



BEUTH HOCHSCHULE
FÜR TECHNIK
BERLIN

University of Applied Sciences

Beuth Hochschule für Technik Berlin
Fachbereich VIII: Maschinenbau, Veranstaltungstechnik, Verfahrenstechnik
Studiengang Veranstaltungskunde und -management (B.Eng.)

Exposé der Bachelorarbeit zum Thema
Entwicklung eines Lehr- und
Laborprojekts zum Thema:
Entwicklung eines aktiv getrennten
2-Weg-Lautsprechers auf Basis
eines Raspberry Pi

Verfasst durch

Ferdinand Schaad 866032

Betreuer:

Prof. Dr. rer. nat. Alexander Lindau

Gutachter:

Prof. Dr.-Ing. André Jakob



INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung.....	I
2	Ziel.....	I
3	Aufbau Lehr- und Laborprojekts.....	I
3.1	Hardware.....	I
3.2	Aufgabenstellungen.....	III
3.2.1	Signalkette aufbauen und testen.....	III
3.2.2	Überblick Funktionsumfang DSP	III
3.2.3	Schall richtig messen	III
3.2.4	Was benötigt ein gut klingender Lautsprecher für Konfigurationen?	III
3.2.5	Mögliche Erweiterung/ Exkurs: SigmaStudio®	III
4	Zeitplan.....	IV
5	Schlussbemerkung.....	IV



1 EINLEITUNG

Im Rahmen des Modules Tontechnik I - Grundlagen (B-TVM) und Tontechnik II: Vertiefung (B-TVM) werden eine Vielzahl an Informationen und Kenntnissen vermittelt. Grundbestandteil hierbei ist die Übersicht über eine typische Audio-Signalkette, vom Mikrofon zum Lautsprecher. In dieser ist häufig ein DSP (digital soundprocessor), zu Deutsch digitaler Audio Prozessor, eingegliedert. Was für Einstell- und Konfigurationsmöglichkeiten dieser in der Signalkette möglich macht, wird jedoch zumeist übergangen und die DSP-Einheit als signalverarbeitende „Blackbox“ angesehen.

2 ZIEL

Im Rahmen der Veranstaltung Tontechnik II: Vertiefung (UE) im Bachelor (B-TVM) sollen anhand eines Lehr- und Laborprojektes Studierende mittels transparenter Hard- und Software den Einsatzzweck eines DSPs kennenlernen und in kompakt gestaltete Übungen in kontrollierten Laborumgebungen den Umgang mit einem DSP erlernen.

Um diese Übungen durchführen zu können, wird auch weiteres Wissen über die akkurate Schallmessung und wichtige Faktoren zum guten Klang eines Lautsprechers vermittelt.

3 AUFBAU LEHR- UND LABORPROJEKTS

3.1 HARDWARE

Materialliste:

- HiFiBerry Beocreate-DSP-Modul inklusive Raspberry Pi (mindestens Pi 4 Model B 4GB RAM)
- Messmikrofon
- Audio Interface XLR und Toslink bzw. S/PDIF
- 2-Wege-Versuchslautsprecher
- Laptop I mit Messsoftware
- Laptop II mit Webbrowser
- Netzwerkumgebung für Beocreate-DSP-Modul und Laptop II
- Spannungsversorgung und Verkabelung

Entwicklung eines Lehr- und Laborprojekts zum Thema: Entwicklung eines aktiv getrennten 2-Weg-Lautsprechers auf Basis eines Raspberry Pi



Zentrales Bauteil der Laborübung ist das Beocreate-DSP-Modul. Das Modul ist eine aus DSP (digital sound processor), DAC (digital-to-analog converter) und Vierkanal-Verstärker kombinierte Erweiterungsplatine, welche dazu entwickelt wurde passive Lautsprecher in ein digitales Zeitalter zu holen.

Daten und Fakten zum HiFiBerry Beocreate-DSP-Modul:

- Vierkanal-Verstärker: 2x30W, 2x60W (für 4-8 Ohm Lautsprecher)
- Digitaler Stereo Eingang und Ausgang (Eingang bis zu 96kHz, Ausgang bis zu 192kHz)
- 300 MHz digitaler Audio-Prozessor
- Via angepasstem Betriebssystem HiFiBerryOS kann im Filter Designer unter anderem zurückgegriffen werden auf:
 - High/ Low Pass Filter
 - Peak/ Dip Equalizer
 - High/ Low Shelf Equalizer
 - Und weitere benutzerdefinierte Koeffizienten

Gesteuert und programmiert wird das Modul über einen Raspberry Pi. Dies ist ein etwa Kreditkartengroßer Einplatinencomputer, der mit einem reduzierten Linux-Betriebssystem läuft. Die Kommunikation zwischen Raspberry Pi und DSP-Modul wird über die 40 GPIO- Stecker (General Purpose Input/Output) des Raspberry Pi realisiert. Für die Stromversorgung wird ein externes Gleichspannungsnetzteil benötigt, welches den Verstärker, die Audio-Prozessoren und den Raspberry Pi mit Strom versorgt.



3.2 AUFGABENSTELLUNGEN

3.2.1 Signalkette aufbauen und testen

In dem ersten Kontakt mit dem Laborprojekt sollen die Studierenden einen Überblick über die benötigten Bauteile erhalten. Mit einer kurzen Einführung in alle Komponenten sollen diese im ersten Schritt in der richtigen Reihenfolge aufgebaut und verbunden werden.

Abschließend zur ersten Teilaufgabe kann der Versuchs-Aufbau durch Abspielen und probe hören eines Beispielstückes überprüft werden.

3.2.2 Überblick Funktionsumfang DSP

Das Beocreate-DSP-Modul verfügt über eine sehr freie Konfigurationsmöglichkeit aller Parameter. Anhand von Fallbeispielen werden einzelne Effekte wie unter anderem parametrischer EQ, Limiter und Kompressoren vorgestellt und deren Auswirkung auf das Audiosignal verdeutlicht.

3.2.3 Schall richtig messen

Um die Auswirkungen des Verstellens der Parameter des DSPs auf den Klang des Lautsprechers quantitativ beurteilen zu können, benötigt man die Möglichkeit einer Beurteilung der Veränderung. Hierzu wird die Signalkette um ein Messmikrofon mit angeschlossener Messsoftware erweitert. Akustische Fallbeispiele vermitteln die wichtigen Faktoren, die der Messsoftware zu entnehmen sind.

3.2.4 Was benötigt ein gut klingender Lautsprecher für Konfigurationen?

Mit den nun erlangten Grundlagen stellt sich die Fragen, welche Konfigurationen des DSPs einen Lautsprecher zu einem gut klingendem Lautsprecher machen. Die Studierenden erhalten zu dieser Frage einen Einblick durch Betrachtung verschiedener Faktoren:

- Auswirkungen der physikalischen Grenzen des Lautsprechers
- Anpassung auf einen gewöhnten Höreindruck des Menschen und
- Ergänzend einen Erfahrungsbericht von Experten aus der Praxis.

Das finale Ziel des Laborprojektes ist, die Konfigurationen des DSPs so anzupassen, dass das Potenzial des Lautsprechers optimal ausgenutzt wird und ein ansprechender Höreindruck wiedergegeben wird.

3.2.5 Mögliche Erweiterung/Exkurs: SigmaStudio®

Die Software zu dem Beocreate-DSP-Modul basiert auf einem Open-Source-Projekt. Mittels einer Toolkit-Erweiterung der Software können auch extern, zum Beispiel mit SigmaStudio® erstellte, DSP Profile auf das Beocreate-DSP-Modul geladen werden. Somit können auch hochkomplexe Verschaltungen verschiedener Effekte im Rahmen der Laborumgebung getestet werden.



4 ZEITPLAN

Bearbeitungszeit: 3 Monate

Beginn: 30.09.2021

Abgabetermin spätestens: 30.12.2021

KW 40 – 41	Grundlagen Recherche; Zulauf Hardware und Equipment
KW 42 – 43	Erprobung Beocreate-DSP-Modul; Aufgaben bzw. Methoden Entwicklung; Evaluation Messsoftware
KW 44 – 45	Dokumentation der bisherigen Erkenntnisse; Formulieren von Aufgaben für Studierende des Laborprojektes; Einholen Expertenmeinung zur Frage „Was benötigt ein gut klingender Lautsprecher?“
KW 46 – 47	Schreiben Recherche Grundlagen; Anwender Erprobung/ Testläufe des Laborprojektes
KW 48 – 49	Finalisierung Aufgaben Laborprojekt; Schreiben
KW 50	Kontrolle
KW 51	Finale Kontrolle; Formatierung
KW 52	Puffer; Abgabe

5 SCHLUSSBEMERKUNG

Das Lehr und Laborprojekt „Entwicklung eines aktiv getrennten 2-Weg-Lautsprechers auf Basis eines Raspberry Pi“ soll Studierenden, aufbauend auf das Grundlagenmodul Tontechnik, einen Einblick und eine „Hands-on“-Erfahrung in dem Umgang mit digitalen Audio Prozessoren geben. Hierfür Grundlagen schaffen, eigene Erfahrungen möglich machen und die Hemmschwelle zu komplexen Parameter Konfigurationen senken.