



Maturarbeit von Mischa Arbuzov

BAU EINER E- GITARRE

Betreuungsperson: Urban Rieger

Koreferent: Simon Peter

Gymnasium Bäumlhof

Basel 17.10.2022



INHALTSCERZEICHNISS

<u>1.</u>	<u>VORWORT</u>	<u>2</u>
<u>2.</u>	<u>EINLEITUNG</u>	<u>2</u>
<u>3.</u>	<u>GESCHICHTLICHER HINTERGRUND</u>	<u>3</u>
<u>4.</u>	<u>BAUPROZESS</u>	<u>3</u>
4.1	DESIGN	3
4.2	UNTERSTÜTZUNG FINDEN	4
4.3	HALS	5
4.4	GITARRENKÖRPER	6
4.5	ELEKTRONIK	8
4.6	ZUSAMMENBAU	8
<u>5.</u>	<u>VERGLEICHE</u>	<u>9</u>
<u>6.</u>	<u>AUSWERTUNG</u>	<u>10</u>
<u>7.</u>	<u>DANKSAGUNG</u>	<u>11</u>
<u>8.</u>	<u>QUELLEN</u>	<u>12</u>
<u>9.</u>	<u>ANHANG</u>	<u>13</u>

1. VORWORT

Ich spiele Gitarre, seit ich acht Jahre alt bin. Mit meiner ersten elektrischen Gitarre kam mir zum ersten Mal die Idee, selbst eine Gitarre zu bauen. Lange blieb es auch nur bei einer Idee, bis ich ein Thema für meine Maturaarbeit suchte. Ich überlegte mir, meinen Traum mit der Schule zu verbinden und entschied, den Gitarrenbau als Thema für die Maturaarbeit zu wählen.

2. EINLEITUNG

Mein Ziel ist es, eine elektrische Gitarre zu bauen. Sie soll an das Stratocaster Modell von Fender angelehnt sein (B1) und die gleiche Elektronik haben. Die Gitarre soll gleichzeitig auch eigene Design-Aspekte aufweisen. Das Ziel ist, das Instrument selbst zu entwickeln und zu bauen.

Im Anschluss an den Bau sollen, mit der Gitarre klangliche, Vergleiche durchgeführt werden, um zu bestimmen, welche Bauteile einen Einfluss auf den Klang des Instrumentes haben. Es werden verschiedene Saitendicken, zwei Elektronik-Sets und Körper aus zwei verschiedenen Hölzern miteinander verglichen. Um die Vergleiche auszuwerten, nehme ich die Gitarre mit dem entsprechenden Bauteil mit dem Computer auf und vergleiche Unterschiede im Frequenzspektrum.



3. GESCHICHTLICHER HINTERGRUND

1954 entwarf Leo Fender die wohl bekannteste Form der E-Gitarre, die Stratocaster. Ursprünglich war sie als Nachfolger der Telecaster gedacht unterschied sich dann aber so stark, dass sie zu einem eigenen Modell wurde.

Die Gitarre bestand aus einem Klangkörper aus Eschenholz, Hals und Griffbrett aus Ahorn und drei Tonabnehmern inklusive einem Dreiwegschalter. Mit der Zeit entwickelte sich die Gitarre weiter. Zum Beispiel wurden ab 1956 Erle statt Esche für den Klangkörper verwendet, um Kosten bei der Verarbeitung einzusparen. Beim Erleholz müssen die Holzfasern nicht zuerst noch verschlossen werden, was den Preis senkt. Im selben Jahr fing man an, zusätzlich zum Griffbrett aus Ahorn, auch Griffbretter aus indischem Rosenholz zu verbauen. 1977 wurde der Dreiwegschalter durch einen Fünfwegschalter ersetzt, um neue Kombinationen zwischen den Tonabnehmern zu ermöglichen (*Fender Stratocaster History: The 1950s | Fender Guitars*, no date), (*The Fender Stratocaster: A Short History*, 2019). Auch die Tonabnehmer selbst wurden immer wieder leicht angepasst, wodurch für verschiedene Zeitabschnitte gewisse Klangeigenschaften bekannt wurden. Die Tonabnehmer aus den 1950er Jahren sind zum Beispiel für einen helleren Klang mit höheren Frequenzen bekannt, während die 1960er Tonabnehmer etwas lauter sind und mittlere Frequenzen aufweisen (*50's or 60's pickups*, no date). Heute gibt es innerhalb des Stratocaster-Modells dutzende verschiedene Variationen, aus verschiedenen Hölzern, mit Tonabnehmern, die nach verschiedenen Epochen modelliert werden.

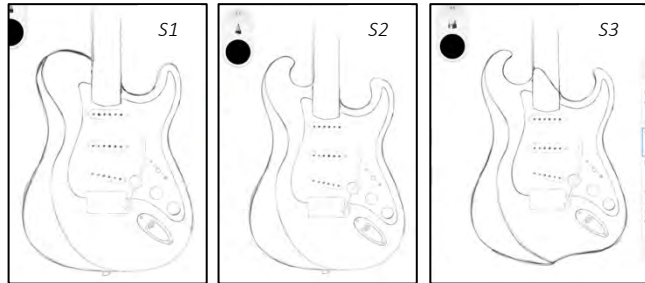
4. BAUPROZESS

4.1 DESIGN

Schon früh hatte ich die Idee, als Maturaarbeit eine elektrische Gitarre zu bauen. Bereits zu diesem Zeitpunkt überlegte ich mir das Design der Gitarre. Das Instrument sollte an das Modell der Stratocaster von Fender angelehnt sein und dieselbe Elektronik verwenden können. Dieses Ziel schränkte die Möglichkeiten bereits stark ein. Der erste Entwurf entstand aus der Idee, die beiden bekanntesten Modelle von Fender, die Stratocaster und die Telecaster, zu verschmelzen (S1).

Bei der nächsten Skizze will ich näher an das Aussehen der Stratocaster mit den beiden Hörner eingehen. Diese Skizze ist aber etwas zu ähnlich wie das Vorbild und mir fehlt die eigene Vision (S2).

Bei dem dritten und finalen Entwurf behalte ich die ursprüngliche Form der Stratocaster, bringe aber zusätzlich eigene Ideen hinein. Die Hörner der Gitarre gestalte ich etwas stärker geschwungen, und an der Unterseite verfolge ich die Idee, eine Welle zu bauen. Ausserdem zeichne ich stärkere Konturen ein, um das Instrument angenehmer in der Spielbarkeit zu machen. Dazu gehört auch, dass ich den Bereich, wo Hals und Körper verschraubt sind, abrunde und einen angenehmeren Übergang plane (S3).



Für die Lackierung lasse ich mich, wie auch die Entwickler der Stratocaster, Autos aus den

1960er Jahren inspirieren und spiele mit dem Gedanken die Gitarre in Dunkelviolett zu lackieren und dazu einen Goldenen Pickguard zu verbauen. Das Pickguard ist jenes Bauteil, woran die restliche Elektronik montiert ist.

Als ich aber zum ersten Mal das Holz sehe, welches ich für die Gitarre bestellt habe, entscheide ich mich für eine transparente Farbe, um die Maserung des Holzes sichtbar zu machen. Dadurch verändert sich auch das Konzept der gesamten Gitarre. Neu habe ich jetzt vor, die Gitarre etwas rauer wirken zu lassen und ihr einen Vintage Look zu geben, ohne aber die Verarbeitungsqualität zu vernachlässigen. Ich überlege mir, anstatt Hochglanz einen matten Lack zu verwenden und die Ausfräsung für die Federn, auf der Rückseite der Gitarre, offen zu lassen, welche üblicherweise mit einem Plastikstück abgedeckt wird.

4.2 UNTERSTÜTZUNG FINDEN

Da ich nicht im Stande bin, allein eine Gitarre zu bauen und mir die nötigen Werkzeuge und das nötige Wissen fehlen, suche ich nach Unterstützung. Bei der Recherche stosse ich auf ein Verzeichnis von Gitarrenbauern in der ganzen Schweiz (*Liste der Gitarren Gitarrenbauer Schweizer*, no date). Darunter ist auch ein Gitarrenbauer in Basel aufgelistet. Ich versuche ihn unter seiner E-Mail zu erreichen, erhalte jedoch lange keine Antwort. Deshalb beschliesse ich an der angegebenen Adresse vorbeizugehen und ein persönliches Gespräch zu suchen. Als ich den Gitarrenbauer jedoch aufsuche, erklärt er mir, dass er mir bei diesem Projekt nicht weiterhelfen kann. Er gibt mir aber einige Tipps, wo ich zum Beispiel am besten Holz für den Gitarrenkörper kaufe.

Ich muss jetzt also wieder im Verzeichnis nach jemand anderem suchen und ich werde auf einen Gitarrenbauer in Böckten aufmerksam. Ich kontaktiere ihn, und er erklärt sich einverstanden, mir bei

der Maturaarbeit zu helfen. Wir treffen uns für ein persönliches Gespräch, um die Details der Arbeit zu besprechen. Einige Wochen später fange ich an, in seiner Werkstatt an der Gitarre zu bauen.

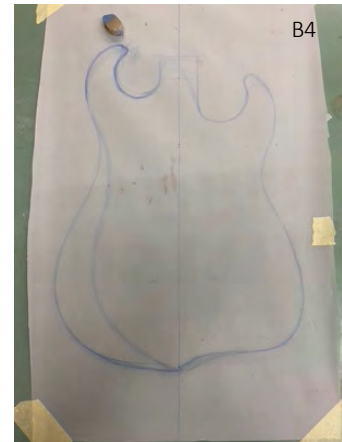
4.3 HALS

Ich habe schon seit einiger Zeit eine billige Kopie einer Stratocaster rumliegen, welche ich auf einem Flohmarkt gekauft hatte. Ich nehme sie zum Gitarrenbauer mit, weil ich Teile daraus, für meine neue Gitarre zu verwenden will. Wir bauen die Gitarre auseinander und stellen fest, dass der Körper und die Elektronik nicht zu gebrauchen sind. Zu unserer Überraschung ist der Gitarrenhals aus gutem Holz gebaut, sodass man ihn gut wiederverwenden kann. Einige Arbeiten müssen aber trotzdem durchgeführt werden. Zuerst schleife ich den ganzen Hals, um den Lack zu entfernen. Da die Bünde aus weichem Metall bestehen, entferne (B2) und ersetze ich sie (B3). Währenddessen fällt uns auf, dass das Griffbrett sehr uneben ist, und wir entscheiden uns, es zu schleifen. Dadurch soll die Spielbarkeit der finalen Gitarre verbessert werden. Gleichzeitig habe ich die Möglichkeit, dem Griffbrett einen etwas angenehmeren Radius zu geben. Jetzt setze ich die neuen Bünde aus Edelstahl ein und poliere sie auf eine einheitliche Höhe. Zuletzt bearbeite ich die Enden der Bünde, damit sie nicht unangenehm herausstechen.



4.4 GITARRENKÖRPER

Der erste Schritt für den Bau des Gitarrenkörpers ist, dass ich das Design auf Transparentpapier aufzuzeichnen (B4). Das mache ich bereits in der richtigen Grösse, damit ich diesen Entwurf als Schablone verwenden kann. Während dem Übertragen des Designs muss ich speziell auf die Mittellinie achten. Sie ist wichtig, weil alle Abmessungen auf ihr basieren. Hier habe ich auch noch die Möglichkeit einige Details anzupassen. Ich verändere die Position des oberen Hornes, damit der Abstand zum Hals nicht zu klein ist. So stelle ich sicher, dass die Balance und die Spielbarkeit der Gitarre nicht negativ beeinflusst wird. Jetzt schneide ich die Vorlage aus und übertrage sie auf das Holz. Hierbei achte ich darauf, dass die Mittellinie genau an derselben Stelle liegt, wo das Holz zusammengeklebt ist. Der nächste Schritt ist, den Gitarrenkörper auszuschneiden. Ich habe Respekt vor diesem Schritt, da ich danach nicht mehr zurück kann. Unter Anleitung des Gitarrenbauers wage ich mich an die Bandsäge und mache den ersten Schnitt (B5). Jetzt, da ich die mentale Barriere überwunden habe, fällt mir der Rest deutlich leichter. Ich markiere die Hohlräume für die Elektronik auf den Körper. Und mit Hilfe des Gitarrenbauers fange ich an zu fräsen (B6). Glücklicherweise ist der Bereich, den ich Fräsen muss, sehr einfach und rechteckig denn es fehlt mir noch die Übung mit der Maschine. Als Nächstes markiere ich die Stelle, an der der Hals sitzen wird, indem ich ihn auf das Holz klemme und ihn nach der Mittellinie ausrichte (B7). Die genaue Position zeichne ich ein und fräse sie Millimeter für Millimeter aus. So vermeide ich es, zu tief zu fräsen. Der nächste Schritt ist es, die Löcher für die Schrauben zu bohren, die den Hals befestigen. Während dieser Arbeit passe ich einige Sekunden nicht genug auf, sodass ich mit dem Bohrer das Holz an zwei Stellen beschädige. Um diesen Fehler aufzubessern, vermische ich Sägespäne mit Holzleim und fülle damit die betroffenen Stellen. (B8)



Jetzt muss die Position des Stegs bestimmt werden, also dem Stück woran die Seiten befestigt werden. Dies ist aber leider etwas schwierig, weil das Paket mit dem Steg sich verzögert. Dadurch habe ich, bis auf einige kleine Arbeiten wie Schleifen, keine Möglichkeiten, am Gitarrenkörper zu arbeiten.

Eine Woche später ist der Steg angekommen, und der Bau wird fortgesetzt. Wir messen die Stelle für den Steg anhand des Halses aus und ich fräse den Hohlraum für den Tremolo-Steg und die Federn auf der Rückseite.

Ab diesem Punkt habe ich alle Schritte abgeschlossen, welche genaues Messen erfordert. Jetzt arbeite ich daran, die Konturen der Gitarre zu schleifen und den Körper möglichst angenehm zu gestalten. Nun schaut die Gitarre für mich wie eine Gitarre aus und sie fühlt sich auch so an. Es gibt einige Momente, in welchen ich mit der Gitarre auf dem Schoß sitze und auf dem Hals Akkorde greife, obwohl noch keine Saiten aufgespannt sind.

Als nächstes muss ich den Gitarrenkörper für das Färben vorzubereiten. Dafür schleife ich die gesamte Gitarre mehrmals mit immer feinerem Schleifpapier (B9).

Um sicher zu sein, dass ich mit der Farbe zufrieden bin, teste ich sie zuerst auf einem anderen Stück Eschenholz. Jetzt ist es Zeit für einen der letzten Schritte für den Gitarrenkörper. Nun färbe ich den Gitarrenkörper ein (B10) und übergebe ihn dem Gitarrenbauer. Um ein möglichst gutes Endergebnis zu erzielen, übernimmt er das Lackieren, weil diese Aufgabe sehr anspruchsvoll ist. Somit ist der Körper der Gitarre jetzt fertig.

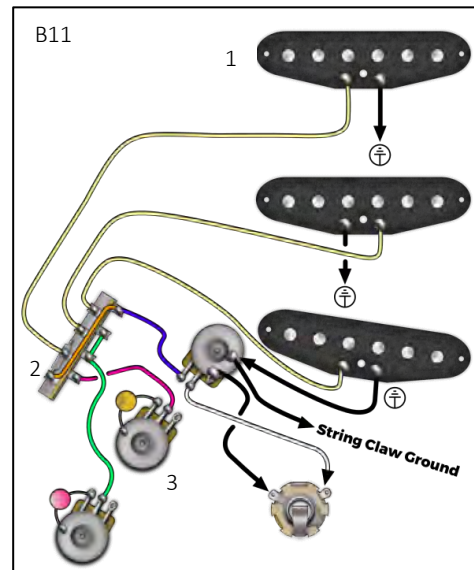


4.5 ELEKTRONIK

Während ich auf den Steg warte, wage ich mich an die Elektronik. Ich habe bereits alle Teile zusammen und drucke mir den Lötplan (B11) einer Stratocaster aus. Zuerst schraube ich alle Teile an den Pickguard an. So sehe ich, wie lange die Kabel sein müssen, ohne sie abzumessen. Da ich zum ersten Mal löte, gibt mir der Gitarrenbauer ein paar Tipps. Beim Löten gehe ich nach dem Plan vor. Zuerst fällt es mir schwer zu verstehen, was ich genau mache, aber nach und nach bekomme ich immer mehr den Überblick.

Die Tonabnehmer (1) verbinde ich mit dem Schalter (2).

Danach schliesse ich die Potentiometer (3) an, die das Signal modellieren. Der oberste Poti verändert die Lautstärke und die beiden anderen filtern die hohen Frequenzen heraus. Die schwarzen Kabel sind für die Masse, also die Abschirmung und blockieren Störsignale.



Jetzt ist die Elektronik beinahe fertig, aber mir fehlt noch die restliche Gitarre zum Einbauen.

4.6 ZUSAMMENBAU

Mittlerweile hat der Gitarrenbauer den Hals und den Körper lackiert. Ich kann also mit dem finalen Zusammenbau der Gitarre beginnen. Ich überlege mir die Position des Gurtes und schraube die Strap-Buttons, an welchen der Gurt befestigt wird, an. Danach verkleide ich den Innenraum mit Kupferfolie, um die Elektronik zu isolieren. Jetzt schliesse ich den Ausgang für das Gitarrenkabel an und verbinde die Masse mit der Kupferfolie. Ich bringe den Pickguard und schraube den Hals an den Gitarrenkörper. Zuletzt baue ich den Steg ein und spanne die Seiten auf.

All diese Arbeit mache ich an einem Abend, und jetzt, als die Gitarre fertig vor mir liegt, kann ich es kaum glauben. Sie sieht genauso aus, wie ich es mir vorgestellt habe, und ich kann es nicht lassen, trotz der später Stunde, sie einzustecken und kurz zu spielen.



5. VERGLEICHE

Nun, da die Gitarre fertig ist, mache ich die Vergleiche. Ich habe noch den Körper der Gitarre, deren Hals ich verwendet hatte. Mich interessiert, ob das Holz einen unterschiedlichen Klang bewirkt. Jetzt schraube ich also meine gerade erst fertiggestellte Gitarre wieder auseinander. Sobald ich den alten Körper eingebaut habe, schliesse ich das Instrument an meinen Computer an und nehme den Klang mit dem Musikprogramm Garageband auf. Bevor ich die Gitarre wieder ganz auseinanderbaue, habe ich die Idee, gleichzeitig die alte Elektronik, mit der neuen zu vergleichen. Dafür schliesse ich die alte Elektronik an die Gitarre und nehme den Klang auf den Computer auf. Denselben Prozess wiederhole ich jetzt mit dem neuen Körper. Bei jeder der Kombinationen gehe ich bei der Aufnahme jeweils durch alle Tonabnehmer durch.

Als nächstes vergleiche ich verschiedene Saitendicken, weil es mich interessiert, ob sich der Klang der Gitarre durch sie verändert. Ich beschränke mich dabei auf Saiten der Dicken 9, 10, 11 und 12. Diese Zahl gibt jeweils immer die Dicke der dünnsten Saite des Sets in Millimeter an.

Für den Vergleich spanne ich jeweils die verschiedenen Sets ein und nehme die Gitarreklänge wieder auf dem Computer auf.

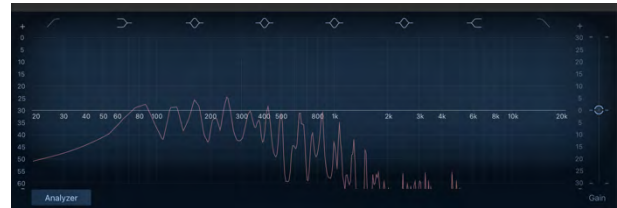
6. AUSWERTUNG

Um den Körper und die Elektronik zu vergleichen, platziere ich die Spuren der Aufnahmen im Programm untereinander. So kann ich am besten die graphische Darstellung des Equalizers (G1,2,3,4) ablesen. Ich schaue mir die Frequenzspektren nebeneinander an und notiere mir Unterschiede und Ähnlichkeiten.

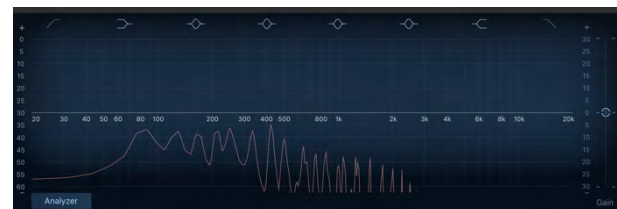
Mir fällt auf, dass sowohl die alte Elektronik als auch der alte Körper höhere Frequenzen hervorbringen und verstärken.

Die alte Elektronik verstärkt zusätzlich Frequenzen, die sich in den Bereichen 80 Hz und 170 Hz befinden.

Mir fällt ausserdem auf, dass die Verwendung des alten Körpers in Kombination mit der alten Elektronik, zu einer charakteristischen Ausprägung der Frequenzen im Bereich um 600 Hz und zu einer drastischen Erhöhung und Verstärkung von höheren Frequenzen führt.



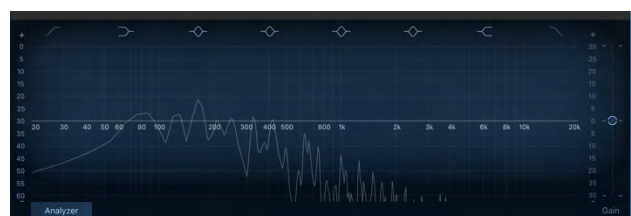
EQ-Darstellung der Kombination des alten Körpers und der alten Elektronik



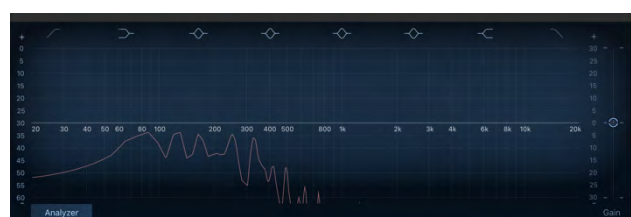
EQ-Darstellung der Kombination des neuen Körpers und der neuen Elektronik

Durch diese Erhöhung der hohen Frequenzen klingt die Gitarre deutlich schriller. Diese Frequenzen übertönen die Restlichen und klingen unausgeglichen. Dies ist bei allen drei Tonabnehmern der alten Elektronik der Fall. Dadurch dass bei den neuen das Frequenzspektrum deutlich ausgewogener ist, ist deutlich besser erkennbar, an welcher Position sich der Tonabnehmer befindet. Das Instrument bietet so eine vielfältigere Variation an Klangfärbungen.

Bei der Auswertung der verschiedenen Gitarrensaiten fällt mir auf, dass je dünner die Saitendicke, desto breiter sind die hohen Frequenzen verteilt. Die Verteilung der Frequenzen ist aber im Vergleich zu der alten Elektronik und dem alten Körper deutlich regelmässiger. Es gibt kein Boosten der hohen Frequenzen, sondern die Lautstärke fällt einfach langsamer ab.



EQ-Darstellung der 9 mm Seiten Set



EQ-Darstellung der 12 mm Seiten Set

Dadurch haben dünnere Saiten nicht einen schrilleren, sondern einfach einen helleren Klang. Je dicker die Saiten, desto basslastiger und dumpfer klingen sie. Diese Unterschiede sind aber kaum hörbar, solange man nicht weiss, worauf man achten soll.

Diese Erkenntnis wird auch durch verschiedene unabhängige Quellen gestützt (*Do Guitar Strings Make a Difference?* - *Shootout with Sound Samples*, no date),.

7. DANKSAGUNG

Ich will mich ganz herzlich bei Madera Guitars / Oswald Hürlimann, Urban Rieger, Gabriela Burkhalter, Ella Scherer, Joël De Kanter, Irina Arbuzova, Alexey Arbuzov, Chantal Scherer, Jennie Duffy und Benjamin Schnyder für die Unterstützung bei dieser Arbeit bedanken.

Ehrlichkeitserklärung:

Die eingereichte Arbeit ist das Resultat meiner persönlichen, selbstständigen Beschäftigung mit dem Thema. Ich habe für sie keine anderen Quellen benutzt als die in den Verzeichnissen aufgeführten. Sämtliche wörtlich übernommenen Texte (Sätze) sind als Zitate gekennzeichnet.

Basel, 17.10.2022

Mischa Arbuzov

8. QUELLEN

50's or 60's pickups (no date) *Fender Stratocaster Guitar Forum*. Available at: <https://www.strat-talk.com/threads/50s-or-60s-pickups.116694/> (Accessed: 15 October 2022).

Do Guitar Strings Make a Difference? - Shootout with Sound Samples (no date). Available at: <https://www.sweetwater.com/insync/do-electric-guitar-strings-make-a-difference/> (Accessed: 15 October 2022).

Fender Stratocaster History: The 1950s | Fender Guitars (no date). Available at: <https://www.fender.com/articles/gear/the-history-of-the-fender-stratocaster-the-1950s> (Accessed: 15 October 2022).

Liste der Gitarren Gitarrenbauer Schweizer (no date) *Luthier Directory - Musical instrument Maker and Repairer*. Available at: <https://4allmusic.com/selection-luthiers-pays/luthiers-suisse/124-liste-der-gitarren-gitarrenbauer-schweizer> (Accessed: 15 October 2022).

The Fender Stratocaster: A Short History (2019). Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=mWfw23PLr-Y> (Accessed: 15 October 2022).

9. ANHANG

Alle Frequenzspektren die für die Vergleiche verwendet wurden: (P Steht für den ausgewählten Tohnabnehmer

