pin 11 des Arduinos angeschlossen. Auch beim LCD sind VCC an 5V und GND an gleich beschrifteten Pin angeschlossen. Die Tare Funktion wurde folgendermaßen realisiert, indem der 5v Pin des Arduinos über den Tastschalter mit dem Reset Pin des Arduinos verbunden wurde. Somit wird der Arduino beim drücken der Tare-Taste kurz neugestartet und zeigt dann "0 Gramm" an

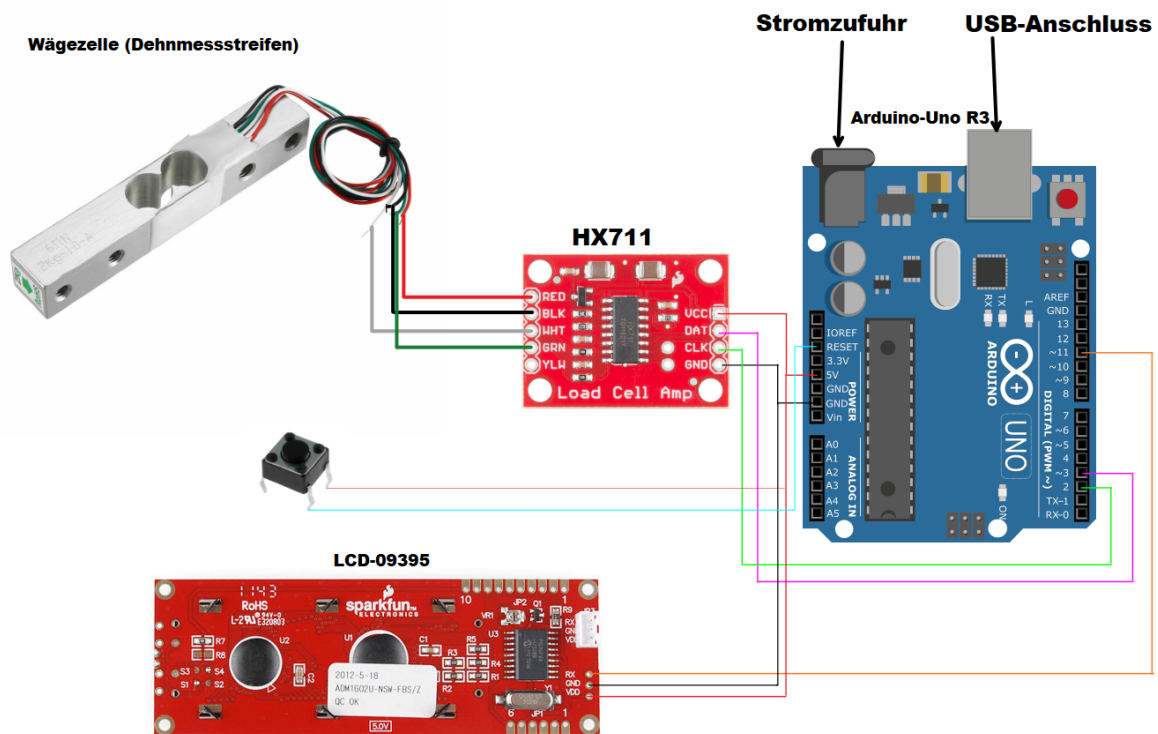


Abbildung 2.5: Verkabelung der Komponenten

3 Software

Bei unserem Projekt haben wir nach Vorgabe die IDE Visual Studio Code verwendet. Hierbei haben wir für die Erweiterung PlatformIO verwendet, damit wir mit dem Arduino UNO kommunizieren bzw. unseren Code auf das Board laden können. Für das Display haben wir die SoftwareSerial.h Bibliothek verwendet, die Dokumentation dazu findet man einfach im Internet, wobei im Wesentlichen die Ansteuerung für das Display darin festgelegt ist. Für den HX711 Baustein wurde die HX711.h Bibliothek verwendet, diese ermöglicht es, Analoge Signale einzulesen und im weiteren Verlauf im C++ Code zu verwenden und auszuwerten. In der Main wird in chronologischem Ablauf die Waage kalibriert, die Anzeige konfiguriert und in einer Dauerschleife das gemessene Gewicht abgefragt und auf dem LCD-Display ausgegeben. Am Schluss findet man eine kleine Funktion, die eine Überschreitung des Maximalgewichts registriert.

4 Testing

Ursprüngliche Masse	0g	35g	135g	235g
Gelesene Werte				
	0,46	35,48	135,34	235,26
	0,37	35,1	135,13	235,19
	0,28	35,16	135,36	235,09
	0,5	35,33	135,43	235,1
	0,4	35,44	135,22	234,98
	0,38	35,51	135,12	235,07
	0,26	35,64	135,35	235,03
	0,25	35,75	135,38	235,04
	0,1	35,23	135,49	234,84
	0,15	35,19	135,47	234,87
	0,07	35,6	135,54	234,93
	0,05	35,79	135,4	234,96
	0,02	35,61	135,19	234,82
	0,31	35,72	135,37	234,75
	0,41	35,84	135,44	234,68
	0,2	35,76	135,12	234,62
Mittelwert	0,263125	35,509375	135,334375	234,951875
Varianz	0,02320958	0,05973958	0,01875958	0,03221625
Standartabweichung	0,14750927	0,23665557	0,1326164	0,17378934

Abbildung 4.1: Messdaten

Die Waage wurde anhand von Messreihen mit 35, 135 und 235 Gramm untersucht. Die Ausgabe wurde in Abbildung 4.1 aufgenommen und anhand der gemessenen Daten wurden Mittelwert, Varianz und die Standardabweichung berechnet. Die Standardabweichungen zeigen uns die Streuung der Werte um die arithmetischen Mittelwerte. In diesem Fall weichen wir nicht mehr als 0,25 Gramm von den arithmetischen Mittelwerten ab. Die arithmetischen Mittelwerte sind auch nicht allzu weit von den Sollwerten entfernt.

Wir betrachten die Genauigkeit als ausreichend. Wobei hier noch Optimierungspotenzial vorhanden ist. Aber für die erste Version erachten wir die Genauigkeit als ausreichend. Die Werte für arithmetisches Mittel, Varianz und Standardabweichung wurde folgendermaßen berechnet.

arithmetischer Mittelwert:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

Varianz:

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Standardabweichung:

$$\sqrt{Varianz}$$

5 Bedienung

5.0.1 Spezifikationen

Die Küchenwaage verwendet einen Dehnungsmessstreifen und einen Analog-Digital Wandler um das gemessene Gewicht, auf zwei Nachkommastellen gerundet, auf einem LCD Display in Gramm auszugeben. Das Maximal zulässige Gewicht sind 2000 Gramm. Die Waage verfügt über eine Tare-Funktion mit welcher man sich bereits auf der Waage befindliches Gewicht tarieren kann.

5.0.2 Bedienung

Die Waage muss auf einer ebenen und festen Fläche platziert werden. Anschließend ist die Waage einzuschalten und zu überprüfen, ob die Waage auf „0“ gestellt ist. Ist dies nicht der Fall drücken Sie die Tare-Taste. Sobald die Waage „0“ anzeigt ist das zu messende Gewicht auf der Waage zu platzieren. Die gemessene Ausgabe kann auf dem sich auf der Waage befindlichen Display abgelesen werden.

6 Lessons-Learnt

Der Umgang mit der Arduino war für uns alle eine neue Erfahrung, weshalb wir uns erstmal ein Basiswissen aneignen mussten, um zu verstehen wie damit gearbeitet wird. Im Folgenden möchten wir erörtern, mit welchen Problemen wir uns konfrontiert gesehen haben und was wir dabei lernen konnten.

- Da wir für unser Projekt den HX711 AD-Wandler verwenden sollten, haben wir uns erstmal an die Recherche zu der Dokumentation und den zu verwendenden Bibliotheken dafür gesetzt. Wir sind dabei auf mehrere, prinzipiell ähnliche, aber von der Verknüpfung zum Arduino Uno unterschiedliche Ausführungen gestoßen und mussten uns überlegen, für welchen Weg wir uns letztendlich entscheiden. Dabei war ein Problem, dass oftmals die Dokumentationen der Bibliotheken nicht sehr aufschlussreich waren.
- Wir mussten lernen, dass unsere Waage zuallererst auf einen „0 Gramm“ Wert kalibriert werden muss, dabei haben wir uns durch Informationen aus dem Internet, Hilfe holen können.
- Die Arbeit mit dem LCD Display erforderte einige Zeit, da wir simple Instruktionen wie z.B. die Position des Zeigers auf dem Display oder die Beleuchtung des Displays in unserem Code angeben mussten.
- Der Aufbau der Schaltung war nicht sofort intuitiv und hat von uns das Nachschlagen in Dokumentationen zum Arduino oder auch HX711 Baustein erfordert, dieses Wissen haben wir uns nun dauerhaft aneignen können.
- Die Dokumentation hat uns nochmal vor Augen geführt, wie aufwendig die technische Dokumentation eines solch kleinen Projekts sein kann, dabei haben wir weitere Erfahrungen gesammelt.
- Zudem haben wir erste Erfahrungen gemacht technische Dokumentationen mit LaTeX zu erstellen.