

HOCHSCHULE LUZERN
TECHNIK UND ARCHITEKTUR

BACHELOR THESIS

Entwicklung einer PCB zur Analyse von Umgebungslärm

Stefano Nicora

7. Juni 2024

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Ausgangslage	3
1.2	Ziele	3
2	Mikrofon	4
2.1	Grundlagen	4
2.1.1	MEMS	4
2.1.2	I2S	4
2.1.3	PDM	5
2.1.4	Schalldruckpegel	5
2.2	Komponentenwahl	5
2.2.1	Kriterien	5
2.2.2	Vergleich	5
3	Mikrocontroller	6
3.1	Grundlagen	6
3.1.1	DMA	6
3.1.2	BLE	6
3.1.3	RTC	6
3.1.4	Peripherie in Hardware oder Software	6
3.2	Komponentenwahl	6
3.2.1	Kriterien	6
3.2.2	Vergleich	6
3.2.3	Fazit	6
4	LED	7
4.1	Grundlagen	7
4.1.1	Leistungsaufnahme	7
4.1.2	Lichtleistung	7
4.2	Komponentenwahl	7
4.2.1	Kriterien	7
4.2.2	Vergleich	7
5	Entwicklung	8
5.1	Hardware	8
5.1.1	PCB	8

5.1.2	Kosten	8
5.2	Software	8
6	Messungen	9
6.1	Leistungsaufnahme	9
6.2	Mikrofon-Kalibrierung	9
6.3	Vergleich	9
7	Fazit und Ausblick	10
8	Anhang	11

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Die Firma hEar hat es sich zum Ziel gesetzt, gegen **TODO**. Dazu wurde in der Masterarbeit von Sophie Mia Willener eine Marktanalyse durchgeführt, sowie ein erster Prototyp gebaut. Dieser Prototyp ist jedoch noch unhandlich und nicht für den Massenmarkt geeignet.

1.2 Ziele

Das Ziel dieser Arbeit ist es, in einem ersten Schritt, auf Basis des vorhandenen Prototypen, ein funktionales, kompaktes und portables Schalldruckpegel-Messgerät zu entwickeln. Dabei sollen folgende Rahmenbedingungen zwingend eingehalten werden:

- Die Laufzeit des Gerätes soll mindestens 12 Stunden betragen.
- Das Gerät wird mit einem Akku betrieben. Dieser wird via eines USB-C-Anschlusses aufgeladen.
- Der Schalldruckpegel wird mit einem MEMS-Mikrofon aufgezeichnet.
- Die Messdaten werden in regelmässigen Abständen auf dem Gerät gespeichert.
- Das Gerät verfügt über eine BLE-Schnittstelle um die Messdaten drahtlos an ein Zielgerät zu übertragen.
- Der aktuelle Schalldruckpegel wird auf der Vorderseite des Gerätes visuell dargestellt.

In einem zweiten Schritt, wird das Gerät kalibriert und dessen Qualität mit auf dem Markt bereits vorhandenen Geräten verglichen.

2 Mikrofon

2.1 Grundlagen

2.1.1 MEMS

2.1.2 I2S

Inter-Integrated Sound (I²S) bezeichnet eine Bus-Schnittstelle, welche von Philips zur Übertragung von digitalen Audiosignalen entwickelt wurde. Ähnlich wie I²C (Inter-Integrated Circuit) wird die Schnittstelle jedoch nur innerhalb des Gerätes verwendet. Dabei werden drei Pins zwischen Sender (hier das Mikrofon) und dem Empfänger (hier der Mikrocontroller) benötigt:

- **SCK** (Serial Clock)
Generiert die Taktrate, welche gleichzeitig die Datenrate der Übertragung definiert. Die Taktrate wird vom Master (hier der Mikrocontroller) vorgegeben.
- **WS** (Word Select)
Gibt vor, welcher Audiokanal (R, L) übertragen werden soll. Dies ermöglicht es, entweder ein Stereo-Signal oder zwei Mono-Signale wie zum Beispiel zwei Mikrofone zu übertragen.
- **SD** (Serial Data) Beinhaltet den eigentlichen Datenstream mit der Datenrate definiert durch SCK und der Länge definiert durch WS.

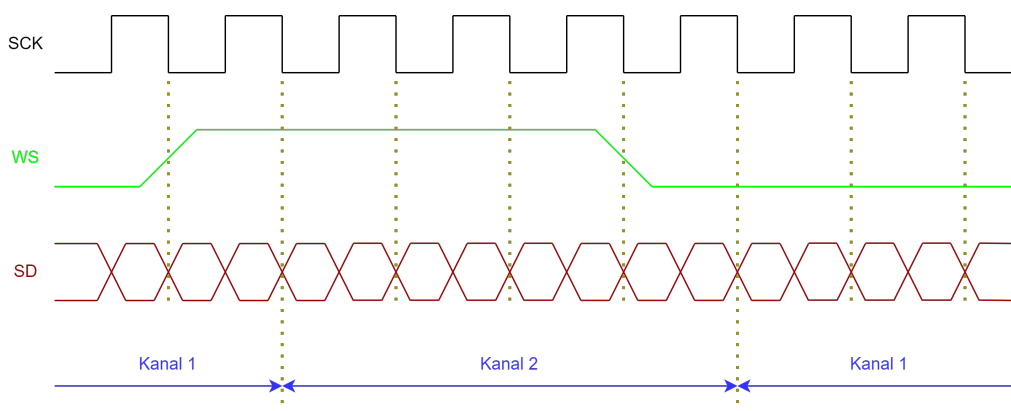


Figure 1: Übersicht I2S-Signale

2.1.3 PDM

2.1.4 Schalldruckpegel

2.2 Komponentenwahl

2.2.1 Kriterien

2.2.2 Vergleich

3 Mikrocontroller

3.1 Grundlagen

3.1.1 DMA

3.1.2 BLE

3.1.3 RTC

3.1.4 Peripherie in Hardware oder Software

3.2 Komponentenwahl

Es existieren eine Vielzahl von Mikrocontroller-Herstellern. Viele dieser verfügen über eine breite Palette an BLE-tauglichen Chips. Um den geeignetsten darunter zu finden, werden nachfolgend die benötigten Schnittstellen definiert und mehrere, vorselektionierte Mikrocontroller, miteinander verglichen.

3.2.1 Kriterien

3.2.2 Vergleich

3.2.3 Fazit

4 LED

4.1 Grundlagen

4.1.1 Leistungsaufnahme

4.1.2 Lichtleistung

4.2 Komponentenwahl

4.2.1 Kriterien

4.2.2 Vergleich

5 Entwicklung

5.1 Hardware

5.1.1 PCB

5.1.2 Kosten

5.2 Software

6 Messungen

6.1 Leistungsaufnahme

6.2 Mikrofon-Kalibrierung

6.3 Vergleich

7 Fazit und Ausblick

8 Anhang