UNTERSUCHUNG ZU 3D-AUFNAHME- UND WIEDERGABEVERFAHREN

Projektdokumentation

HAW-Hamburg, Department Medientechnik, ATP

„Inwiefern lassen sich die Standards der Stereophonie, wie z.B. Stereodreieck und Aufnahmeverfahren, in die Vertikale übertragen und in einer Heim-Hifi-Anlage umsetzen, um einen dreidimensionalen Höreindruck zu ermöglichen?“

Baron, Adrian 2347087
Gnoth, Paula 2433263
Partsch, Niklas 2438125
Runn, Sebastian 2438676
Thomann, Robert 2358077

Inhaltsverzeichnis

Vorwort 2

Einleitung und Projektziel 3

Aufnahme: Überlegungen 5

Testaufnahme 7

Aufnahme: Forum 8

Résumé: Aufnahme 14

Hörversuch – Entwicklung der Setups 15

Vergleich der Setups „Raute“ und „Rechteck“ 21

Signalfluss 22

Software: Encoder/Decoder 24

Vor- und Nachteile des IEM Stereo-Encoders 25

Problem Plug-In als Blackbox und wahrgenommene Tiefpassfilterung 27

Ambeo- und Doppel-XY-Aufnahme auf den Lautsprecher-Setups 29

Aufbau Hörversuch 30

Erklärung der Aufgabenteile 31

Ergebnisse des Hörversuchs 35

Auswertung des AB-Vergleiches 44

Fazit 45

Ausblick 46

Quellen 47

Vorwort

*Dieses Projekt wurde im Rahmen der ATP-Vorlesung von Prof. Dr. Eva Wilk im Sommersemester 2021 erarbeitet und durchgeführt. Zu Beginn des Semesters fanden wir uns als fünfköpfige Projektgruppe zusammen. Bei der praktischen Umsetzung wurden wir durch das Tonlabor der HAW Hamburg unterstützt. Wir möchten uns bei allen Unterstützer*innen und Proband*innen bedanken, die dieses Projekt ermöglicht haben.*

Die Konzeption, Durchführung und Auswertung dieses Projektes begann mit dem gemeinsamen Interesse aller Gruppenmitglieder, die Richtungswahrnehmung von Audiosignalen auf der vertikalen Achse zu untersuchen. Wie das Projekt genau aussehen würde und welche Aspekte in was für einem Umfeld untersucht werden sollten, war zu Beginn noch nicht klar. Im anfänglichen Brainstorming wurden unterschiedlichste Ideen ausgetauscht und Richtungen vorgeschlagen, in die das Projekt gehen könnten

Dabei wurde schnell deutlich, wie wichtig es ist, möglichst früh ein aussagekräftiges Konzept mit konkreten Arbeitsschritten und Zielen zu formulieren, um in unserer mit fünf Mitgliedern recht großen Projektgruppe produktiv arbeiten zu können. Hierbei wurden auch immer wieder die unterschiedlichen Vorwissensstände im Bereich der Audiotechnik deutlich, was zugleich Vor- und Nachteil war. Teilweise war die Kommunikation etwas schwierig, da von erfahreneren Gruppenmitgliedern gewisses Vorwissen als selbstverständlich wahrgenommen wurde. Andererseits halfen die Nachfragen von den unerfahreneren Mitgliedern, sich mit grundsätzlichen Annahmen auseinander zu setzen und diese zu hinterfragen. Die unterschiedlichen Hintergründe der Gruppenmitglieder stellten sich als Bereicherung dar.

Da wir als Gruppe recht groß waren, konnten wir nicht immer alle Arbeitsschritte gemeinsam durchführen. Deshalb wurden verantwortliche Personen für die unterschiedlichen Arbeitsschritte des Projektes bestimmt. Durch regelmäßige Treffen wurden jedoch alle Gruppenmitglieder stets über alle Zwischenstände und Herausforderungen der einzelnen Arbeitsschritte informiert.

Zur Fertigstellung, Dokumentation und Reflexion wurden alle Teilaspekte des Projektes zusammengeführt und ausgewertet.

Einleitung und Projektziel

Die Grundidee unseres Projektes ist es, eine Stereo-Musikaufnahme, um eine vertikale Achse zu erweitern und ein Wiedergabesetup zu entwickeln, auf dem diese Aufnahme sinnvoll wiedergegeben werden kann. Das Wiedergabesetup soll für den Heimbereich ausgelegt sein. Daraus ergab sich beim Erarbeiten unseres Konzeptes folgende Leitfrage:

„Inwiefern lassen sich die Standards der Stereophonie, wie z.B. Stereodreieck und Aufnahmeverfahren, in die Vertikale übertragen und in einer Heim-Hifi-Anlage umsetzen, um einen dreidimensionalen Höreindruck zu ermöglichen?"

Diese Frage soll im Laufe des Projektes mit Hilfe eines Hörversuches beantwortet werden, in dem die unterschiedlichen Musikaufnahmen unter den Aspekten der Lokalisation und des subjektiven Klangeindrucks bewertet werden. Im Rahmen des Hörversuches werden zwei Aufnahmeverfahren und zwei Wiedergabe-Setups miteinander verglichen:

Aufnahmeverfahren:

- AMBEO: Das Sennheiser AMBEO Mikrophon wurde für räumliche 360°-Aufnahmen entwickelt. Es funktioniert nach dem Ambisonics-Verfahren, welches die Anzahl der Lautsprecher bei der Wiedergabe nicht vorgibt, da es sich um ein nicht kanalorientiertes Aufnahmeverfahren handelt.
- „Doppel-XY": Eine von uns selbst entwickelte Mikrofonierung. Eine herkömmliche XY-Mikrofonierung wird hierbei um eine zweite, um 90° gedrehte XY-Mikrofonierung, ergänzt, um dem Stereo-Signal eine vertikale Achse hinzuzufügen.

Wiedergabe:
Da das Wiedergabe-Setup für den Heimbereich ausgelegt sein soll, haben wir uns auf vier Lautsprecher beschränkt. Vier Lautsprecher schätzen wir als eine für den Heimbereich realistische Größenordnung ein.

- „Raute“: Dieses Lautsprecher-Setup ähnelt in seiner Grundidee der „Doppel-XY“-Mikrophonierung. Ein herkömmliches Stereo-Setup wird um ein zweites, um 90° gedrehtes, Paar Lautsprecher ergänzt. Dadurch ergibt sich eine rautenförmige Lautsprecheranordnung mit den Bezeichnungen: links, rechts, oben und unten.
- „Rechteck“: Auch bei diesem Setup wird das herkömmliche Stereo-Setup um ein zweites Paar Lautsprecher ergänzt. Das zweite Stereo-Setup wird nun aber auf einer zweiten Ebene oberhalb des ersten Stereo-Setups positioniert. So ergibt sich eine rechteckige Anordnung mit den Bezeichnungen: links-oben, links-unten, rechts-oben und rechts-unten.

In der weiteren Dokumentation wird das Projekt entlang seiner Umsetzung beschrieben und genauer auf die technischen Hintergründe der einzelnen Arbeitsschritte eingegangen.

Aufnahme: Überlegungen

Zu Anfang stellte sich die Frage, welche Art der Mikrofonierung sich am besten für eine 3D-Aufnahme eignet. Der ursprüngliche Plan, ein 3D-ORTF einzusetzen, haben wir schnell verworfen, da wir a) nur halbsphärisch beschallen wollten und b) zu wenig Mikrofone hatten.

Wir haben daraufhin versucht, uns enger an die Leitfrage zu halten: Stereophonie in der Vertikalen und Horizontalen. Da wir bei der Wiedergabe mit Pegeldifferenzen zu arbeiten hatten, fiel die Wahl auf eine „Doppel XY"-Mikrofonierung. Wir haben jeweils ein XY-Paar für die Vertikale und ein Paar für die Horizontale genommen, mit jeweils 180° Aufnahmewinkel. Für die XY-Stereophonie wurden zwei Nierenmikrofone benötigt. In der Praxis haben wir das mit zwei Schoeps MK4 und einem Neumann SM 69 realisiert (Abb. 1).

Für unser zweites Aufnahmeverfahren haben wir das AMBEO-Mikrofon der Firma Sennheiser gewählt. Das Ambeo (Abb. 2) ist ein Mikrofon der ersten Ordnung, das mit dem Ambisonics-Verfahren arbeitet.

Abbildung 1 Mikrofon Positionierung

Abbildung 2 Ambeomikrofon

Wenn man von Ambisonics spricht, kommt man nicht um die Begriffe „A- und B-Format“ herum. Das A-Format sind die reinen Audiosignale, die jede einzelne Kapsel aussendet. Bei der Wandlung in das B-Format werden die vier Signale in die drei Raumachsen X, Y & Z plus die omnidirektionale Schalldruckkomponente W gewandelt (Abb. 3). Dazu gibt es einen eigenen Konverter für das Ambeo-Mikrofon (Abb. 4).

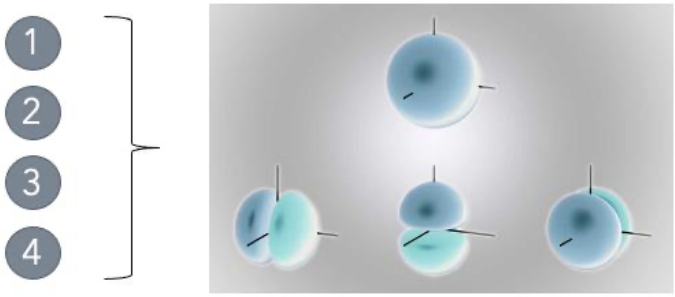


Abbildung 3

Ambisonics bietet den Vorteil, dass die Anzahl der Lautsprecher bei der Wiedergabe nicht vorgegeben ist. Die jeweiligen Signale werden nach mathematischen Vorgaben aus den übertragenen Werten für Schalldruck- und Schallschnelle für jede einzelne Lautsprecherposition verwendet. Somit ist die Wiedergabe auf unserem eigens konzipierten Lautsprecher-Setup kein Problem.

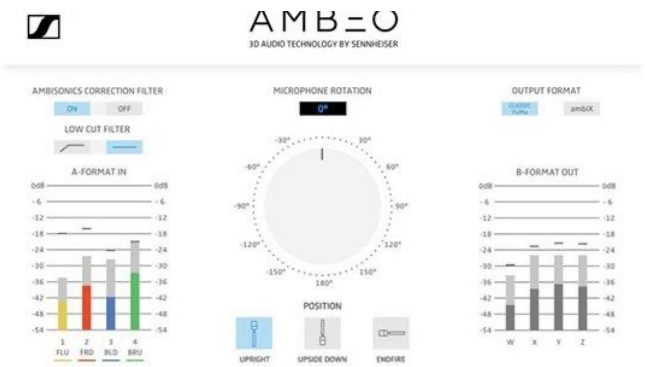


Abbildung 4 Konverter für das Ambeo-Mikrofon

Testaufnahme

Nachdem wir uns nun in der Theorie mit beiden Verfahren beschäftigt hatten, ging es an die Testaufnahme. Als Aufnahmeort haben wir uns für A1 (Aufnahmeraum im Tonlabor der HAW DMI) entschieden. Denn dieser Raum ist relativ groß und hat nur geringe Nachhallzeit, was insofern erwünscht war, als wir wenig Raumklang auf den Aufnahmen haben wollten. Da wir uns bei der Wiedergabe auf Musik beschränken wollten, galt es nun auch, entsprechende Signale bei den Tests zu wählen. Bei der späteren Musikaufnahme würde es fünf Signale geben: Gesang, Gitarre, Bass, Trompete und Schlagzeug. Darum haben wir bei den Tests Sprache, Gitarre und Klatschen als Klangquellen gewählt, um ähnliche Klangereignisse wie bei der späteren Musikaufnahme zu erzeugen.

Bei den Aufnahmen haben wir beide Mikrofone (Ambeo & „Doppel-XY") in die Mitte des Raumes gestellt, sind von dort in die Rio16 gegangen, über die wir auch gepegelt haben, und von dort aus wiederum über DANTE in unsere DAW Reaper (Abb. 5)

Abbildung 5

Bei der ersten Aufnahme sind wir jeweils vor uns hin sprechend um die Mikrofone gelaufen. Dabei haben wir versucht, Variation in Entfernung und Höhe zum Mikrofon reinzubringen. Bei der zweiten Aufnahme ist eine Person mit einer akustischen Gitarre um die Mikrofone gegangen und hat auch hier probiert, Variation in Höhe und Weite zu erzeugen. Zu guter Letzt haben wir dasselbe noch einmal klatschend gemacht.

Aufnahme: Forum

Die eigentliche Musikaufnahme fand im Forum der HAW DMI statt. Dort wäre genug Platz für eine kleine Band gewesen, auch lässt sich im Forum gut mit Höhe und Weite variieren. Nach einigen missglückten Versuchen, eine Band zu finden, mussten wir uns am Ende mit Lautsprechern behelfen. Um zu überprüfen, wie realistisch die

Wiedergabe über die Genelecs 1029A in der Aufnahme klingen würde, haben wir zum Vergleich eine kurze Aufnahme mit drei Personen gemacht. Dabei wurde an Gitarre, Klavier und mit einer Cajón improvisiert.

Als Ausgangsmaterial diente uns das Lied „Little Lighter" der Band Ripe, das wir uns als Multitrackaufnahme von der Seite cambridge-mt.com kostenfrei herunterladen konnten. Aus den 26 einzelnen Spuren haben wir uns fünf Instrumente herausgesucht und auf fünf Spuren rausgerendert:

- Bass DI
- E-Gitarre
- Trompete (zwei Stimmen)
- Schlagzeug (Overheads, Kick & Snare)
- Gesang

Die Spuren haben wir kaum bearbeitet. Nur bei dem Schlagzeug galt es auf die Monokompatibilität zu achten, da wir jedes Instrument auf nur einem Lautsprecher ausgeben wollten.

Der Signalfluss war auch hier wieder der gleiche wie in unserem Test: Alle Mikrofonsignale gingen in die Rio und von dort über DANTE in unseren Laptop, wo Reaper als DAW lief. Von Reaper aus liefen die einzelnen Instrument-Spuren über DANTE auf die Rio, von wo aus sie dann auf die Lautsprecher gegeben wurden.

Bevor wir die Lautsprecher platzieren konnten, mussten wir ermitteln, wie groß der Hallradius im Forum ist. Hierfür haben wir uns einer Messung im Rahmen des Kurses Tontechnik 2 aus dem vierten Semester bedient (Abb. 6). Um den Hallradius rechnerisch zu ermitteln, habe ich den Mittelwert von 500 Hz & 1 kHz genommen.

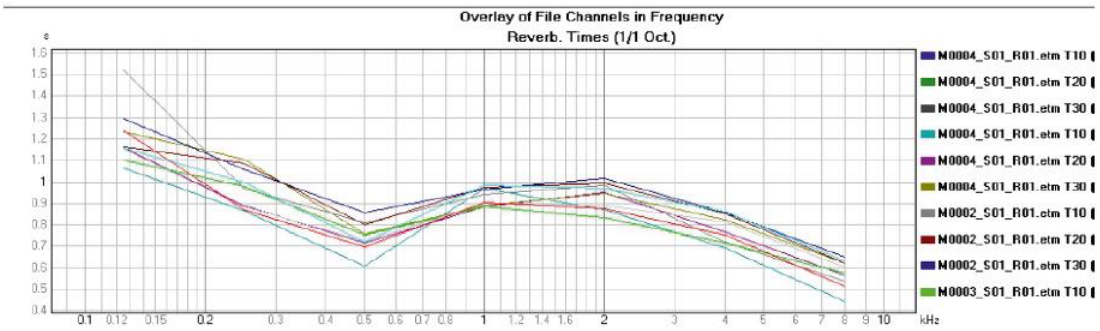


Abbildung 6

Sengpielaudio schreibt dazu: „Die frequenzabhängige Nachhallzeit eines Raums wird für die Mittenfrequenz eines Terzfilters mit der Frequenz von 500 Hz oder 1 kHz angegeben“ (http://www.sengpielaudio.com/Rechner-RT60.htm). In die Formel für rH eingesetzt:

Mittelwert von 500 Hz und 1 kHz:

$$0{,}5 * (0{,}75s + 0{,}95s) = 0{,}85s$$

$$r_H = 0{,}057 * \sqrt{\frac{V}{T_N}} = 0{,}057 * \sqrt{\frac{15{,}97m * 15{,}39m * 6{,}06m}{0{,}85s}}$$

$$\approx 2{,}4m$$

Mit diesem Wissen konnten wir nun bestimmen, von welchem Abstand an wir mehr Diffus- als Direktschall auf der Aufnahme haben würden.

Take 1

Bei der ersten Aufnahme haben wir uns an einer klassischen Bandkonstellation orientiert: Gesang zentral aus der Mitte, Bass und Schlagzeug links und rechts, damit man nicht nur tiefe Frequenzen aus einer Richtung hört; die Gitarren und Bläser ganz nach außen. Um ein wenig Abwechslung in der Vertikalen und um Tiefe zu erzielen, haben wir die Drums auf etwa 2 m Höhe (Abb. 7) und rund 3 m entfernt aufgestellt (Abb. 8). Das ganze Setting haben wir noch einmal mit einem Weitwinkelobjektiv fotografiert (Abb. 9), weshalb die Abstände dort nicht detailgetreu erkennbar sind.

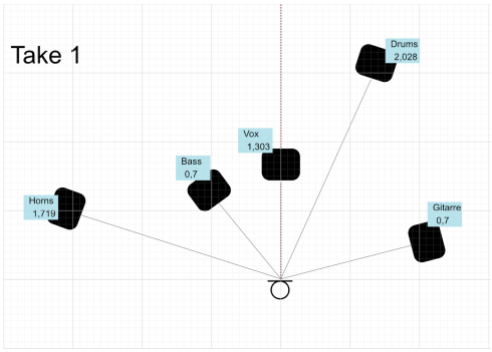


Abbildung 7

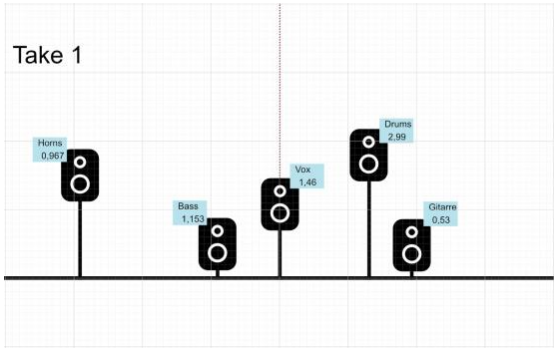


Abbildung 8

Abbildung 9

Take 2

Die zweite Aufnahme war mehr eine Sicherheitsaufnahme, da wir uns mit den Pegeln ein wenig vertan hatten. Ansonsten hat sich an der Anordnung, Höhe und Weite nichts verändert.

Take 3

Bei der dritten Aufnahme sind wir am weitesten gegangen. Die Stimme haben wir immer noch in zentraler Position belassen, die Gitarre aber in fast 5 m Entfernung auf gut 2,9 m gestellt (Abb. 10 & 11). In der Aufnahme ist deutlich zu hören, dass wir uns im Diffusschallfeld befinden.

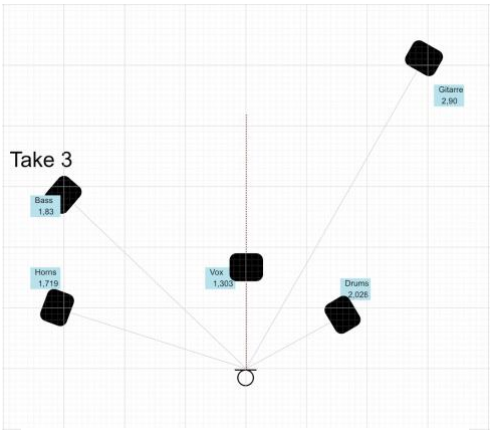


Abbildung 10

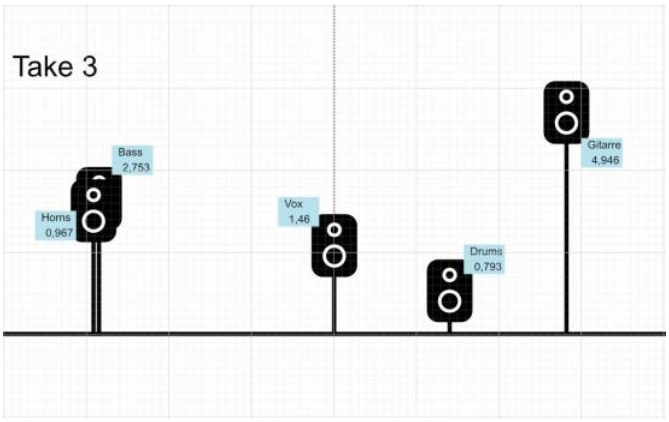


Abbildung 11

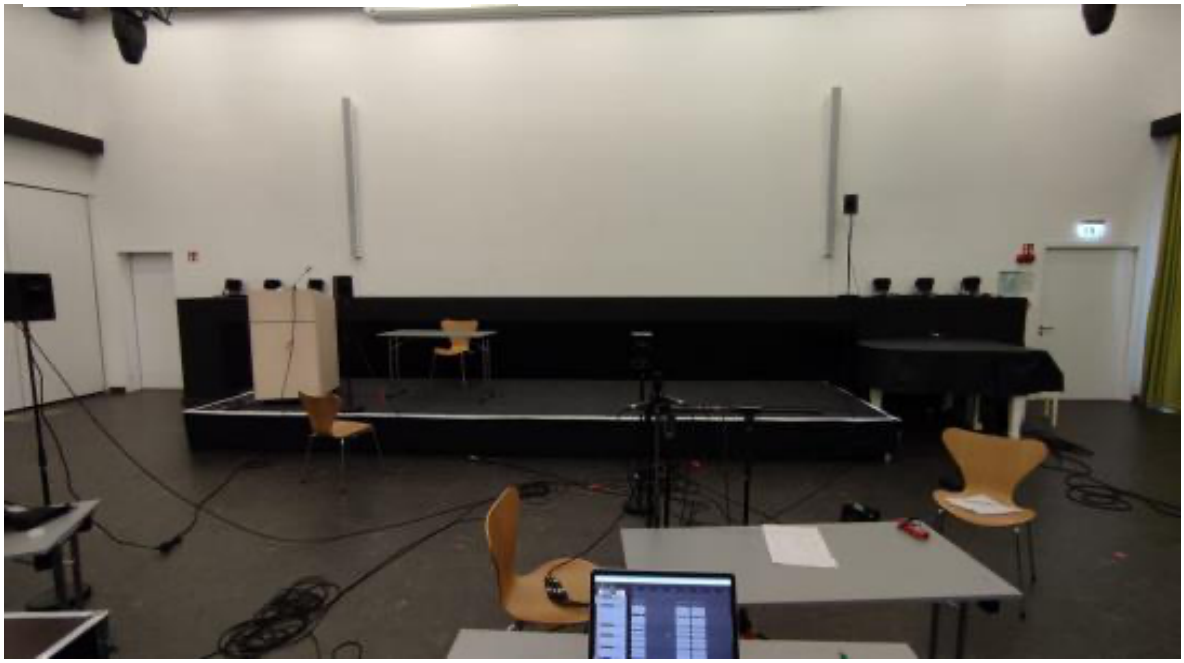


Abbildung 12

Take 4

Im vorletzten Take sind wir deutlich näher an die Mikrofone gegangen. Dies in der Hoffnung, ein zusammenhängenderes Bild der Ausbreitung zu gewinnen und zu erreichen, dass die Klänge der Instrumente mehr miteinander verschmelzen und breiter wirken. Leider war der Pegel bei einigen Instrumenten – etwa beim Bass – zu hoch, bei anderen – etwa der Stimme – zu niedrig und leise. Außerdem haben wir die Stimme erstmals nicht aus der Mitte erklingen lassen.

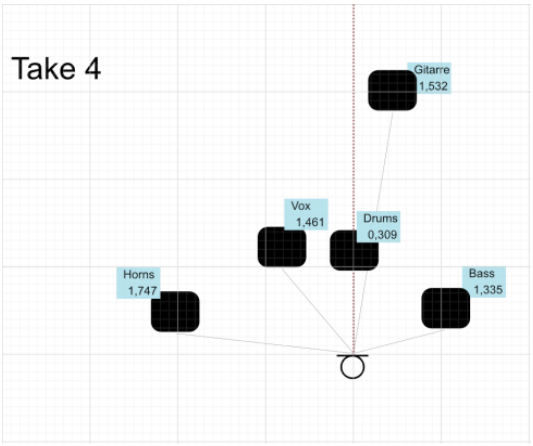


Abbildung 13

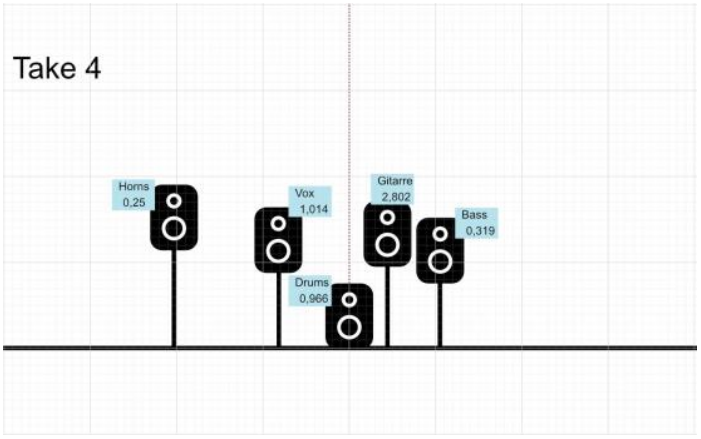


Abbildung 14

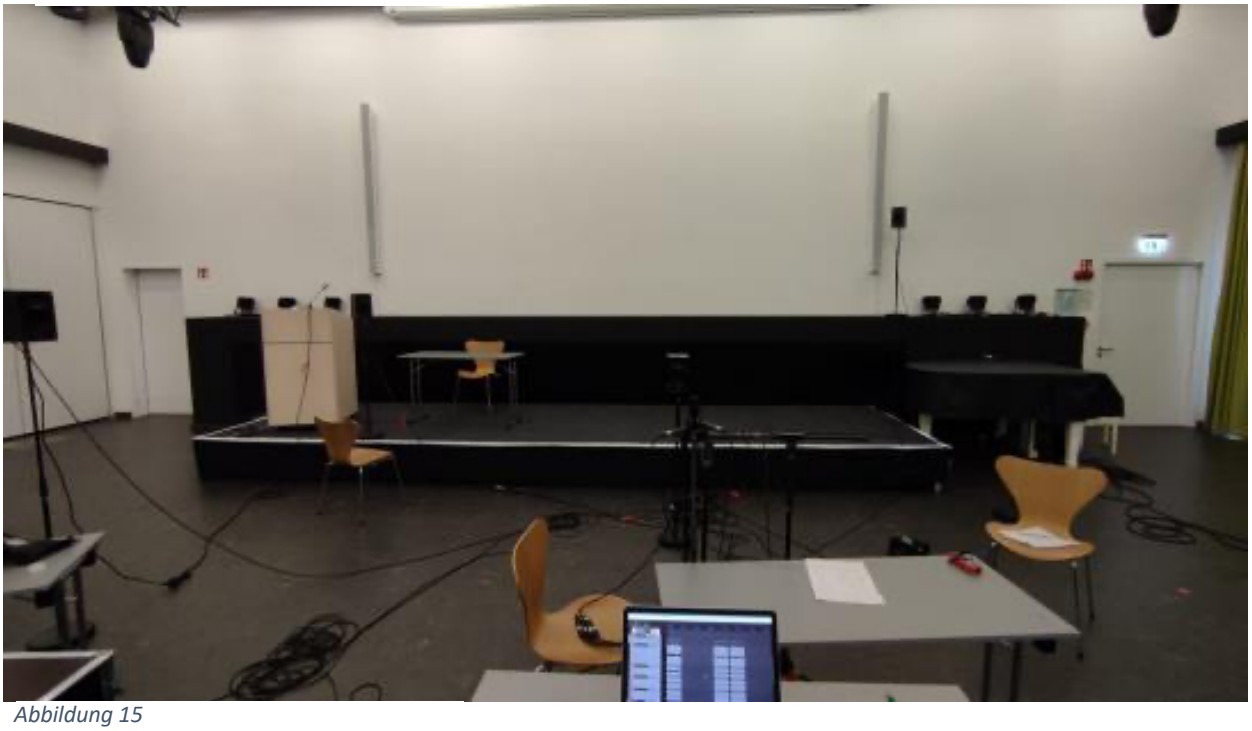


Abbildung 15

Take 5

Bei der letzten Aufnahme haben wir uns erneut entschieden, die Stimme zentral zu positionieren, da es etwas ungewohnt war, den Gesang von links kommend zu hören. Dennoch wollten wir die Aufstellung relativ eng halten und haben erneut die Pegel angepasst, diesmal mit mehr Erfolg.

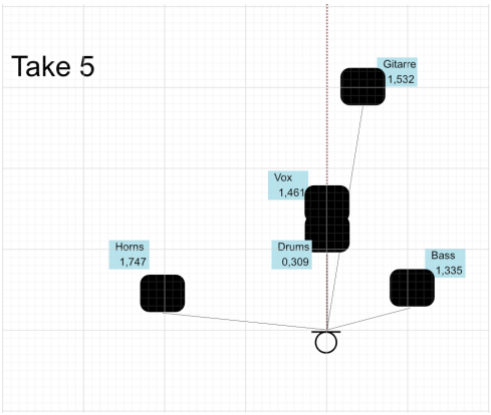


Abbildung 16

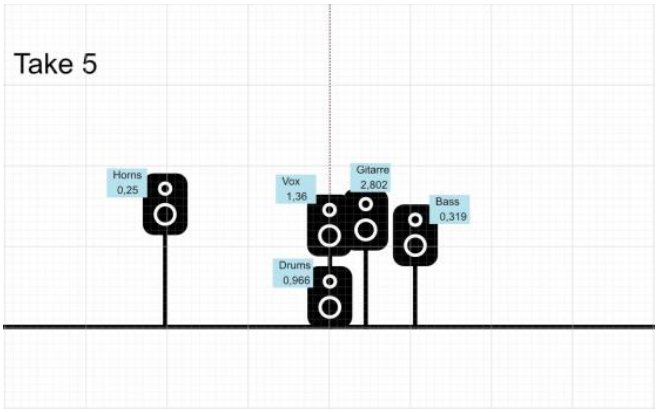


Abbildung 17

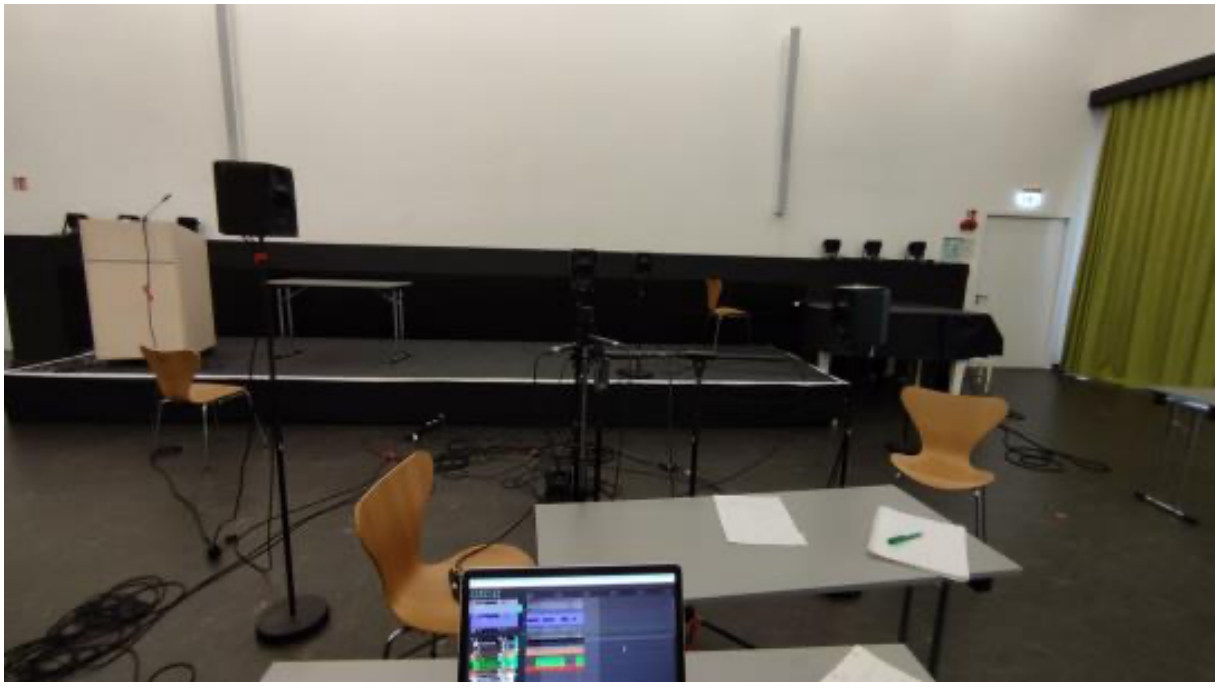


Abbildung 18

Kurze Ausschnitte der jeweiligen Takes sind zu finden unter https://cloud.haw-hamburg.de/index.php/s/2xynW5hWrEtfdbR (Passwort: ForumAufnahme).

Bei der Wiedergabe ist zu beachten, dass die Sequenzen jeweils binaural rausgerendert wurden, also bitte mit Kopfhörern anhören.

Résumé: Aufnahme

Abschließend lässt sich feststellen, dass die Aufnahmen im Prinzip gut abgelaufen sind. Vor allem die Aufnahmen des Ambeos klingen sehr gut und haben auch von der Wiedergabe der Positionen gut funktioniert; dazu mehr in der Auswertung der Hörtests.

Bei dem „Doppel-XY" ist das Problem, dass wir a) diese nicht vor Ort bei den Aufnahmen durch Anhören kontrollieren konnten und b) viel zu viel Übersprechen auf den Spuren ist. So überwiegt der Gesang auf jeder der vier Spuren massiv, auch alle anderen Instrumente klingen zu sehr mit. Eine Lokalisation ist so kaum möglich (siehe Kap. Hörversuch). Durch eine andere Art der Mikrofonierung hätte sich dieses Problem eventuell lösen lassen. So hätte man zum Beispiel drei Mikrofone mit 8er-Charak- teristik plus eine Kugel einsetzen können. Dank der Eigenschaft, dass bei dieser Charakteristik seitlicher Schall kaum aufgenommen wird, ergäbe sich kaum Übersprechung; mit den drei Achtern hätten sich die Raumachsen X, Y & Z aufnehmen und zusätzlich die Kugel dazumischen lassen, ähnlich wie es das Ambeo tut.

Ein weiteres Problem war die Variation in der Vertikalen. Unsere maximale vertikale Ausdehnung hatten wir bei den Trompeten in Take 5 mit rund 45°. Um dieses Problem zu lösen, hätten wir noch näher herangemusst und deutlich höhere Stative gebraucht, mit einer anderen Aufhängung.

Hörversuch – Entwicklung der Setups

Wie in der Einführung bereits erwähnt, wollen wir das beste Lautsprechersetup finden, um es Heimanwendern zu ermöglichen, das standardmäßig horizontale Stereo-Setup mit einer vertikalen Achse zu erweitern. Eine vertikale Achse zur stereophone Lautsprecheranordnung kann auf zwei einfache Weisen mit nur zwei weiteren Lautsprechern hinzugefügt werden.

Aufbau 1: Lautsprecheranordnung in einer Raute

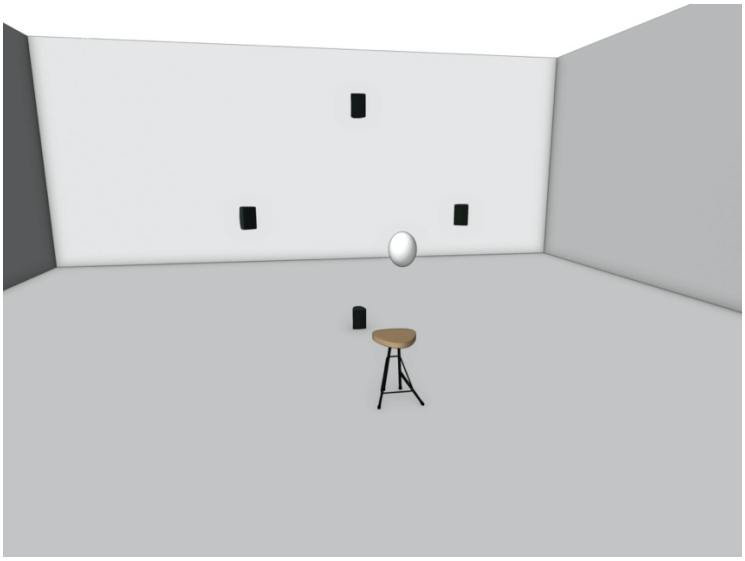


Abbildung 19 „Raute“

Die Lautsprecher sind im 60° Winkel zum Hörer in vertikaler und Horizontaler ebene angeordnet. Dieser Gedanke kommt aus der klassischen Stereophonie, wo der Hörer üblicherweise in der horizontalen im 60° Winkel zu den Studiomonitoren sitzt. Zunächst haben wir uns für einen Abstand von 2,30m zwischen den Monitoren L-R, O-U und der Kopfmitte entschieden. Die Lautsprecher waren alle über Stative oberhalb des Bodens relativ zentral im Raum platziert und der Boden mit Molton ausgelegt, sodass wenig frühe Reflexion den Hörversuch beeinflusst. Die Ohrhöhe ist auf höhe der horizontalen Achse der Monitore.

Ziel war es zunächst das Setup auf die Lokalisation einer Quelle zu testen und unseren Aufbau hinsichtlich unserer Erkenntnisse zu verbessern.

Da der Encoder und Decoder in unserem Versuch zunächst für relativ viele Probleme gesorgt haben und wir somit unser Signal nicht im Setup frei bewegen konnten, haben wir verschiedene Lokalisationseinstellung im

Panorama per Pegeldifferenzen bestimmt. Als Testsignal haben wir eine mono Gitarrenaufnahme benutz, da wir ein umgangstaugliches praxisnahes Signal für den Heimanwender darstellen möchten.
Für eine mittige Lokalisation haben wir so beispielsweise alle vier Monitore mit gleicher Lautstärke mit -6dB bespielt oder es wurden nur zwei gegenüberliegende Lautsprecher mit -3dB abgespielt, während das andere Paar mit einem Pegel gegen -∞ kein Signal bekommen haben. Außerdem haben wir noch die einzelnen Monitore L/R/O/U mit einem Pegel von 0dB versucht zu Lokalisieren und die Diagonalen mitten zwischen L/O, L/U, R/O und R/U mit je -3dB.
Wir haben mit zwei Probanden nacheinander die Lokalisation im Setup geprüft. Dabei hatte der Hörer keine Kenntnis darüber welches Signal gerade abgespielt wird und musste dann sein Eindruck wiedergeben sowie Dokumentieren.
Dabei ist aufgefallen, dass die einzelnen Richtungen L/R/O/U sehr eindeutig zu lokalisieren waren. Die diagonalen Einstellungen wurden von beiden Probanden nicht ganz an der richtigen Position wahrgenommen, sondern wurden eher Richtung außen (L/R) gehört. Besonders viele Abweichungen gab es in den verschiedenen Mitteneinstellung. Die Mitte über alle Lautsprecher wurde als sehr flächig und verwirrend interpretiert dabei wurde die Schallquelle von Proband A eher leicht nach unten verschoben und von Proband B leicht nach oben. Die L/R-Mitte konnte von beiden Personen auch als zentrale Position erkannt werden. Die Einstellung Mitte-O/U wurde von Proband A als extrem weit nach unten verschoben und von Proband B als ein wenig nach unten verschoben wahrgenommen.
Unsere Erkenntnisse aus diesem Versuch sind, dass die horizontale Achse einen höheren Einfluss auf die Klangereignissrichtungswahrnehmung hat als die Vertikale und das die vertikale Richtung unser Signal viel breiter und schwammiger klingen lässt. Da die Lautsprecher L/R einen besseren Einfallswinkel auf die Ohren als die Lautsprecher O/U haben und in diesem Fall der Schall frontal auf dem Gesicht auftritt und somit erst um den Kopf herum zu den Ohren an der Seite muss.
Aus dieser Erkenntnis haben wir geschlossen, dass wir unser Verhältnis von der Breite zur Höhe vergrößern müssen, um eine präzisere Lokalisation zu ermöglichen.

Aufbau 2: Lautsprecheranordnung in einer breiten Raute

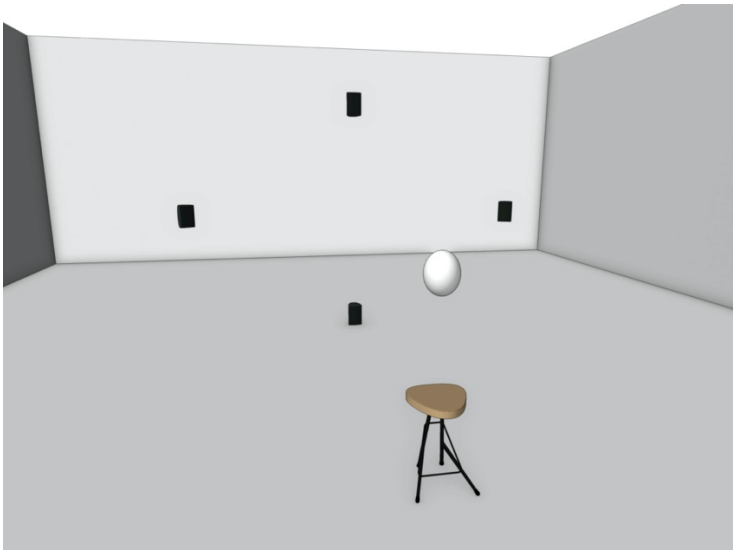


Abbildung 20 breite „Raute“

Im zweiten Schritt haben wir die Raute um das Doppelte verbreitert. Dabei haben wir den Hörradius in der Horizontalen von 60° beibehalten und haben den Winkel der vertikalen Achse auf 30° reduziert, indem wir mit den Monitoren L/R weiter auseinander waren als zuvor und gleichzeitig mit der Abhörposition nach hinten gegangen sind.

Bei einem weiteren Hörtest auf diesem Aufbau wurden die Lokalisationen deutlich besser erkannt als zuvor. Neben der schon guten Lokalisation der einzelnen Monitore, konnten jetzt die Diagonalen als mittig oder so gut wie mittig zwischen den entsprechenden Lautsprechern wahrgenommen werden. Aber auch die zentrale Position wurde nicht mehr also so schwammig und flächig gehört wie zuvor.

Insofern haben wir einen zufriedenstellenden Aufbau für weitere Hörversuche gefunden.

Aufbau 3: Lautsprecheranordnung im Quadrat

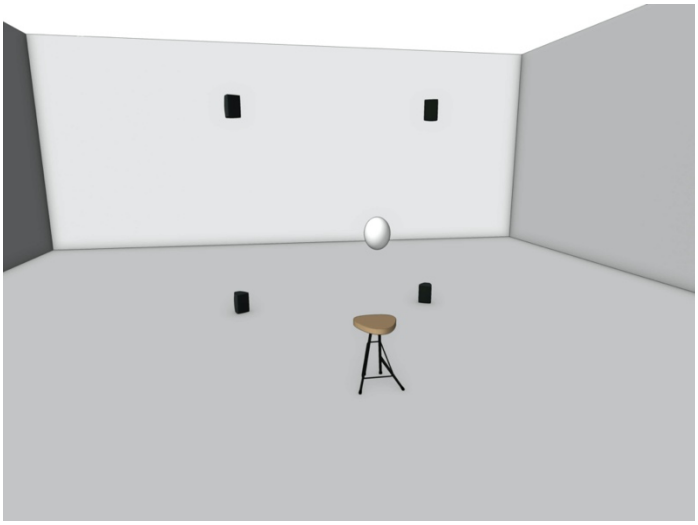


Abbildung 21 „Quadrat“

Um eine alternative zur breiten Raute zu haben, haben wir uns ein weiteres Setup in rechteckiger Anordnung erstellt. Hierbei haben wir die Lautsprecher zunächst, wie schon bei der Raute, im 60° Winkel zueinander angeordnet. Auch hier haben wir einen abstand von jeweils 2,30m zwischen den Monitoren und den Punkten L/R/O/U zur Kopfmitte gewählt.
Für die Lokalisation haben wir die Phantomschallquelle per virtual Panner auf dem Setup verteilt und mussten so nicht manuell die Pegeldifferenzen bestimmen.
Hierfür haben wir neun verschiedene Punkte für die Lokalisationstests vorgesehen. Die Einstellungen waren die vier Eckpunkte des Quadrats, die Punkte L/R/O/U also quasi die Mitte zwischen zwei Lautsprechern und die zentrale Position zwischen allen vier Monitoren.
Dabei waren die einzelnen Schallquellen sehr schwierig zu Lokalisieren. Die Mitte war sehr flächig und diffus, sodass eine exakte Lokalisation kaum möglich war auch hier konnten die beiden Probanden jeweils unterschiedlich eine Verschiebung der Schallquelle nach unten bzw. oben wahrnehmen. Die Einstellungen zwischen zwei Lautsprechern in horizontaler Ebene L/R wurde auch nicht eindeutig lokalisiert, hier gab es auch wieder starke Abweichungen nach oben und unten und das relativ willkürlich. Die Einstellungen in vertikaler Ebene O/U konnten hingegen relativ gut bestimmt werden. Aber auch die Einstellungen außen an den Monitor Positionen waren nicht eindeutig. Es war zwar zu erkennen, dass, wenn beispielsweise links-oben abgespielt wurde, es auch relativ weit links-oben hörbar war, allerdings

hatten die Probanden das Empfinden die Schallquelle ein bisschen weiter Richtung Mitte wahrzunehmen.
Wenn im Encoder eine Einstellung vorgenommen wird, dass mehrere Lautsprecher ca. gleich laut angespielt werden, geht das bestimmte Richtungsgefühl sehr schnell verloren und die Schallquelle wirkt sehr konfus in der Ebene verteilt. Das Signal kommt dann für die Ohren aus zu vielen einzelnen Richtungen durch das Zusammenwirken der Lautsprecher, anstatt einer Phantomschallquelle aus nur einer Richtung. Dieses Phänomen überfordert deutlich die Ohren, bzw. das Gehirn, welches diese Signale analysiert.
Ein weiterer Punkt ist die Reinfolge der Schallquellen beim Hörversuch. Wenn beispielsweise links abgespielt wird und anschließend links-unten, ist links-unten sehr deutlich zu lokalisieren. Wenn aber erst links-unten abgespielt wird und anschließend links, kann es auch passieren, dass links als sehr weit oben erfasst wird, da der Kontrast zum Signal davor relativ groß ist.
Um diesen Problemen entgegenzuwirken, behalten wir also nur auf der horizontalen Ebene unser Stereodreick bei und ziehen die Lautsprecher auf der Vertikalen Ebene näher zusammen. Mit dieser Optimierung verlieren wir den Effekt von mehreren Schallquellen und erzeugen unabhängig von der Encoder-Einstellung eine klar im Setup verteilte Phantomschallquelle.

Aufbau 4: Lautsprecheranordnung im Rechteck

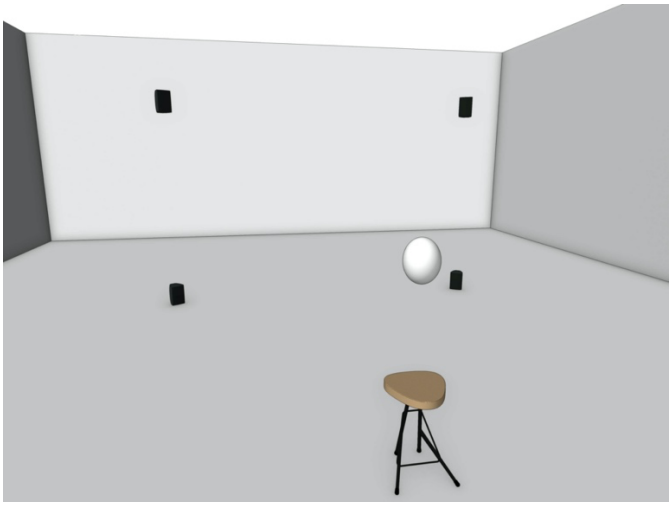


Abbildung 22 „Rechteck“

Als letzten Schritt im Lokalisationshörtest haben wir das Quadrat verbreitert und so als Rechteck angeordnet. Hierbei haben wir uns wieder an ein Verhältnis von 2:1 wie schon bei der Raute orientiert.
Dadurch waren die Schallquellen nicht mehr ganz so diffus wie zuvor. Vor allem die Mitte war viel kompakter als beim Quadrat. Die Einstellungen L/R/O/U waren so auch deutlich einfacher zu erkennen, wobei es je nach Abspielreinfolge doch noch zu kleineren Differenzen gekommen ist. Bei den Eckpunkten allerdings konnte man die Schallquelle immer noch nicht außen wahrnehmen, sondern wie auch beim Quadrat leicht in die Mitte gezogen.

Vergleich der Setups „Raute“ und „Rechteck“

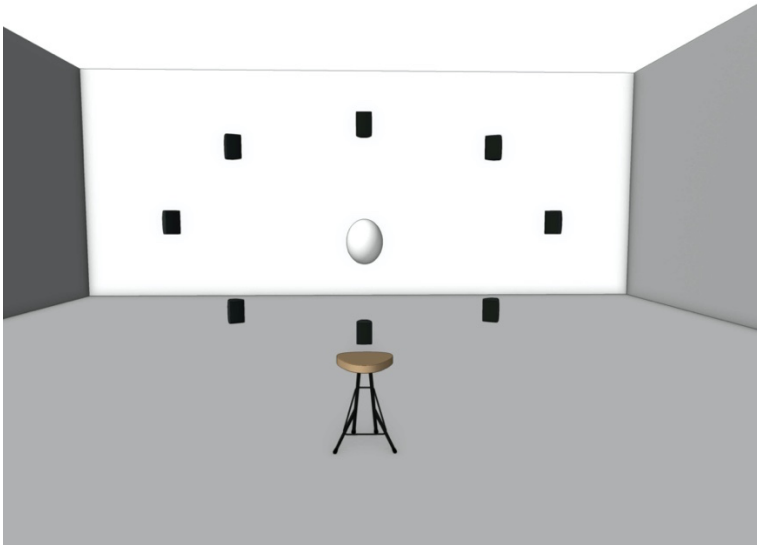


Abbildung 23 Vergleich der Setups

Um die beiden Setups „Raute“ und „Rechteck“ nochmal genauer miteinander zu vergleichen haben wir diese gleichzeitig Aufgebaut, dabei haben wir darauf geachtet, dass die beide Aufbauten den gleichen Flächeninhalt besitzen. Die Raute hat eine Breite von 3m und eine Höhe von 1,5m und das entspricht einem Flächeninhalt von 2,25m^2. Dementsprechend haben wir die Breite des Rechtecks auf 2,1m und die Höhe auf 1,05m festgelegt. Des weiteren ist die Kopfhöhe auf die Mitte der jeweiligen Setups angepasst und der Lautsprecher, der am weitesten unten angeordnet ist besitz einen Abstand zum Boden, um die frühe Reflexion zu verringern. Außerdem wurde der Boden mit Molton ausgelegt, damit der Schall etwas absorbiert werden kann.

Auf diesen beiden aufgearbeiteten Aufstellung haben wir dann die Ambeo- und XY-Aufnahmen gelegt und haben diese auf Funktionalität geprüft. Ziemlich schnell ist deutlich geworden, dass sich die Aufnahmen mit dem Ambeo-Mikrofon deutlich besser eignen als die Doppel-XY-Aufnahme und bei beiden Aufnahmetechniken kann, unserem Empfinden nach, die Tiefe der verschiedenen Instrumente schlecht vermittelt werden. Bei der Ambeo-Aufnahme wird wenigstens die Lokalisation gut übertragen, das geht bei Doppel-XY auch verloren. Hier ist die Stimme unverhältnismäßig laut und die Lokalisation der anderen Instrumente wird nahezu unmöglich. Um diesen Eindruck genauer zu prüfen haben wir einen umfangreichen Hörversuch ausgearbeitet.

Signalfluss

Wir arbeiten in unserem Projekt mit Reaper, da wir dort die Möglichkeit haben, Spuren mit bis zu 64 Tracks laufen lassen zu können. Diese Grenze reizen wir bei Weitem nicht aus, jedoch reichen auch schon Spuren mit unseren vier Tracks, die unseren vier Lautsprechern entsprechen, aus, um andere DAWs zur Benutzung ausschließen zu können. In Reaper legen wir also eine Spur an, auf der unsere Monoschallquelle liegt. Wir haben uns dabei für eine Gitarre entschieden, da diese einerseits auch in unseren späteren 3D-Aufnahmen für den Hörtest vorhanden ist und uns andererseits sowohl Flächensound, durch anhaltende Akkorde liefert, als auch kürzere Transienten, durch Anschläge. Wir hatten außerdem auch Klatschen aufgenommen, um damit sehr kurze Impulse auf den Lautsprechern auszutesten, aber weder das noch ein Sprachsignal hat sich für die Vorversuche so gut geeignet wie die Gitarre. Diese Mono Gitarren-Spur haben wir auf eine Encoder-Spur geroutet, welche auf 4 Tracks erweitert ist und unseren IEM Stereo Encoder (Abb. 24) benutzt. Mit diesem Encoder können wir nämlich unsere Mono-Spur auf einer 3D-Kugel um die hörende Person herum verteilen. Dabei müssen wir allerdings beachten, dass wir nur Schall von vorne wiedergeben. Um also die Gitarre zwischen unseren Lautsprechern bewegen zu können, benutzen wir im Encoder nur die obere Hälfte der Kugel. Uns ist aufgefallen, dass die auf die untere Halbkugel gespiegelte Einstellung des Encoders denselben Effekt hat wie die Einstellung auf der oberen Halbkugel. Schallquellen, die laut Encoder von hinten kommen sollen, werden in unserem Fall gespiegelt von vorne wiedergegeben.

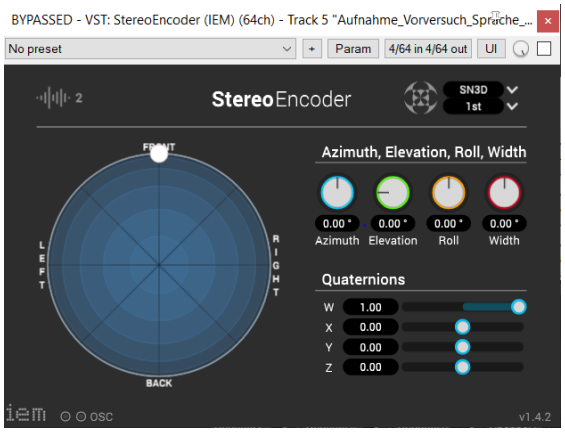


Abbildung 24 IEM StereoEncoder. Bildet eine 3D-Kugel, auf der ein Signal verteilt werden kann. Zu sehen ist der obere Teil der Kugel. Wird der Weiße Punkt aus dem Kreis rausgezogen, gelangt man auf die untere Seite der Kugel. Alternativ auch über den Regler „Elevation“ Einstellbar (grün).

Diese encodierte Spur schicken wir dann weiter auf eine Decoder-Spur, auf der dann der IEM AllRA-Decoder liegt (Abb. 25). Mit diesem Decoder können wir unser Lautsprecher-Setup konfigurieren. Wichtig dabei ist, dass sowohl die Encoder-Spur als auch die Decoder-Spur jeweils 4 Tracks haben und dass das Routing so eingestellt ist, dass die vier Multitracks (Send) von der Encoder-Spur auf die vier Multitracks (Recieve) von der Decoder-Spur laufen. Standardmäßig ist in Reaper nämlich nur ein Stereotrack ausgewählt, unabhängig davon, wie viele Tracks eine

Spur besitzt, und damit würden die zwei hinteren Tracks des Encoders verloren gehen und die Encoder-Einstellungen lassen sich nicht auf das Lautsprecher-Setup übertragen. Kommen allerdings alle Tracks des Encoders richtig bei dem Decoder an, müssen nur noch die einzelnen Tracks des Decoders auf die 4 Inputs der Dante Virtual Soundcard geschickt werden (Tx1-Tx4). Dabei ist auch wieder wichtig, dass die vier einzelnen Tracks auch auf die Mono-Inputs der Dante Virtual Soundcard geschickt werden und nicht auf die standardmäßig eingestellten Stereo-Ins (Tx1/2 – Tx3/4). Bei den Stereo-Ins von Dante würde dann nämlich ein Track, der nur auf dem linken Lautsprecher zu hören sein soll, auch beispielsweise auf dem rechten Kanal zu hören sein. Dies führt erneut dazu, dass die Einstellung im Encoder nicht auf das Setup übertragbar ist. Damit endet der Signalfluss in Reaper und es folgt noch der Weg vom Laptop zu den Lautsprechern.

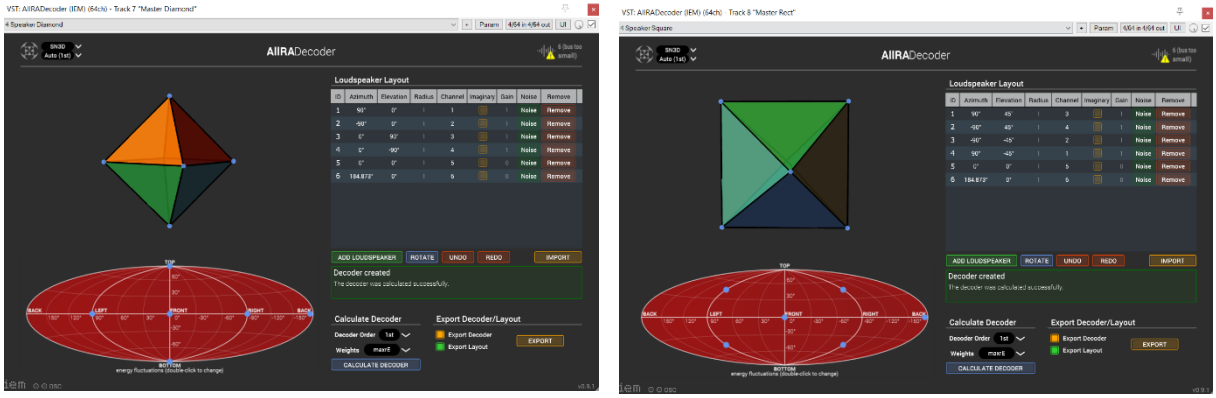
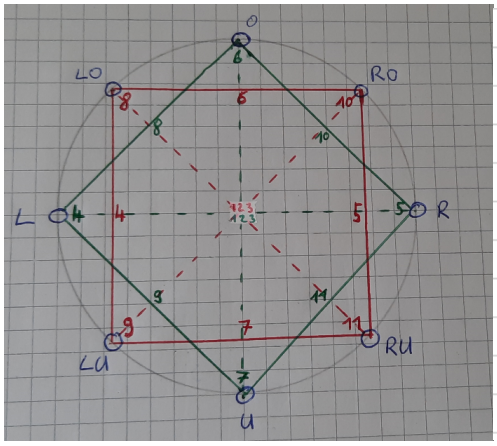


Abbildung 25 IEM AIIRA-Decoder. Konfiguration der Lautsprecher-Setups „Raute“ (links) und „Rechteck“ (rechts). Punkte 1-4 entsprechen Lautsprechern, Punkte 5 und 6 sind imaginäre Lautsprecher mit einem Gain von Null, die nur dazu dienen, ein Volumen aufzuspannen. Flächen, wie sie in unserem Setup zu finden sind, sind nicht konfigurierbar.

Auf den vier Kanälen Tx1 bis Tx4 der Dante Virtual Soundcard liegen jetzt unsere vier Tracks für die jeweiligen Lautsprecher. Den Laptop verbinden wir via Ethernet mit einem Audio-Interface, das mindestens 4 Outputs aufweisen muss. In unseren Vorversuchen konnten wir die Yamaha Rio16 Stagebox in A1 bzw. das digitale Mischpult in 3.030 benutzen. Über den Dante Controller auf dem Laptop werden die 4 Spuren Dante 1-4 von dem Laptop zu den Outputs des Interface geroutet, wobei hier eine 1-zu-1 Zuordnung (Tx1 auf Output 1 – Tx4 auf Output 4) sinnvoll ist. Schließlich müssen nur noch die 4 Lautsprecher an den Outputs angeschlossen werden, wobei wir uns für die Reihenfolge L-R-O-U (1-4) bzw. LO-RO-LU-RU entschieden haben. Damit ist unser Signalweg von der Mono-Gitarre bis hin zum 4 Kanal-Lautsprecher-Setup fertig und folglich werden die verwendeten Plugins erklärt.

Software: Encoder/Decoder

Wie bereits erwähnt benutzen wir für die Verteilung der Phantomschallquellen den Stereo-Encoder von IEM (Abb. 24). Dieser hilft uns dabei, eine Mono-Schallquelle in einem 3D-Raum zu verteilen, sodass wir digital ein dementsprechend encodiertes Signal vorliegen haben. Dieses encodierte Signal übergeben wir dann dem oben erwähnten AllRA-Decoder von IEM (Abb. 25), in dem wir unser jeweiliges Lautsprecher-Setup konfiguriert haben. Dieser erhält also das 3D-encodierte Signal und decodiert es so, dass es auf unser Setup übertragen werden kann. Die Konfiguration des Decoders war allerdings nicht gerade einfach, denn der Decoder ist dazu ausgelegt ein „echtes" 3D-Lautsprecher-Setup zu erzeugen und unsere Lautsprecher-Setups bilden lediglich eine 2D-Ebene. Ebenen werden aber von dem Decoder nicht akzeptiert, bzw. erzeugen Error-Messages. Wir haben uns also 2 zusätzliche „imaginäre" Lautsprecher dazu erzeugt, bei denen wir im Decoder das Gain auf Null gesetzt haben. Die „imaginären" Lautsprecher dienen also lediglich zur 3D-Raumbildung, haben aber keinen Einfluss auf unser aufgebautes Lautsprecher-Setup. Über diese beiden Plug-Ins können wir jetzt das Gitarren-Signal frei zwischen den Lautsprechern bewegen und mit der von uns wahrgenommenen Hörereignisrichtung vergleichen. Dazu haben wir uns Positionen der Phantomschallquelle überlegt, welche wir uns dann durchgewürfelt nacheinander anhören und Beobachtungen festhalten. Bei der Beurteilung einzelner Phantomschallquellenpositionen achten wir im Wesentlichen nur darauf, wie gut die wahrgenommene Position mit der Einstellung im Encoder übereinstimmt. Unsere Positionen für die Phantomschallquelle sind in Abb. 26 zu sehen.



1	Center	(alle)
2	Center	(nur L/R)
3	Center	(nur O/U)
4	Links	
5	Rechts	
6	Oben	
7	Unten	
8	Links-Oben	
9	Links-Unten	
10	Rechts-Oben	
11	Rechts-Unten	

Abbildung 26 Phantomschallquellenverteilung. Positionen sollen dabei helfen, Vor- und Nachteile von der „Raute" (grün) und dem „Rechteck" (rot) zu finden. Beide Setups spannen dieselbe Fläche auf, um sie vergleichbar zu machen.

Vor- und Nachteile des IEM Stereo-Encoders

Mit dem Stereo-Encoder können wir theoretisch eine Phantomschallquelle aus allen Richtungen klingen lassen, binaural sowie mit einem 3D-Audio-Dome beispielsweise ist das auch praktisch möglich. Wir haben allerdings bemerkt, dass einige Einstellungen im Stereo-Encoder sich nicht gut auf unser Lautsprecher-Setup übertragen lassen. Dabei haben beide Setups „Raute“ und „Rechteck“ unterschiedliche Stärken und Schwächen. Sehr anschaulich wird dies, wenn man die Ausgangstracks der Decoder-Spur mit der Encoder Einstellung vergleicht. Jeder einzelne Track der Decoder-Spur kann nämlich je nach Dante-Routing einem bestimmten Lautsprecher zugeordnet werden, wodurch die Pegeldifferenzen, die für die Lokalisation verantwortlich sind, zwischen den Lautsprechern visualisiert wird. Ähnlich wie das auch im Stereosetup der Fall ist, wird über die Pegeldifferenz eine Verlagerung der Phantomschallquelle vorgenommen. Dass dies möglich ist, bestätigt zum Teil unsere These, dass Eigenschaften aus dem der Stereophonie auf horizontaler Linie übertragbar ist in die horizontale und vertikale Ebene. Ob und wie genau die Hörereignisrichtung bei Pegeldifferenzen zwischen zwei Stereo-Lautsprechern übertragbar ist in die vertikale Ebene wäre eine Untersuchung für ein weiteres Projekt. Wir haben an der Stelle unsere Vermutung bestätigt gesehen und nicht weiter untersucht, wie genau das der Fall ist. In Abbildung 4 ist demnach zu sehen, wie bei den Lautsprechern der „Raute“ die Einstellung „Rechts-Oben“ dafür sorgt, dass der Lautsprecher R um eine erhebliche Differenz lauter ist als der Lautsprecher L und ebenso Lautsprecher O deutlich lauter als Lautsprecher U. Demnach sollte die Phantomschallquelle Rechts-Oben lokalisiert werden, was sich durch die Hörereignisrichtung, die wir über die Lautsprecher wahrnehmen, bestätigt. Allerdings sieht man auch in Abbildung 4, dass die Einstellung „Links“ die Pegeldifferenzen nicht so wiedergibt, wie man es erwarten würde. Zu erwarten ist, dass der Lautsprecher L deutlich lauter ist als alle anderen. Die Pegeldifferenz zwischen Lautsprecher L und Lautsprecher R ist zwar hoch genug, um in einem Stereo-Setup die Hörereignisrichtung „Links“ zu erzeugen, allerdings sind in unserem Fall die Lautsprecher O und U gleichermaßen zu laut. Dementsprechend wird die Phantomschallquelle wieder in Richtung Mitte „gezogen“. Die Lokalisation entspricht somit sehr genau der Interpretation von den Pegeldifferenzen und weniger der Einstellung im Encoder. Auch andere Positionen im Encoder erzielen kein besseres Ergebnis. Für eine Mischung, die komplett über den Stereo-Encoder vorgenommen werden würde, bedeutet dies eine erheblicher Nachteil. Während die Einstellung „Links“ bei der „Raute“ nicht auf das Setup übertragbar ist, kann

Abbildung 27 Stereo-Encoder Einstellungen für „Raute“ (Masterfader mit den Tracks: L/R/O/U in der Reihenfolge). Einstellung „Rechts-Oben“ (links) kann gut wiedergegeben und lokalisiert werden. Die Tracks R und O sind deutlich lauter als die Tracks L und U. Einstellung „Links“ wird nicht gut übertragen, da die Tracks O und U zu laut sind und somit die Phantomschallquelle wieder in die Mitte ziehen.

Abbildung 28 Stereo-Encoder Einstellungen für „Rechteck“ (Masterfader mit den Tracks LO/RO/LU/RU in der Reihenfolge). Einstellung „Links“ (links) kann gut wiedergegeben und lokalisiert werden. Die Tracks LO und LU sind deutlich lauter als die Tracks RO und RU. Einstellung „Rechts-Unten“ wird nicht gut übertragen, weil die Lautsprecher RO und LU nicht genug Pegeldifferenz zu dem Lautsprecher RU aufweisen.

diese Einstellung auf dem „Rechteck“ sehr gut und dem Encoder getreu wiedergegeben werden (Abb. 27). Das „Rechteck“-Setup kann dagegen die Einstellung „Rechts-Unten“ nicht gut übertragen. Auch hier sind wieder Pegelunterschiede zwischen dem Lautsprecher RU und den Lautsprechern LU/RO nicht groß genug und die Phantomschallquelle wird dementsprechend woanders wahrgenommen. Beide Setups „Raute“ und „Rechteck“ weisen also Encoder-Einstellungen auf, die sie gut wiedergeben können, und Andere, bei denen die Lokalisation nicht mehr der ursprünglichen räumlichen Verteilung entspricht. Es kann also aus unseren gruppeninternen Vorversuchen kein erster Favorit bestimmt werden.

Problem Plug-In als Blackbox und wahrgenommene Tiefpassfilterung

Ein weiteres Problem, das uns bei den Vorversuchen aufgefallen ist, bezieht sich auf die unteren Lautsprecher unseres Setups. Diese stehen zu Beginn unserer Tests auf dem Boden, um so eine größtmögliche Fläche aufzuspannen, in der sich eine Phantomschallquelle bewegen kann. Dabei haben wir allerdings bemerkt, dass unser Mono-Signal, die Gitarre, aus den unteren Boxen sehr viel Bass lastiger beziehungsweise tiefpassgefiltert gewirkt hat. Da wir in unserem Weg von der Gitarrenspur, bis zum Ohr unter anderem Plug-Ins verwenden, von denen die Funktionsweise nicht offensichtlich erschließbar ist, mussten wir erst herausfinden, was die Ursache dafür ist, um es anschließend beheben zu können. Unsere Vermutung, dass der Encoder bei der Einstellung „Unten" eine Tiefpassfilterung vornimmt, um dem menschlichen Gehirn vorzutäuschen, das Geräusch bzw. der Sound kommt von unten, konnten wir schnell widerlegen. Dazu haben wir unser Routing der Lautsprecher nach dem Encoder so gedreht, dass der oben aufgebaute Lautsprecher dem unten konfigurierten Lautsprecher in der DAW entspricht und so der Encoder die Einstellung „Unten" auf

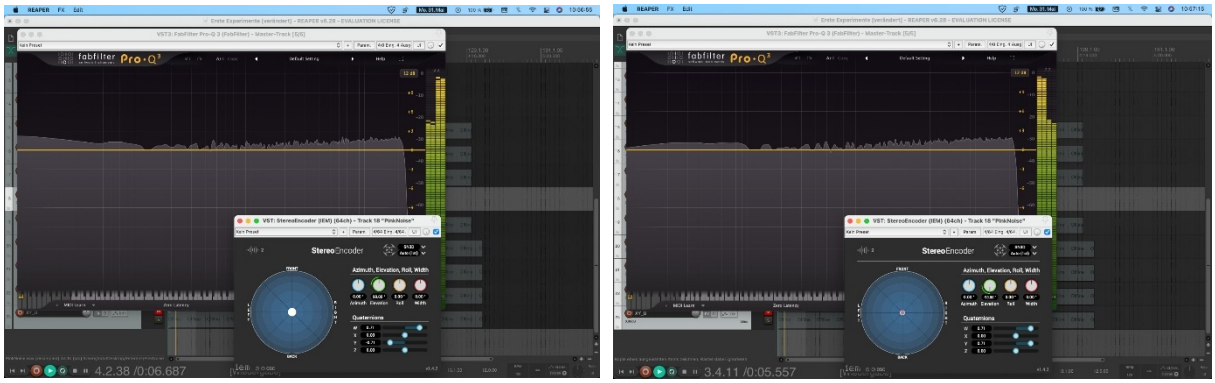


Abbildung29 Pinkes Rauschen durch den Decoder mit den Stereo-Encoder-Einstellungen „Oben" (links) und „unten" (rechts). Der Analyzer ist mit 3 dB/Oktave tilt eingestellt. Die Einstellung „Unten" hat in diesem Fall ein geringeres Low-End als „Oben".

dem oberen Lautsprecher wiedergibt. Dort hat sich das Signal allerdings wieder ungefiltert angehört, sodass der Encoder nicht dafür verantwortlich ist. Unserer zweiten Blackbox, dem Decoder, ist auch seine Funktionsweise erstmal nicht anzusehen. Da seine Funktionsweisen nicht auf der Herstellerwebsite erläutert sind und auch sonstige Recherche nichts ergeben hat, haben wir Pinkes Rauschen durch den Decoder geschickt und uns das Frequenzspektrum danach angeschaut. Wie in Abbildung 29 zu sehen, ist das Rauschen unverändert und wir können ausschließen, dass der Decoder Filter benutzt, um 3D-encodierte Signale zu decodieren. Folglich kann es nur noch daran liegen, dass unsere Lautsprecher auf dem Boden stehen. Dies sorgt für Reflexion auf dem Boden direkt vor dem Lautsprecher und so entsteht

eine gebündelte, gerichtete Schallquelle, in unserem Fall also eine sehr Bass verstärkte Gitarre. Beheben können wir das Problem somit aber sehr schnell, indem wir die Lautsprecher des „Rechtecks“ auf eine Höhe von 40 cm bringen und den Lautsprecher der „Raute“ auf eine Höhe von 30 cm mit zusätzlich ausgelegtem Molton. Folglich werden alle Signale auf allen Lautsprechern „ungefiltert“ wiedergegeben und wir sind an dem Punkt angekommen, dass wir jedes Setup so gut es erst mal geht optimiert haben und jetzt unsere 3D-Aufnahmen auf den Lautsprecher-Setups beurteilen können und uns auf den Hörtest vorbereiten können.

Ambeo- und Doppel-XY-Aufnahme auf den Lautsprecher-Setups

Für unsere 3D-Aufnahmen müssen wir den Signalweg in Reaper anpassen. Unsere Ambeo-Spuren laufen in eine Gruppenspur, auf der das Plug-In zur A-B Konvertierung liegt. Diese Gruppenspur routen wir auf eine Encoder-Spur, auf der wir den MultiEncoder von IEM laden, mit dem wir einzelne Tracks einer Spur im Raum verteilen können (Abb. 30). Diese Spur leiten wir dann auf eine Master-Spur, auf der wir ursprünglich unseren AllRA-Decoder benutzen, unsere Vorversuche haben aber ergeben, dass die Lokalisation ohne den Decoder deutlich besser funktioniert. Den Decoder lassen wir also folglich weg und Routen die vier Tracks der Master-Spur auf unsere 4 Lautsprecher des jeweiligen Setups. Dies geschieht wie oben bereits erklärt. Damit können wir unsere Ambeo-Aufnahmen auf den beiden Setups wiedergeben. Für die Doppel-XY-Aufnahmen können wir ein direktes Routing auf die Lautsprecher vornehmen. Da wir von der Aufnahme die vier Spuren Links, Rechts, Oben und Unten bereits vorliegen haben können wir bei dem „Quadrat" die Spur Links auf den Lautsprecher L, die Spur Rechts auf den Lautsprecher R, usw. routen. Bei dem „Rechteck" müssen wir die jeweiligen Spuren auf jeweils zwei Lautsprecher routen, da in dem Fall für die Spur Links beispielsweise die Lautsprecher LO und LU zuständig sind (für Rechts die Lautsprecher RO und RU, für die Spur Oben die Lautsprecher LO und RO, usw.). In diesem Fall routen wir allerdings eine Spur auf zwei Lautsprecher und müssen somit im Routing einstellen, dass die Spuren mit -3 dB wiedergegeben werden, damit beide Setups dieselbe Lautstärke haben.

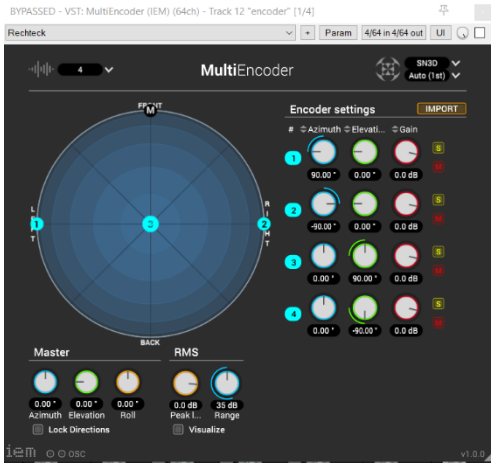


Abbildung 30 Der IEM MultiEncoder verteilt die 4 Tracks auf unserem Lautsprecher-Setup. Track 1 Links, Track 2 Rechts, Track 3 Oben, Track 4 Unten.

Aufbau Hörversuch

Kommen wir nun zum Hörversuch. Wir haben die Fragen des Hörversuchs in einigen Gruppengesprächen ausgearbeitet. Die Vorlesung zum Thema Hörversuche und die dazugehörigen Materialien haben eine gute Orientierung für die Ausarbeitung gegeben. Mit Blick auf die eigentliche Fragestellung unseres Konzepts haben wir verschiedene Testarten gewählt, die dazu beigetragen haben, die Lokalisation auf der vertikalen Achse und den Eindruck der Proband*innen bezüglich der verwendeten Aufnahme- und Wiedergabeverfahren zu untersuchen.
Der Fragebogen (siehe Anhang) besteht aus 6 Seiten mit folgendem Aufbau: Der erste Teil besteht aus vier Versuchen, in denen den Proband*innen jeweils eine Aufnahmeanordnung auf jeweils einem Wiedergabeverfahren vorgespielt wird. Die Reihenfolge der vier möglichen Anordnungen wurde pro Proband*in gewechselt, um möglichen Lerneffekt mit steigender Versuchszahl in unseren Ergebnissen klein zu halten. Mit späteren Versuchen können möglicherweise differenziertere Aussagen getroffen werden und um dies nicht immer bei gleicher Anordnung wiederzufinden, haben wir die Versuchsreihenfolge pro Proband*in getauscht.

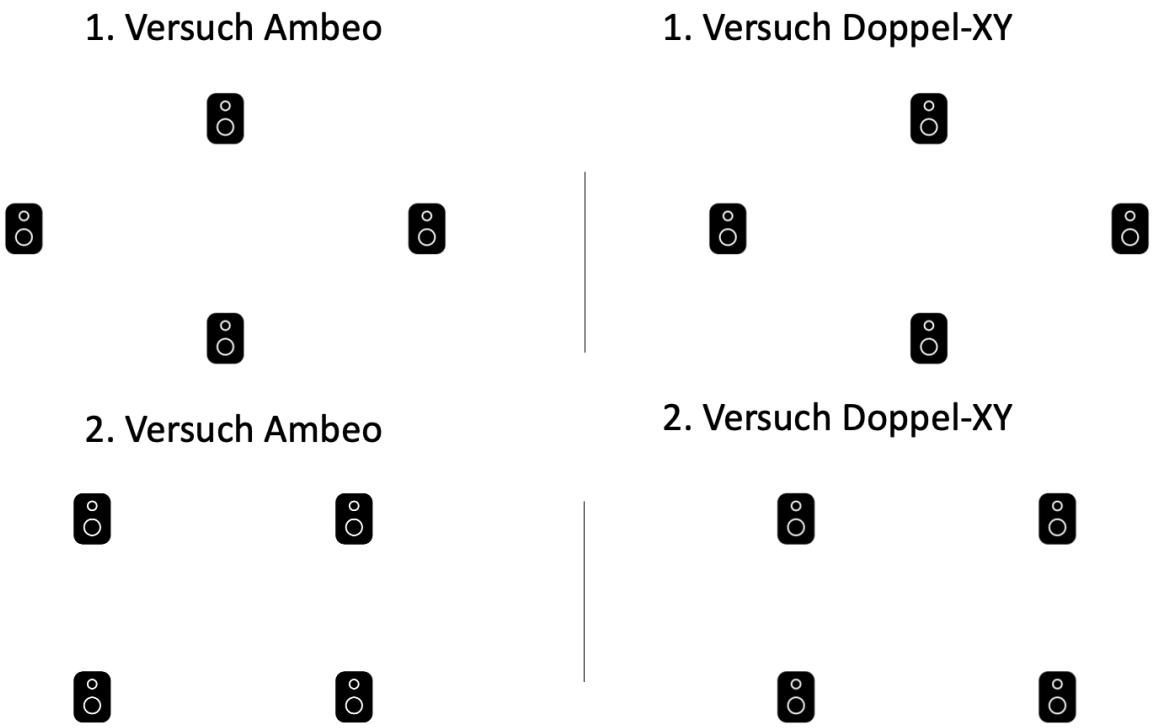


Abbildung 31

Erklärung der Aufgabenteile

1. Aufgabe:
Die erste Aufgabe beschäftigt sich mit der Lokalisation der einzelnen Schallquellen innerhalb der Lautsprecherbasis. Die Proband*innen wussten, dass Schall jeweils nur aus vier Lautsprechern gleichzeitig kommt, aber nicht aus welchen. Außerdem wurde den Proband*innen mitgeteilt, welche Instrumente/ Schallquellen im Hörausschnitt zu hören sind. Durch das freie Einzeichnen der Instrumente ist später bei der Auswertung aber auch der/ dem Proband*in ein direkter Eindruck des zuvor Gehörten ersichtlich. Man kann auf einen Blick sehen, wie breit oder schmal die Wiedergabe wahrgenommen wurde und inwiefern sich Instrumente auf vertikaler Achse lokalisieren lassen. Durch das freie Einzeichnen ist es aber auch durchaus schwieriger die Ergebnisse aller Proband*innen auszuwerten und zu vergleichen (auch bezogen auf den Vergleich der Wiedergabetechniken). In der Skizze wird sich zunächst auf die Verteilung auf X- und Y-Achse bezogen.

2. Aufgabe:
Die zweite Aufgabe steht in Zusammenhang mit erst genannter Skizze. Hier sollen Notizen und erste Eindrücke der Proband*innen notiert werden. Es ist Ihnen dabei freigestellt in welcher Form sie dieses machen. Ohne jeglichen inhaltlichen Rahmen und vorgegebene Antwortmöglichkeiten befinden wir uns hier bei der AISP Methode. Die Teilnehmer*innen können so unbeeinflusst und unvoreingenommen die Hörprobe bewerten oder auch besondere Auffälligkeiten notieren. Dabei kann in der Auswertung darauf geschaut werden auf was die Proband*innen besonders achten und ob Notizen von der Versuchsreihenfolge abhängig sind. So kann es z.B. sein, dass im ersten Versuch noch relativ allgemeine Notizen gemacht werden und dann bei darauffolgenden Hörproben eher auf spezifischere Aspekte eingegangen wird.

3. Aufgabe
Die dritte Aufgabe befasst sich mit der Tiefenstaffelung der zuvor eingezeichneten Instrumente. Um hier nicht den Fokus zu legen, sondern eine allgemeine Tendenz auslesen zu können (auch inwieweit sich die Tiefenstaffelung innerhalb der einzelnen Versuche unterscheidet) können die Proband*innen frei entscheiden wie viele Instrumente Sie auf die vorbereitete Skala einzeichnen wollen. So wird die Konzentration auf die Schallquellen gelenkt, die den Proband*innen wirklich aufgefallen sind und man kann außerdem erkennen wie differenziert einzelne

Schallquellen in der tiefe lokalisiert werden abhängig von der eingetragenen Anzahl.
Frage vier bis sieben sind gleicher Art und sollen den Höreindruck der Proband*innen differenzierter beleuchten und uns so in der Auswertung Anhaltspunkte geben. Es war ein wenig herausfordernd richtige Fragen zu formulieren, besonders auch weil der Blick einer Person, die sich z.B. noch nie mit ähnlichen Themen beschäftigt hat, gefehlt hat. Wir haben uns hier für die Testart kategoriale Bewertung mit fünfstufiger Rohrmann-Skala entschieden. Die Skalen der Fragen vier und fünf sind außerdem jeweils mit einem Adjektiv und dessen Antonym versehen und helfen den Proband*innen so bei der Orientierung.

4. Aufgabe:
Frage vier behandelt die Trennbarkeit der einzelnen Instrumente/ Schallquellen innerhalb des Lautsprechersetups. Die Proband*innen können hierbei zwischen ‘trennbar‘ und ‘ineinander übergreifen‘ entscheiden, da uns in unseren Vortests aufgefallen ist, dass die Doppel-XY Aufnahme auf der Rechteckanordnung z.B. etwas schwammiger klingt wollten wir untersuchen, inwiefern dieses von den Proband*innen erkannt wird und wie die anderen Anordnungen im Vergleich abschneiden.

5. Aufgabe:
Bei Frage fünf sollen die Proband*innen die Ausdehnung einzelner Instrumente einschätzen. Auf der fünfstufigen Skala können sie zwischen ‘breit‘ und ‘schmal‘ entscheiden. Im Nachhinein hätte man diese Frage eventuell anders formulieren sollen, da sie für die Frage nach einzelnen Instrumenten eine zu allgemeine Antwortform bietet. Auf der Skala kann lediglich eine allgemeine Tendenz gegeben werden. Ein Proband hat in einem Versuch z.B. in der Skizze aus Aufgabe 1 die Ausdehnung einzelner Instrumente in Form von größeren oder kleineren Kreisen um die eingezeichnete lokalisierte Position gezeichnet.

Aufgabe 6:
Die Skalen der Frage sechs und sieben sind mit ‘ja‘ und ‘nein‘ versehen. Frage sechs befasst sich mit einem vermittelten ‘Live-Gefühl‘. Durch das unterschiedliche Verhalten beider Aufnahmen auf beiden Lautsprecheranordnungen wird so das subjektive Empfinden der vier Wiedergaben abgefragt.

Aufgabe 7:
Zu guter Letzt wird in Frage sieben gefragt, ob die Lokalisation der einzelnen Instrumente schwergefallen ist. In unseren Vortests ist uns aufgefallen, dass sich die Instrumente der Doppel-XY Aufnahme schwieriger lokalisieren lassen und teilweise nicht ganz klar zu orten sind.

A/ B – Vergleich:
Nach den zuvor beschriebenen vier Versuchen kommt ein A/ B – Vergleich. In unseren Vortests haben wir uns dazu entschieden die Doppel XY Aufnahmeverfahren auszuschließen und uns in dem Vergleich auf ein geeignetes Wiedergabeverfahren für die Ambeo-Aufnahme zu fokussieren. Das Lokalisationsverhalten beider Aufnahmen haben wir in vorigen Versuchen untersucht. Mit zuvor gesammelten Erkenntnissen im Hinterkopf und Hauptaugenmerk auf das für Sie differenziertere Klangbild der Wiedergabeverfahren sollen sich die Proband*innen in diesem Teil in einem A/ B – Vergleich zwischen der Ambeo-Aufnahme auf der Rechteck- oder Rautenanordnung entscheiden. Wir haben hier bewusst die 'forced Choice'-Methode gewählt. Für eventuelle Begründungen oder spontane Eindrücke zum Vergleich gibt es auch hier wieder Platz für Notizen nach AISP-Methode.
Zu guter Letzt wird nach tontechnischen Erfahrungen/ tontechnischem Vorwissen der Proband*innen gefragt. Wieder auf der Rohrmann-Skala können Sie fünfstufig zwischen 'viel' und 'wenig' entscheiden. Eventuell unterschiedliches Verhalten bei Lokalisation und Beschreiben von Lokalisation in Abhängigkeit von möglichen Vorerfahrungen könnte man so differenziert betrachten und so auch Ergebnisse in verschiedene Personengruppen einteilen. Eine Mittelung über die Ergebnisse aller Proband*innen mit viel und wenig tontechnischem Vorwissen kann die Aussagekraft beeinflussen. Die Ergebnisse fallen eventuell anders aus, wenn man die Versuchspersonen in eine Gruppe mit mehr Erfahrung und eine mit weniger Erfahrung unterteilt.

Insgesamt haben wir sieben Proband*innen befragt. Für eine quantitative Befragung ist diese Anzahl nicht hinreichend. Durch die Ergebnisse aller sieben Proband*innen zeichnet sich nichtsdestotrotz eine gewisse Tendenz im Verhalten zu Lokalisation und Charakteristik der einzelnen Anordnungen ab und wir können diese im Rahmen der Veranstaltung Audiotechnik und -produktion im Folgenden auswerten. Die Versuchsdauer pro Proband*in lag zwischen 20 und 30 Minuten. Wir haben uns einen 30-sekündigen Ausschnitt aus dem Lied 'Little Lighter' der Band Ripe ausgesucht, in dem alle Instrumente/ Schallquellen (Vocals, Gitarre, Drums, Trompete, Bass) vorhanden sind. Die Proband*innen konnten selbst entscheiden wie oft sie die einzelnen Hörproben hintereinander hören wollten, so kann man ansatzweise von Reliabilität der Entscheidungen einzelner Proband*innen ausgehen. Die durchschnittliche Wiederholung einer Hörprobe lag bei 2-3 Wiederholungen.

Ergebnisse des Hörversuchs

Schaut man sich die Ergebnisse der ersten Aufgabe im Vergleich zur tatsächlichen Position der Schallquellen an sind zwischen den einzelnen Anordnungen und Aufnahmeverfahren einige Auffälligkeiten zu beobachten. Die korrekte Anordnung der Aufnahme ist im Abschnitt __ bereits detailliert beschrieben und ist in Abbildung __ skizziert. Wir haben uns für die Auswertung darauf geeinigt die Instrumente aller Proband*innen zu gruppieren und zu analysieren, inwiefern die eingezeichneten Lokalisationen voneinander und von der tatsächlichen Position abweichen. Auf den ersten Blick ist zu erkenn, dass die Schallquellen der Ambeo-Aufnahme insgesamt eine größere Fläche auf der Lautsprecherbasis abdecken als bei der Doppel-XY-Aufnahme. Die Skizzen der Ambeo-Aufnahme auf Rechteck- und Rautenanordnung weisen außerdem wesentlich weniger Abweichung in der Lokalisation auf und die einzelnen Instrumente sind im Allgemeinen präziser eingezeichnet. Die Rechteckanordnung mit Doppel-XY-Aufnahme weist insgesamt eine etwas linkslastigere Lokalisation auf als alle anderen. Bei Rautenanordnung und Doppel-XY-Aufnahme fällt außerdem auf, dass verglichen zu den Ambeo Skizzen etwas enger, zentrierter, nicht so breit aufgefächert eingezeichnet wurde. Der Bass wurde in allen vier Anordnungen am stärksten falsch lokalisiert als alle anderen Instrumente.

Doppel XY – Raute:
Wie bereits beschrieben ist die Verteilung bei dieser Anordnung am dichtesten zusammen. Die Trompeten, die sich bei der Aufnahme 3,06 m links von der Mitte in 1,72 m Höhe befunden haben, werden zwei von sieben Malen auf der richtigen Seite lokalisiert. Drei Proband*innen lokalisieren die Trompeten auf der rechten Seite und eine in der Mitte. Notizen wie ‘alles kommt eher mittig‘, ‘Sound schwer zu orten‘ und ‘sehr mittig und wenig verteilt‘ bestätigen dieses Verhalten. Eine Person vermutet ein klassisches Stereo-Setup, in dem lediglich rechts und links bespielt werden, eine andere Person notiert es sei die bisher verteilteste Anordnung (3. Versuch). Der Bass wird hauptsächlich unten, mittig lokalisiert. Bemerkenswert ist, dass zwei Proband*innen den Bass relativ korrekt in Richtung Trompeten auf der linken Seite skizziert haben. Die Gitarre wird fünf von sieben Malen weiter links und weiter unten skizziert. Die Drums werden horizontal fast ausschließlich mittig, aber auf der vertikalen Achse uneinstimmig eingezeichnet. Die Gitarre wird zwei von sieben Malen korrekt auf der rechten Seite der vertikalen Achse eingezeichnet. Die anderen orten die Gitarre eher mittig. Bemerkenswert ist noch die Lokalisation der Vocals.

Fünf von sieben Proband*innen sind sich korrekterweise sehr einig darüber die Stimme zentriert und auf vertikaler Achse etwas weiter oben zu lokalisieren.
Wie bereits in den Vortests erkannt, gibt es auch hier einige willkürliche Abweichungen besonders bei Gitarre und Trompete. Beide Schallquellen verhalten sich eher diffus und lassen sich schwer präzise orten. An der vertikalen Variation der Drums lässt sich auch hier feststellen, dass sich diese nur schwer lokalisieren lassen.

XY Raute

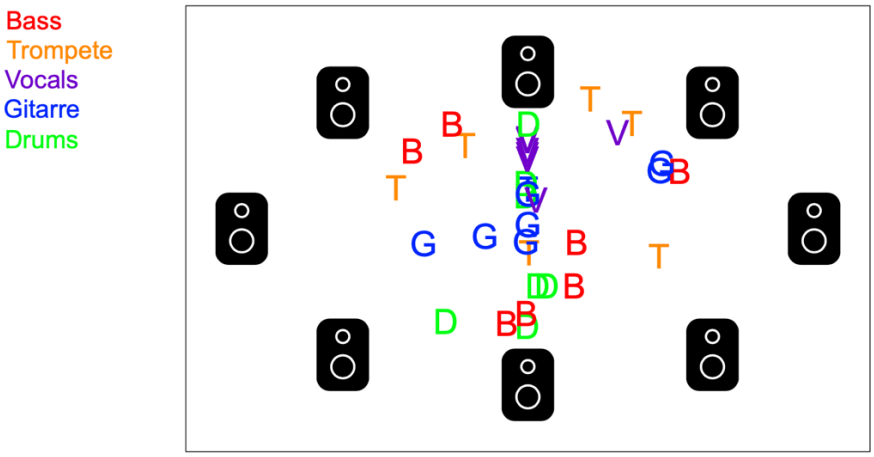


Abbildung 32

Doppel XY – Rechteck:
Das Gesamtbild der Doppel-XY-Aufnahme auf Rechteckanordnung ist, wie bereits beschrieben, etwas weiter nach links orientiert. Dies bemerken zwei Proband*innen außerdem in der Kommentarspalte an. Die vergleichsweise schmalere/ engere Ausdehnung auf der Lautsprecherbasis merken außerdem zwei Proband*innen an. Die einzelnen Ortungen der Drums und des Basses sind in diesem Rahmen innerhalb der Lautsprecheranordnung sehr weit auf vertikaler und horizontaler Achse verteilt und gruppieren sich nicht augenmerklich. Erahnen lässt sich eine Gruppierung der Trompeten korrekterweise links, oben. Die Vocals werden, wie im zuvor betrachteten Setup wieder weiter mittig lokalisiert. Hier sind sich vier von sieben Proband*innen relativ einig darüber, dass die Stimme vertikal sowie horizontal relativ mittig platziert ist. Eine Person lokalisiert die Stimme merklich weiter oben. Die anderen beiden etwas weiter links. Dazu passt der Kommentar: ‘Sänger wär mir zu hoch‘ (1. Versuch).

XY Rechteck

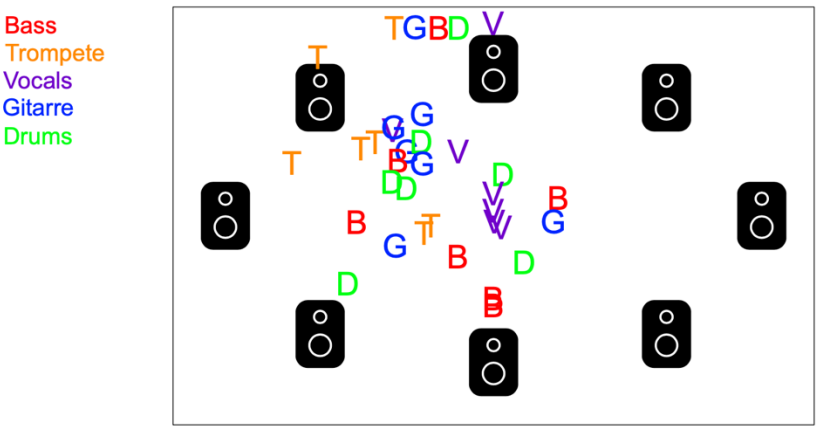


Abbildung 33

Ambeo – Raute:

Das Gesamtbild der Ambeoaufnahme auf der Rautenanordung sieht verglichen zu beiden zuvor beschriebenen Skizzen der Doppel-XY-Aufnahme deutlich gruppierter und breiter aus. Die Trompete wird korrekt ausschließlich auf der linken Seite lokalisiert. Ein von sieben Malen wird diese ohne vertikale Ausdehnung eingezeichnet. Von einer Proband*in wird die Trompete als getrennt zu den anderen Instrumenten beschrieben. Der Bass zeichnet sich insgesamt weiter unten und drei von sieben Mal sogar rechts von der Mitte ab. Auch bei der Gitarre kann man eine Gruppierung auf der rechten Seite, vertikal nach oben gerichtet, erkennen. Die Drums werden horizontal in gleicher Richtung, aber vertikal ein wenig weiter unten lokalisiert. Einmal werden die Drums zentral lokalisiert. Die Vocals werden auf der vertikalen korrekterweise insgesamt höher lokalisiert. Horizontal gesehen jedoch ein wenig nach rechts verschoben. Während drei Proband*innen die Stimme relativ nah rechts am höchsten Lautsprecher orten, zeichnen drei weitere Proband*innen die Stimme ein Stück weiter rechts, in Richtung der Gitarre, ein. Die letzte Position für die Stimme erstreckt sich über dem Lautsprecher rechts oben. Zwei Proband*innen merken an, der Bass sei kaum zu hören (beide 4. Versuch). Eine andere Person notiert die Hörprobe höre sich etwas indirekt an.

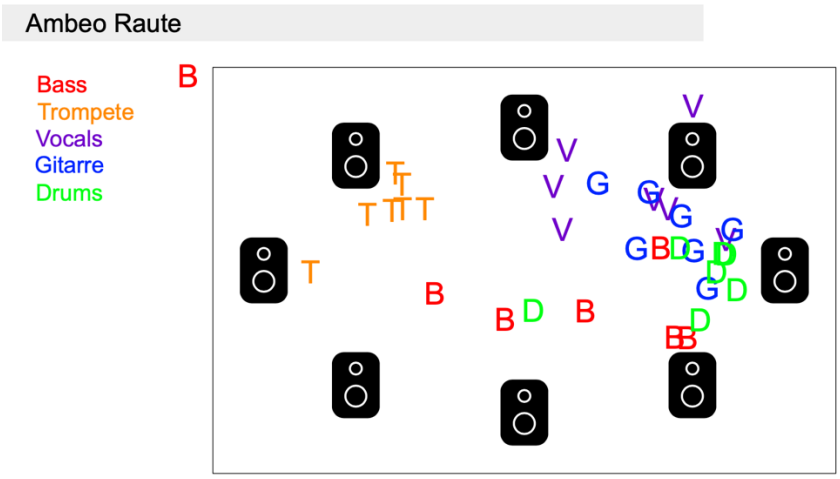


Abbildung 34

Ambeo – Rechteck:

Die Skizze des letzten Setups ist noch einmal um ein kleines Stück breiter. Vier von sieben Malen wurde hier die Trompete noch um ein Stück weiter nach links eingezeichnet. Zweimal davon fälschlicherweise unterhalb der horizontalen Mitte. Gitarre und Bass lassen sich, ähnlich wie auf der Rautenanordnung, lokalisieren aber auf der Rechteckanordnung mit ein bis zwei 'Ausreißern'. Einmal wird die Gitarre fälschlicherweise etwas auf der linken Seite eingezeichnet. Der Bass findet sich zwei von sieben Malen oberhalb der horizontalen Achse wieder, aber eher rechts, und die anderen fünf Male unterhalb der horizontalen mittig bis weiter rechts. Von drei Proband*innen wird angemerkt die Instrumente seien besser separierbar (2. Versuch), besser auseinander (4. Versuch) und der Mix sei breiter, es entstünde ein 'Live-Gefühle' (3. Versuch).

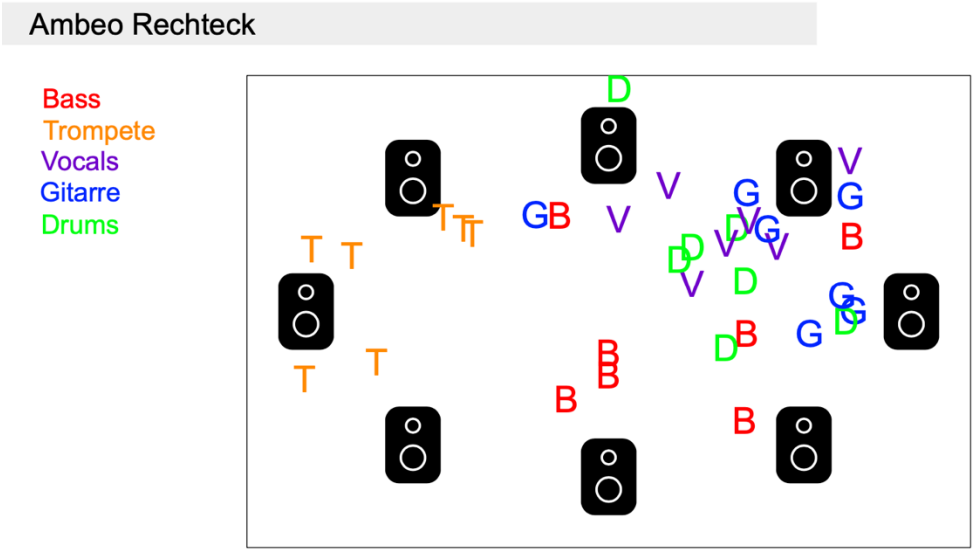


Abbildung 35

Insgesamt

Mit der Ambeo-Aufnahme entsteht auf beiden Anordnungen ein breiteres Gesamtbild als mit der Doppel-XY-Aufnahme. Die Lokalisation scheint mit der Ambeo-Aufnahme näher an der tatsächlichen Anordnung in der Aufnahme. Trompete und Gitarre lassen sich am besten lokalisieren während sich die Drums etwas genauer auf der Rautenanordung wiederfinden lassen. Die Vocals wurden bei beiden Doppel-XY-Anordnungen einheitlicher in der Mitte lokalisiert, als bei der Ambeo-Aufnahme. Auf der Rechteckanordnung ist im Vergleich zur Raute außerdem die Trompete etwas genauer positioniert. Insgesamt wurde der Bass am wenigsten korrekt eingezeichnet, was mit daran liegen kann, dass der Mensch tiefe Frequenzen schlechter orten kann. Für Frequenzen unterhalb 800 Hz spielt die interaurale Laufzeitdifferenz eine größere Rolle. Die Drums werden besonders auf beiden Rechteckanordnungen differenzierter auf der vertikalen wahrgenommen, mit großer vertikaler Abweichung, obwohl die tatsächliche Aufstellung nur 80 cm über dem Boden betragen hat.

Frage 3 Tiefenstaffelung einzelner Instrumente:

Der Bass wurde in allen vier Anordnungen weiter nach hinten gestaffelt, bis auf eine Ausnahme auf der Rechteckanordnung mit Ambeo-Aufnahme. Eine Proband*in hat den Bass vorne lokalisiert. Im Gegensatz zum Bass wurde die Stimme ganzheitlich weiter nach vorne gestaffelt. In allen vier Anordnungen waren sich die teilnehmenden Proband*innen sicher, die Stimme vorne, fast ganz vorne zu lokalisieren. Die Drums wurden auf beiden Rechteckanordnung auf jeder möglichen Tiefenstufe ein oder zweimal eingezeichnet. Auf Rautenanordnung mit Doppel-XY-Aufnahme geht die Tendenz der Drums eher nach vorne, während sie auf Rautenanordnung mit Ambeo-Aufnahme eher nach hinten geht. Für die Trompete gilt ähnliches nur genau andersherum. Während die Trompete auf beiden Rautenanordnungen von hinten nach vorne auf allen Plätzen notiert wurde, findet man sie auf Doppel-XY-Rechteckanordnung eher hinten und bei Ambeo-Rechteckanordnung mit Tendenz nach vorne aber auch mit einem Ausläufer nach hinten. Die weit entfernte Gitarre wird auf beiden Rautenanordnungen eher breit gestaffelt notiert. Auf der Rechteckanordnung mit Doppel-XY-Aufnahme zeichnet sich die Richtung Mitte bis Hinten ab und bei der Ambeo-Aufnahme ist die Schallquelle auch eher mittig mit etwas Tendenz nach vorne gestaffelt.

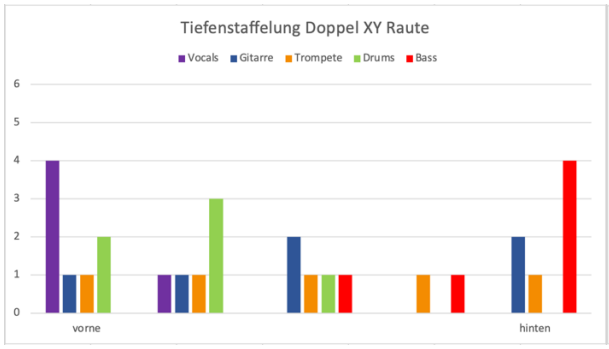


Abbildung 36

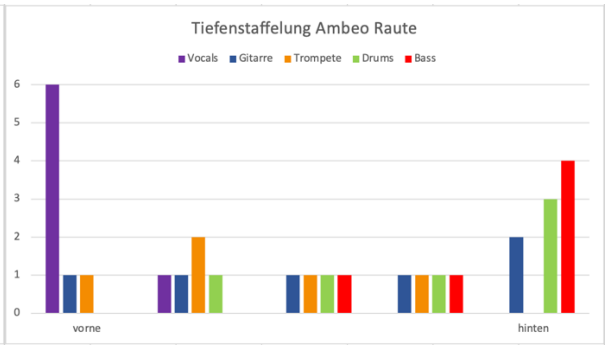


Abbildung 37

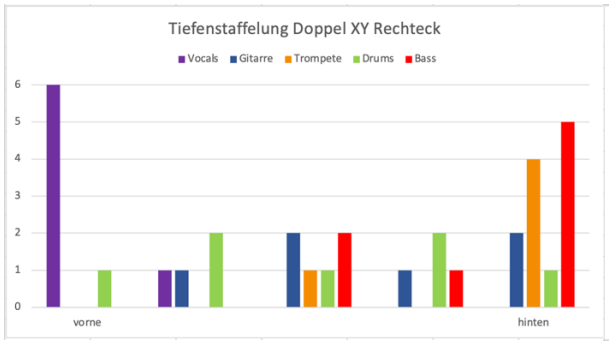


Abbildung 38

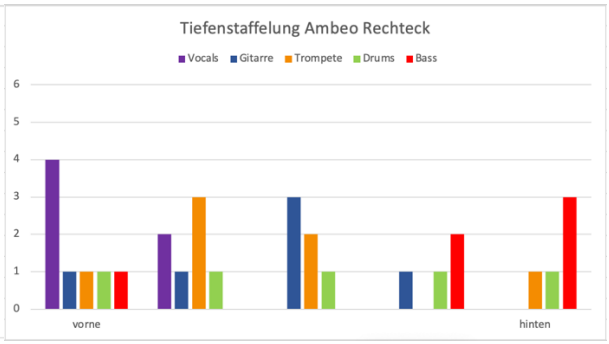
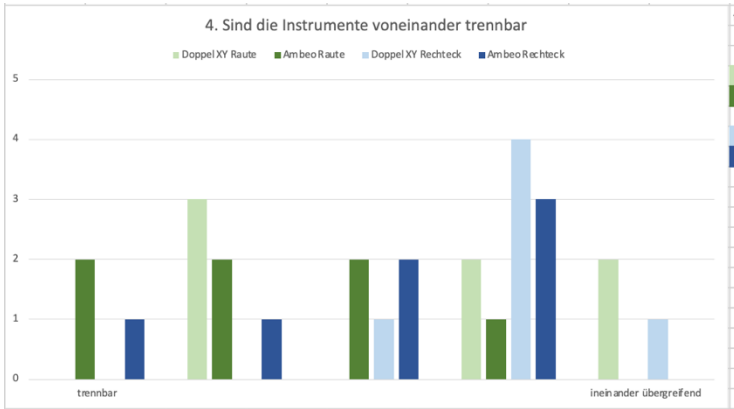


Abbildung 39

Frage 4 Trennbarkeit einzelner Instrumente:

Während die Instrumente auf Rechteckanordnung mit Doppel-XY-Aufnahme tendenziell ineinander übergreifen und weniger voneinander trennbar sind und bei der Ambeo-Aufnahme auf gleichem Setup ähnliche Tendenzen erkennbar sind, ist das Verhalten von Trennbarkeit der Instrumente auf der Rautenanordnung nicht so klar ersichtlich.



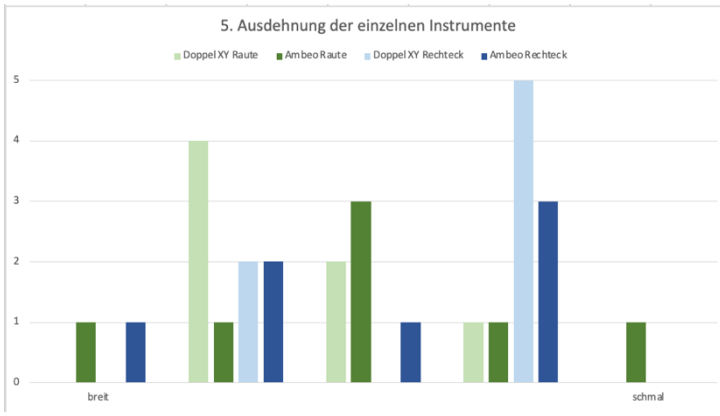
trennbar = 1	ineinander übergreifen = 5			
	Summe	**N**	**Mittelwert**	**Standartabweichung**
	24	7	3,43	1,29
	16	7	2,29	1,03
	24	6	4,00	0,58
	21	7	3,00	1,07

Abbildung 40

Frage 5 Ausdehnung einzelner Instrumente:

Auch die Ausdehnung einzelner Instrumente auf den verschiedenen Anordnungen hängt stark von Aufnahme und Lautsprecheranordnung ab. Es zeichnet sich hier keine klare Tendenz in eine Richtung ab. Während 71 % bei Rechteckanordnung und Doppel-XY-Verfahren die Ausdehnung als eher schmal wahrnehmen,

empfinden 29 % die Ausdehnung als eher breit. Auf Rautenanordnung sind es 57 %, die die Ausdehnung eher breit empfinden. Die anderen Proband*innen tendieren eher zu schmal. Bei der Ambeo-Aufnahme auf Rautenanordnung sind liegt der Mittelwert genau in der Mitte und streut zu beiden Seiten im gleichen Verhältnis. Auf der Rechteckanordnung empfinden 43 % die Ausdehnung als eher schmal, während der Rest Richtung breit tendiert. Im Mittel empfinden die Proband*innen die Ausdehnung einzelner Instrumente der Doppel-XY-Aufnahme auf Rechteckanordnung am schmalsten und auf Rautenanordnung mit Doppel-XY-Aufnahme am breitesten. Der Mittelwert der Rechteckanordnung mit Ambeo-Aufnahme liegt bei 2,86, also tendiert zu schmal.



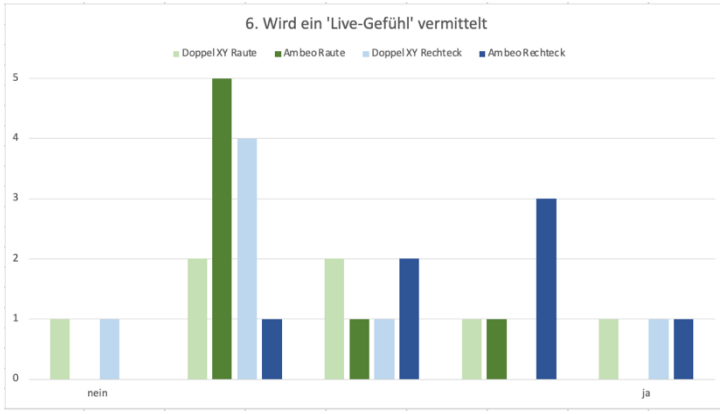
breit = 1	schmal = 5			
	Summe	N	Mittelwert	Standartabweichung
	18	7	2,57	0,73
	21	7	3,00	1,19
	24	7	3,43	0,9
	20	7	2,86	1,13

Abbildung 41

Frage 6 'Live-Gefühl':

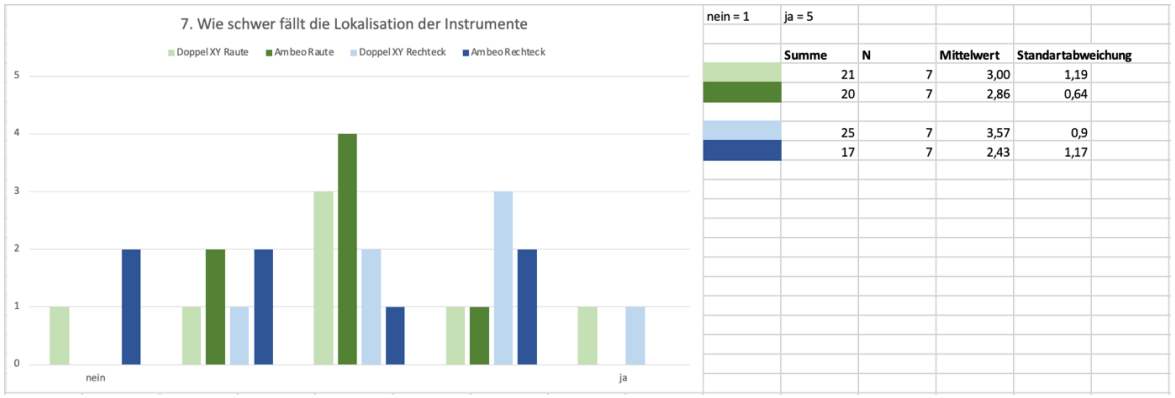
Ein 'Live-Gefühl' wird am ehesten auf der Rechteckanordnung mit Ambeo-Aufnahme mit einem Mittelwert von 3,57 erreicht . 43 % der Proband*innen kreuzen 'eher ja' an und 14 % 'ja'. Auf der Rautenanordnung mit Ambeo-Aufnahme sind sich 71 % der Proband*innen sicher, eher kein Live-Gefühl wahrzunehmen. Auf der Rechteckanordnung mit Doppel-XY-Aufnahme nehmen 57 % eher kein 'Live-Gefühl' war. Am uneinstimmigsten sind sich die Proband*innen bei Rautenanordnung und Doppel-XY-Aufnahme. Die Tendenz liegt bei 'eher nein', aber das Ergebnis streut am stärksten.

Abbildung 42



nein = 1	ja = 5			
	Summe	N	Mittelwert	Standartabweichung
	20	7	2,86	1,26
	17	7	2,43	0,73
	17	7	2,43	1,17
	25	7	3,57	0,9

Frage 7 Wie schwer fällt die Lokalisation einzelner Instrumente:
Bei der Doppel-XY-Aufnahme auf Rautenanordnung weichen die Antwortmöglichkeiten am stärksten voneinander ab. Der Mittelwert liegt genau bei drei (in der Mitte) mit symmetrischer Streuung zu beiden Seiten gleichermaßen. Bei gleichem Aufnahmeverfahren auf Rechteckanordnung tendieren 43 % zu ‚eher ja',. Die Lokalisation fällt also eher schwer. Auch bei der Ambeo-Aufnahme auf Rautenanordnung können sich die Proband*innen nicht für 'ja' oder 'nein' entscheiden. 57 % entscheiden sich für die Mitte, während 29 % zu 'eher nein' und 14 % zu 'eher ja' tendieren. Der Mittelwert bei Rechteckanordnung und Ambeo-Aufnahme liegt bei 2,43. Die Lokalisation viel auf beschriebener Anordnung also eher nicht schwer mit Tendenz zur Mitte.
Von allen Anordnungen ist es den Proband*innen also auf Rechteckanordnung mit Ambeo-Aufnahme am einfachsten gefallen die Instrumente zu lokalisieren. Der Ortung scheint hier am klarsten gewesen zu sein, was sich auch insgesamt in den aus Aufgabe 1 zuvor beschriebenen Skizzen widerspiegelt.



nein = 1	ja = 5			
	Summe	N	Mittelwert	Standartabweichung
	21	7	3,00	1,19
	20	7	2,86	0,64
	25	7	3,57	0,9
	17	7	2,43	1,17

Abbildung 43

Die Lokalisation auf Rechteckanordnung und Rautenanordnung ist mit Doppel-XY-Aufnahme insgesamt fehlerhafter ausgefallen. Hier sind insgesamt deutlich mehr Streuung und Abweichung in der Lokalisation zu finden als bei gleichen Setups mit Ambeo-Aufnahme. Eine Schwäche beider oben genannten Konstellationen war außerdem der im Vergleich zur Ambeo-Aufnahme kleinere Ausbreitungswinkel. Die Verteilung ist beide Male dichter. Die Stimme kann wahrscheinlich auf beiden genannten Konstellationen fast korrekt einstimmig zentral lokalisiert werden, da das Signal der Stimme auf allen vier für die Doppel-XY-Aufnahme verwendeten Mikrofonen fast gleichermaßen groß ist und sich so im Nachhinein aufsummiert und folglich lauter im Vergleich scheint. Die Instrumente verhalten sich in oben genannten Setups mit Doppel-XY-Aufnahme eher ineinander übergreifend und ein 'Live-Gefühl' kommt hier auch tendenziell nicht auf. Die Lokalisation ist den Proband*innen auf beiden Setups mit Doppel-XY-Aufnahme mittel bis eher schwer gefallen.

Schaut man sich Rechteck- und Karoanordnung mit der Ambeo-Aufnahme an, sowie es auch im A/ B-Vergleich der Fall war, ist insgesamt zu erkennen, dass einzelne Schallquellen sehr viel differenzierter und korrekter lokalisiert und wahrgenommen werden können. Der Ausbreitungswinkel ist sehr viel breiter, was man in Aufgabe 1 sehen kann. Die Rautenanordnung hat hier ihre Stärke in der Lokalisation. Vergleicht man die Tatsächliche Position mit beiden Skizzen, fällt auf, dass gerade bei Trompete und Gitarre noch einmal weniger Fehler, als auf der Rechteckanordnung gemacht wurden. Auf der Rechteckanordnung wird die Aufnahme aber ein wenig breiter wahrgenommen. Bei Ambeo und Rautenanordnung sind die einzelnen Instrumente tendenziell mehr voneinander trennbar (Mittelwert 2,29), als auf der Rechteckanordnung (Mittelwert 3), was dafürsprechen könnte, dass auf der Rautenanordnung präziser lokalisiert wird. Das Verhalten der Ausdehnung einzelner Instrumente auf der Rechteckanordnung lässt sich damit auch in Verbindung bringen, da diese zu 'eher breit' tendiert und auf der Rechteckanordnung der Wert auf der Mitte liegt. Die Lokalisation auf der Rechteckanordnung ist den Proband*innen insgesamt noch ein wenig leichter gefallen (Mittelwert 2,43), als auf der Rautenanordnung (Mittelwert 2,43), wobei das Ergebnis hier weiter streut.
Schaut man sich die Ergebnisse der Frage nach einem suggerierten 'Live-Gefühl' an, ist der Gewinner mit einem Mittelwert von 3,57 die Rechteckanordnung. Gleiche Erkenntnisse spiegeln sich außerdem in dem durchgeführten A/ B – Vergleich wider. Während auf der Rautenanordnung einzelne Schallquellen scheinbar klarer lokalisierbar und voneinander abzugrenzen sind, sorgt die etwas breitere Ausdehnung und die etwas diffusere Lokalisierbarkeit der Schallquellen auf der Rechteckanordnung bei der Mehrheit der Proband*innen subjektiv gesehen für eine passendere Annäherung an eine Live-Situation.

Auswertung des AB-Vergleiches

In dem AB-Vergleich wurden die Ambeoaufnahmen auf den Setups „Raute“ und „Rechteck“ direkt verglichen. Hierbei wurde die subjektive Meinung der Proband*innen abgefragt.

> *„Mit diesem Hörtest wollen wir ein Lautsprecher-Setup finden, welches am besten eine live aufgenommene Band am realistischsten wiedergibt. Bitte beurteilen Sie, nachdem Sie die nächsten zwei Hörbeispiele gehört haben, welches Ihnen hinsichtlich dieses Ziels und oben abgefragter Kriterien besser gefällt.“*

Dabei haben sich fünf der sieben Probend*innen für die Rechteck-Anordnung als “besseres“ Setup entschieden. Aus persönlichen Gesprächen ist die Erkenntnis entstanden, dass diese Entscheidung gar nicht mal so einfach zu treffen war, trotz dessen wurde sich jedoch relativ deutlich für das „Rechteck“ entschieden. Um ein exakteres Ergebnis zu liefern, wäre es notwendig die Anzahl der Proband*innen zu erhöhen. Bei den Gründen für die Entscheidung „Rechteck-Setup“ gab es relativ wenig Überschneidungen. Als Argumente wurden eine etwas klarere Differentiation der Instrumente und ein wuchtigeres Schlagzeug genannt. Zudem haben zwei Proband*innen sich zu der Breite des Klanges geäußert. Das „Rechteck“ wurde zum einen als positiv breiter beurteilt, einer anderen Person war die Fläche wiederum zu breit, als hätte man das Gefühl innerhalb der Band zu sein. Daran kann man den subjektiven Einfluss dieser Frage erkennen.

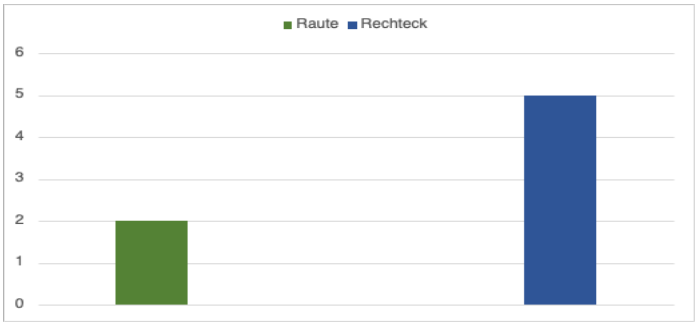


Abbildung 44

Insgesamt waren für diesen AB-Vergleich aus unserer Sicht nur Nuancen entscheidend und ob Tontechnische Erfahrung dafür einen Mehrwert bietet wird aus unserem Versuch nicht deutlich. Allerdings ist die Mehrheit überwiegend vom „Rechteck-Setup“ überzeugt, dieses geht somit als „Gewinner“ aus unserem Hörtest.

Fazit

Zusammengefasst kann man sagen, dass unsere Erwartungen und Ziele des Projekts erreicht wurden und jedes Gruppenmitglied neue Erfahrungen, sowohl in der Herangehensweise solcher Arbeiten als auch Inhaltlich, sammeln konnte. Mit dem Grundgedanken ein herkömmliches Stereo-Setup um eine vertikale Achse zu erweitern und somit eine Ebene mit frontaler Draufsicht zu schaffen, konnten wir ein Umfangreiches Konzept erstellen.

„Inwiefern lassen sich die Standards der Stereophonie, wie z.B. Stereodreieck und Aufnahmeverfahren, in die Vertikale übertragen und in einer Heim-Hifi-Anlage umsetzen, um einen dreidimensionalen Höreindruck zu ermöglichen?“

Wenn wir nun unsere beiden Leitfragen beantworten möchten. Kann man sagen, dass die Standards der Stereophonie nur bedingt in die Vertikale zu übertragen sind, da oben und unten nicht so gut wahrgenommen werden können, wie links und rechts. Das liegt an der Anatomie des menschlichen Kopfes, an dem die Ohren seitlich angebracht sind und somit durch Abschirmung des Kopfes Signaldifferenzen zwischen den Ohren auftreten. Um keine flächigen diffusen Phantomschallquellen zu erhalten, muss also das Stereodreieck von 60° in vertikaler Richtung verkleinert werden. Zu den Aufnahmeverfahren das besonders das Ambeomikrofon für unseren Aufbau funktioniert hat. Das Verfahren mit dem „Doppel-XY“ konnte sich aufgrund mangelhafter Breite und Differenzierbarkeit bei uns nicht durchsetzen. Die zweite Frage, ob es möglich wäre den dreidimensionalen Höreindruck auf einer Heim-Hifi-Anlage umzusetzen würden wir generell mit ja beantworten. Dafür ist unter anderem die subjektive Meinung des Konsumenten relevant, ob es sich für den erhalten Mehrwert durch die vertikale Achse lohnt, sich diesen „Luxus“ zu erlauben, der durch den ansteigen Wert der zusätzlichen Lautsprecher entsteht.
Wenn sich ein Konsument ein von uns getestetes Setup zulegen möchte, würden wir das „Rechteck“ empfehlen, weil es bei unserem Hörversuch im AB-Vergleich am „besten“ abgeschnitten hat. Wenn man allerdings die Lokalisation aus dem Hörversuch als objektiven Parameter sieht, hat die „Raute“ am besten abgeschnitten. Dabei ist noch zu erwähnen, dass zurzeit kaum Material auf ein solches Setup ausgelegt ist. Sollte das Entstehen oder andere Signale gewandelt werden können, hat dieser Aufbau durchaus potenzial.

Ausblick

In Hinblick auf weitere Projekte in der Zukunft hat unser Versuch zur 3D-Aufnahme und -Wiedergabe noch relativ viel potenzial, welches auf Grund der begrenzten Semesterlänge noch nicht ausgeschöpft wurde. Unsere Gruppe hatte noch viele Ideen, bei denen wir uns auf eine Auswahl beschränken mussten.
Grundsätzlich wäre es möglich die Setups „Rechteck" und „Raute" noch feiner zu justieren und somit sein Klangbild zu idealisieren. Für den Hörversuch wäre es auch möglich noch weitere Aspekte abzufragen, um so ein noch umfangreicheres Ergebnis zu erhalten. Man könnte außerdem noch weitere Monitore in der Ebene hinzufügen und dadurch ermitteln ob die einzelnen Spuren dadurch besser trennbar oder im Gegenteil sehr viel diffuser werden. Da der Raum, in dem das Setup bespielt wird, durchaus einen starken Einfluss hat, könnte man die bisher ausgearbeiteten Aufstellungen noch einmal an anderen Locations testen. Ein weiterer Interessanter Aspekt ist die Wiedergabe von Signalen verschiedener Musikrichtung und deren unterschieden zueinander. Des weiteren gibt könnte man noch anderweitige bereits bestehende Signale versuchen so zu entwickeln, dass sie auf unserem Setup problemlos wiedergebbar sind.
Aber auch bei der Aufnahme gibt es durchaus noch Punkte, die man fortführen kann. Weitere Aufnahmetechniken sind unter anderem vorstellbar. Das Aufnehmen einer Live-Band bringt neue Herausforderungen mit sich, da dort die Lautstärke zueinander extrem relevant wird. Eine weitere Idee ist das Erstellen eines setup-spezifischen Mixes aus Monoschallquellen und die damit verbundene Herangehensweise.
Wenn wir über den Audiobereich hinaus arbeiten wollen, können wir uns zusätzlich eine visuelle Darstellung der Signale vorstellen. Diese Idee würde sich dann Richtung Heimkino Setup entwickeln, ohne ein typisches Surround Sound Setup zu benötigen.

Quellen

Imke Hauswirth - Head Acoustics Application Note - Durchführung von Hörversuchen

Stefan Weinzierl – Handbuch der Audiotechnik

http://www.sengpielaudio.com/Rechner-RT60.htm