



Dokumentation Bachelorprojekt

Heiko Nöldeke, Marc Bolsch, Pascal Roschkowski, Philipp Otto

Entwurf und Ausarbeitung eines Traffic-Noise-Detector-Prototypen

Heiko Nöldeke, Marc Bolsch, Pascal Roschkowski, Philipp Otto

Traffic-Noise-Detector-Prototyp

Bachelorprojekt eingereicht im Rahmen der Bachelorprüfung

im Studiengang Mechatronik
am Departement Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau
der Fakultät Technik und Informatik
der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Erstprüfer: Prof. Dr. Rasmus Rettig

Abgabedatum: 19. April 2021

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	1
2	Git	2
3	Zusammenfassung der Aufgabenstellung	3
4	Brainstorming	4
5	Meeting 22. 10. 2020	6
6	Anforderungsanalyse	8
6.1	Lastenheft	8
7	Pflichtenheft	8
8	Konstruktion des Aufbaus	9
8.1	Basisstativ	9
8.2	Mikrofongehäuse	10

1 Vorwort

Im Rahmen eines Bachelors Projekts im Fachbereich Mechatronik an der HAW Hamburg, ist eine kleine Gruppe Studierender dazu beauftragt, eine praxisnahe Aufgabe zu lösen. Dazu gehört der Prozess der Produktentwicklung, aber auch die Erschaffung eines Prototypen. Diese Dokumentation dient dazu, die Arbeitsschritte und eine Produktbeschreibung festzuhalten. Nachdem Temposünder bereits seit vielen Jahren durch Blitzer automatisiert erkannt und entsprechendes Fehlverhalten nach dem geltenden Bußgeldkatalog geahndet wird, ist es an der Zeit auch Lärmsünder, deren Automobile nicht den geltenden Normen entsprechen, (ugspl. Autoposer) durch eine gezielte Schalldetektion ausfindig zu machen und gemäß Bußgeldkatalog zu ahnden. Auf der Basis der Arbeit von führen die vier genannten Autoren unter Leitung von Herrn Prof. Dr. Rasmus Rettig eine Anpassung des ... an die Umstände im Straßenverkehr durch.

2 Git

Git-Befehl	Auswirkung
git clone plus Link	Git-Verzeichnis auf PC klonen
git pull	aktuellen Stand vom Server holen
git status	Informationen über den aktuellen Stand
git add	geänderte Dateien hinzufügen mit Dateiname
git add .	alle geänderten Dateien hinzufügen
git commit -m „Kommentar“	Commit erstellen
git push	auf den Sever schieben

3 Zusammenfassung der Aufgabenstellung

Project Charter: Traffic-Noise-Detector (Lärmblitzer), Bachelor Project - Hr. Otto, Hr. Nöldeke, Hr. Bolsch, Hr. Roschkowski

Mission: Aufbau eines Prototypen zur Erkennung und Lokalisierung von Fahrzeugen mit (zu) hoher Lärm Emission (z. B. <https://www.auto-motor-und-sport.de/verkehr/laerm-blitzer-in-europa-fallen-gegen-auto-posen/>).

Deliverables (incl. timing):

- Anforderungsentwicklung (Mechanisch, Akustisch, Elektrisch, Algorithmisch)
- Systematische Auswahl / ggf. Kombination oder Weiterentwicklung
- Realisierung
- Test und Bewertung der Eignung
- Überarbeitung basierend auf den Testergebnissen [T0+6 Wochen]
- Abschlussintegration, Demonstration/Vortrag und Dokumentation [T0+12 Wochen]

Expected Scope / Approach / Activities:

- Einarbeitung in das Messsystem und die Programmierungsumgebung
- Einarbeitung in den Stand der Technik von Algorithmen zur Erkennung und Lokalisierung akustischer Signale
- Zielgerichtete Auswahl, Weiterentwicklung / Kombination im Hinblick auf genutzte Hardware sowie die Erkennung mit einer hohen Erkennungsrate

Strategic alignment factors:

Integration in der Arbeitsgruppe Urban Mobility Lab mit den laufenden Arbeiten

Timeframe/Duration:

- Start 1.10.2020 (Vorbereitung)
- Abschluss 30.3.2021 (gerne früher)

Team Resources:

Nutzung Labor Stiftstraße 69 Raum 109 mit der dort verfügbaren Infrastruktur (Elektronikentwicklung, Software Entwicklung, Server, Lötstation; Kamera, Testfahrzeug, Rechner)

Team Process:

- Regelmäßige Reviews (14 tägig)
- Optional: Teilnahme am Teammeeting

4 Brainstorming

Im Rahmen des Projekts wird anhand des stationären Blitzers am Anckelmannsplatz (Hamburg, Deutschland) eine mögliche Arbeitsumgebung erarbeitet.



Abbildung 1: Blitzer Anckelmannsplatz



Abbildung 2: Blitzer Blickwinkel

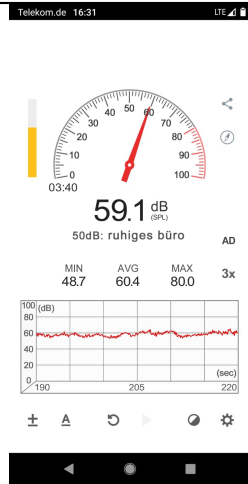


Abbildung 3: Schallmessung

Bild 1 und 2 zeigen den oben genannten Blitzler, sowie den anzunehmenden Blinkwinkel. Öffnungswinkel des Detectors müssen noch erörtert werden.

Bild 3 zeigt eine Schallmessung an einem gewöhnlichen Donnerstagnachmittag auf dem Anckelmannsplatz Höhe des Blitzers als Referenz des Pegelwertes.

5 Meeting 22. 10. 2020

Ort: Zoom-Online-Meeting

Zeit: 13:00 Uhr

Meeting-ID: 951 5710 6731

Kenncode: 179320

Protokollant:

Vorläufige Themenauswahl:

- Ihre (unsere) Fragen
- Zeitplanung
- HW, SW
- Verteilung der Aufgaben
- weiteres:

unsere Fragen:

1. Soll die Datenauswertung zeitgleich mit der Aufnahme erfolgen? ☐ Ja ☐ Nein
2. Wird die Berechnung intern auf dem Paspberry Pi ausgeführt? ☐ Ja ☐ Nein
3. Bekommen wir die Dokumentation und den Source Code des Schussdetektors heute noch?
☐ Ja ☐ Nein
4. Welche Art von Kamera soll in diesem System verwendet werden?
5. Welche Brennweite/ Öffnungswinkel ist gefordert?
6. Wie wird die Dämpfung trotz hoher IP Schutzklasse umgangen?
7. Mit welcher maximalen Fahrgeschwindigkeit muss das System zurechtkommen?
8. Ist ein 24h Betrieb gefordert? ☐ Ja ☐ Nein
9. Ab welchem Lautstärkepegel soll das System anschlagen?
10. Wie viele Fahrzeuge sollen simultan erfasst werden?
11. Wie viele Fahrspuren soll ein System überwachen?
12. Welche Wetter- und Temperaturverhältnisse soll das System vertragen können?
13. Soll das System erweiterbar sein? ☐ Ja ☐ Nein
14. Soll das System Redundanzen besitzen? ☐ Ja ☐ Nein
15. Soll das System mobil ausgelegt werden? ☐ Ja ☐ Nein
16. Nach welchen Umwelt und Recycling Standards arbeiten wir?
17. In welchem Bereich liegen die Messtoleranzen?
18. Welche Fehlerwahrscheinlichkeit ist akzeptabel?

19. Soll eine Fernwartung / ein Fernzugriff möglich sein?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
20. Mit welcher Messfrequenz wird das System arbeiten?		
21. Muss bei der Entwicklung auf Servicemaßnahmen geachtet werden?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
22. Welche Rahmenbedingungen gelten für die Dokumentation?		
23. Welche Möglichkeiten haben wir in der Werkstatt?		

6 Anforderungsanalyse

6.1 Lastenheft

Es soll ein Prototyp für die Erkennung und Lokalisierung eines Kraftfahrzeuges mit (zu) hohen Lärmemissionen entwickelt werden. Dabei sollen innerorts bis 50 km/h mindestens drei Fahrspuren, mit einer Option auf zwei weitere, abgedeckt werden. Der Detektor soll so konstruiert werden, dass er problemlos von einer einzelnen Person in einem handelsüblichen Rucksack verstaut und transportiert werden kann. Die mindestens verfügbare Einsatzdauer soll eine halbe Stunde betragen. Die im Einsatz erfassten Daten sollen innerhalb von zwei Sekunden an Peripheriegeräte gesendet werden, um dort von dem Benutzer kontrolliert werden zu können. Der Benutzer kann sich in einem Aktionsradius von maximal 30 m befinden und soll die Möglichkeit der Fernwartung haben. Die Messtoleranz des Prototypen soll im Bereich von 0,5 m und 1 m liegen. Eine Fehlerwahrscheinlichkeit von 99% soll erreicht werden. (Den letzten Punkt bitte nochmal überdenken - Sinnprüfung) Die Messung soll mit einer Messfrequenz von 48 kHz bei 24 Bit durchgeführt werden.

7 Pflichtenheft

Bei der Erstellung des Pflichtenhefts wurde, basierend auf dem Lastenheft des Traffic-Noise-Detectors, auf die individuellen Forderungen des Auftraggebers eingegangen. Die daraus entstandenen Umsetzungen sind aus der folgenden Tabelle zu entnehmen:

--

Ifd.-Nr	Anforderungen gemäß Lastenheft:	Umsetzung im Pflichtenheft:
1	Überwachung von drei Fahrspuren	Mit Hilfe von sechs Mikrofonen, welche durch den Auftraggeber bereitgestellt werden.
2	Angemessenes Gewicht	Benötigte Halterungen/ Vorrichtungen werden bevorzugt mittels eines 3D-Druckverfahrens hergestellt, um so das Gewicht zu senken.
3	Verstaubar in einem Rucksack	Ein entsprechendes Gehäuse wird durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt.
4	Leicht aufbaubar	Als Unterbau wird ein Stativ aus dem Fotografie Bereich verwendet. Dieses verfügt bereits über eine passende Aufnahme für den Prototypen.
5	Einsatzdauer > 0.5 Stunden	Die Energieversorgung wird mittels Akkumulatoren sichergestellt
6	Übertragung der erfassten Daten in einem Aktionsradius von 30 m	WLAN Netz
7	Betreiben einer Fernwartung	WLAN Netz
8	Messtoleranz im Bereich 0,5 m und 1 m	
9	Fehlerwahrscheinlichkeit von 99%	
10	Die Messfrequenz soll 48 kHz bei 24 Bit betragen	Das System wird entsprechend eingestellt
11		
12		
13		
14		

8 Konstruktion des Aufbaus

Für ein ressourcenschonendes Arbeiten ist es von großer Bedeutung neben den Methoden der Produktentwicklung auch diejenigen Materialien zu verwenden, die ohnehin schon vorrätig sind. In den entsprechenden Abschnitten wird noch näher drauf eingegangen. Zu bemerken sei aber noch, dass eine Verwendung der verfügbaren Materialien nicht immer die beste Option ist.

8.1 Basisstativ

In dem Labor „Urban Mobility Lab“ liegt bereits das Fotostativ <Modell einfügen> bereit und kann verwendet werden. Herausfordernd kommt aber hinzu, dass sich ein 1/4“ Gewinde auf der Montageplatte befindet. Die folgenden Möglichkeiten zum Umgang mit dem Gewinde wurden diskutiert:

- Nutenstein mit 1/4“ Innengewinde
- Adapterplatte zwischen Montageplatte und Trägerprofil
- Tausch der 1/4“ Schraube durch eine mit metrischem Gewinde

- Tausch des Stativs

Nach einer Anfrage bei item Industrietechnik GmbH nach Nutensteinen mit entsprechendem 1/4“ Innengewinde, war bekannt, dass es derartige Produkte auf dem Markt nicht ohne Weiteres besorgen lassen.

Der Tausch des Stativs durch ein alternativ, ebenfalls zur Verfügung stehenden, wurde ausgeschlossen, da die Dimensionen des alternativen Stativs eindeutig zu massiv sind und der Anforderung der leichten Transportierbarkeit im Wege stehen.

Eine Adapterplatte aus einem Aluminium-Flachprofil wurde für überflüssig gehalten, denn nach einer Untersuchung des Fotostativs und geringe, zerstörungsfreie Eingriffe konnte die eingebaute UNC-Schraube durch eine metrischen M4 Schraube getauscht werden. Damit war das Stativ für den Einsatz präpariert.

8.2 Mikrofongehäuse

Dadurch, dass die zum Einsatz kommenden Mikrofone fertig auf einer Platine (Abbildung 1) verbaut sind, aber damit nicht gegen Regenwasser geschützt sind, mussten im Entwicklungsprozess noch sechs Gehäuse für die Mikrofone konstruiert werden. Nach sehr kurzer Diskussion war beschlossen, dass mittels CAD ein Gehäuse konstruiert und im vorhandenen 3D-Drucker gefertigt werden sollen.

Zur Verfügung steht das CAD-Modell des Mikrofons anhand dessen ein Gehäuse konstruiert wurden.

In der ersten Version dieser Gehäuse (Abbildung einfügen) soll die Platine über Stifte an Position gehalten werden und der Deckel im Anschluss auch auf dies Stifte gesteckt werden. Durch eine Presspassung soll der Deckel auf dem Unterteil halten. Nach dem Druck der sechs Gehäuse stellte sich heraus, dass:

1. die gedruckten Stifte nicht zylindrisch und senkrecht sind
2. der Durchmesser der Stifte mit den Durchmessern der Hülsen des Deckels nicht übereinstimmen
3. viele druckbedingte Fäden an den Stiften beseitigt werden müssen

An der gedruckten Geometrie lässt sich im Nachgang nicht mehr viel bearbeiten, lediglich die Hülsen im Gehäusedeckel können aufgebohrt werden. Die Erfahrung hat aber gezeigt, dass das verwendete Filament vor allem an den Kontaktflächen der einzelnen Layer zu porös ist und beim Aufbohren sehr schnell bricht. Alle Gehäuse wurden entsorgt.

Für die zweite Version der Gehäuse wurden die Stifte im Unterteil und die Hülsen im Deckel entfernt. Im Unterteil sind nun Sechskantaufnahmen für vier M2.5 Muttern und im Deckel Durchgangslöcher für entsprechend Lange Zylinderkopfschrauben. Durch Einpressen und Verkleben werden die Muttern nach dem Druck in die richtige Position gebracht, die Platine aufgelegt und das Gehäuse durch Anziehen der vier Schrauben geschlossen. Nach dem Druck eines neuen Prototyps wurde die Brauchbarkeit analysiert und das Gehäuse für die Massenproduktion freigegeben. Nachteilig ist, dass mit ausreichend großer Zugkraft die Gehäusedeckel trotz Verschraubung geöffnet werden können, zudem wirken die vier Schrauben etwas überdimensioniert. In einer zweiten Überarbeitung sollten diese beiden Punkte noch überarbeitet werden. (Abbildung einfügen)

8.3 Unterbringung der Steuereinheit

Für den Raspberry Pi 4, die Kamera und die Powerbank soll eine vorhandene wasserfeste Installationsbox verwendet werden (Modellbeschreibung einfügen). Das Hauptproblem war, die große Powerbank in der Box zu platzieren, daher wurde entschlossen eine neue Box zu bestellen (Modell einfügen). Für die sichere Positionierung aller Bauteile wird wieder auf die 3D-Druck-Technologie zurückgegriffen und ein Innenleben konstruiert.

Nach der ersten Konstruktion stellte sich heraus, dass die neu besorgte Installationsbox zu niedrig für das Innenleben ist, so dass bei einem Teamreview eine alternative Anordnung der Komponenten dazu führte, dass die besorgte Box verwendet werden kann. (Abbildungen einfügen)

8.4 Positionierung der Baugruppen entlang eines Arrays

Um die Mikrofone entlang einer Linie positionieren zu können, wurde ein 1,1 m langes vorhandenes Item-Profil eingesetzt, auf dem die Gehäuse der Mikrofone mit Nutensteinen in definiertem Abstand montiert werden können. Das Profil an sich wird, wie oben beschrieben, auch mittels eines Nutensteins auf dem Stativ befestigt. Für den Microcontroller wird eine wasserdichte Installationsbox auch mit Nutensteinen auf dem Profil montiert.