



Technische Universität Berlin

Fakultät IV

Institut für Energie- und Automatisierungstechnik

Elektronik und medizinische Signalverarbeitung

Prof. Dr.-Ing. Clemens Gühmann (kommissarisch)

Institut für Technische Informatik und Mikroelektronik

Mixed Signal Circuit Design

Prof. Friedel Gerfers

Projektorientiertes Praktikum Wintersemester 20/21

# Mischpult

**Beefalo 808**

**Projektgruppe: Mittwoch 8-14 Uhr**

Betreuung:

Sebastian Linnhoff

Frowin Buballa

Michael Klum

Irene Sanchez Sole

21. Februar 2021



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Projektbeschreibung</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Projekt Beefalo 808</b>	<b>1</b>
3.0.1	Termin und Teilnehmer . . . . .	1
3.1	Schnittstellen . . . . .	2
3.1.1	Busbelegungsplan . . . . .	2
3.2	Gehäuse . . . . .	3
3.2.1	Technische Daten . . . . .	3
3.2.2	Gehäuseentwurf . . . . .	3
3.3	Projektentwurf / Dokumentation . . . . .	8
3.3.1	Blockschaltbild . . . . .	8
3.3.2	Dokumentation Eingangsverstärker . . . . .	8
3.3.3	Dokumentation Equalizer . . . . .	14
3.3.4	Dokumentation Effekte . . . . .	19
3.3.5	Dokumentation Master . . . . .	29
3.4	Benutzerhandbuch . . . . .	37
3.5	Bauteile . . . . .	38
3.6	Layouts . . . . .	40
3.6.1	Eingangsverstärker . . . . .	40
3.6.2	Equalizer . . . . .	41
3.6.3	Effekte . . . . .	42
3.6.4	Summierverstärker und Master . . . . .	44

# 1 Einleitung

Dieses Semester findet das projektorientierte Praktikum in abgespeckter Form unter Einhaltung der Corona-Vorschriften der TU Berlin statt, d.h. dass jede Gruppe nur aus 4 Teilnehmern besteht. Daraus folgt auch, dass die Projekte nicht so umfangreich sein können wie in den vergangenen Semestern und dass jeder Gruppenteilnehmer ein Organisationsamt übernehmen muss. Die Kommunikation und Koordination innerhalb der Gruppe sollte dadurch aber theoretisch verbessert werden, da es weniger verschiedene Meinungen geben kann.

Beim ersten Termin wurde eine Liste von möglichen Projekten vorgestellt, woraus sich unsere Gruppe auf das Mischpult geeinigt hat.

## 2 Projektbeschreibung

Unser Mischpult Beefalo 808 hat zwei Eingänge für Signale, die verstärkt und summiert werden. Im Equalizer wird das Signal mittels Hoch- und Tiefpässen gefiltert. Anschließend können zwei Effekte - Overdrive und eine Art Verzerrung - hinzugefügt werden. Am Ende erreicht das Signal den Master, wo es nochmal verstärkt wird.

## 3 Projekt Beefalo 808

### 3.0.1 Termin und Teilnehmer

Das Projektlabor fand mittwochs 8-14 Uhr bei Irene Sanchez Sole statt. Es nahmen Takoua Noomen, Ante Caran, Kashif Fabian Inayat Ullah Jat und Daniel Papp teil.

Das Projekt wurde auf alle vier Teilnehmer aufgeteilt:

- Eingangsverstärker: Takoua Noomen
- Equalizer: Ante Caran
- Effekte: Daniel Papp
- Master: Kashif Fabian Inayat Ullah Jat

Außerdem war Takoua für die Webseite, Ante für das Gehäuse und die Bauteile, Kashif für die Abschlusspräsentation und Daniel für den Abschlussbericht zuständig.



## 3.1 Schnittstellen

### 3.1.1 Busbelegungsplan

Unser Busbelegungsplan ist in der folgenden Abb. 1 zu sehen.

Pin	Funktion		Anschlussart
1	GND		Bananenstecker
2	GND		
3	Signal 1	T -> K	BUS
4	Signal 2	T -> K	BUS
5	Signal 3	K -> A	BUS
6	Signal 4	A -> D	BUS
7	Signal 5	D -> K	BUS
8	5 V		Bananenstecker
9	+ 12 V		Bananenstecker
10	+ 12 V		
11	- 12 V		Bananenstecker
12	- 12 V		
13	GND		Bananenstecker
14	GND		

Abbildung 1: Busbelegung

Wie man erkennen kann, sind die Pins 1, 2, 13 und 14 an Ground (GND) angeschlossen. Pin 8 ist die 5V-Versorgungsspannung, Pin 9/10 die +12V-Versorgungsspannung für die Effekte und Pin 11/12 die -12V-Versorgungsspannung für die OPVs im Eingangsverstärker, Summierverstärker und Master.

Die Pins 3 und 4 verbinden den Output des Eingangsverstärkers mit dem Input des Summierers. Pin 5 ist der Output des Summierers und der Input des Equalizers. Pin 6 ist der Output des Equalizers und der Input der Effekte. Pin 7 ist der Output der Effekte und der Input des Masters.

Zum Übertragen der Signale zwischen den Platinen wurden Busplatinen benutzt.

## 3.2 Gehäuse

### 3.2.1 Technische Daten

Es wurden zwei TEKO P3 Gehäuse der Serie Optative aus scharfkantigem ABS-Kunststoff mit einem 1mm starken Aluminiumdeckel und mit den Maßen 160 x 96 x 61 mm verwendet. Das Verpackungsgewicht beträgt 0.1595 kg.

### 3.2.2 Gehäuseentwurf

In den Abbildungen 2 und 3 kann man das Gehäuse jeweils von oben und von der Seite sehen. Oben finden sich verschiedene Schalter, an der Seite sind die Input-Buchsen für die Versorgungsspannungen und Ground. Die Schalter in der obersten Reihe regeln die ersten zwei Schalter von links den Hochpass, die mittleren zwei den Bandpass und die zwei ganz rechts den Tiefpass.

Der schwarze Schalter in der zweiten Reihe ist unser Ein-Aus-Schalter, wobei Schalterstellung 0 Ein und alle restlichen Stellungen Aus sind. Eigentlich war der Schalter für die Auswahl an Effekten zuständig (Stellung 0: kein Effekt, Stellung 1: Clipping, Stellung 2: Vibrato), die beim eigenständigen Testen noch funktioniert haben, dies jedoch nach dem Verbinden mit den anderen Platinen und dem Einsetzen ins Gehäuse leider nicht mehr taten.

Die roten Schalter sind dazu da, den Hoch-, Band- und Tiefpass ein- und auszuschalten.

Der Schalter ganz unten links dient zur Verstärkung/Dämpfung des Signals. Mit den beiden Schaltern daneben lässt sich jeweils ein Eingangschanel verstärken/dämpfen.



Abbildung 2: Gehäuse von oben

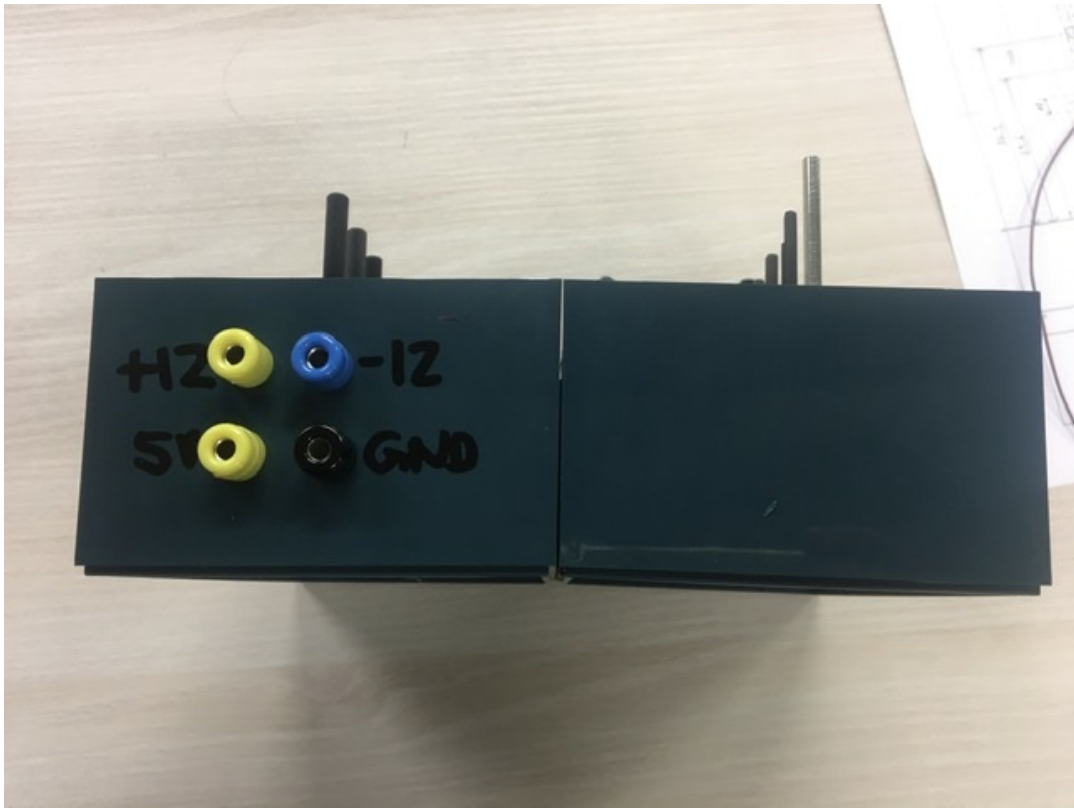


Abbildung 3: Gehäuse von der Seite

In den Abbildungen 4 und 5 sind die Pläne für die beiden Gehäuse dargestellt.

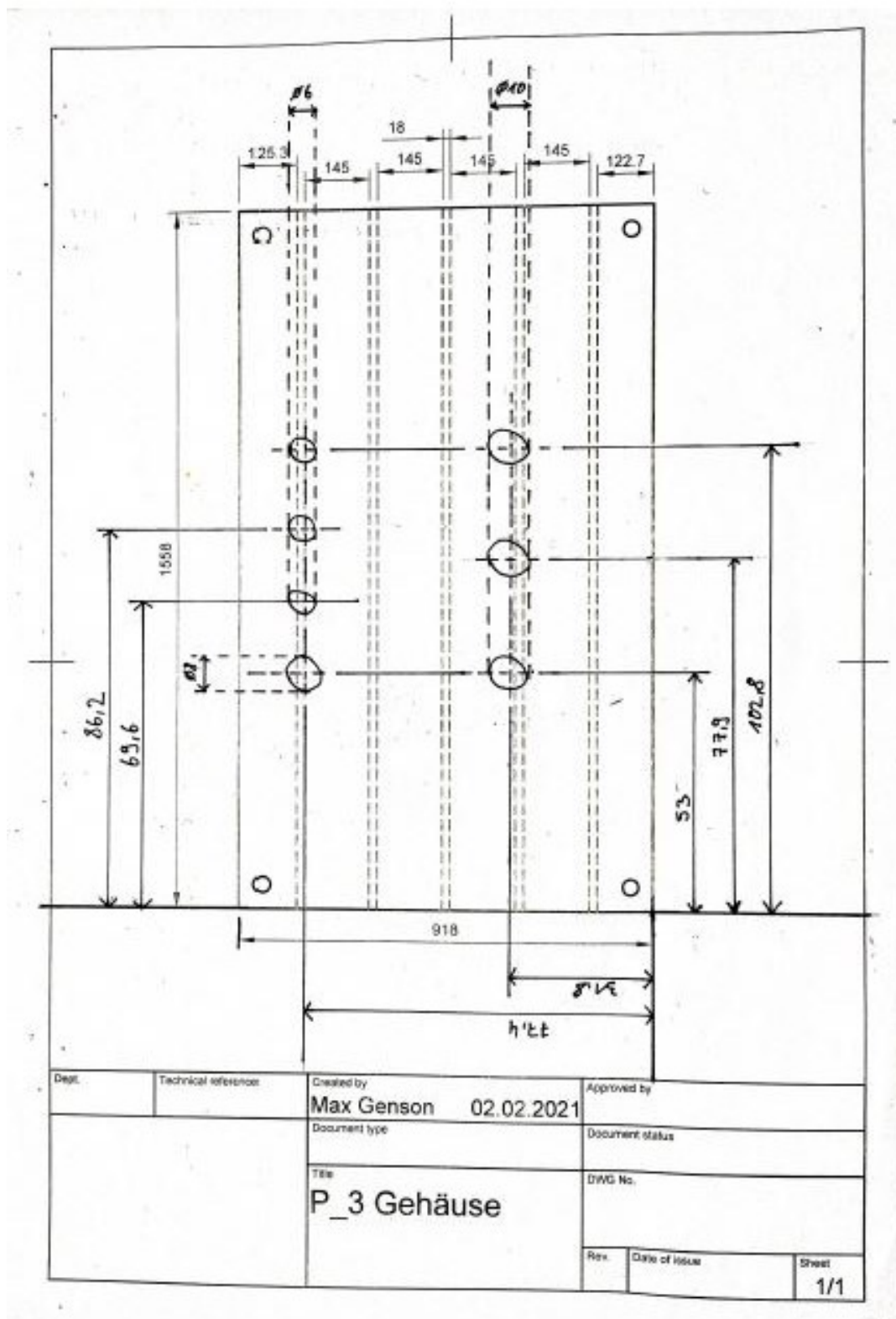


Abbildung 4: Gehäuseplan für Eingangsverstärker und Master

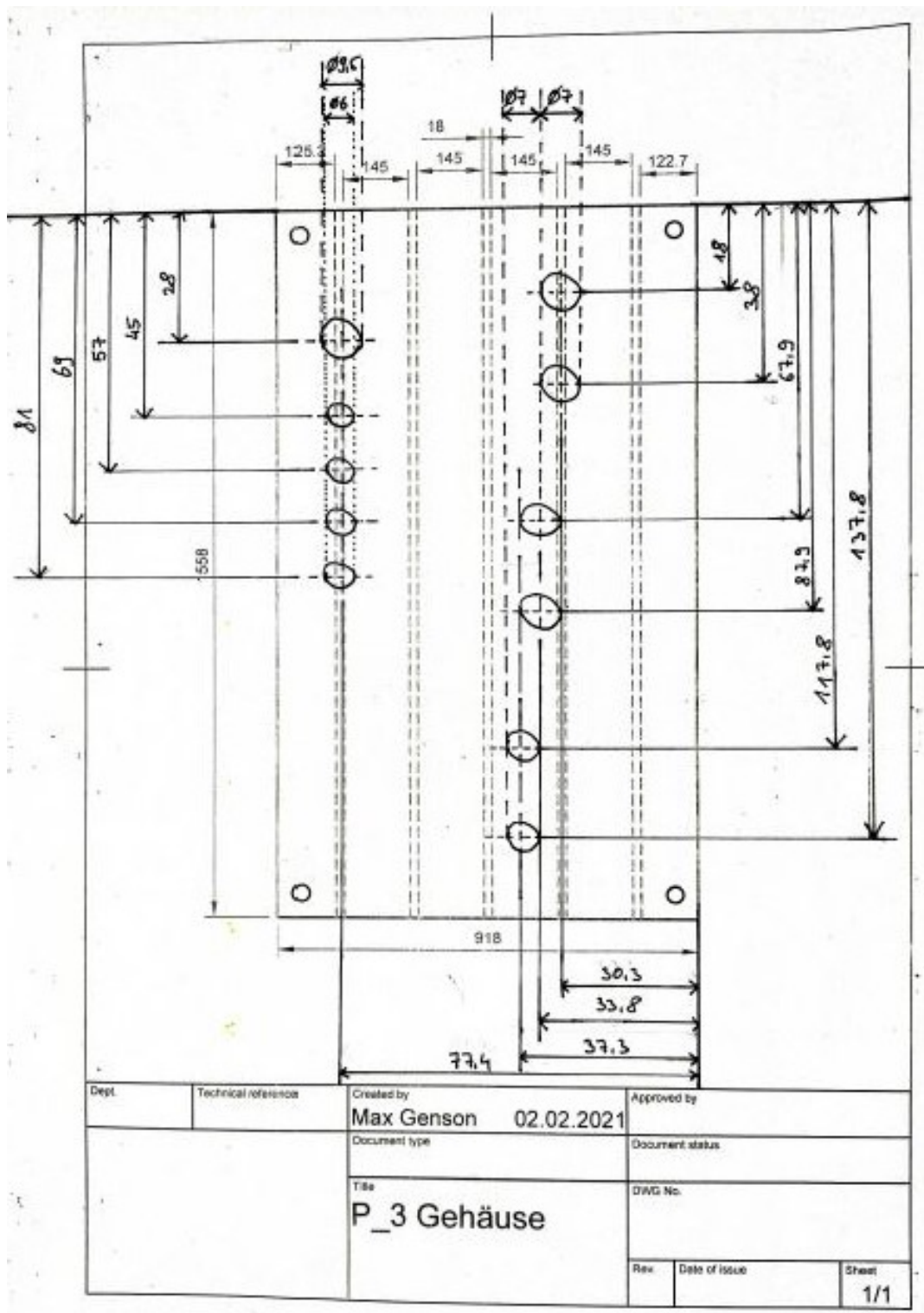


Abbildung 5: Gehäuseplan für Equalizer und Effekte

## 3.3 Projektentwurf / Dokumentation

### 3.3.1 Blockschaltbild

In der folgenden Abbildung 6 ist das Blockschaltbild unseres Projektes zu sehen. Es sind sowohl die einzelnen Aufgaben, als auch die Schnittstellen ersichtlich.

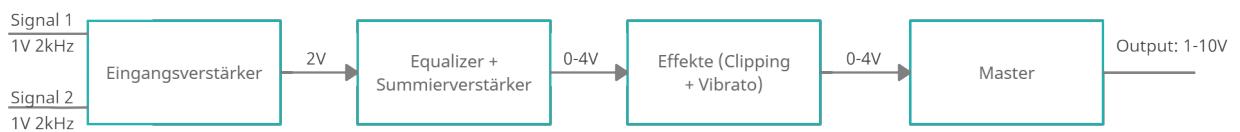


Abbildung 6: Blockschaltbild

### 3.3.2 Dokumentation Eingangsverstärker

Der Eingangsverstärker dient in unserem Mischpult dazu, zwei Eingangssignale zu verstärken. Es gab anfangs Probleme bei der Simulation in LTSpice, da die Potentiometer nicht richtig eingestellt wurden und die Verstärkung dadurch zu gering war.

Beim Aufbauen der Schaltung (Abb. 7) wurde der OPV NE5532 mit einer Betriebsspannung von  $+/- 15V$  verwendet. Beim ersten Durchgang betrug die Eingangsspannung  $2,48V$  und die Ausgangsspannung  $12V$ , siehe Abb. 8. Die Verstärkung  $G$  war also  $4,83$ . Da die erwartete Ausgangsspannung nur  $2V$  beträgt, mussten die Widerstände noch geregelt werden.

In einem weiteren Termin wurden die Widerstände auf jeweils  $1k\Omega$ ,  $1k\Omega$  und  $10k\Omega$  eingestellt. Das Eingangssignal war  $860mV$ , was immer noch im Bereich von Audiosignalen liegt. Die Eingangsspannung lag somit bei  $2,68V$  (Abb. 9), was schon nah an den gewünschten  $2V$  liegt. Dieser Wert kann durch weiteres Regeln der Potentiometer erreicht werden.



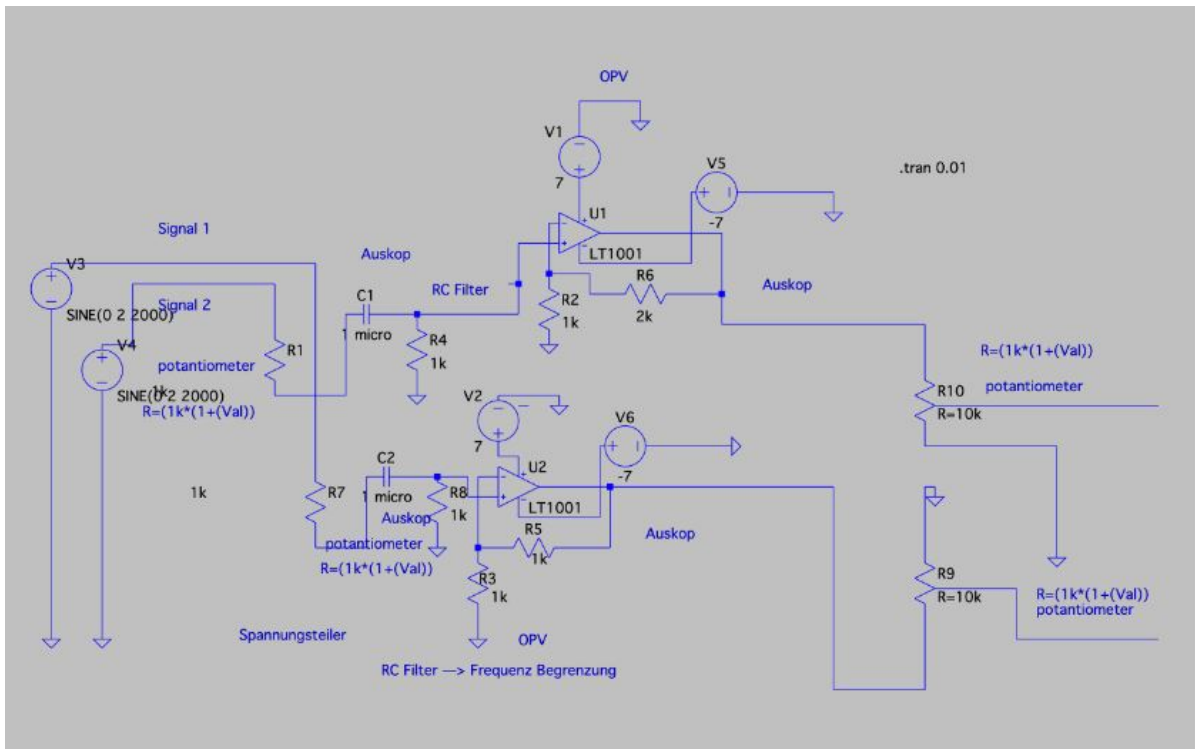


Abbildung 7: Eingangsverstärker-Schaltung in LT-Spice

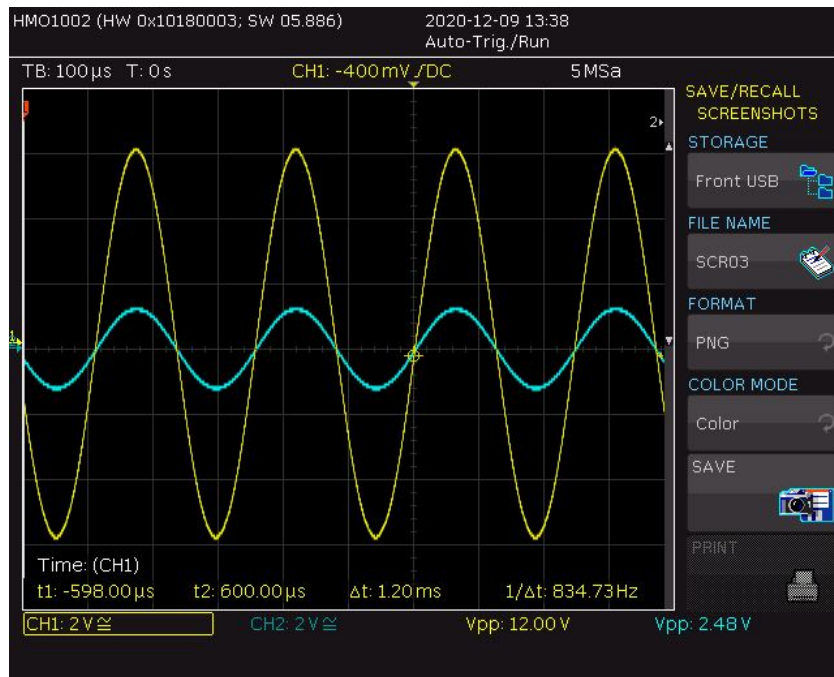


Abbildung 8: Eingangsverstärker Oszilloskop 1



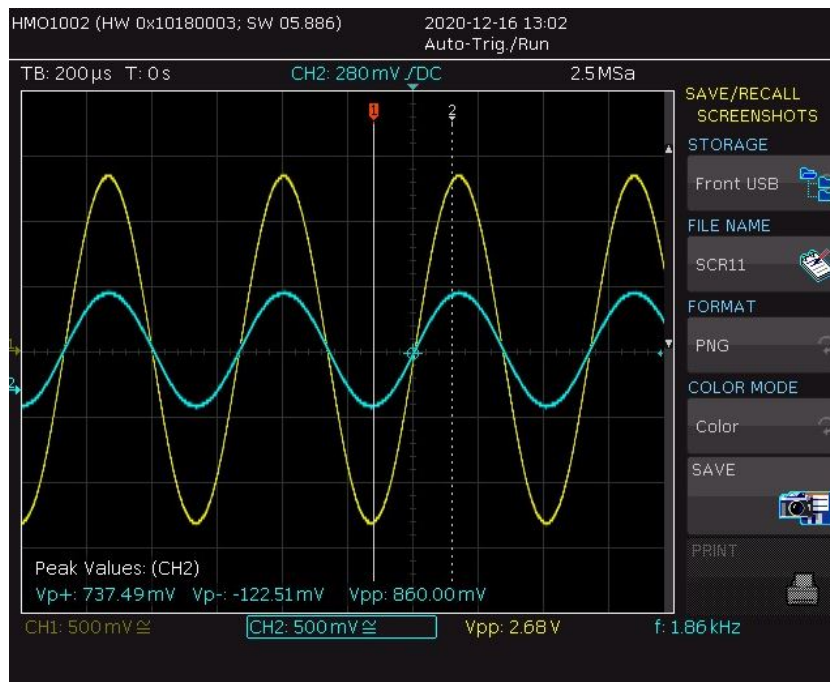


Abbildung 9: Eingangsverstärker Oszilloskop 2

Das Eagle Schematic und die Board-Ansicht sind in den den folgenden Abbildungen 10 und 11 zu begutachten.

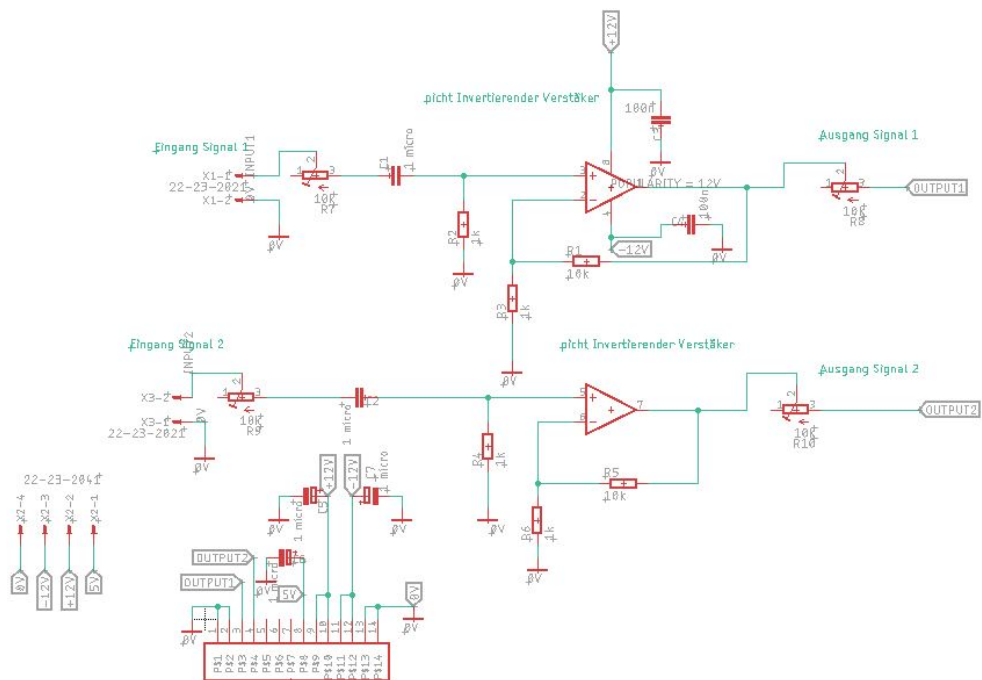


Abbildung 10: Eingangsverstärker: Eagle Schematic

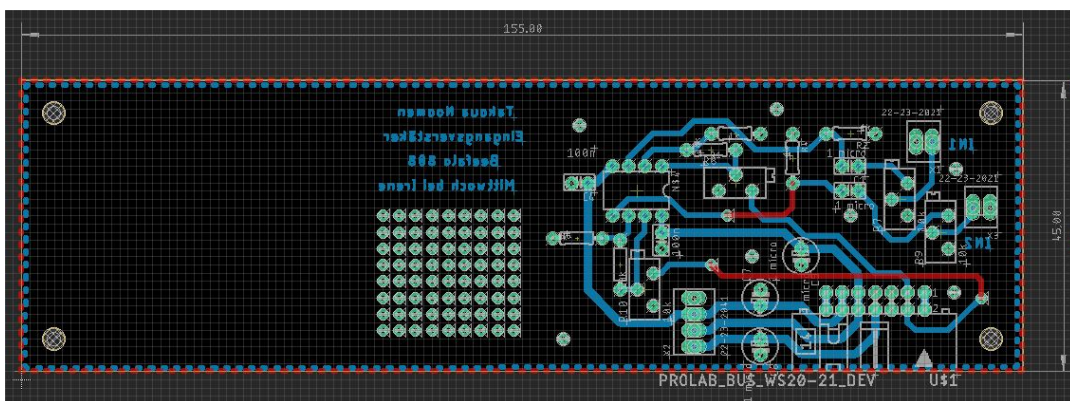


Abbildung 11: Eingangsverstärker: Eagle Board

In den Abb. 12 und . 13 ist die fertig gelötete Platine zu sehen.

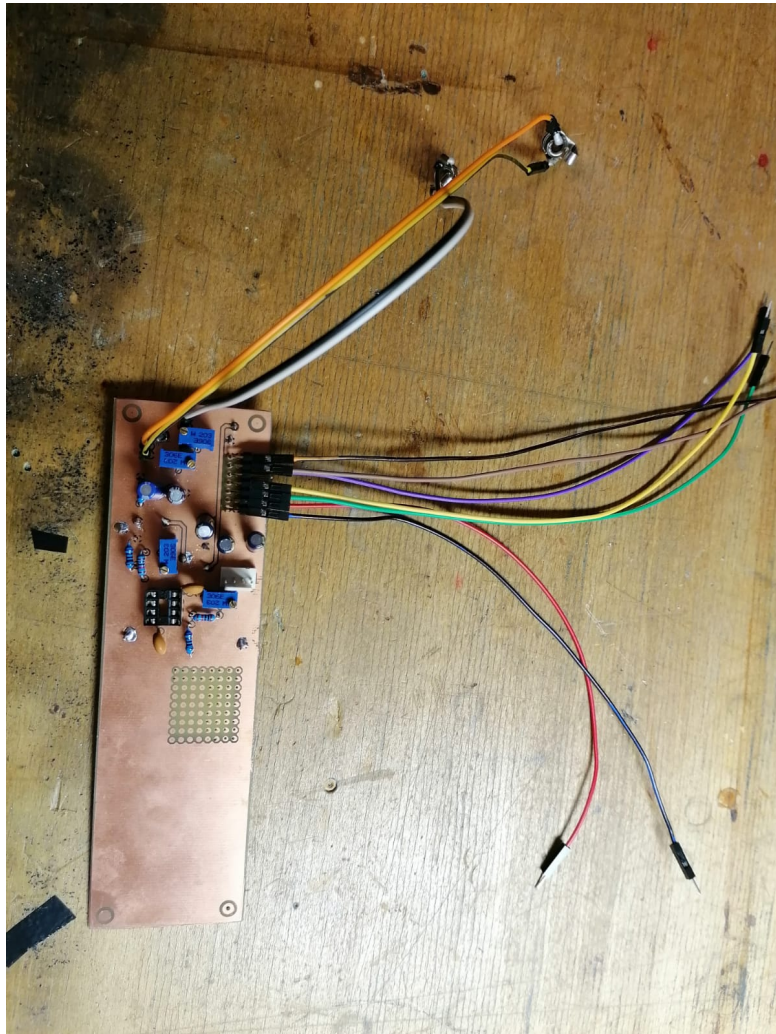


Abbildung 12: Eingangsverstärker : fertig gebohrte und bestückte Platine

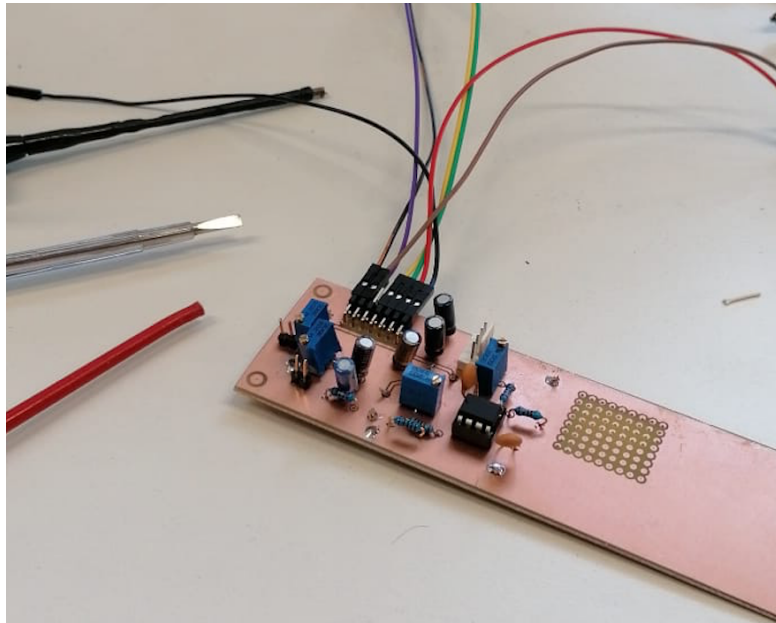


Abbildung 13: Eingangsverstärker: fertig gebohrte und bestückte Platine

In den Abb. 14 ist der gemessene Signalverlauf am Ausgang der Eingangsverstärker-Platine. Es ist deutlich zu erkennen, dass der Eingangssignal verstärkt wird. Auch der zweite Eingang hat das gleiche Ausgangssignal. Die Potentiometer werden so eingestellt um eine Verstärkung von 1 V zu erreichen.

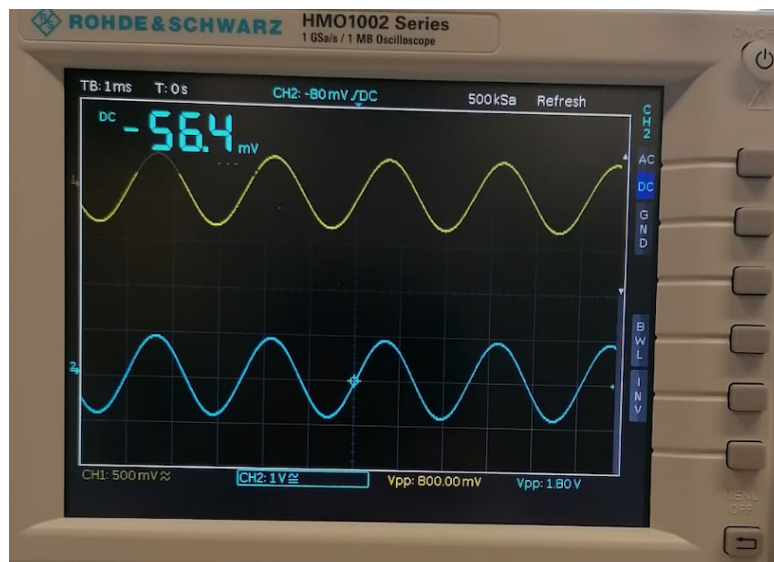


Abbildung 14: Eingangsverstärker: Signalverlauf am Ausgang der Platine.

*Takoua Noomen*

### 3.3.3 Dokumentation Equalizer

Der Equalizer wird benutzt, um mittels Hoch- und Tiefpässen bestimmte Frequenzen des Audiosignals durchzulassen oder zu dämpfen.

Zuerst wurde ein Bandpass entworfen, der Frequenzen von 20 Hz bis 20 kHz gezielt auswählen und dämpfen kann. Er bestand aus einem Hochpass ( $C_{HP}, R_{HP}$ ) und Tiefpass ( $C_{TP}, R_{TP}$ ) in Reihe. Das Problem dabei war, dass bei  $C_{HP} = C_{TP} = 47\mu\text{F}$  der Widerstand  $R_{HP}$  sehr klein ( $0,3 - 1,7\Omega$ ) sein muss für hohe Grenzfrequenzen ( $2 - 10\text{kHz}$ ). Zusätzlich müsste  $R_{HP}$  einen sehr hohen Widerstandswert erreichen (z.B.  $1\text{M}\Omega$ ), falls man den Bandpass nur als Tiefpass verwenden möchte. Dies ist mit einfachen Potentiometern und ohne Steuerung nicht möglich.

Eine mögliche Lösung dieses Problems ist, Schalter zu verwenden, mit denen man einen reinen Hochpass, Tiefpass, Bandpass oder nichts davon auswählen könnte. Dies hat uns aber nicht gefallen.

Die Lösung, die benutzt wurde, besteht darin, dass man  $n$  parallele Bandpässe für  $n$  bestimmte Frequenzbänder baut. In unserem Mischpult werden wir mit drei Bandpässen arbeiten, um jeweils Tiefen, Mitten und Höhen filtern zu können. Am Ende werden die Spannungen der einzelnen Bandpässe mit einem Addierverstärker zusammengeführt. Die Schaltung ist in Abb. 15 zu sehen. Durch die benutzte Schaltung ist man flexibel, da man statt drei Bandpässen genauso gut auch zehn Bandpässe parallel schalten kann. Dazu muss man bloß die Kondensatoren und Widerstände je nach gewünschtem Frequenzbereich anpassen und es werden mehr Eingänge für den OPV benötigt.

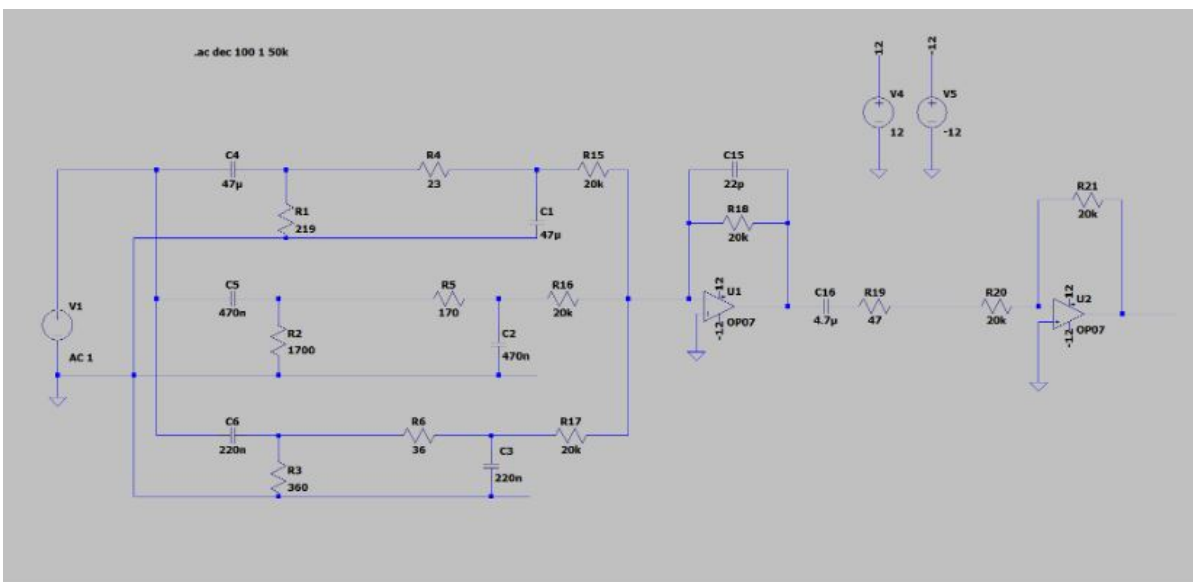


Abbildung 15: Equalizer-Schaltung in LT-Spice



In den Abbildungen 16 und 17 ist das Eagle Schematic und die Board-Ansicht dargestellt.

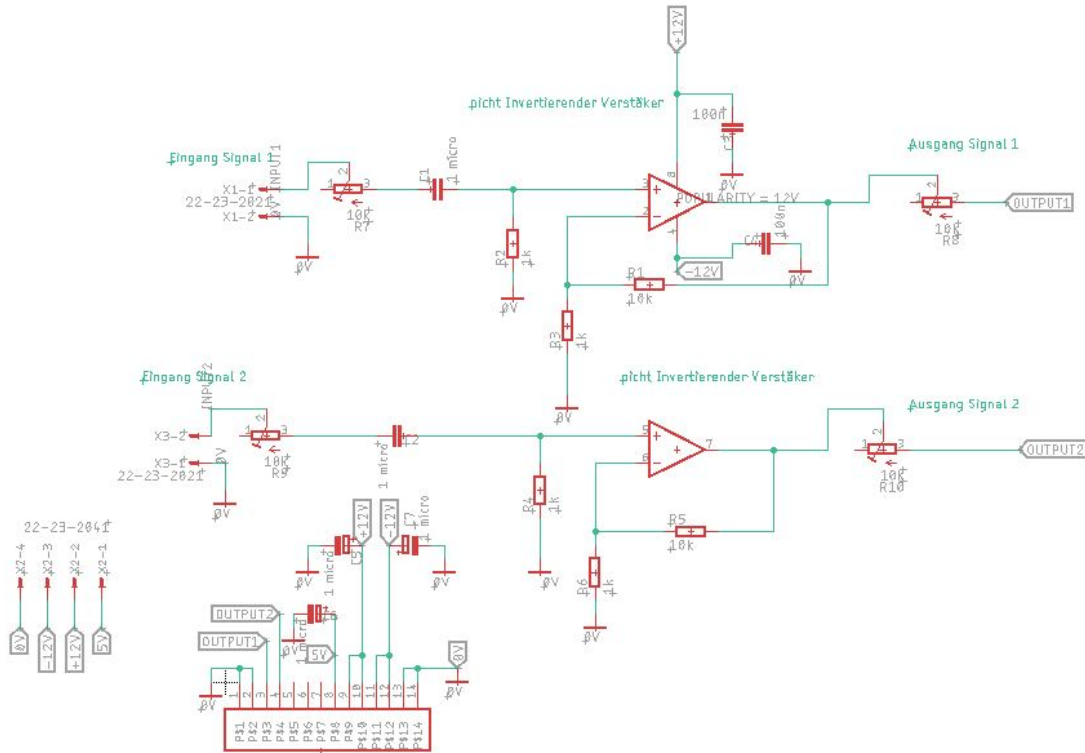


Abbildung 16: Equalizer: Eagle Schematic

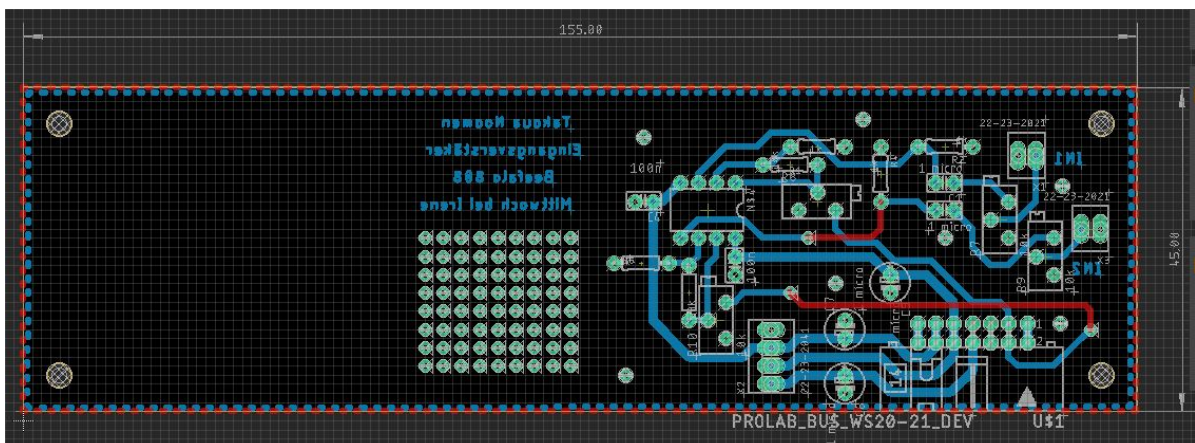


Abbildung 17: Equalizer: Eagle Board

Für das einfachere Verständnis benennt man die Bandpässe für Tiefen, Mitten und Höhen - Tiefpass (TP), Bandpass (BP) und Hochpass (HP). Die verwendeten Kondensatoren haben eine Kapazität von  $C_{TP} = 47\mu\text{F}$ ,  $C_{BP} = 470\text{nF}$  und  $C_{HP} = 220\mu\text{F}$ . Es werden insgesamt sechs Potentiometer verwendet, zwei für jeden Bandpass. Ein Potentiometer ist in Reihe geschaltet  $R_S$  und der andere parallel  $R_P$ . Der maximale Wert für die verwendeten Potentiometer beträgt  $R_{TP,S} = 250\Omega$ ,  $R_{TP,P} = 470\Omega$ ,  $R_{BP,S} = 1\text{k}\Omega$ ,  $R_{BP,P} = 2,2\text{k}\Omega$ ,  $R_{HP,S} = 250\Omega$ ,  $R_{HP,P} = 470\Omega$ . Im Folgenden sieht man den Amplitudengang der drei Bandpässe (aufgenommen mit Analog Discovery 2 Analyser von Diligent).

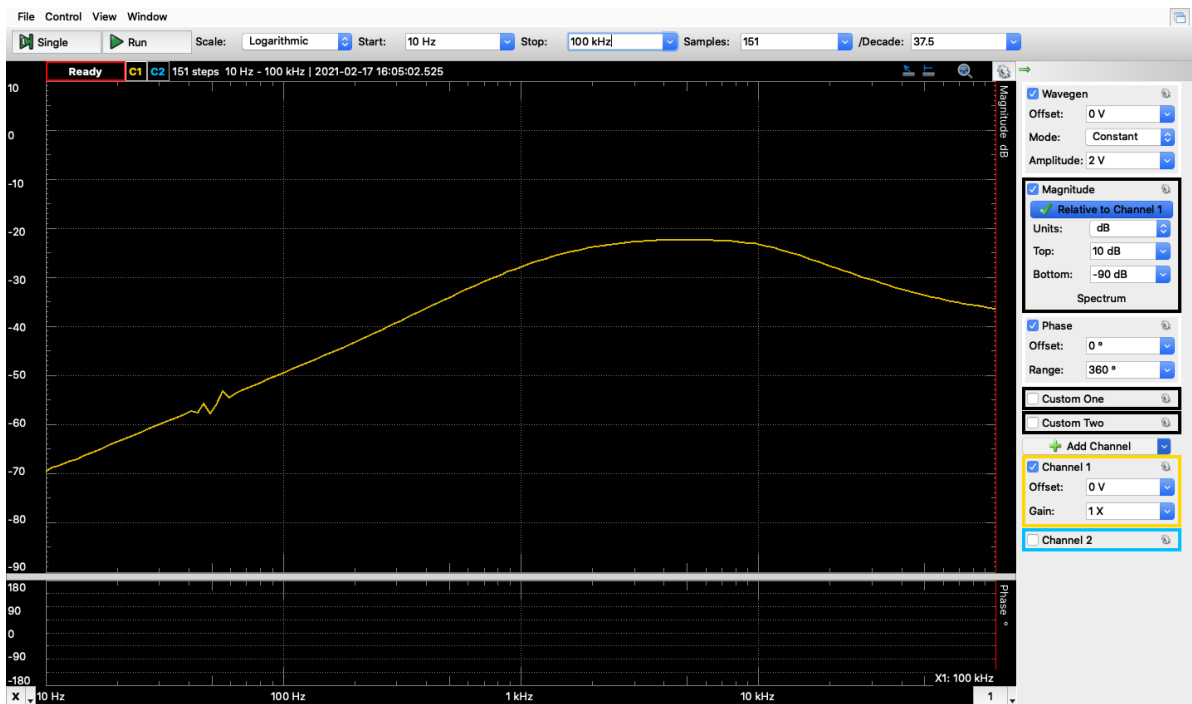


Abbildung 18: Amplitudengang Hochpass

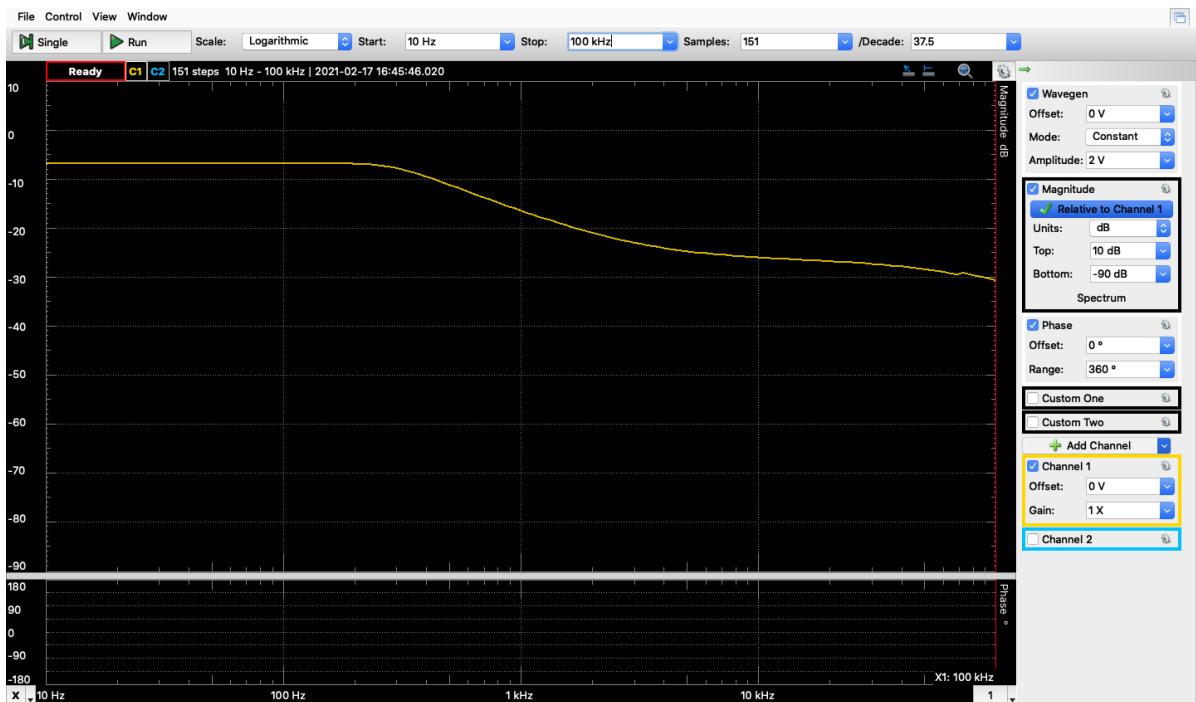


Abbildung 19: Amplitudengang Tiefpass

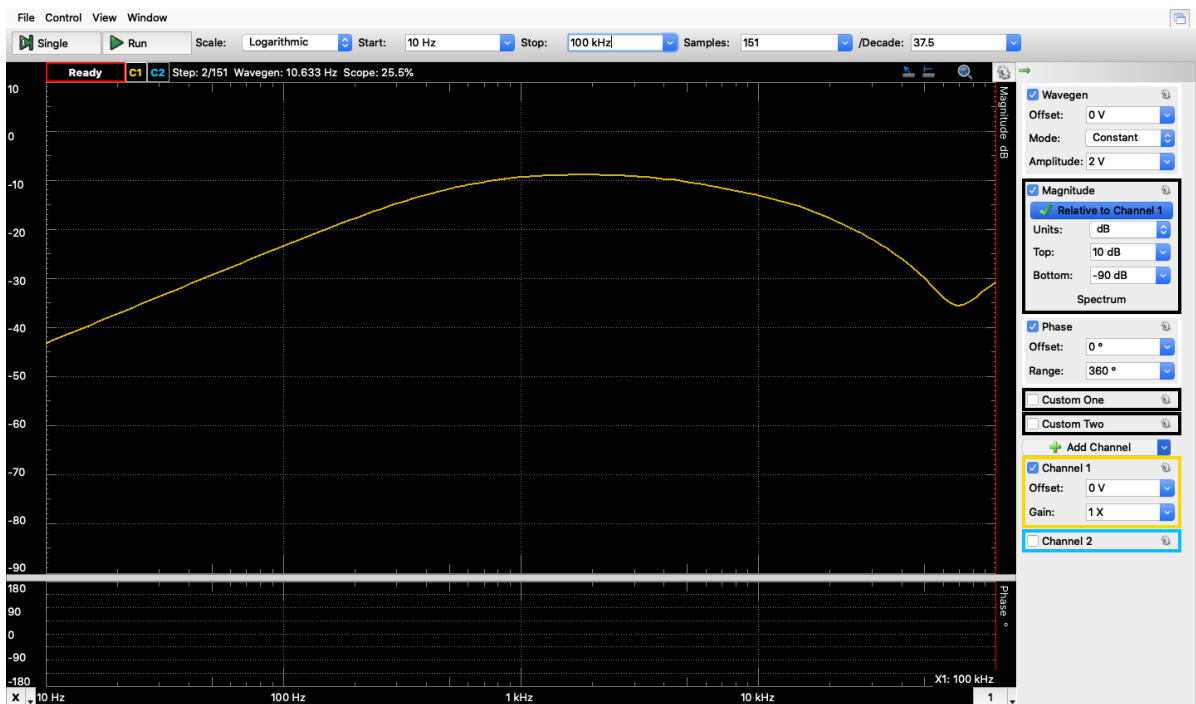


Abbildung 20: Amplitudengang Bandpass  $R_{P,max}, R_{S,max}$



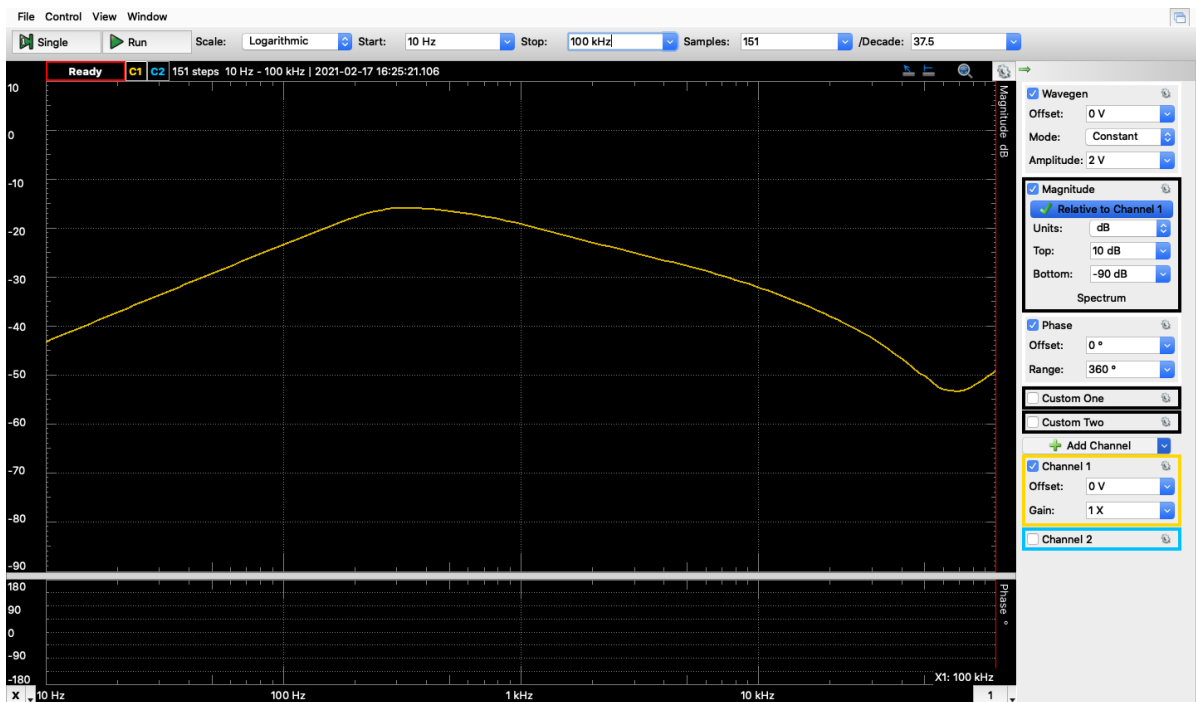


Abbildung 21: Amplitudengang Bandpass  $R_{P,min}, R_{S,min}$

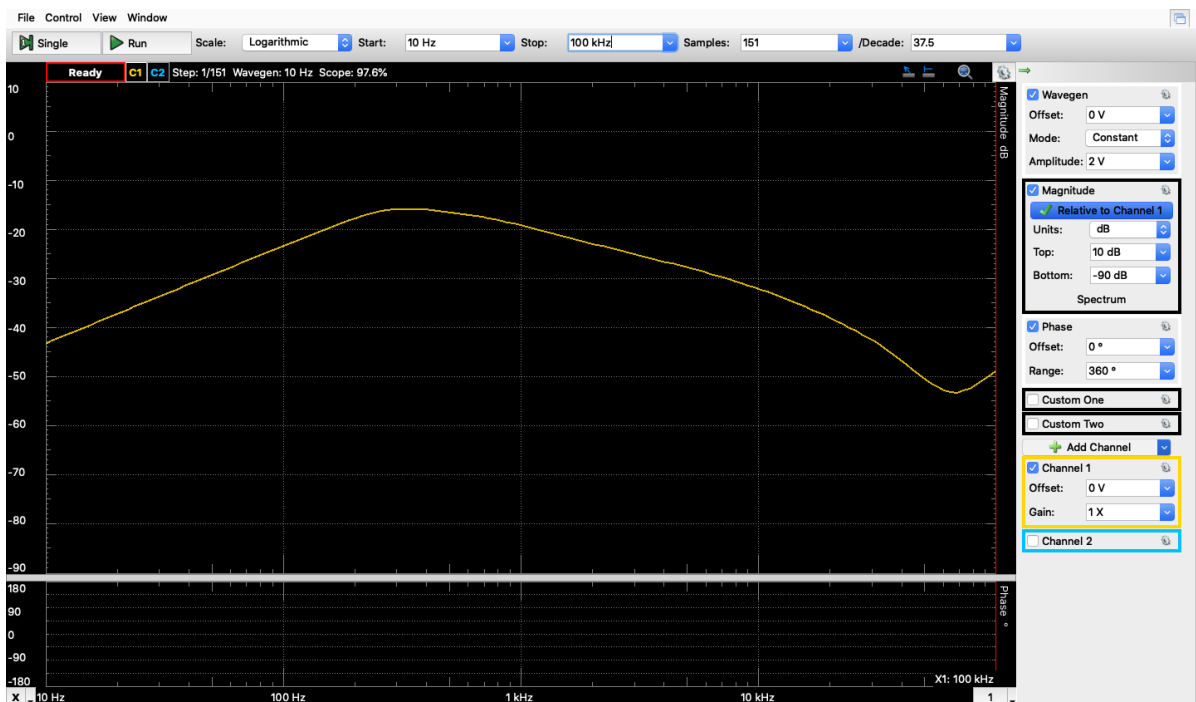


Abbildung 22: Amplitudengang Bandpass  $R_{P,max}, R_{S,min}$

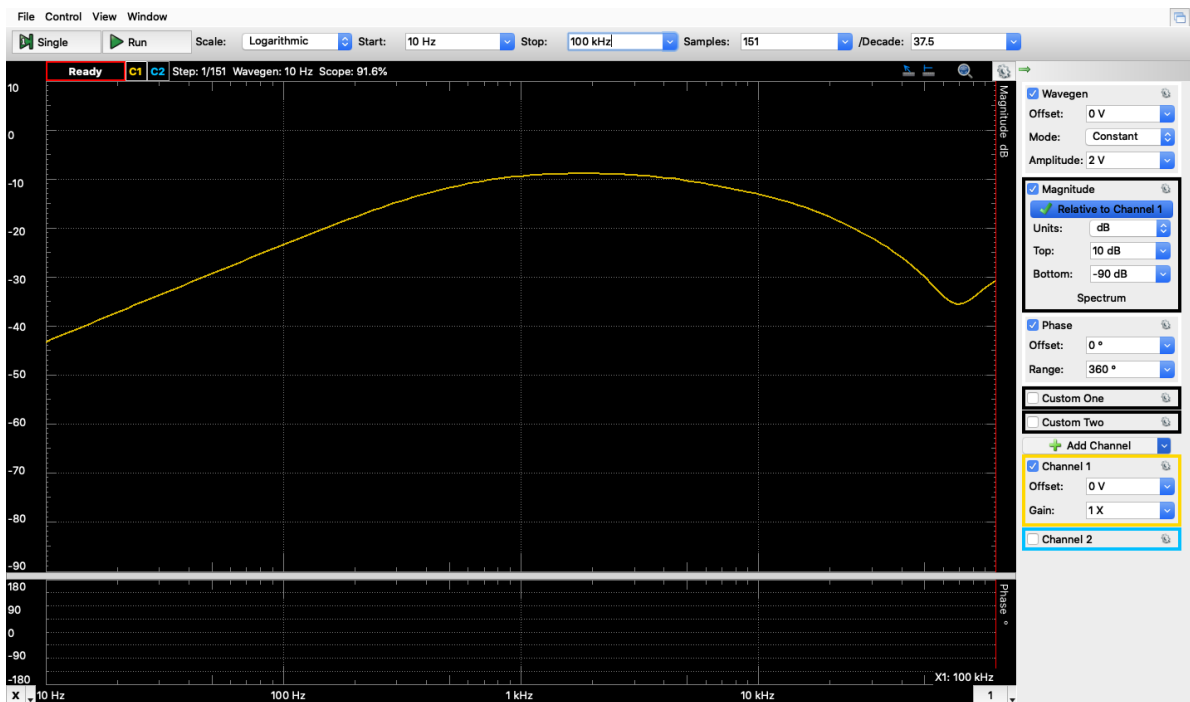


Abbildung 23: Amplitudengang Bandpass  $R_{P,min}, R_{S,max}$

In den Abbildungen 20 bis 23 sieht man, dass das Verstellen des Widerstandswerts eine Verschiebung der Mittenfrequenz hervorruft. Außerdem verändert man mit dem parallelen Potentiometer  $R_P$  die linke Flanke des Amplitudengangs und mit dem in Reihe geschalteten Potentiometer  $R_S$  die rechte Flanke.

*Ante Caran*

### 3.3.4 Dokumentation Effekte

Es werden zwei Effekte zum Audiosignal hinzufügar sein: Overdrive und ein Effekt, der zwar keinen offiziellen Namen hat, jedoch das Signal verzerrt.

Der Overdrive-Effekt wird mit einer Dioden-Clipping Schaltung erreicht, die in Abb. 24 zu sehen ist. Dazu werden zwei Dioden in entgegengesetzte Richtungen parallel verschaltet, um beide Halbwellen zu clippen. Die Ausgangsspannung wird parallel zu den Dioden gemessen, wodurch sie identisch mit dem Spannungsabfall über den Dioden ist, d.h. theoretisch beträgt  $U_{aus} = +/- 0,7V$ . Wie die reale Messung ergeben hat, wird das Signal auf ca. +/- 0,6 V begrenzt, siehe Abb. 25. Falls man die Grenzwert verdoppeln möchte, müsste man in beide Richtungen jeweils noch eine Diode hinzuschalten. Bei drei Dioden je Richtung würde das Signal theoretisch erst bei +/- 2,1 V geclippt werden.

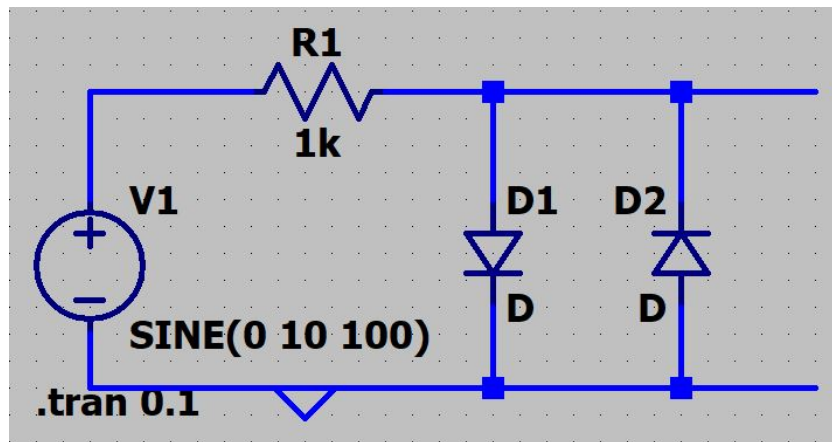


Abbildung 24: Clippingschaltung zur Erzeugung des Overdrive-Effektes

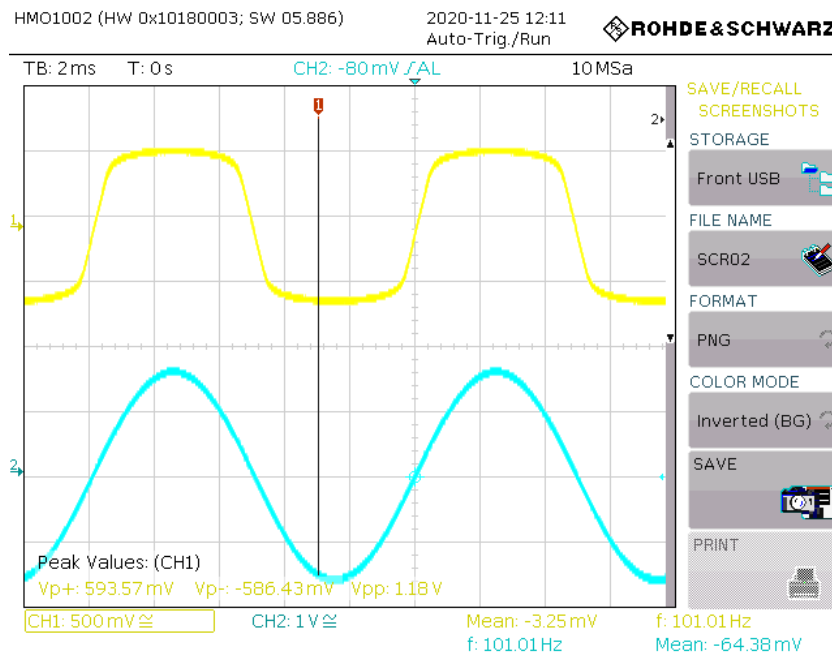


Abbildung 25: Messung des Overdrive-Effektes

Die zweite Schaltung (Abb. 26) sollte eigentlich die Frequenz des Signals verdoppeln. Beim Aufbauen und Simulieren der Schaltung kam es jedoch nicht zu einer Frequenzverdopplung, sondern

zu einer Verzerrung. Das Signal wird je nach Amplitude stärker (Abb. 28) oder schwächer (Abb. 27) verzerrt. Je höher die Amplitude, desto stärker die Verzerrung.

Der Widerstand R1, der Kondensator C1 und der Komparator U1 bilden eine Delayschaltung. Der Ausgang des Komparators wird auf den zweiten Eingang eines XORs geführt. Am ersten Eingang liegt das ursprüngliche Eingangssignal an. Die identischen Widerstände R2 und R3 bilden einen Spannungsteiler, der eine 50%-Schwelle für die Delayschaltung erzeugt.

Es kann sein, dass der gewünschte Effekt nicht zustande kommt, da nicht dieselben Bauteile benutzt wurden. R2 und R3 besitzen einen Widerstand von  $4,7\Omega$ , statt  $5,1\Omega$ . C1 hat eine Kapazität von  $15\text{pF}$  statt  $22\text{pF}$  und für C5 wurden  $10\text{pF}$  benutzt, da die Einheit auf dem Schaltbild nicht entziffert werden konnte. Außerdem wurde statt einem fertigen XOR ein XOR aus vier NAND-Gattern aufgebaut, siehe Abb. 29.

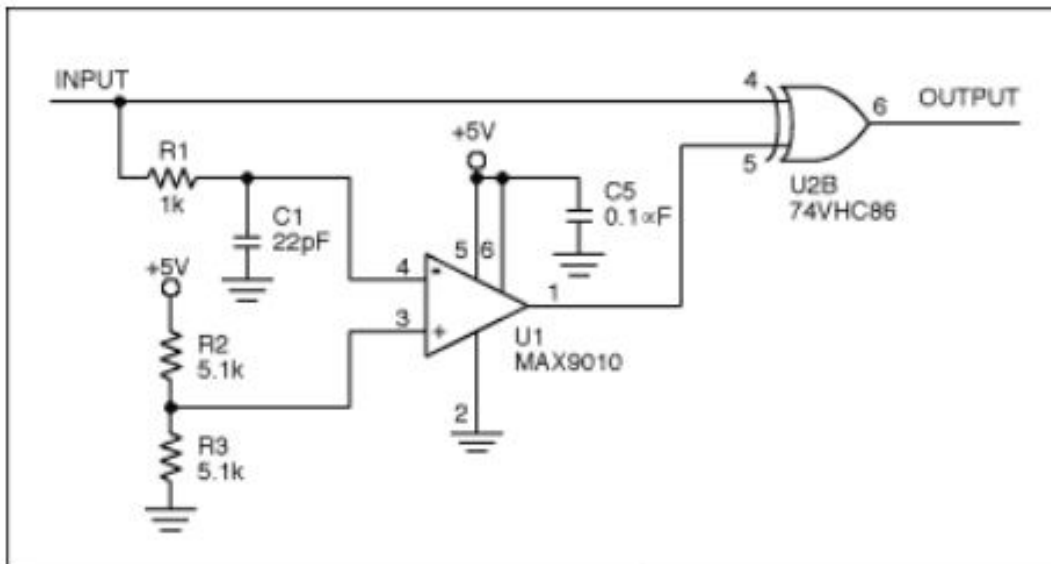


Abbildung 26: Schaltung zur Frequenzverdopplung

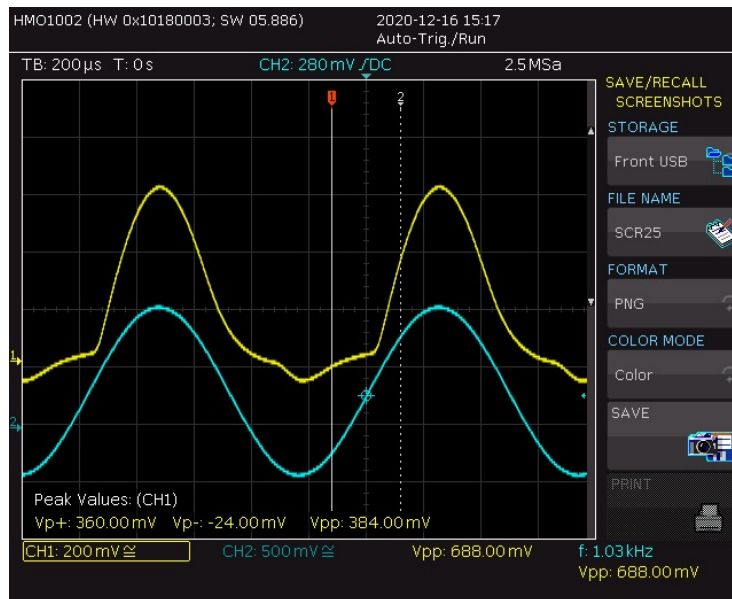


Abbildung 27: Verzerrung mit kleiner Amplitude

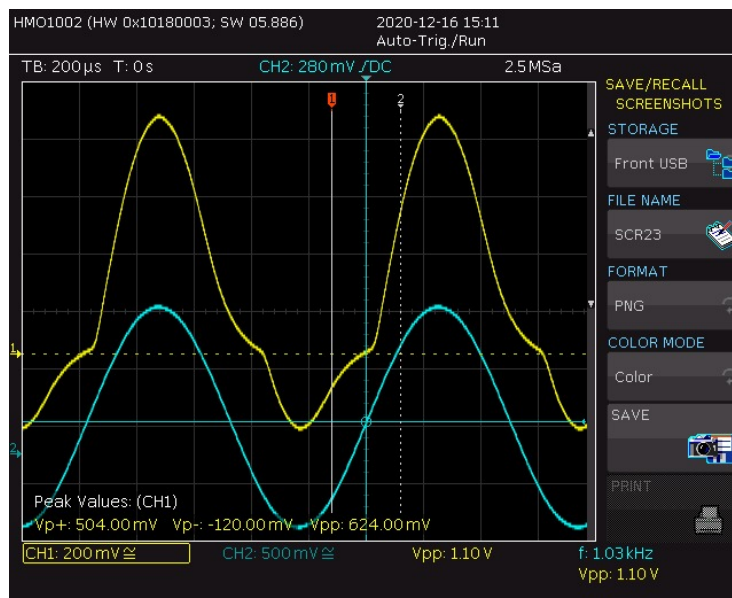


Abbildung 28: Verzerrung mit hoher Amplitude

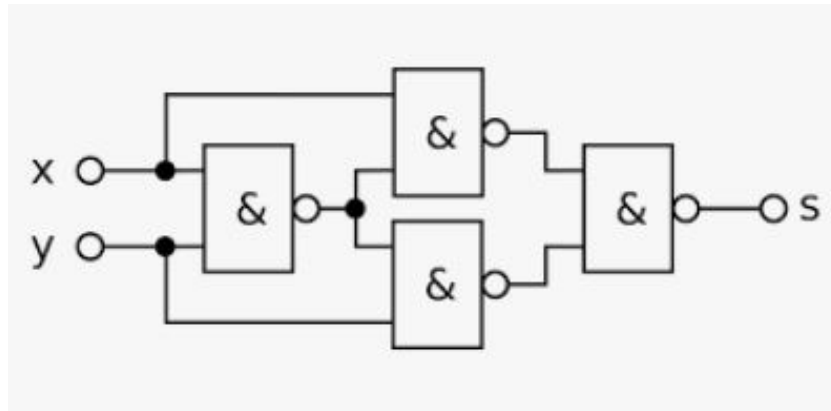


Abbildung 29: XOR aus vier NAND-Gattern (Quelle: [1])

In den Abbildungen 30 und 31 sieht man das Eagle Schematic und die Board-Ansicht des Pinbreakouts für den MAX9010. Der IC war leider nur in SMD-Form bestellbar, weshalb ein Pinbreakout extra erstellt werden musste.



Abbildung 30: Effekte Pinbreakout: Eagle Schematic

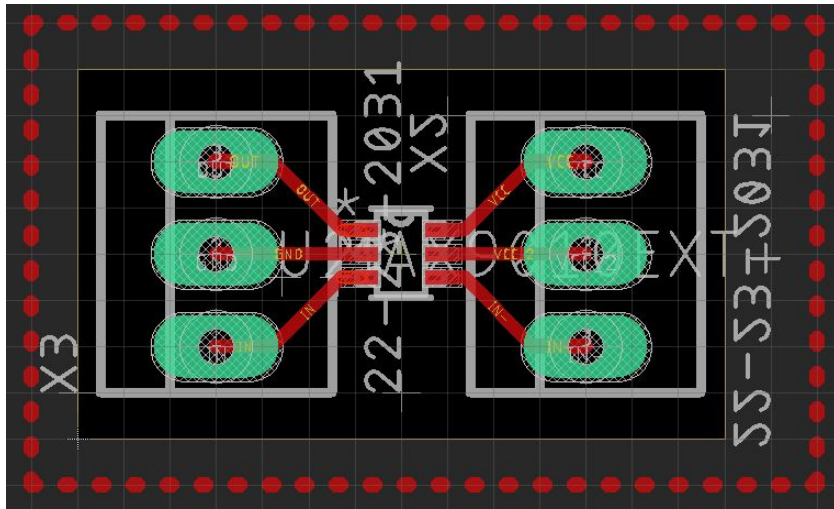


Abbildung 31: Effekte Pinbreakout: Eagle Board

Die Abbildungen 32 und 33 zeigen das Eagle Schematic und die Board-Ansicht für die ganze Effekte-Platine.

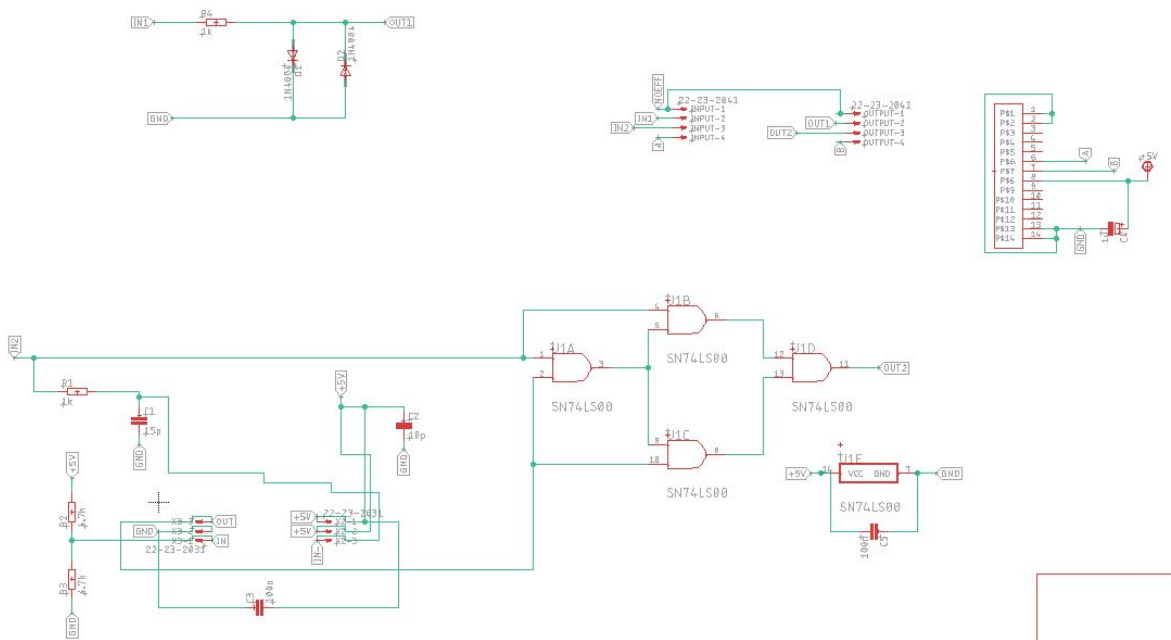


Abbildung 32: Effekte: Eagle Schematic

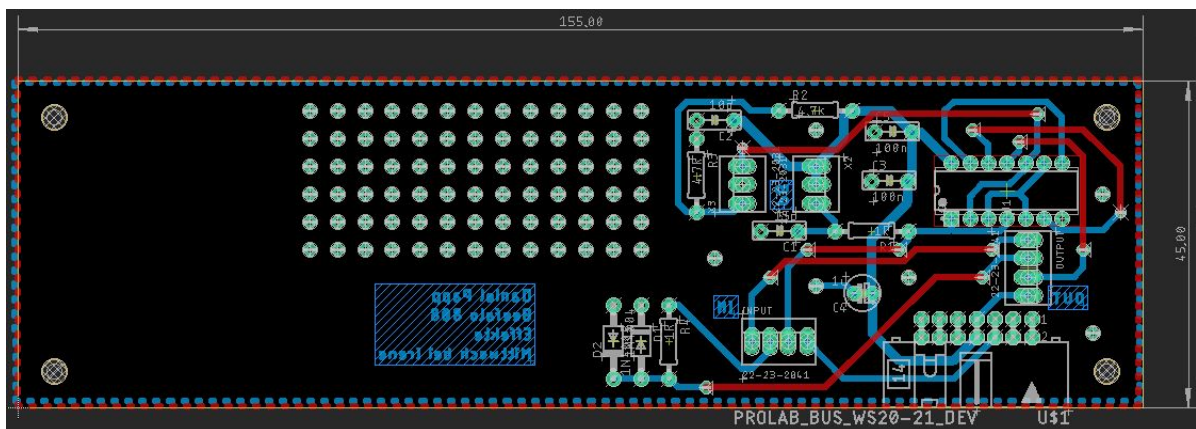


Abbildung 33: Effekte: Eagle Board

In den folgenden Abbildungen 34-37 sind die gemessenen Signalverläufe am Ausgang der Effekt-Platine zu sehen. Dabei ist zu bemerken, dass sowohl No-Effekt, als auch der Clipping-Effekt funktionieren.

Der zweite Effekt stellte sich als ein Problem dar, denn es kamen immer wieder unterschiedliche Signalverläufe heraus. In Abb. 36 ergab sich eine Art Frequenzmodulation, d.h. bei hoher Amplitude des Eingangssignals (gelb) ist die Frequenz des Ausgangssignals (blau) extrem stark gestiegen. Bei niedriger Amplitude kam es hingegen zu keiner Frequenzänderung. Eine Woche darauf wurde plötzlich statt dem frequenzmodulierten Signal eine Rechteckfolge ausgegeben, siehe Abb. 37. Mögliche Erklärungen könnten eventuell lockere Kabel in den Buchsen, kalte Lötstellen oder durchgebrannte Teile sein. Dabei steht vor allem der MAX 9010 wegen seiner winzigen Größe unter Verdacht.



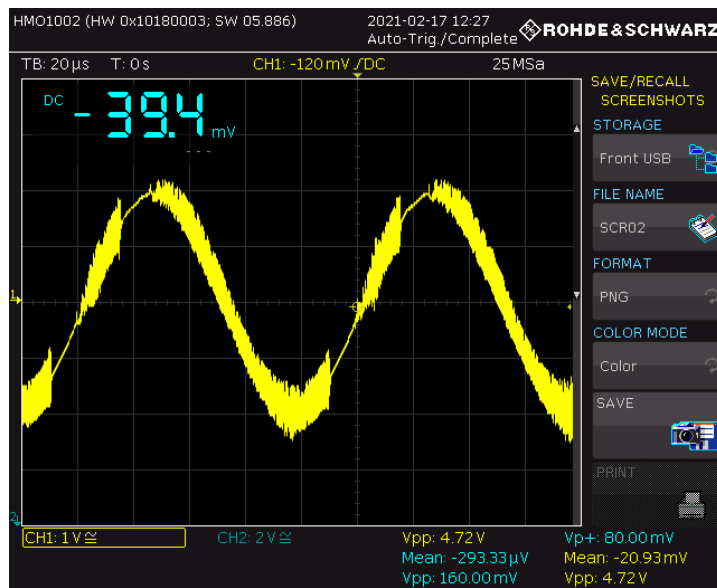


Abbildung 34: Signalverlauf am Ausgang der Platine bei keiner Benutzung von Effekten (Oszilloskop)

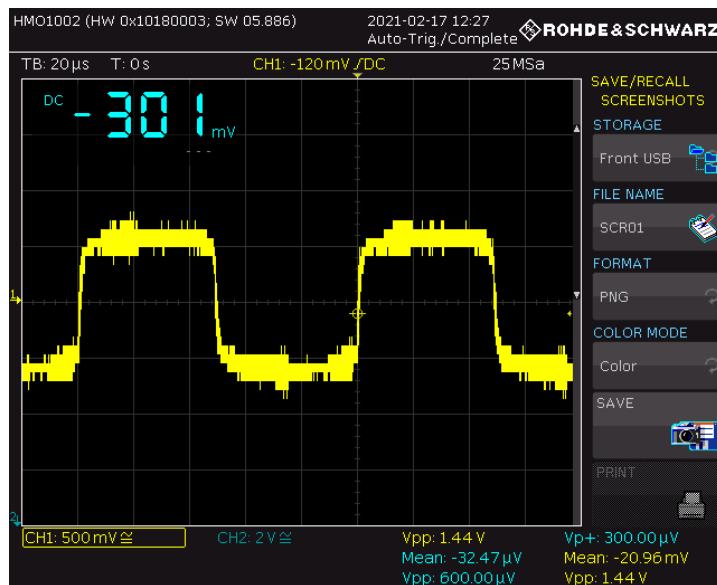


Abbildung 35: Signalverlauf am Ausgang der Platine bei Benutzung des Clipping-Effektes (Oszilloskop)

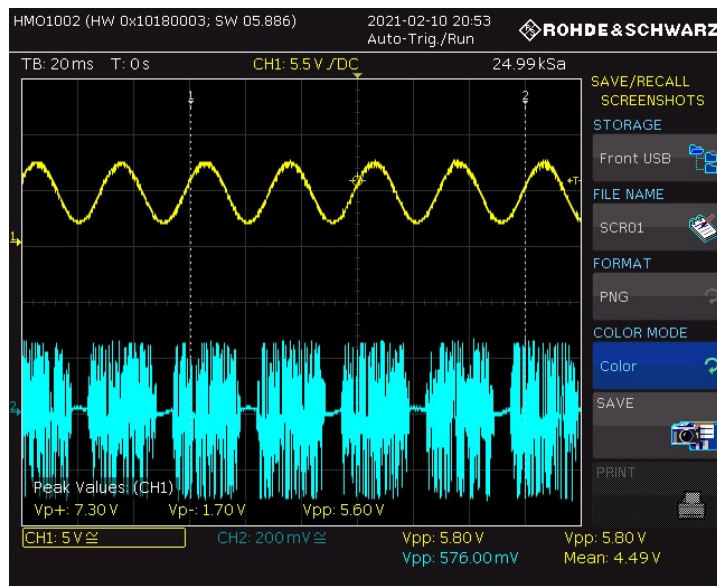


Abbildung 36: Signalverlauf am Ausgang der Platine bei Benutzung des 2. Effektes (Oszilloskop)

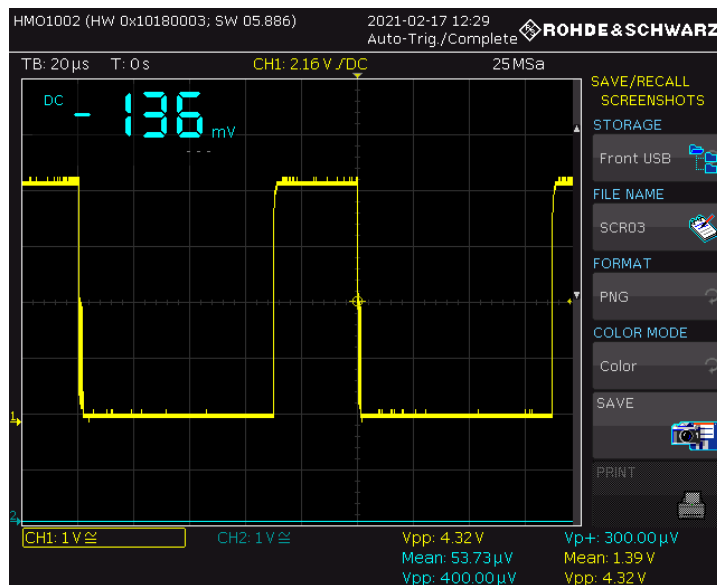


Abbildung 37: Signalverlauf am Ausgang der Platine bei Benutzung des 2. Effektes (Oszilloskop)

In den Abb. 38 und 39 sind sowohl die fertig gelötete Platine als auch der Schalter zu sehen. Die Verkabelung des Schalters ist in Abb. 40 zu sehen.

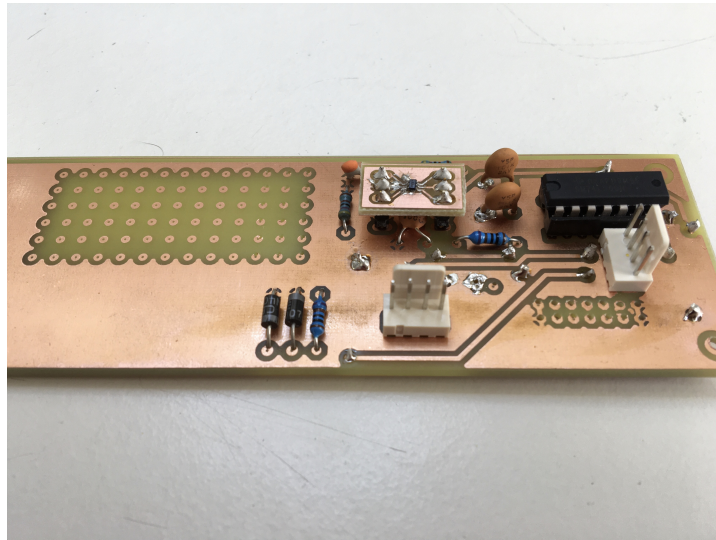


Abbildung 38: Effekte-Platine ohne Schalter

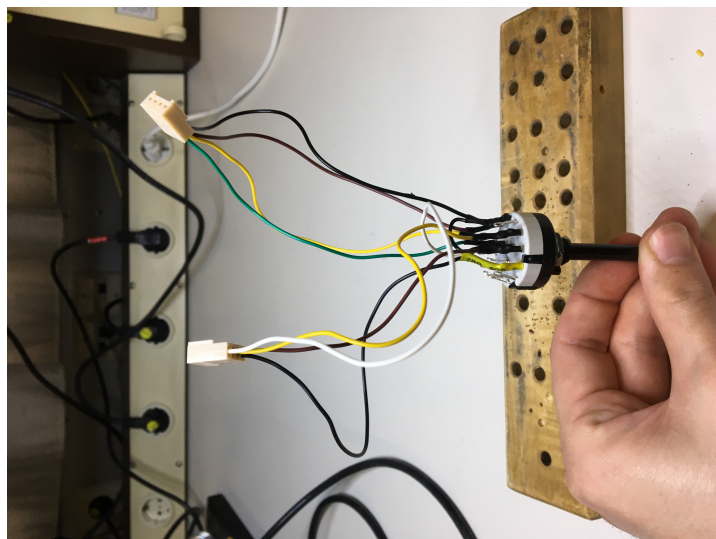


Abbildung 39: Schalter zum Wechseln zwischen Effekten

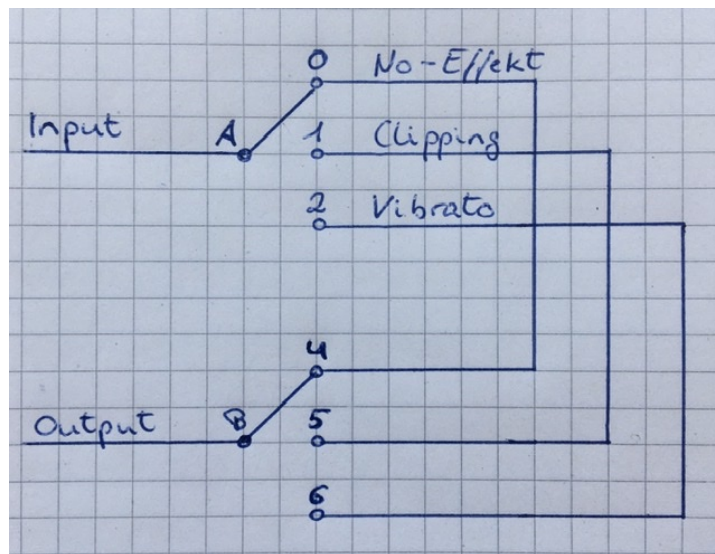


Abbildung 40: Schalter-Verkabelung

Nachdem alle Teilschaltungen ins Gehäuse eingebaut wurden, haben die Effekte aufgehört zu funktionieren, es kam irgendwo zu einem Kurzschluss. Aus diesem Grund wurde der Effektschalter zum Ein-Aus-Schalter umfunktioniert.

*Daniel Papp*

### 3.3.5 Dokumentation Master

Unser Master addiert zwei Eingangssignale mithilfe von zwei invertierenden Summierverstärkern. Zur Einstellung der Amplituden werden Potentiometer verwendet. Als Eingangsspannung wird 1V angenommen. Die Ausgangsspannung beträgt je nach Verstärkung bis zu 20V. Die Betriebsspannung vom OPV LM 833 N ist  $\pm 12V$ . Bei der Simulation mit LTSpice (Abb. 41) ergab sich ein korrekter Verlauf der Ausgangsspannung (rote Kurve), die aus den beiden Eingängen (blau und grüne Kurven) hervorging.

Beim Steckbrettaufbau der Schaltung ergaben sich Schwierigkeiten, da das Ausgangssignal verzerrt wurde (Abb. 42 und 43) und die beiden Eingänge gar nicht addiert und verstärkt wurden.

Nach intensiver Fehlersuche und verschiedenen Aufbauten wurde letztendlich der OPV NE5532 DIP mit einer Betriebsspannung von  $\pm 15V$  und der Verchaltung in Abb. 44 benutzt. Dadurch ergab sich das gewünschte Ausgangssignal.

Ein 1kHz Sinussignal wird jeweils mit einem 10kHz Sinus- (Abb. 45) bzw. Rechtecksignal (Abb. 46) überlagert. Die Verstärkung lässt sich über die Potentiometer einstellen.

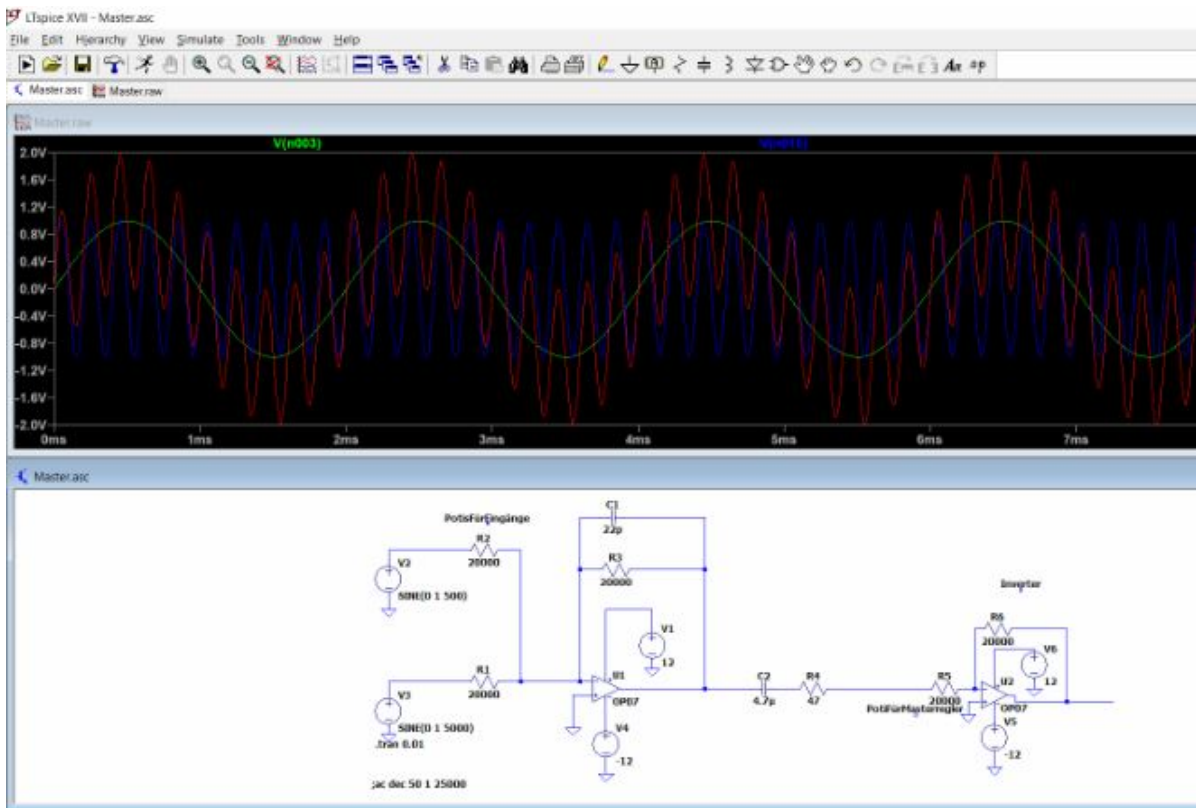


Abbildung 41: Masterschaltung Simulation LTSpice

Anfangs ergaben sich die folgenden fehlerhaften Verläufe, womöglich bedingt durch beschädigte Bauteile, kalte Lötstellen oder einen fehlerhaften Aufbau.

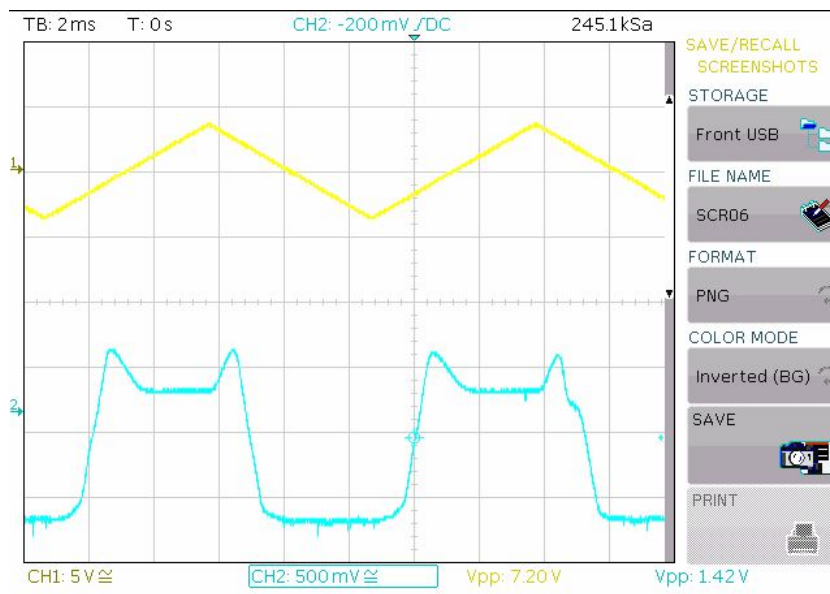


Abbildung 42: Master Ausgang Verzerrung 1 (Oszilloskop)

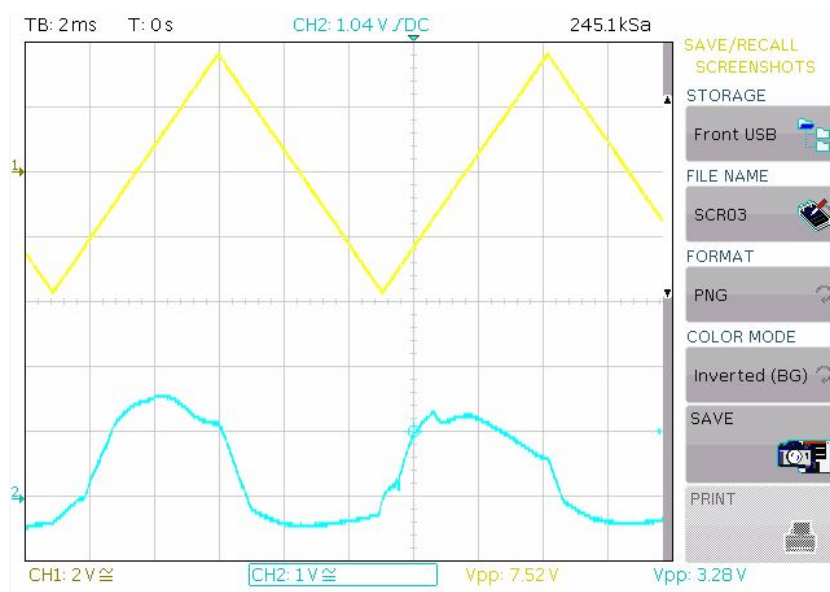


Abbildung 43: Master Ausgang Verzerrung 2 (Oszilloskop)



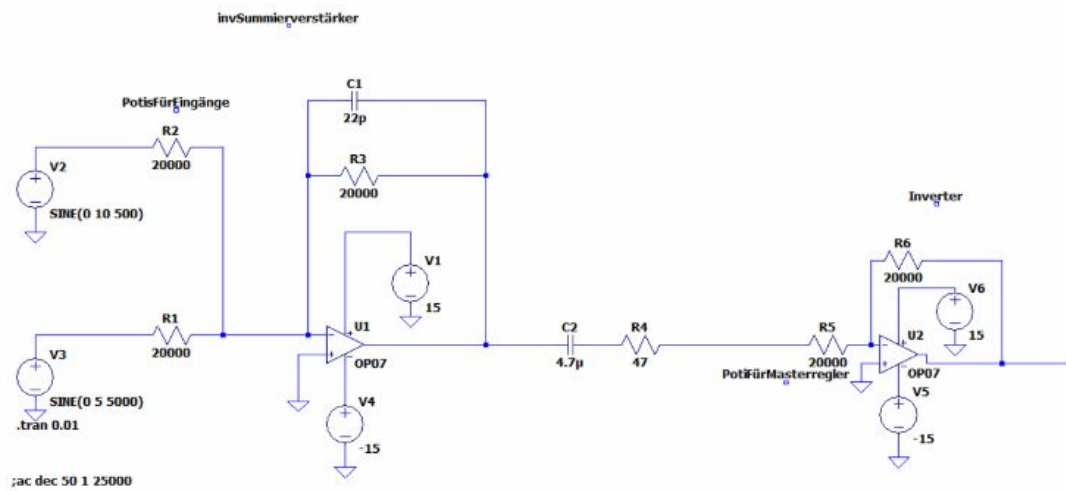


Abbildung 44: Anfängliche Masterschaltung in LTSpice

Nun folgen die Screenshots des korrigierten Steckbrettaufbaus. Insbesondere im ersten Screenshot fällt eine Verzerrung auf, diese könnte auf die Steckkontakte zurückzuführen sein.

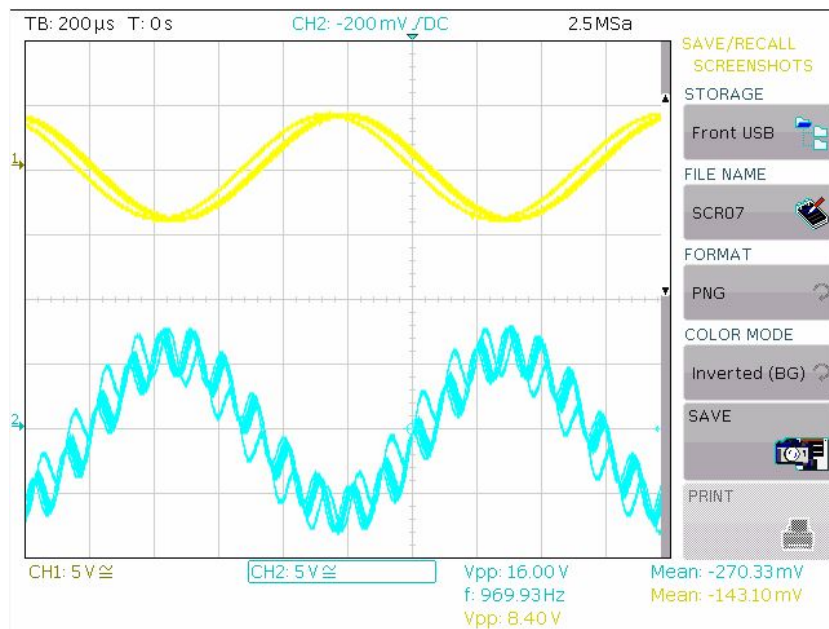


Abbildung 45: Master Ausgang Sinus (1kHz) mit Sinus (10kHz) überlagert: Oszilloskop Aufnahme

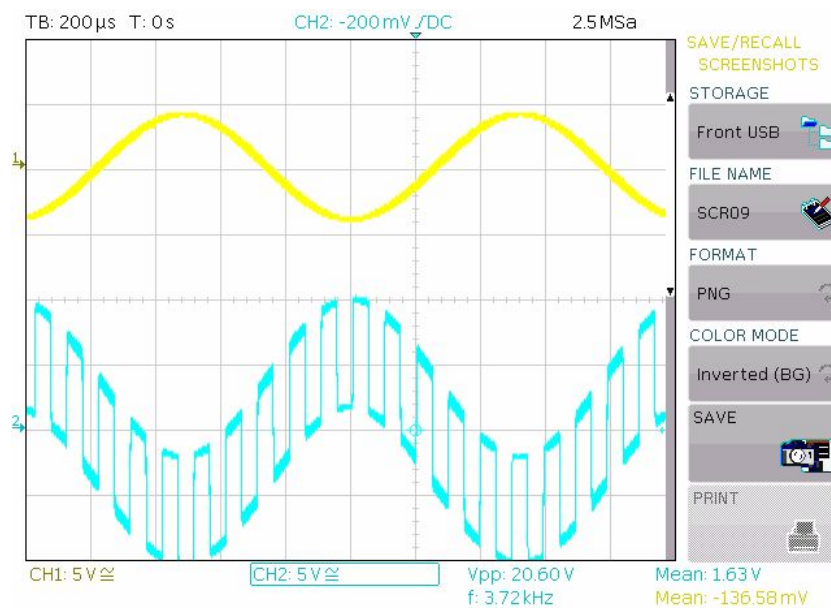


Abbildung 46: Master Ausgang Sinus (1kHz) mit Rechteck (10kHz) überlagert: Oszilloskop Aufnahme

Im Laufe des Projektes erwies es sich als klug, den Master getrennt vom Summierverstärker zu realisieren. So wird der Summierverstärker nun hinter den Eingangsverstärkern und vor dem Equalizer platziert. Weiterhin wird der Master hinter die Effekte geschaltet und dient somit als finale Lautstärkeanpassung. Außerdem wird in der finalen Schaltung der TL074L DIP Operationsverstärker genutzt. In den Abbildungen 47 und 51 sind sowohl das Schematic, als auch die Board-Ansicht des Masters und des Summierverstärkers zu sehen.



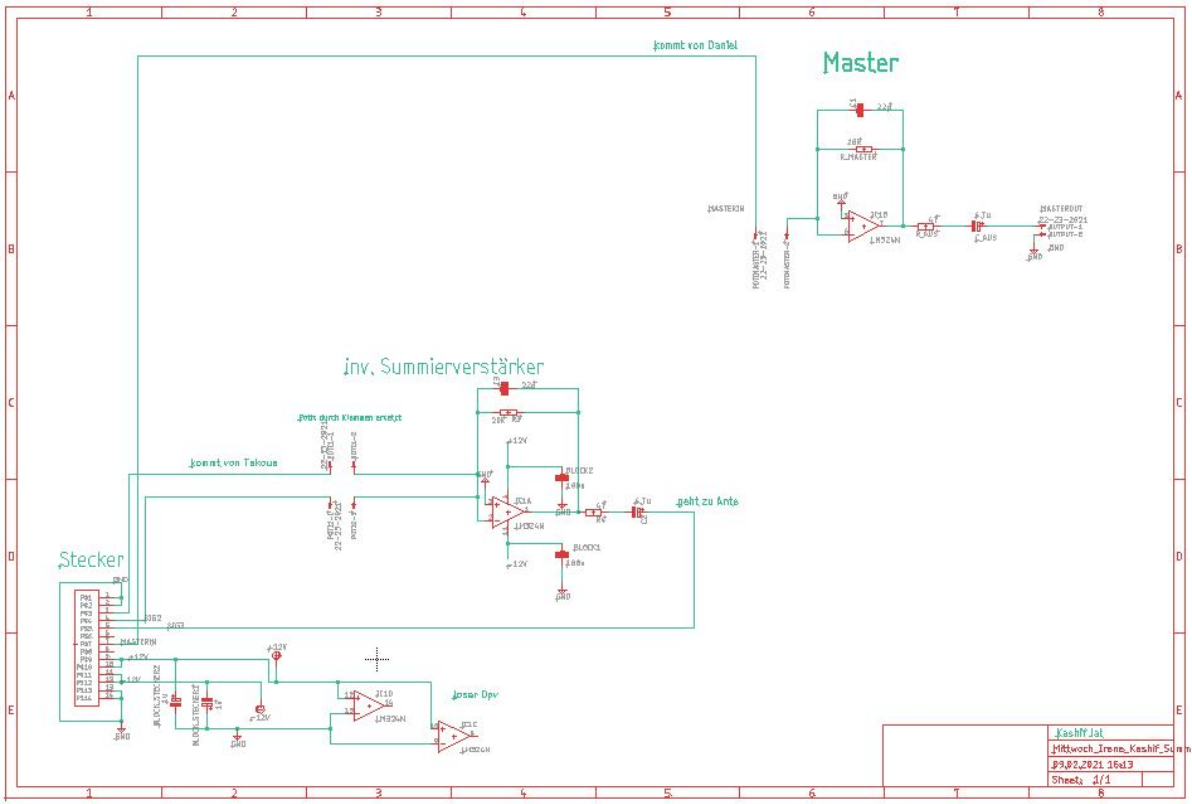


Abbildung 47: Master & Summierverstärker: Eagle Schematic

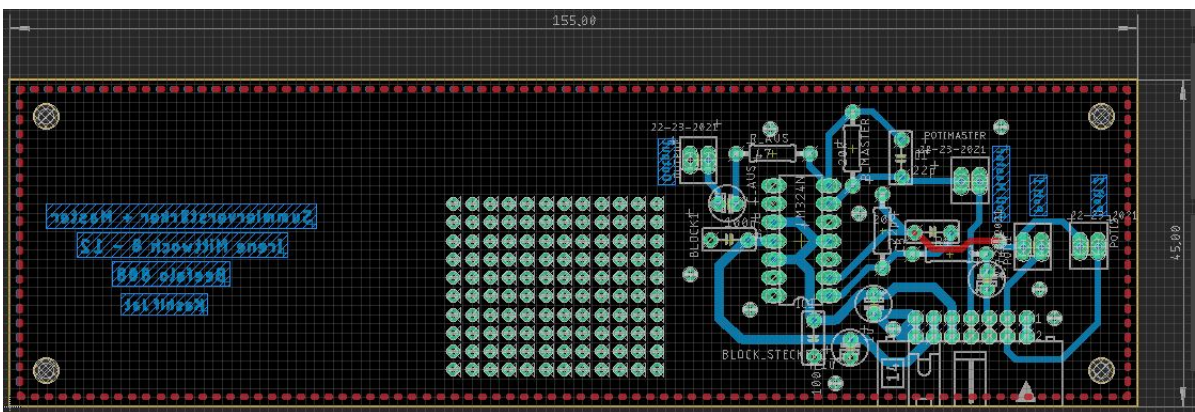


Abbildung 48: Master & Summierverstärker: Eagle Board

Anschließend wurden der Master und der Summierverstärker einzeln getestet. Für den Summier-

verstärker wurden zwei Sinussignale mit 100Hz und 1kHz (gelb) addiert und es ergibt sich der folgende Ausgang (blau).

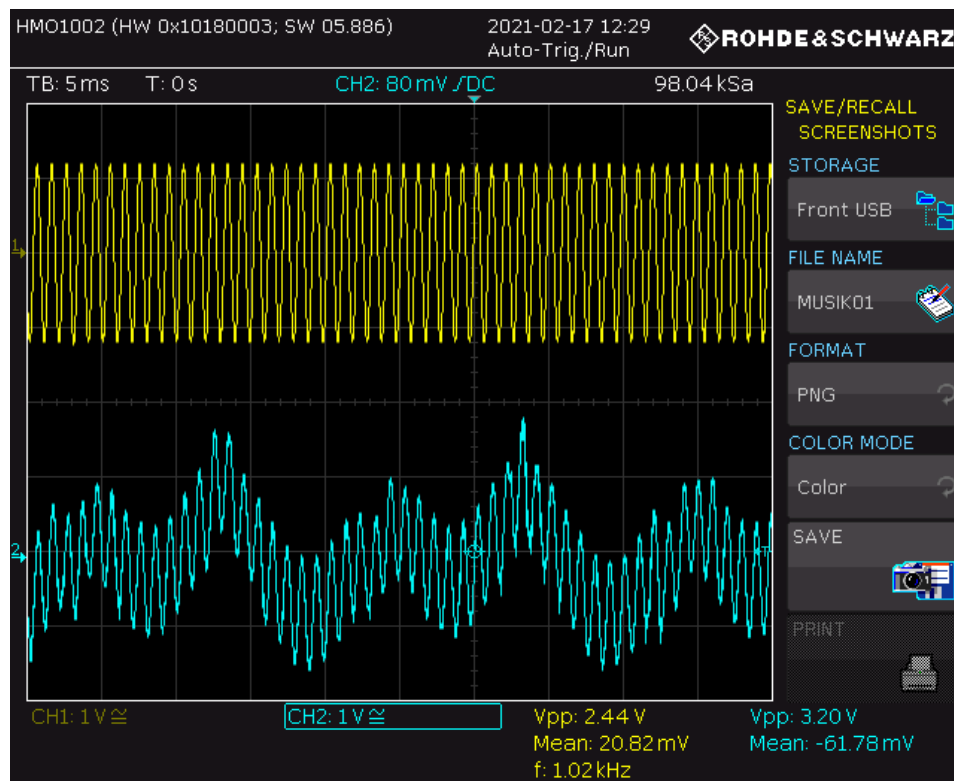


Abbildung 49: Summierverstärker Boardtest: Oszilloskop Aufnahme

Weiterhin wurde der Master getestet, über das Potentiometer lässt sich die Amplitude des Ausgangs(blau) bestimmen.

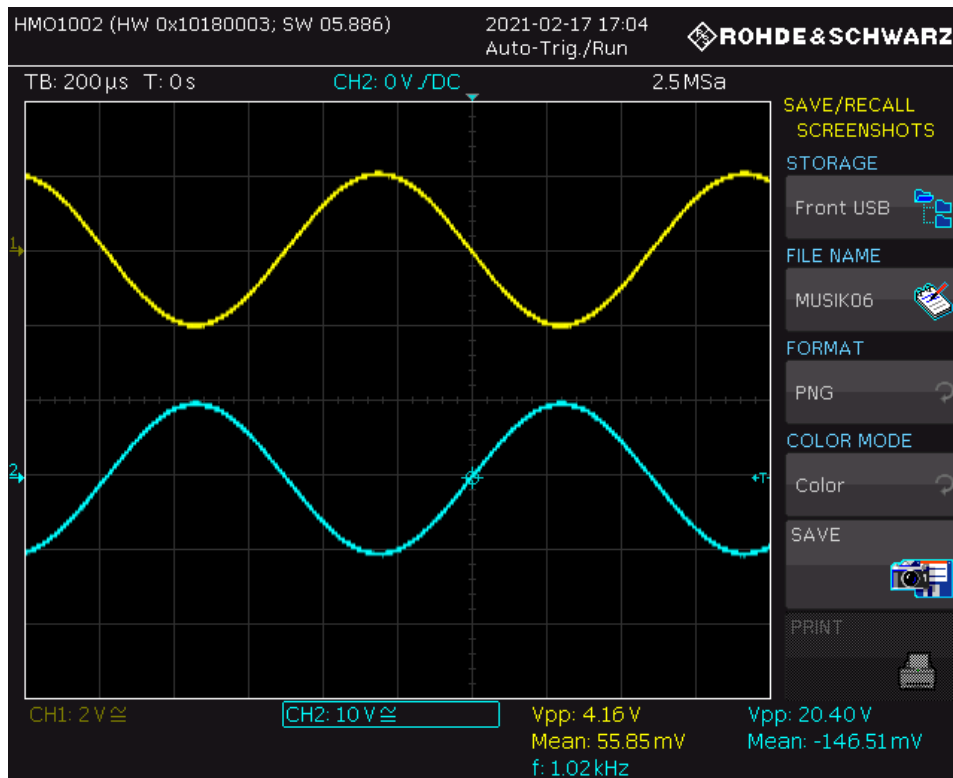


Abbildung 50: Master Boardtest: Oszilloskop Aufnahme

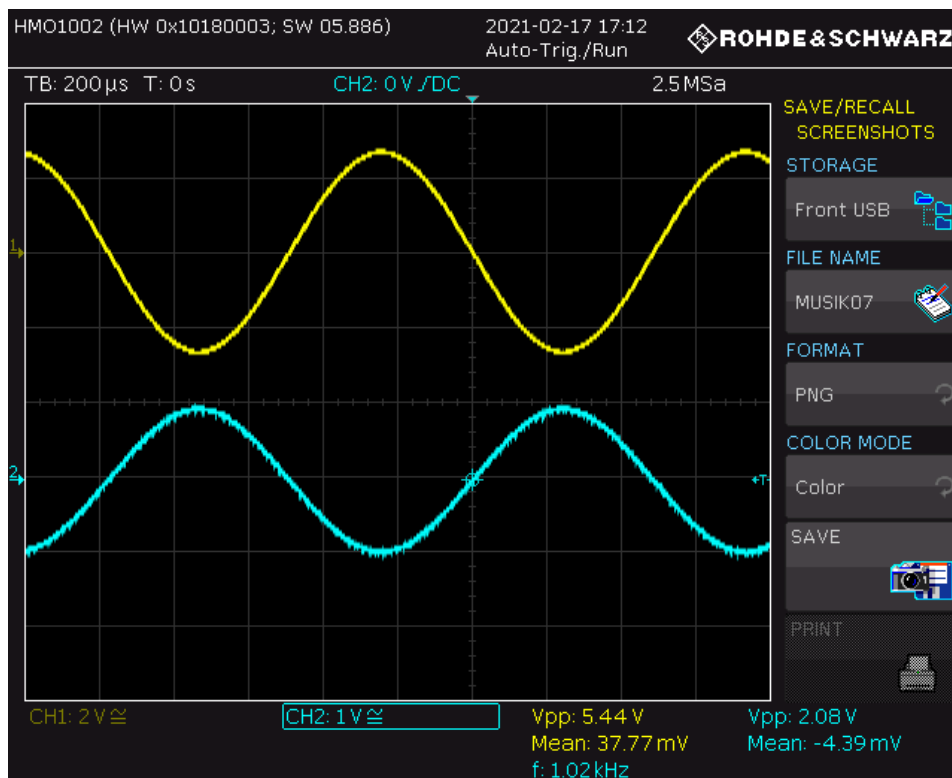


Abbildung 51: Master Boardtest: Oszilloskop Aufnahme

Auf dem ersten Verlauf ist eine Verstärkung von 4V auf 20V peak to peak zu erkennen. Im zweiten Screenshot wird von 4V auf 2V gedämpft.

*Kashif Fabian Inayat  
Ullah Jat*

### 3.4 Benutzerhandbuch

Zur Inbetriebnahme müssen erstmal an der Seite alle Versorgungsspannungen angelegt werden. Mit den Schaltern in der oberen Reihe bedient man den Equalizer, d.h. man wählt aus, welche Frequenzen verstärkt/gedämpft werden. Außerdem müssen die roten Schalter auf On gestellt werden, um den Equalizer bedienen zu können. Wenn man den Input des Mischpults ausschalten will, dreht man am schwarzen Schalter in der zweiten Reihe. Der Schalter unten links dient zur Lautstärkeregelung.

## 3.5 Bauteile

Eingangsverstärker:

- 4 x Keramik-Kondensator 100nF
- 4 x Präzisionspotentiometer, 25 Gänge, stehend, 10k $\Omega$
- 2 x Widerstand 10k $\Omega$
- 4 x Widerstand 1k $\Omega$
- 3 x Elko 1 $\mu$ F
- 2 x Vielschicht-Kerko 100nF
- 1 x OPV NE 5532 A DIP
- 1x4 polig Buchse MOLEX 22013047
- 1x2 polig Buchse MOLEX 22013027
- 1x4 polig Stecker MOLEX 22232041
- 1x2 polig Stecker MOLEX 22232021

Equalizer:

- 1 x Elko 4,7 $\mu$ F
- 2 x Kerko 100nF
- 2 x Elko 470nF
- 2 x Elko 220nF
- 4 x Miniatur-Kippschalter, EIN-AUS-EIN
- 1 x Drehpotentiometer 2,2k $\Omega$
- 1 x Drehpotentiometer 1k $\Omega$
- 2 x Drehpotentiometer 250 $\Omega$
- 2 x Elko 47 $\mu$ F
- 5 x Widerstand 20k $\Omega$
- 1 x Kerko 22pF
- 1 x Widerstand 47 $\Omega$
- 1 x OPV LM 358 P

Effekte:

- 2 x Gleichrichterdiode 1N 4004
- 2 x Widerstand  $1k\Omega$
- 2 x Widerstand  $4,7k\Omega$
- 1 x Vierfach 2-Eingangs-POsitive-NAND-Gatter SN 74LS00N
- 2 x Kerko  $100nF$
- 1 x Kerko  $15pF$
- 1 x Kerko  $10pF$
- 2 x Stiftleisten 1x3, gerade, MPE 087-1-003
- 2 x 1x4 polig Stecker MOLEX 22232041
- 1 x Stufen-Drehschalter, 3 Pole, 3x4 Stellungen, DS3

Summierverstärker und Master:

- 5 x 1x2 polig Stecker MOLEX 22272021
- 5 x 1x2 polig Buchse MOLEX 22013027
- 3 x Drehpotentiometer  $50k\Omega$
- 10 x Crimpkontakt Buchse MOLEX 8500032
- 5 x Widerstand  $20k\Omega$
- 3 x Kerko  $100nF$
- 3 x Elko  $4,7kF$
- 3 x Kerko  $22pF$
- 3 x Elko  $1\mu F$
- 4 x Widerstand  $47\Omega$
- 1 x OPV TL 074 DIL

# 3.6 Layouts

## 3.6.1 Eingangverstärker

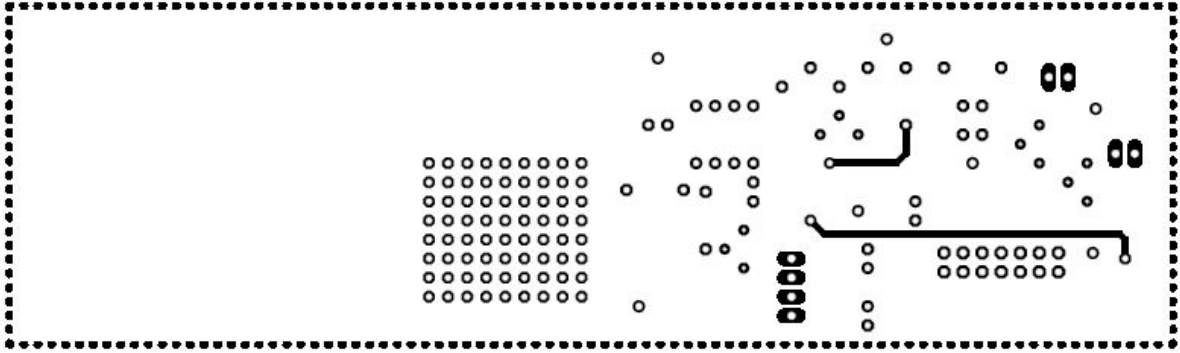


Abbildung 52: Eingangverstärker-Board: Top

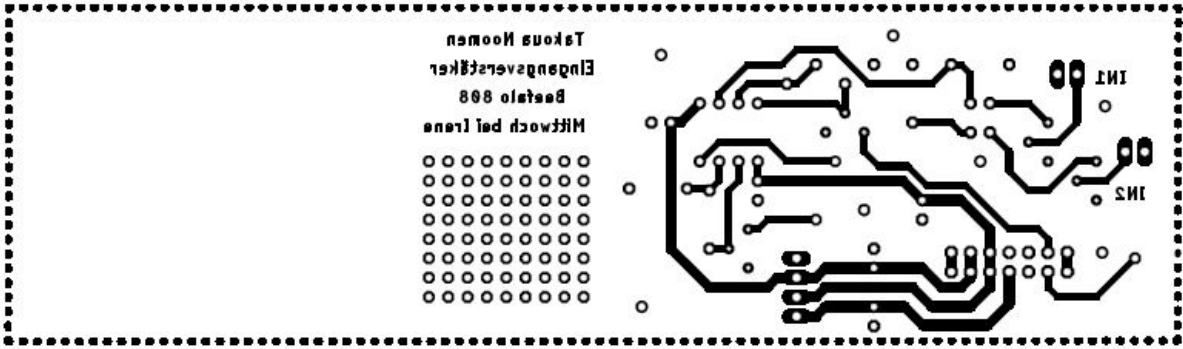


Abbildung 53: Eingangverstärker-Board: Bottom

3.6.2 Equalizer

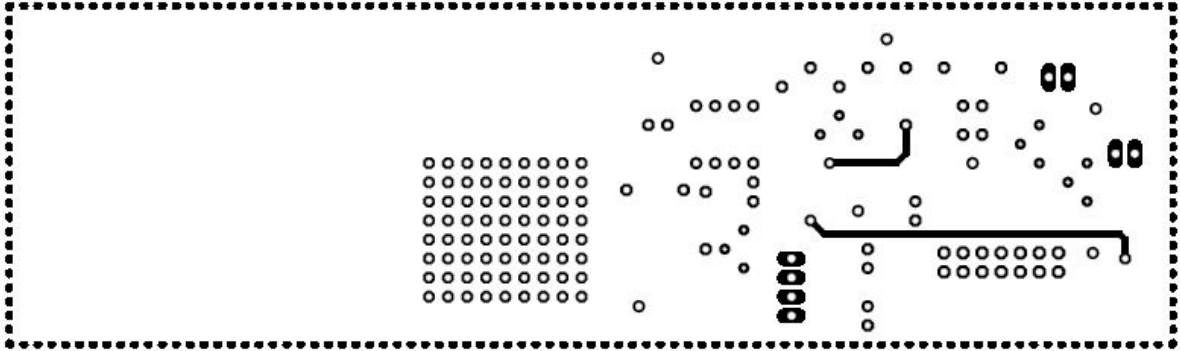


Abbildung 54: Equalizer-Board: Top

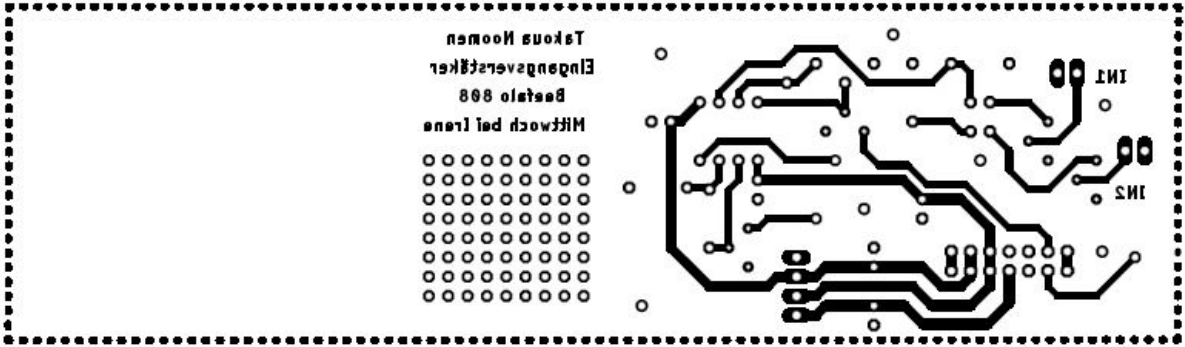


Abbildung 55: Equalizer-Board: Bottom



3.6.3 Effekte

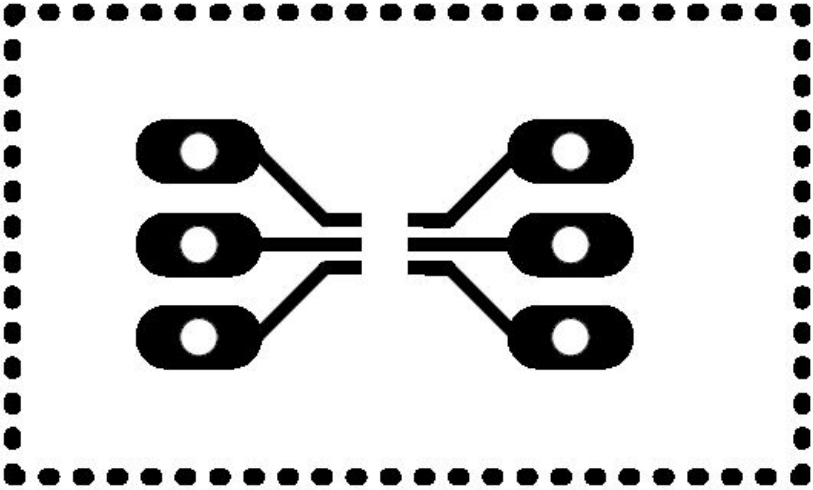


Abbildung 56: Effekte-Pinbreakout-Board: Top

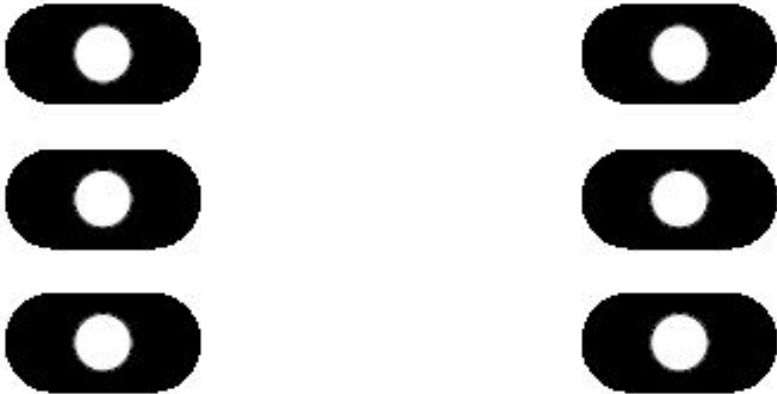


Abbildung 57: Effekte-Pinbreakout-Board: Bottom

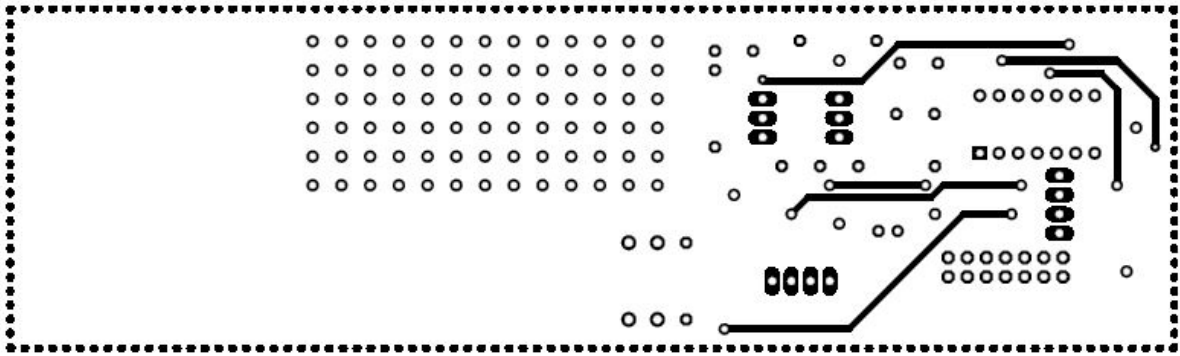


Abbildung 58: Effekte-Board: Top

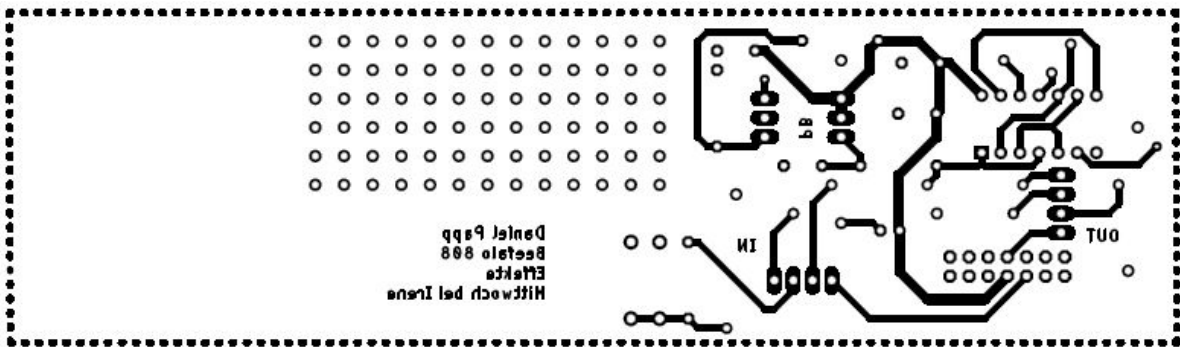


Abbildung 59: Effekte-Board: Bottom

### 3.6.4 Summierverstärker und Master

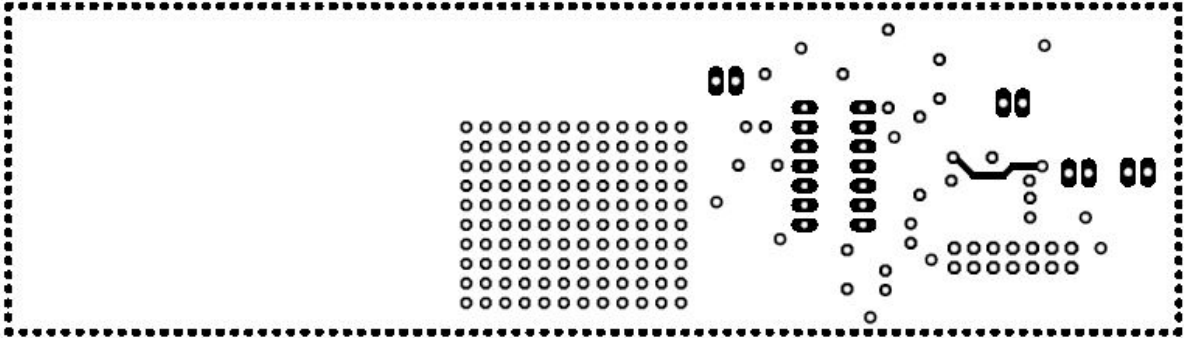


Abbildung 60: Master & Summierverstärker-Board: Top

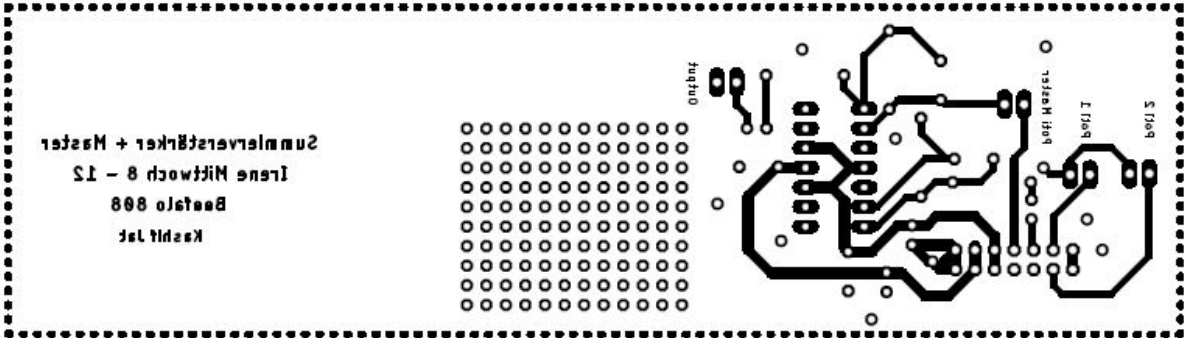


Abbildung 61: Master & Summierverstärker-Board: Bottom

## Literatur

[1] [https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:XOR\\_Aufbau\\_NAND.svg](https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:XOR_Aufbau_NAND.svg)  
Stand : 26.12.2020