

Auftraggeber: ICT Berufsbildungscenter AG

Betreuer: Marco Farine

Experten:

Autor: Armin Weinmann

Datum: 22.03.2021

Sensor Board

Individuelle Projektarbeit

Eine Hardware-Erweiterung für das PBA7.

Version 1.0.0

Zusammenfassung

Das Sensor Board (im Dokument auch SB genannt) soll eine Erweiterung der Software-Technischen Möglichkeiten des PIC Boards (im Dokument konkret PBA7 genannt) bewerkstelligen. Dabei ist das PBA7 ein Entwicklungsboard, entwickelt vom ICT Berufsbildungscenter in Bern und ist massgeblich Bestandteil in der Ausbildung zum Elektroniker/EFZ.

Konkret sollten auf dem SB folgende Sensoren vorhanden sein: Ein Temperatursensor, ein Feuchtigkeitssensor, ein Ultraschall-Distanzsensor, sowie ein Beschleunigungs- und Gyrossensor. Zusätzlich zu der Sensorik müssen Touch-Buttons ebenfalls von der Partie sein. Die Evaluation gehört wie die Entwicklung und Realisierung der Schaltung zu der Arbeit und müssen folge dessen in dieser Arbeit dokumentiert werden. Da diese Dokumentation dem Anspruch gerecht werden muss, eine Grundlage für zukünftige Schulungsunterlagen zu bilden, ist es nötig auf die einzelnen Sensoren spezifisch einzugehen und ihr Messprinzip wie auch ihre Anwendung grob zu erörtern.

Resultat der geleisteten Arbeit ist eine teilweise funktionierende Leiterplatte und eine den Zweck erfüllende Testsoftware, welche den Ultraschall-Distanzsensor in Betrieb nimmt. Auf dem OLED-Display des PBA7 wird eine Distanzangabe periodisch aktualisiert und ist darauf ausgelegt Entfernungen von 2cm bis 100cm auszugeben, bei Distanzen ausserhalb dieses Bereiches wird die Nachricht «Out of Range» angezeigt.

Die gewählte Vorgehensweise ist wesensverwandt mit der IPERKA-Methode, heisst es wurde nach dieser Reihenfolge gearbeitet und typische Dokumente dieser Methode wie zum Beispiel eine Zeit- oder Arbeitsplanung erstellt. Informationsquellen sind primär Internet-Foren, Elektronik Fachzeitschriften und sonstige Websites. Bei Bedarf wurde bei einer Fachperson nachgefragt.

Alles in allem war dieses Projekt eine grosse Herausforderung und wie der Zufall es wollte, kamen auch oft Stolpersteine in den Weg und einhergehende Verzweiflung machte sich besonders gen Schluss breit. Zu der Inbetriebnahme der restlichen Sensoren ist es nicht gekommen daher kann auch keine Aussage über ihre Funktionalität getroffen werden. Die Touch Buttons konnten aufgrund von Hardware-Design Fehlern ebenfalls nicht in Betrieb genommen werden.

Inhaltsverzeichnis

[1 Einleitung 4](#_Toc59526794)

[1.1 Auftrag 4](#_Toc59526795)

[1.2 Ausgangslage 4](#_Toc59526796)

[1.3 Vorgehen (Konzept) 4](#_Toc59526797)

[2 Hardware 4](#_Toc59526798)

[2.1 Blockschaltbild / Übersicht 4](#_Toc59526799)

[2.2 Pulsgenerator und Sensor 4](#_Toc59526800)

[2.3 Sensor Simulation 4](#_Toc59526801)

[2.4 Weiterverarbeitung der Messung 4](#_Toc59526802)

[2.5 Balkenanzeige 4](#_Toc59526803)

[2.6 Speisung 4](#_Toc59526804)

[2.7 Test 4](#_Toc59526805)

[2.8 Spezifische Funktionen 4](#_Toc59526806)

[2.8.1 Simulation des Sensors 4](#_Toc59526807)

[2.8.2 Feinjustierung am Pulsgenerator 4](#_Toc59526808)

[2.8.3 Die Range 4](#_Toc59526809)

[3 Schlussbetrachtung 4](#_Toc59526810)

[3.1 Resultat der Arbeit 4](#_Toc59526811)

[3.2 Persönliches Fazit 4](#_Toc59526812)

[4 Literatur- und Quellenverzeichnis 4](#_Toc59526813)

[5 (Abkürzungsverzeichnis) 4](#_Toc59526814)

[A Anhang 4](#_Toc59526815)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Blockschaltbild 4

Abbildung 2 Pulsgenerator und Sensor 4

Abbildung 3 Sensor Simulation 4

Abbildung 4 Signal Verarbeitung 4

Abbildung 5 Balkenanzeige 4

Abbildung 6 Speisung 4

Abbildung 7 Schema 4

Abbildung 8 Bestückungsplan 4

Tabellenverzeichnis

[Tabelle 1 Stückliste 4](file:///C:\Users\bweina\Desktop\zp2_smt\Dokumente\Technische_Dokumentation.docx#_Toc56513238)

Einleitung

Auftrag

Seit diesem Jahr kommt im Bbc (Berufsbildungscenter) ein neues Mikrocontrollersystem (PBA7) zum Einsatz. Als Zusatzboard für das PBA7 soll ein Sensor Board entwickelt werden. Das Sensor Board wird mittels Board-to-Board Headern aufs PBA7 gesteckt. Das Board soll über folgende Features verfügen:

|  |  |
| --- | --- |
| * Speisung direkt vom PBA7. Es stehen 3.3V oder 5V zur Verfügung. * Temperatursensor mit I2C oder SPI * Feuchtigkeitssensor mit I2C oder SPI * Ultraschall-Distanzsensor (Ansteuerung über I/Os) | * Beschleunigungssensor mit I2C oder SPI * Gyrosensor mit I2C oder SPI * Touch-Buttons (Kupferflächen, die an den ADC des PICs geführt werden) |

Zu den Hauptaufgaben gehört die Evaluation der einzelnen Sensoren, das zeichnen des Schemas, das designen des PCBs sowie die Inbetriebnahme von mindestens einem Sensor. Die Dokumentation soll später als Grundlage für Schulungsunterlagen zu den entsprechenden Sensoren genutzt werden, darum müssen Grundlagen zu den einzelnen Sensoren erläutert werden.

## Ausgangslage

*Mit welchen Mitteln bist du gestartet.*

## Vorgehen (Konzept)

………………………..

(*wie führst du dein Projekt durch, wie gehst du vor.)*

~~Grundlegende Ordner-Struktur und Git-Repository erstellen, dann das Altium-Projekt erstellen und auf GitLab sichern.~~

~~Um die Schaltung sukzessiv zu vervollständigen wurde eine Reihenfolge definiert:~~

1. ~~Die Funktionsweise des Sensors verstehen, das Schema erstellen und die Ansteuerung aufzeichnen.~~
2. ~~Den Integrierer und das Halteglied aufzeichnen.~~
3. ~~Die Simulation des Sensors konzeptionieren und anschliessend in das Schema einzeichnen.~~
4. ~~Zuletzt eine passende Balkenanzeige auswählen, die Betreibung jener erarbeiten und schlussendlich auch in das Schema einzeichnen.~~

~~Nach diesem Vorgehen kann die Dimensionierung einzelner passiver Bauelemente beginnen und die einzelnen Blöcke miteinander verbunden werden.  
Daraufhin sollten alle Bausteine bestellt werden, in der Zwischenzeit kann das Leiterplatten-Design beginnen. Zwischen den einzelnen Schritten wird die Technische Dokumentation mit den jeweiligen vollendeten Schritten ergänzt.~~

Hardware

Blockschaltbild / Übersicht

Abbildung 1 Blockschaltbild

*Gesamterklärung…………………………………*

## Pulsgenerator und Sensor

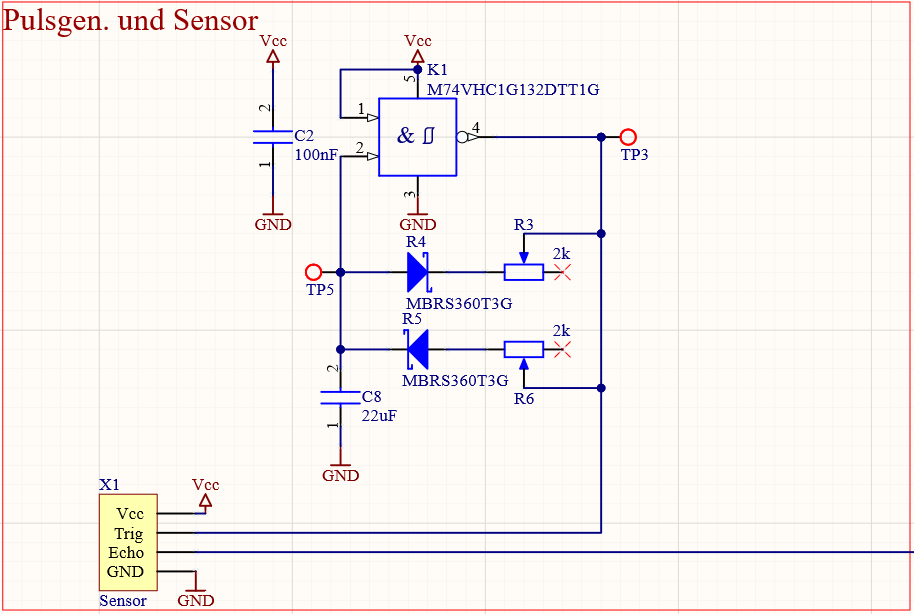


Abbildung 2 Pulsgenerator und Sensor

*Spezifische Bauteile und Berechnungen dazu erklären.  
Was ist die Funktion von einzelnen Bauteilen, von welchen bekannten Schaltungen hast du Gebrauch gemacht?*

~~Der Sensor benötigt ein Triggersignal, welches hier mit einem Schmitt-Trigger gegeben ist.  
Für die Feinjustierung sind hier zwei Potentiometer gewählt; mit ist die Impulsdauer und mit die Pausendauer einstellbar. Die tiefste einstellbare Frequenz liegt bei etwa .  
Empfohlene Obergrenze liegt bei , da dies die gewählte Integrierzeit ist (Seite 4) und dementsprechend die höchst mögliche noch vollständig zu integrierende Frequenz eines Signal darstellt.  
Ausserdem ist im Datenblatt vom Sensor selbst eine maximale Anzahl von 50 Messungen pro Sekunde angegeben; heisst: in diesem kleinen Bereich von kann der Integrierer nicht ganz sein Werk verrichten, funktionieren tut die Schaltung dennoch.~~

## Sensor Simulation

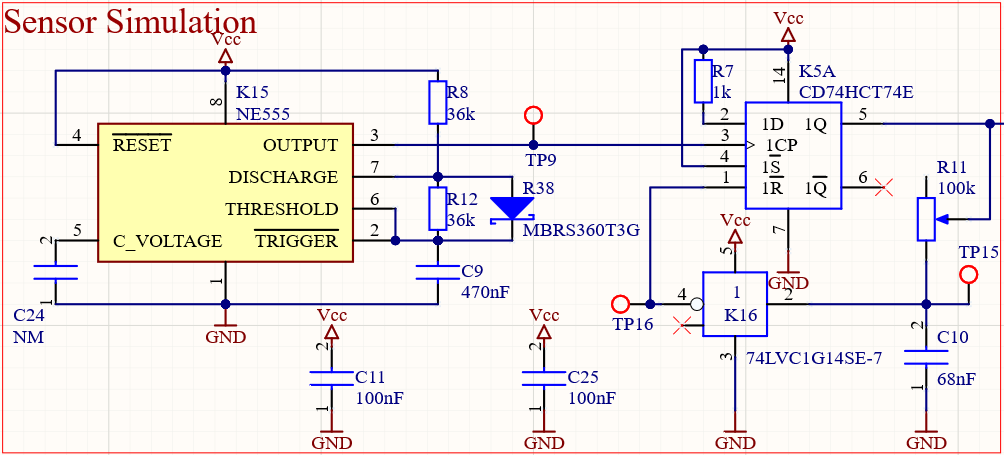


Abbildung 3 Sensor Simulation

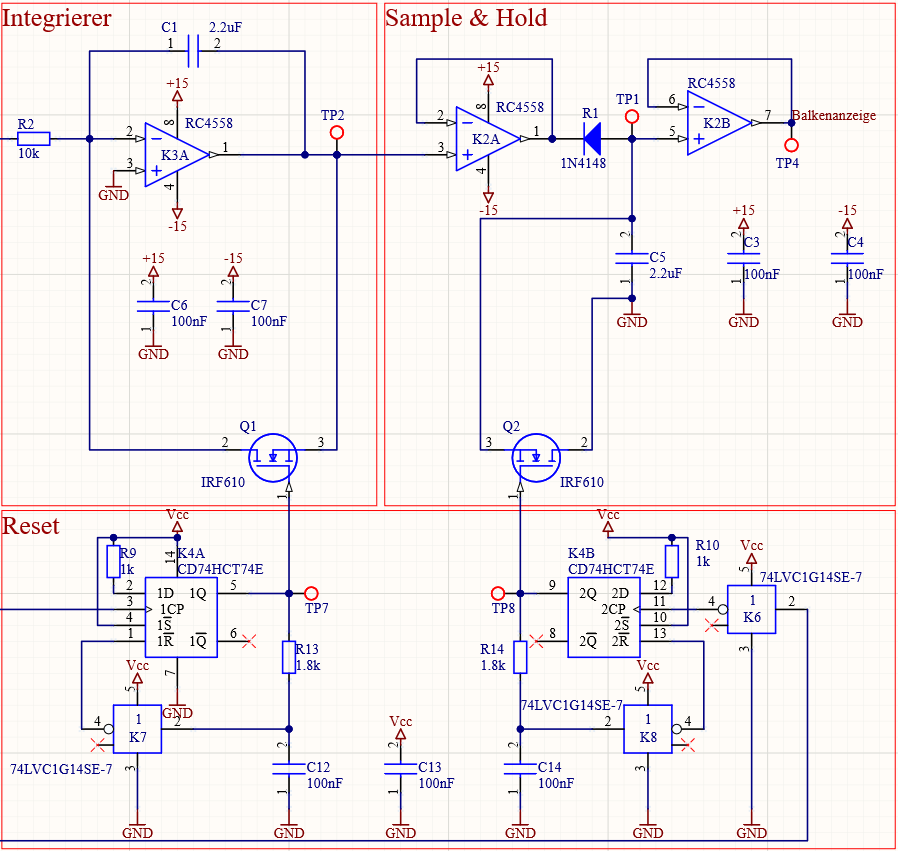
*Spezifische Bauteile und Berechnungen dazu erklären.  
Was ist die Funktion von einzelnen Bauteilen, von welchen bekannten Schaltungen hast du Gebrauch gemacht?*

~~Die Simulation des Sensors beginnt ebenfalls mit einem Pulsgenerator, dieser Output hat rechnerisch betrachtet eine Frequenz von 28.3687 Hz. Nachfolgend wird von einem D-FlipFlop die positive Flanke erkannt was zur Folge hat, dass auf~~ *~~logisch high~~* ~~geht und solange dort bleibt, bis sich genug aufgeladen hat um durch den Reset auszulösen.~~

~~Sinn der Sache ist, durch das Potentiometer eine variable Impulsdauer am Ausgang zu erzeugen, welche der des Sensors ähnlich ist. (mehr dazu auf Seite 4)~~

## Weiterverarbeitung der Messung

Abbildung 4 Signal Verarbeitung

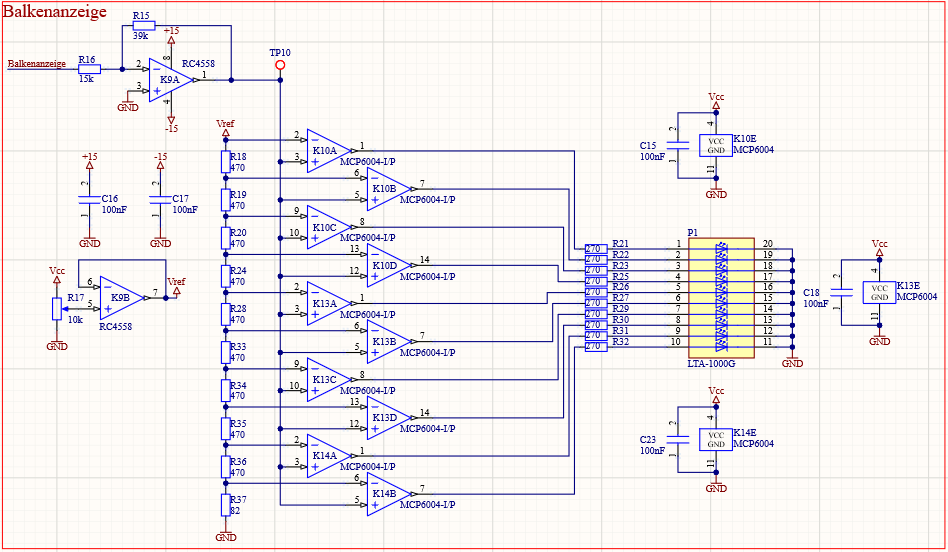


*Spezifische Bauteile und Berechnungen dazu erklären.  
Was ist die Funktion von einzelnen Bauteilen, von welchen bekannten Schaltungen hast du Gebrauch gemacht?*

~~Der Sensor gibt ein PWM-Signal aus, dieses wird vom Integrierer in ein stetiges negatives Level gewandelt. Da der Integrierer periodisch beim Beginn eines neuen Messzyklus zurückgesetzt wird benötigt es ein Halteglied, welches die Auswertung vom aktuellsten vollständigem Zyklus bis zum Ende des nächsten Zyklus auf dem gleichen Level hält. Somit hat man ein gut verwertbares Signal, welches im nächsten Block verarbeitet wird. Der Integrierer arbeitet mit einer Integrierzeit von und die Reset-Schaltung ist auf eine Zeit von ausgelegt, heisst: und werden jeweils für lang quasi kurzgeschlossen. Diese Zeit muss möglichst klein gehalten werden, dass der Reset nicht ganz kurze Messsignale zu lange auf etwa hält und keine Zeit mehr zum Integrieren vorhanden ist. Dennoch muss die Zeit aber genügend gross sein, sodass die langen Messsignale und die dazugehörenden grösseren Ladungen in den Kondensatoren auch vollständig entladen werden können.~~

## Balkenanzeige

Abbildung 5 Balkenanzeige

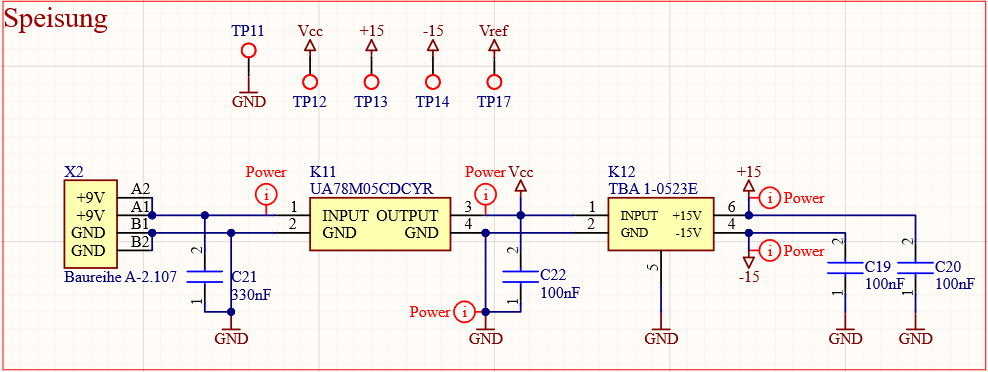


~~Das Signal, welches vom Halteglied weitergegeben wird, hat eine negative Amplitude und wird zuerst von einem invertierenden Operationsverstärker aufgegriffen, verstärkt und anschliessend mit einer Referenzspannung verglichen.~~

~~Um die~~ *~~Range~~* ~~einzustellen (mehr dazu auf Seite 4) wurde eine einstellbare Referenzspannung mit einem Potentiometer und Impedanzwandler gewählt~~.

## Speisung

Abbildung 6 Speisung



~~Um die Speisung einfach und zuverlässig zu gestalten, wurden Festspannungsregler gewählt; Anschluss erfolgt über Bananenbuchsen 4mm.~~

## Test

*Test der gesamten Hardware dokumentieren.*

## Spezifische Funktionen

### Simulation des Sensors

Die Impulsdauer ist mit dem Trimmer zwischen und einstellbar; das heisst, eine Entfernung von bis ist simulierbar.

### Feinjustierung am Pulsgenerator

An den beiden Potentiometer und werden jeweils die Impuls- und Pausendauer eingestellt; diese kann zwischen und eingestellt werden, wobei die höchste Frequenz ist mit der der Sensor arbeiten kann. Wie schon auf Seite 4 kurz erwähnt, sollte als Obergrenze gewählt werden.

### Die Range

Am Potentiometer wird die Referenzspannung eingestellt, ein beliebiger Wert von zu ist wählbar. Dadurch können die Schwellen, welche erreicht werden müssen, um einzelne Balken leuchten zu lassen, verändert werden. Folglich ist es möglich konkret nur einen gewünschten Bereich zu messen resp. Anzuzeigen.

#### Beispiel:

Wenn ein Gegenstand entfernt vom Sensor positioniert wird, kann das Potentiometer so eingestellt werden, dass die Balkenanzeige das Maximum anzeigt – alle Balken leuchten –, nun entspricht ein Balken (bis auf den letzten) einer Entfernung von . Der letzte entspricht .

Schlussbetrachtung

Resultat der Arbeit

*Gemessene Resultate mit dem Pflichtenheft vergleichen und Fehler/Abweichungen beschreiben.  
Insgesamt eine kritische Beurteilung der Arbeit und eine Zusammenfassung der Resultate.  
Was ist erledigt und was bleibt offen.  
Empfehlungen für weiteres Vorgehen (offene Punkte Pflichtenheft, zusätzliche Möglichkeiten)*

~~Das PCB funktioniert nicht genau wie es gedacht war; das heisst, der Sensor reagiert nur auf grosse ebene Flächen, Hände erkennt er so gut wie nie und mit Menschen hat er auch Probleme. Schlussendlich ist die Leiterplatte aber ihrer Idee gerecht geworden, nur gewisse Unsicherheiten und Dinge, welche optimiert werden können sind vorhanden. Die dritte Version ist in Fertigung und die vierte ist schon definitiv aber noch nicht in Planung. Im PCB müssen neu dazugekommene Testpunkte ergänzt und Designatoren aus Gründen der Leserlichkeit angepasst werden~~.

## Persönliches Fazit

*Bist du zufrieden mit dem Produkt?  
Welche Fähigkeiten konntest einsetzen und was bereitete dir Probleme?  
Was hast du gelernt und was würdest du in Zukunft anders machen?*

~~Bei diesem Projekt konnte ich wirklich sehr viel lernen; mehr methodisches als fachliches.  
Das fachliche Wissen konnte ich vertiefen und ausbauen, bis auf das Halteglied ist nichts neues vorgekommen, dennoch bekam ich von den schon bekannten Gebieten ein Tiefenverständnis.  
Die Entwicklung hat mir Spass gemacht, die Inbetriebnahme nicht. Ich habe enorm viel Zeit gebraucht; zu viel Zeit. Verschiedenste Schritte hätte ich besser planen können, dann wäre viel Wartezeit weggefallen. Ausserdem hing ich bei der Entwicklung oft fest. Wenn ich die Coaches öfter und schneller nach Hilfe gefragt hätte, wäre mir dies ebenfalls erspart geblieben. Der Drang war aber gross es zum einen mir selbst zu beweisen und den Anderen zu zeigen, dass ich es nicht nur kann sondern auch sauber und richtig mache. Die Realität hat gezeigt, dass es doch nicht so einfach wie vorgestellt ist und mein pedantisches Tun nicht immer in Bezug auf die Qualität fördernd ist.~~

# Literatur- und Quellenverzeichnis

**Angaben für Bücher:**Autorenname(n), Vorname(n): Buchtitel, Verlag, Verlagsort, Auflage, Jahr, ISB-Nummer

**Angaben für Zeitschriften:**  
Autorenname(n), Vorname(n): Titel, Name der Zeitschrift, Heftnummer, Erscheinungsjahr

**Angaben für Projektarbeiten oder Schulungsunterlagen:**  
Autorenname(n), Vorname(n): Titel, (Dokumentenname), Firma oder Schule

**Angaben für Internetseiten:**  
Autorenname(n), Vorname(n): Titel, Institution oder Firma, Datum, Internetadresse

**Angaben für Datenblätter:**  
Autorenname(n), Vorname(n): Titel, Institution oder Firma, Datum, Internet-Quelle

# (Abkürzungsverzeichnis)

*In einer Tabelle die Abkürzungen auflisten.*

1. Anhang

Folgende Unterlagen entsprechen, bis auf das Schema, der aktuellsten Version und nicht der finalen Version.

* 1. Produktionsunterlagen
     1. Schema

Abbildung 7 Schema

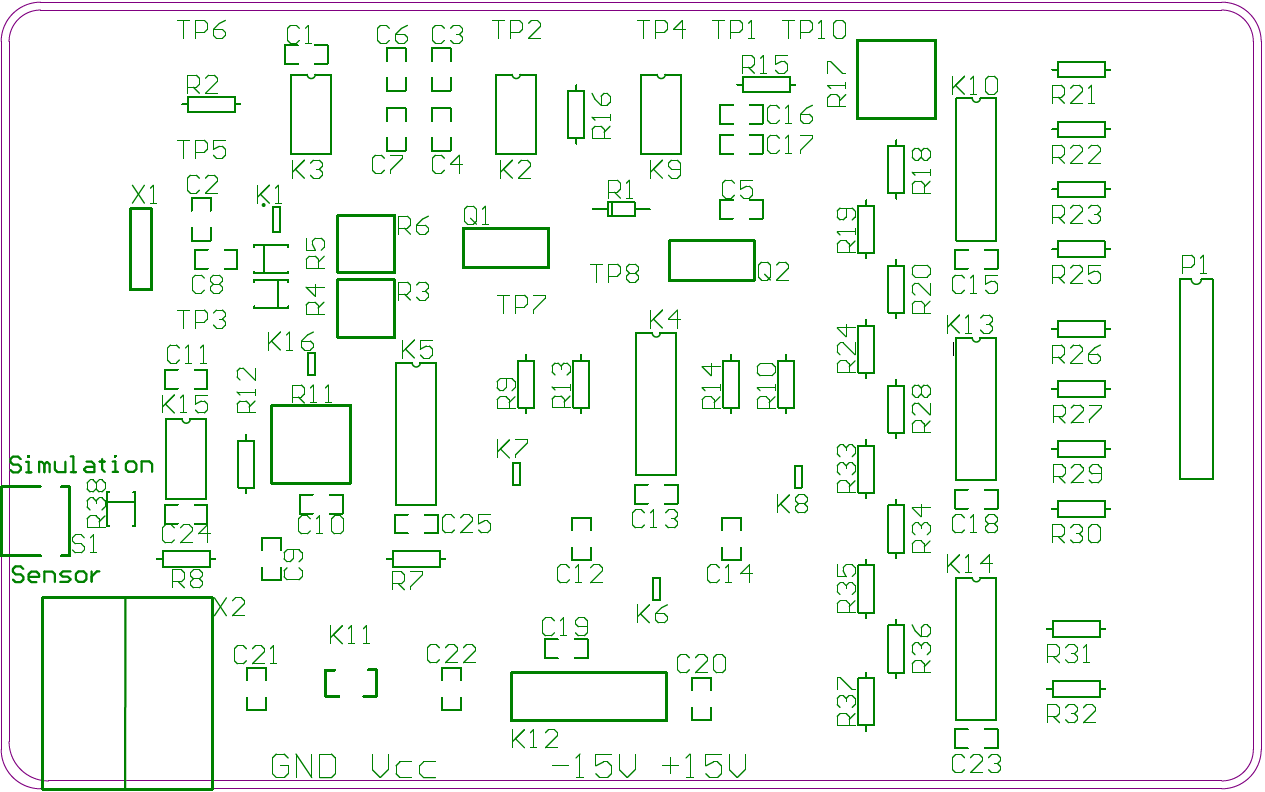
* + 1. Bestückungsplan

Abbildung 8 Bestückungsplan

* + 1. Stückliste

Tabelle 1 Stückliste

* + 1. Mechanikzeichnungen

......................................................................

* + 1. Montagezeichnungen

………………………………………………………

* 1. Bedienungsanleitung

*Erkläre schrittweise, wie man vorgehen muss und was man einstellen kann, wenn jemand ohne grosse Vorahnung dein Produkt in die Hände nimmt.*

* 1. Hardwarekorrekturen und Änderungen

*Am besten chronologisch auflisten, was du wann verändert hast. Nur kurz anschneiden, was du damit bezwecken willst.*

* 1. (Software)

*Hier sollten Sourcecode und umfangreiche Diagramme sein, welche im Hauptteil zu viel Platz einnehmen.*

* 1. Messprotokolle und/oder Testprotokolle
  2. Zeitplan
  3. Pflichtenheft

……………………………………………………………………….

1. Dateistruktur auf Laufwerk

(Wenn Git-Repository vorhanden, dann hier angeben; nebst Laufwerk-Pfad.)