Musikproduktion in Ambisonics

Welchen Mehrwert verspricht Ambisonics in der modernen Musikproduktion?

MASTERARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades

Master of Arts (M.A.)

im Masterstudium Sounddesign

an der FH JOANNEUM Graz

vorgelegt von Clemens Markart

Betreuer: DI Ph.D. Matthias Frank

Graz, September 2019

Eidesstattliche Erklärung

„Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Masterarbeit selbstständig angefertigt und die mit ihr verbundenen Tätigkeiten selbst erbracht habe. Ich erkläre weiters, dass ich keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Alle aus gedruckten, ungedruckten oder dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepte sind gemäß den Regeln für gutes wissenschaftliches Arbeiten zitiert und durch Fußnoten bzw. durch andere genaue Quellenangaben gekennzeichnet.

Die vorliegende Originalarbeit ist in dieser Form zur Erreichung eines akademischen Grades noch keiner anderen Hochschule vorgelegt worden. Diese Arbeit wurde in gedruckter und elektronischer Form abgegeben. Ich bestätige, dass der Inhalt der digitalen Version vollständig mit der gedruckten Version übereinstimmt. Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben kann."

Graz, am 09.09.2019

Clemens Markart

Danksagung

Für die außerordentliche Unterstützung durch seine Betreuung und Beratung im Zuge der Literaturrecherche und des Hörversuchs möchte ich mich besonders bei *DI Ph.D. Matthias Frank* bedanken. Seine Leidenschaft und sein Fachwissen zum Thema Ambisonics waren mir von Beginn an eine große Hilfe bei der Erstellung der Ambisonics-Mischungen und dem Lösen etwaiger Probleme.

Weiters möchte ich mich bei *Dipl.-Ing. Michael Romanov,* Co-Initiator des Klangdomes, und *Alexander Wankhammer MSc*, Mitgründer der Firma Sonible, für die Interviews bedanken, welche mir wichtige Insider-Einblicke lieferten.

Großer Dank gilt außerdem dem *IEM*, welches mir einen reibungslosen Zugang zum Produktionsstudio ermöglichte. Außerdem möchte ich mich bei allen Proband*innen bedanken, welche mir ihre Zeit für den Hörversuch schenkten.

Zu guter Letzt möchte ich mich bei meiner Familie, Freunden und meiner Freundin bedanken. Sie sind in all meinen Lebenslagen eine große Stütze.

Kurzfassung

MUSIKPRODUKTION IN AMBISONICS

Welchen Mehrwert verspricht Ambisonics in der modernen Musikproduktion?

Das Standardformat der modernen Musikproduktion ist seit Anfang der 1960er immer noch die Stereoproduktion. Fast zeitgleich wurde in Großbritannien in den 1970ern eine Audiotechnologie namens „Ambisonics" entwickelt.
Die Produktionen in Ambisonics beschränken sich hauptsächlich auf interaktive Anwendungen. Musikproduktionen für den Home- und Livebereich werden weiterhin zumeist in Stereo gemischt. Aufgrund dessen gibt es in diesem Bereich noch keine wirklichen „Mixing Rules" (z.Dt. Mischregeln). Im Zentrum dieser Arbeit stehen mehrere Werkstücke in Form von modernen Musikproduktionen. Anhand dessen wurde mittels eines Hörtests versucht, den Mehrwert einer modernen Musikproduktion in Ambisonics zu evaluieren.
Die Resultate des Hörtests zeigten, dass eine Ambisonics-Version eines Musiktitels in den meisten Fällen der Stereoversion des selben Titels bevorzugt wird. Darüber hinaus konnten weitere Erkenntnisse über das Mixing in Ambisonics gewonnen werden.

Abstract

MUSIC PRODUCTION IN AMBISONICS

What added value does Ambisonics represent in modern music production?

Since the early 1960s, the standard format of modern music production is stereo. Almost simultaneously, an audio technology called "Ambisonics" was developed in Great Britain in the 1970s.
The productions in Ambisonics are mainly interactive applications, while music productions for home and live scenarios are still mainly mixed in stereo. As a result, there are still no real "mixing rules" in this area. At the centre of this work are several pieces in the form of modern music productions. Through a listening test an attempt was made to evaluate the added value of a modern music production in Ambisonics.
The results of the listening test showed that in the most cases an Ambisonics version of a song is preferred to the stereo version of the same song. In addition, further insights into mixing in Ambisonics were gained.

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung 1

Danksagung 2

Kurzfassung 3

Abstract 3

Inhaltsverzeichnis 4

Abkürzungsverzeichnis 7

Glossar 8

1. Einleitung zu Ambisonics 10
    1.1 3D-Audio versus Stereo 11
    1.2 Vorteile von Ambisonics 13

2. Mixing in Ambisonics 15
    2.1 Voraussetzungen für das Mischen in Ambisonics 15
        2.1.1 Vorbereitung 15
    2.2 „Mixing Rules” 16
        2.2.1 Raumverteilung 16
            2.2.1.1 Breite 17
        2.2.2 Immersion 17
        2.2.3 Musikalische Elemente 18
            2.2.3.1 Bass 18
            2.2.3.2 Drums 19
            2.2.3.3 Leadinstrumente 19
            2.2.3.4 Vocals 20
            2.2.3.5 Klangflächen 20
            2.2.3.6 Hall 20
            2.2.3.7 Zusammenfassung 21

3. Werkstückdokumentation 22
    3.1 Produktion: Locus 22
        3.1.1 Instrumentalisierung und Arrangement 23
        3.1.2 Mixing und Mastering 24
        3.1.3 Ambisonics-Mischung: Locus 24
        3.1.4 Verteilung der Elemente in Ambisonics: 25
            3.1.4.1 Piano 26
            3.1.4.2 Piano Outro 27

3.1.4.3 Gitarre 28
3.1.4.4 Bass 29
3.1.4.5 Pad 30
3.1.4.6 Hi Pad 30
3.1.4.7 Plucks 31
3.1.4.8 Atmo 32
3.1.4.9 Reverb 32
3.1.4.10 Ambisonic Bus 33
3.1.5 Reaper Export 35
3.2 Produktion: We Don’t Think 36
3.2.1 Aufbau: We Don’t Think 36
3.2.2 Ambisonics-Mischung: We Don’t Think 37
3.3 Produktion: Built to Break (feat. Dave McKendry) 39
3.3.1 Aufbau: Built to Break 39
3.3.2 Ambisonics-Mischung: Built to Break 39
4. Hörversuch 42
4.1 Ablauf des Hörversuchs 43
4.2 Auswertung 45
4.2.1 Auswertung: Locus 46
4.2.2 Auswertung: Built to Break 47
4.2.3 Auswertung: We Don’t Think 48
4.2.3 Auswertung der Hörergruppen 49
4.3 Gewonnene Erkenntnisse 50
5. Fazit 51
5.1 Ausblick 51
Anhang 53
Daten-CD 53
Fragebogen des Hörversuchs 54
Musikproduktion in Ambisonics 54
Abbildungsverzeichnis 58
Tabellenverzeichnis 59
Literaturverzeichnis 60

Abkürzungsverzeichnis

BPM	Beats per minute – Gilt als Maßeinheit für das Tempo eines Musikstücks
DAW	Digital Audio Workstation
IEM	Institut für Elektronische Musik und Akustik
KUG	Kunstuniversität Graz
ms	Millisekunde
SFX	Sound effects
XR	Cross Reality – Überbegriff für Technologien wie AR, VR und MR.

Glossar

Bass-Drop	Ist ein Punkt in einem (meist elektronischen) Musiktitel, an dem ein plötzlicher Wechsel des Rhythmus oder der Bassline stattfindet. Er gilt in der Regel als Höhepunkt eines Musiktitels und wird auch oft als Drop oder Beat-Drop bezeichnet.
Break	In der Popularmusik ist ein Break ein Instrumental- oder Percussion-Abschnitt während eines Songs und beschreibt eine Pause zwischen den Hauptteilen des Songs oder Stücks. Ein Break wird normalerweise zwischen den Abschnitten eines Songs verwendet, um ein Gefühl der Vorfreude zu vermitteln, den Beginn eines neuen Abschnitts zu signalisieren oder Vielfalt im Arrangement zu schaffen. (vgl. Wikipedia 21.08.2019, s.v. Bibliothek, online)
Build-up	Ist ein Formbegriff der elektronischen Musik und beschreibt den Teil eines Musiktitels welcher Spannung bis zu einem Bass-Drop aufbaut.
Chorus	Der Chorus ist das Element des Songs, das sich mindestens einmal musikalisch und lyrisch wiederholt. Er besitzt meist die größte musikalische und emotionale Intensität und enthält das einprägsamste Element.
Delay	z.Dt.: Verzögerung. Ist in der Tontechnik ein Effekt, welcher die Laufzeitverzögerung akustischer Signale beeinflusst. Ein Delay wird typischerweise genutzt um Echoeffekte zu erzeugen.
Dry/Wet	z.Dt.: Trocken/Nass. Bleibt ein Audiosignal von einem Signal unberührt (z.B.: von einem Halleffekt) so spricht man von einem “trockenem” (engl. dry) Signal. Ein “nasses” (engl. wet) Signal erhält man wenn das Signal durch den Effekt beeinflusst wird. Ein Dry/Wet-Regler bestimmt wie stark ein Effekt Einfluss auf das resultierende Signal nimmt (0-100%).
Korrelation	Unter Korrelation versteht man die Ähnlichkeit von Signalen aus Schallquellen zueinander. Wird von mehreren Lautsprechern ein identes Signal abgespielt, nimmt man (vorausgesetzt man befindet sich im „Sweet Spot”) eine punktförmige Phantomschallquelle inmitten der Lautsprecher wahr – es wirkt klein und schmal. Wird dieses Signal nun auf manchen Kanälen verändert, beginnt es zu dekorrelieren. Dabei reicht es aus das Signal nur auf manchen Kanälen etwas zu verzögern. Obwohl die Signale ähnlich klingen, sind sie es technisch gesehen nicht. Die resultierende Signalbreite ist abhängig vom Grad der Veränderung. Dekorrelation ist notwendig um Räumlichkeit und entfernte Klänge zu erzeugen. (vgl. Görne 2016, S. 169)

Loop	Ein Klangereignis oder eine musikalische Sequenz, welches/welche wiederholt wiedergegeben wird.
Offbeat	Als Offbeat werden Positionen zwischen den Zählzeiten eines Metrums und die Betonung dieser Positionen bezeichnet.
Pad	z.Dt.: Klangfläche.
Plug-In	Ein Plug-In im Audiobereich ist ein optionales software-basiertes Effektgerät.
Reverb	z.Dt.: Hall.
Sample	Ein Sample im Audiobereich ist ein digitalisiertes Audiosignal.
Sidechain Compression	Ein Effekt, welcher gerne in der elektronischen Musik verwendet wird. Dabei lässt sich der Pegel des Zielsignals durch den Pegel eines externen Signals bestimmt reduzieren. Sidechain Compression beispielsweise wird oft verwendet, um temporär die Lautstärke des Basses abzusenken, wenn eine Kickdrum gespielt wird.
Stem	Als Stem bezeichnet man eine einzelne oder gruppierte Spur eines Musiktitels, z.B.: Kicks, Vocals, etc.
Stab	Eine einzelne Stakkato-Note mit kurzer Ausklingzeit.
Synth	Abkürzung für Synthesizer. Ein Instrument, welches (analog oder digital) mittels Klangsynthese Töne erzeugt.
Track	z.Dt.: Musiktitel.
Width	z.Dt.: Breite. Wird in der Tontechnik oft als Begriff für die die Stereobreite verwendet.

1. Einleitung zu Ambisonics

Ambisonics ist eine 3D-Audio-Methode ein Schallfeld richtungsbasiert aufzunehmen und wiederzugeben. Im Vergleich zu konventionellen kanalorientieren Wiedergabesystemen (Stereo, 5.1 oder 7.1), welche für jeden Kanal bereits ein fixes Signal zugeteilt bekommen, werden in Ambisonics die physikalischen Eigenschaftes des Schallfeldes (Schalldruck und Schallschnelle) für jeden Kanal berechnet. Dadurch ist Ambisonics nicht an eine fixe Anzahl an Kanälen gebunden und kann beliebig erweitert werden. Die Anzahl der Kanäle bestimmt somit die räumliche Wiedergabeauflösung (siehe Abb. 1) und die Ordnung. Bei einer Anzahl von vier Kanälen spricht man von First-Order Ambisonics, welche die Informationen für omnidirektionalen Schalldruck (W), Links-Rechts (X), Vorne-Hinten (Y) und Oben-Unten (Z) enthält. Ab Second-Order Ambisonics spricht man von Higher-Order Ambisonics (HOA).

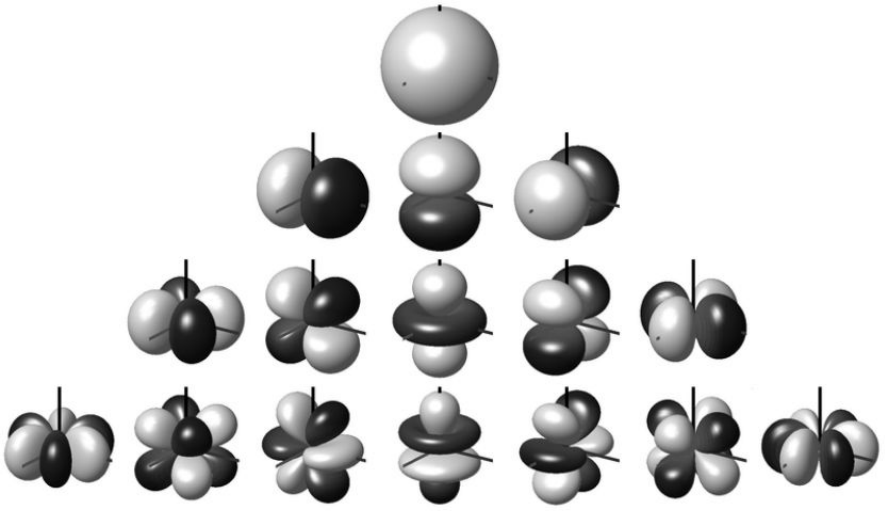


Abb. 1: 3D-Polardiagramme – Die Reihen zeigen 3D-Polardiagramme der Ambisonics-Kanäle bis zur dritten Ordnung. Die oberste Reihe zeigt die Auflösung der nullten Ordnung, während jede weitere Reihe (nach unten) jeweils die Auflösung der nächsthöheren Ordnung anzeigt. Die Anzahl der Richtungen erweitert sich dabei stets um $2n + 1$ (n entspricht dabei der Ordnungszahl). (vgl. Zotter & Frank 2019, S. 68)

Ein weiterer Vorteil von Ambisonics ist, dass es vollständig vom Lautsprecherlayout unabhängig ist. Traditionelle Surroundsysteme setzen voraus, dass sich die einzelnen Lautsprecher an ihren festen Positionen befinden. Ambisonics hingegen, benötigt keine fixe Verteilung an Lautsprechern.

Die Geschichte von Ambisonics begann in den 70er Jahren, als Michael Gerzon First-Order Ambisonics (FOA) entwickelte. Die Forschung an Higher-Order Ambisonics erfolgte in den 90ern. Seither hat Ambisonics zwar das Interesse vieler Forscher und Techniker im Audiobereich geweckt, konnte aber nie Zugang zur breiten Masse finden und blieb bis heute kommerziell weitgehend erfolglos. Die Bedeutung von Ambisonics konnte jedoch in den letzten Jahren steigen, da es Verwendung in den meisten Virtual Reality Applikationen fand und somit zunehmend interessanter wurde. (vgl. Arteaga 2015, S. 4f.)

1.1 3D-Audio versus Stereo

3D-Audio ist heutzutage noch immer etwas Besonderes und weitgehend Seltenes. Neben den offensichtlichen Nachteilen für den Veranstalter (z.B.: bauliche Kosten) oder den Musikproduzenten (z.B.: Anschaffung eines 3D-Monitoring-Setups und höherer zeitlicher Aufwand), sollte es auf der Hand liegen, dass sich der Aufwand für das Publikum letztendlich auszahlt. Dies spiegelt sich auch hauptsächlich bei der aktuellen Forschung wider. Bei der Gegenüberstellung zu einer Stereomischung „gewinnt" nämlich oftmals die 3D-Mischung, wobei sowohl das 3D-Audioformat als auch das Genre der wiedergegebenen Musik entscheidend sind. So liefert ein Hörversuch von John Crossley (2016, S. 7ff.) überraschend ein eher enttäuschendes Ergebnis. In seinem Hörversuch wurde ein Publikum von 40 Personen nach einem Live-Auftritts zu den subjektiven Unterschieden zwischen Stereo und Wellenfeldsynthese befragt. Zwar konnte das räumliche Wiedergabeformat bei den meisten Kategorien, wie etwa Differenzierung der einzelnen Instrumente oder Immersion mehr Punkte erreichen, doch wurde hier vom Autor wesentlich mehr erwartet. Lediglich Bewegungen konnten viel besser zur Geltung kommen.

Bei einem anderen Hörversuch durch Ephraim Hahn (2018, S. 6f.) wurden die emotionalen Unterschiede zwischen Stereo, Surround und durch das 3D-Audioformat „Auro-3D" untersucht. Dabei wurden drei Gruppen von Zuhörer*innen (Tonmeister*innen, Musiker*innen und untrainierte Hörer*innen) zum Gefallen und zur selbstbeurteilten emotionalen Erregung von zwei klassischen Musikstücken befragt. Das Ergebnis des Hörversuchs entschied deutlich zugunsten der Auro-3D Mischung, wobei die Stereomischung den letzten Platz belegte. Speziell bei den Werten der Emotionalität zeigte sich ein deutlicher Mehrwert (siehe Abb. 2).

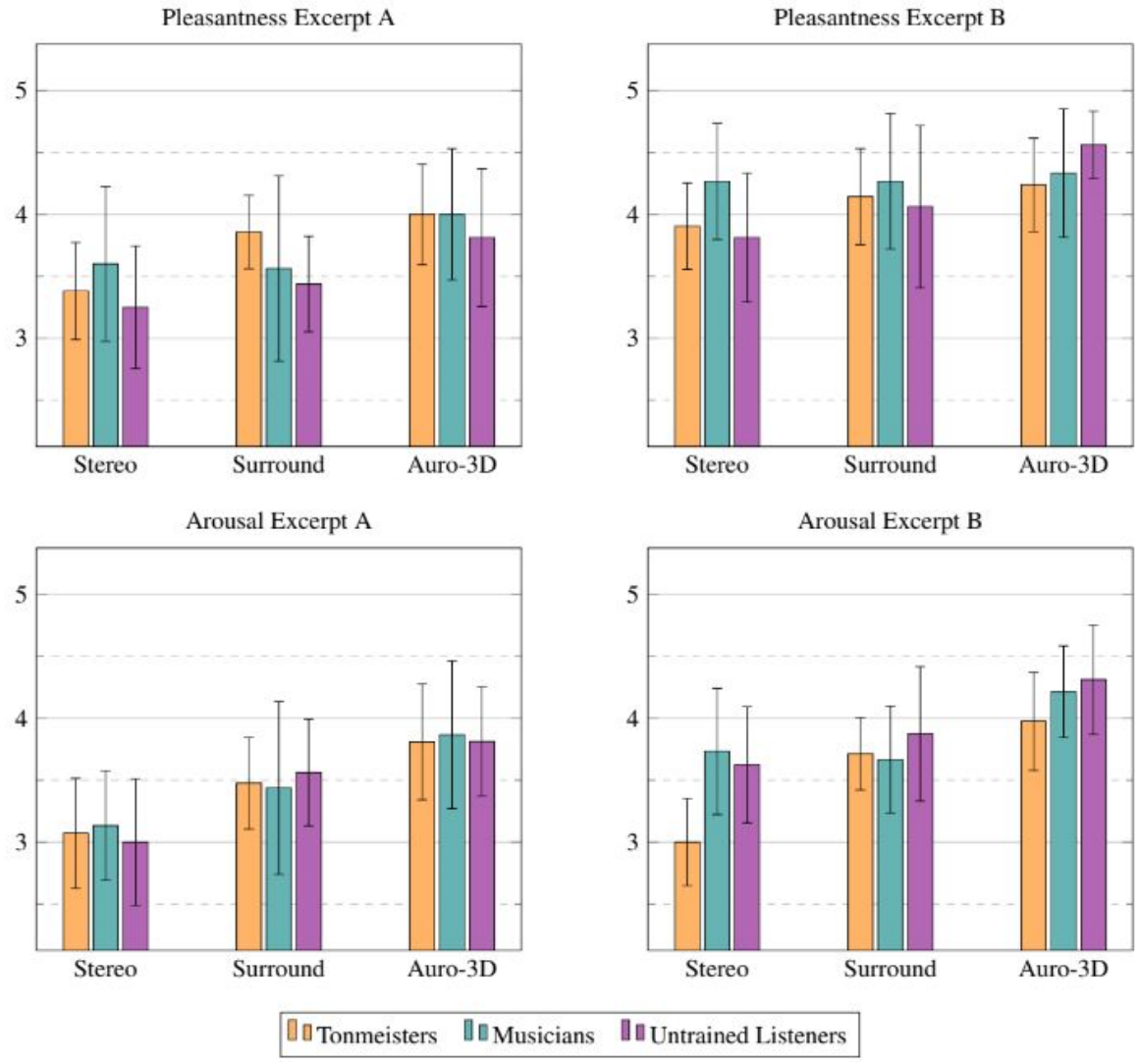


*Abb. 2: Gefallen (oben) und selbstbeurteilte emotionale Erregung (unten) der Hörergruppen – Tonmeister*innen (gelb), Musiker*innen (türkis), untrainierte Hörer*innen (violett). (vgl. Hahn 2018, S.7)*

Erwähnenswert ist auch, dass speziell Nicht-Expert*innen (siehe Abb. 2, violetter Balken) oft am höchsten bewerteten.

In einem weiteren Vergleich zwischen 3D-Audio und Stereo verschiedenster Musikgenres (Klassik, Jazz, Soul, Funk, Blues, Rock, Metal, Pop und EDM) stellte sich heraus, dass alle Genres von einem neuen 3D-Mix profitieren. Manche Musikrichtungen, wie etwa Rock, Metal und EDM, konnten sowohl bei den befragten Kriterien (Gefallen und emotionale Erregung) einen deutlichen Mehrwert erfahren – andere Genres konnten nur in einer der jeweiligen Kategorien wirklich punkten. Speziell EDM konnten bei allen Hörergruppen überzeugen, was vermutlich daran liegt, dass dieses Genre den meisten kreativen Freiraum bietet. In Abb. 3

wurden die häufigsten Schlagwörter der Proband*innen in Wortwolken zusammengefasst. Die 3D-Mischungen werden oft als *voll, angenehm*, *transparent*, *breit*, *emotional* oder *umhüllend* bezeichnet.
Im Gegensatz dazu fielen bei der Stereomischung Wörter wie etwa *flach, schmal oder frontal*. Energetische Musikbeispiele wiederum wurden als *druckvoller* bewertet. (vgl. Weber 2019, S. 59-66)

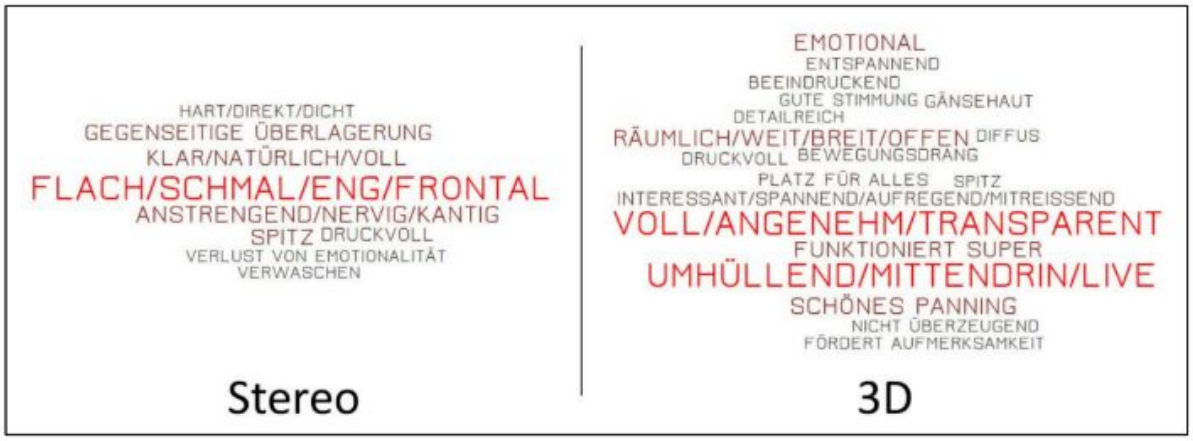


*Abb. 3: Wortwolken – Die häufigsten Kommentare der Proband*innen zusammengefasst als Wortwolken (vgl. Weber 2019, S.59)*

1.2 Vorteile von Ambisonics

Eine 3D-Musikproduktion ist heutzutage zwar nichts Neues, aber dennoch etwas Seltenes. Umso seltener findet man Musikproduktionen im Ambisonics-Format. Mischungen in Formaten wie Dolby Atmos und Auro-3D sind dagegen deutlich weiter verbreitet. Ambisonics bietet jedoch zahlreiche Vorteile, welche sie besonders interessant für die 3D-Musikproduktion und für die Clubszene machen.

Speziell im Live- und Clubbereich sind objektorientierte Systeme wie Ambisonics und Dolby Atmos durch ihre Flexibilität bei baulichen Vorgaben im Vorteil gegenüber kanalbasierten 3D-Audioformaten wie etwa Auro-3D, welche ein striktes Lautsprecherlayout verlangen.
Ein großer Vorteil von Ambisonics ist die einfache Zugänglichkeit. Ambisonics kommt im Vergleich zu Dolby Atmos ohne kostspielige Lizenzierungen aus. Außerdem gibt es eine große Anzahl an kostenlosen Ambisonics-*Plug-Ins* (zum Beispiel die *IEM*-Plug-In-Suite), welche für alle gängigen *DAWs* (mit ausreichend großer Busbreite) zu Verfügung stehen und es somit für eine große Anzahl an Musikproduzenten zugänglich macht. (vgl. IEM 2019)

Zum Vergleich sind die Plug-Ins von Dolby (Dolby Atmos Production Suite) selbst nur mit Avids ProTools kompatibel. (vgl. Avid 2019) In anderen DAWs sind die Möglichkeiten für Dolby-Plug-Ins limitiert, und haben oft Einschränkungen bei der Anzahl der Kanäle. (vgl. Steinberg 2019)

Für Clubs wäre Ambisonics vor allem wegen der einfachen Erweiterbarkeit praktisch. Als Vorbild gilt das Modell der Grazer Eventlocation „Dom Im Berg", welche Anfang 2019 mit einem Ambisonics-System zu der bestehenden Stereo-PA-Anlage erweitert wurde. So bleibt die Kompatibilität mit Stereomischungen aufrecht. Außerdem besteht die Möglichkeit das Stereosignal mittels Ambisonics-Effekten auf das ganze System zu verteilen. (vgl. graz.net 2019)

2. Mixing in Ambisonics

In dem Paper „Creating and Delivering High-Resolution Multiple 5.1 Surround Music Mixes" beschreibt der Autor Mark Waldrep eine sehr simple Mehrkanalpostproduktion. Zu seinen Werkzeugen gehören nämlich „nur" Panorama- und Lautstärkeveränderungen – kein Equalizing, keine Kompression oder sonstige Effekte wie etwa *Reverb* oder *Delay*. (vgl. Waldrep 2007, S.5) Überträgt man diesen Ansatz auf die Postproduktion in Ambisonics, so zeigen sich jedoch sofort die Schwächen dieser Methode. Zwar eignen sich simple Panorama- und Lautstärkeabstimmungen sehr gut für Genres wie etwa Klassik, Jazz und Akustikaufnahmen – und sind dort, zusammen mit einer guten Aufnahme, sogar bevorzugt laut Romanov – oder zum Gewinnen eines ersten Eindrucks der Raumaufteilung der einzelnen Elemente, jedoch bleiben viele Arten der Effektierung ungenutzt und schöpfen meiner Meinung nach das volle Potenzial von Ambisonics nicht aus.

2.1 Voraussetzungen für das Mischen in Ambisonics

Durch ein Experteninterview mit Dipl.-Ing. Michael Romanov (siehe Anhang) konnte ich interessante Praxistipps für das Mischen in Ambisonics gewinnen. Laut Romanov bestehe das minimalste Setup zum Mischen in Ambisonics aus fünf Lautsprecher in der Azimuth-Ebene (Mitte, Links, Rechts, Hinten Links, Hinten Rechts), vier Lautsprecher in einer quasi-quadrofonen Aufstellung (Vorne Links, Vorne Rechts, Hinten Links, Hinten Rechts) und einem Lautsprecher am Boden in der Mitte vorne, welcher aber aus Platzgründen oft vernachlässigt wird. Diese Anordnung entspricht auch dem kleinsten 9.1 Auro-3D-Setup. (vgl. Auro Technologies 2019)
Als Software empfiehlt das IEM die DAW „Reaper", da sie Spuren bis zu 64 Kanäle erlaubt und durch einen geringen Preis, sowie einer völlig funktionstüchtigen Testversion, sehr leicht zugänglich ist. (vgl. Zotter & Frank 2019, S. 14)

2.1.1 Vorbereitung

In einer modernen elektronischen Musikproduktion kann die Anzahl der Audiospuren sehr schnell, sehr stark anwachsen. Oftmals werden viele Instrumente überlagert („Layering") um

den resultierenden Sound zu bereichern. Oder es befinden sich diverse *Samples* über mehrere Audiospuren verteilt, welche zusammen einen neuen Soundeffekt ergeben.
Um das Mischen in Ambisonics nicht unnötig zu verkomplizieren, ist es daher bei der Projektübernahme wichtig, dass diese Elemente auf so wenig Spuren wie möglich reduziert werden. Aus diesem Grund ist eine gewisse Planung der späteren Raumverteilung von Bedeutung.
Während die Drums sicherlich die größte Gruppe an Audiospuren bildet, können die meisten anderen Gruppen oft zusammengefasst werden. Typische Spuren könnten daher sein: Kick, Snare, Hi-Hats, Percussions, Bass, Keys, Lead, *Pad*, Vocals, Backing Vocals (z.Dt.: Begleitgesang), *SFX*, typische Send-Effekte wie Reverb oder Delay (optional, diese können durch Ambisonics-Äquivalente ersetzt werden).
Beim Export der Spuren ist außerdem auf etwaige Gruppeneffekte oder Sidechain-Pfade zu achten, damit der Track beim Import in Reaper möglichst nah am Original bleibt. Es ist daher ratsam, alle exportierten Spuren in einem neuen Projekt erneut zu öffnen und auf Fehler zu prüfen.

2.2 „Mixing Rules”

Im Folgenden möchte ich die häufigsten Elemente und Methoden einer Musikproduktion erwähnen und beschreiben in welchem Kontext jeweils verschiedenste Effekte, sowie Bearbeitungen in 3D-Audio funktionieren können. Diese „Mixing Rules” sind das Ergebnis aus Literaturforschung, Experteninterviews sowie meiner eigenen Praxis und beziehen sich hauptsächlich auf die elektronische Musikproduktion, bieten jedoch genug Raum für Kreativität und Innovation in anderen Genres.

2.2.1 Raumverteilung

Laut Romanov gilt: weniger ist mehr. Speziell wenn man zum ersten Mal an einer 3D-Mischung arbeitet, ist man dazu verleitet, den neuen zur Verfügung stehenden Raum maximal auszunutzen und möglichst viele Elemente Bewegungen machen zu lassen. Auf kurze Dauer lässt sich dies auch umsetzen und kann sehr beeindruckend wirken, jedoch läuft man dabei Gefahr, sehr schnell viel zu umfangreich zu werden. Das kann von Zuhörer*innen dauerhaft als anstrengend empfunden werden. Laut Romanov gibt es maximal zwei sich separat bewegende Quellen, auf die man sich gut konzentrieren kann.

Der Rest der Mischungen besteht hauptsächlich aus statischen Elementen, welche entweder einhüllen (z.B.: Bass, Pads) oder fokussiert aus einer Richtung (z.B.: Kick, Snare, Lead) beschallen.
Forschungen in diesem Gebiet kommen ebenfalls zu der Erkenntnis, dass Zuhörer*innen deutlich zwischen Vorder- und Hintergrundelementen unterscheiden können, und es auch sollten (vgl. Cox 2016, S.384-391). Ähnlich sieht es auch Nipkow (2017, S. 192). Er vergleicht es mit der Fotografie: Ein Objekt kann hohe Aufmerksamkeit gewinnen wenn es klar im Vordergrund zu erkennen ist, und sich stark vom verschwommenen Hintergrund abhebt.
Durch die räumliche Trennung können Instrumente und Melodien anders wahrgenommen oder empfunden werden und so, beispielsweise von einem „Frage-Antwort-Spiel", besser profitieren (vgl. Nipkow 2017, S. 188).

2.2.1.1 Breite

Durch die zusätzlichen Dimensionen von „Vorne-Hinten" und „Oben-Unten" ergeben sich im Vergleich zu Stereo viel mehr Optionen die einzelnen Elemente eines Mixes räumlich aufzuteilen. Wie bereits in Abschnitt 1.1 erwähnt, profitieren Mischungen meistens von der 3D-Verteilung, doch wirft sich weiterhin die Frage auf wie groß und breit die räumliche Vielfalt sein soll. Ergebnisse eines Hörversuchs fielen gemischt aus. 21 Partizipant*innen sollten dabei eine enge, sehr enge, sowie eine breite und sehr breite 3D-Anordnung der Vordergrundelemente eines Popsongs bewerten. Ein Teil der Hörer*innen favorisierte klar die breiten Positionierungen. Manch andere blieben lieber bei der klassischen engen Verteilung, obwohl sie ein räumliches 3D-Audiosystem bevorzugten (vgl. Hold 2016, S. 2ff.).
Dadurch ließe sich ableiten, dass man im Mixing-Prozess versucht, eine Balance zwischen breit und eng zu finden, beispielsweise im Arrangement.

2.2.2 Immersion

Immersion ist ein Begriff, welcher in den vergangenen Jahren vor allem durch die Gaming-Industrie und *XR*-Technologien viel an Popularität gewonnen hat. Der Begriff „Immersion" wird im Oxford Dictionary (Lexico o.J.) als „deep mental involvement in something" (z.Dt.: tiefe mentale Involvierung in etwas) beschrieben.
Durch die Einführung der zusätzlichen Dimensionen in 3D-Audio wird dieser Begriff auch für das Mixing in Ambisonics interessant. Ein Hörversuch ergab, dass immersive Signale, wie

zum Beispiel Hall, wesentlich lauter sein müssen, um zu wirken. Speziell in der Höhe konnten zu leise Signale keinen Mehrwert in Immersion erzeugen (vgl. Martin 2015, S. 6).
Immersion kann außerdem durch strategisches Setzen von Automationen und Soundeffekten erzeugt werden. Fencott (1999, S. 1.) beschreibt ein System aus auditiven Sicherheiten („cues") und Überraschungen („surprises") in virtuellen Umgebungen zu Erhöhung der Immersion. Sicherheiten sind Elemente, welche von Hörer*innen erwartet werden, während Überraschungen, wortwörtlich dazu dienen den/die Hörer*in zu überraschen. Eine gute Balance aus diesen zwei Elementen kann so die Immersion erhöhen. Ein Beispiel für eine solche „Surprise" wäre, wenn man die ganze Klangszene vor einem *Bass-Drop* um 360° rotieren lässt, bevor der Track dann wieder wie gewohnt weiterspielt. Die Möglichkeiten können hier schier endlos sein, jedoch gilt auch hier: weniger (oft) ist mehr.

2.2.3 Musikalische Elemente

Im Folgenden werden die Bearbeitungsmöglichkeiten verschiedenster musikalischer Komponenten beschrieben. Viele der beschriebenen Methoden werden sich in der Praxis nicht exklusiv auf das jeweilige Element beschränken, sondern sind vielmehr als technischer und psychoakustischer Grundriss zu verstehen. In der Praxis werden diese Methoden der jeweiligen Elemente oft ineinander verschwimmen um interessante Effekte für den/die Zuhörer*in zu kreieren.

2.2.3.1 Bass

Der Bass ist die wohl wichtigste Komponente und bildet das Fundament in jeder modernen Club-Musik. Speziell tiefe Frequenzen unter 200 Hz, welche *dekorreliert* aus allen Lautsprechern klingen, können eine mächtige Einhüllung erzeugen. Je sinusartiger der Bass, umso weniger zeigen Dekorrelations-Effekte, wie zum Beispiel Delays, brauchbare 3D-Ergebnisse. Außerdem gilt es zu beachten, dass Frequenzen unter 80 Hz nicht lokalisiert werden können. Aus diesem Grund senden die meisten PA-Anlagen Signale unter dieser Schwelle direkt an die Subwoofer. Folglich bietet es sich an, dass man für möglichst breit klingende Bässe, nur die Obertonstruktur dekorreliert.
Nipkow (2017, S.190) warnt außerdem vor den starken Maskierungseffekten der tiefen Frequenzen und rät, diese nicht permanent während eines Tracks zu verwenden. Da dies in den meisten Club-Tracks nur schwer möglich ist, sollte man in einem 3D-Mix daher umso

mehr darauf achten, dass sich die Frequenzbereiche der einzelnen Elemente nicht zu sehr im Weg stehen (vgl. Nipkow 2017, S.186-193).

2.2.3.2 Drums

Die Kickdrum ist, ähnlich wie der Bass, das Fundament eines jeden Dance-Tracks und ersetzt ihn, aufgrund des oft ähnlichen Platzes im Frequenzspektrum, in manchen Fällen sogar total. Bei der Kickdrum empfiehlt es sich jedoch sie anders zu behandeln als den Bass selbst. Sie ist die taktgebende Kraft und man will, dass sie eine starke Bindung zwischen der Bühne (dem Performer) und dem Publikum bildet, weshalb man sie in der Regel nach vorne in die Mitte legen sollte. Außerdem haben wir durch Livekonzerte und Stereoproduktionen gelernt, dass Elemente wie die Bassdrum ausschließlich von vorne ertönen. Erklingt sie aus einer anderen Richtung, so kann dies die Zuhörer*innen verwirren oder verstören. Dies soll nicht heißen, dass dies immer der Fall ist. Spielraum für kreative Effekte ist dennoch gegeben, so kann man beispielsweise in einem *Build-Up* das Panning kreativ automatisiert werden, bevor es im Bass-Drop wieder in der Mitte landet, um die Zuhörer*innen zu überraschen und Kontrast zu schaffen.
Zu den weiteren wichtigen Drum-Elementen der Club-Tracks zählen die Hi-Hat, Tom und die Snaredrum oder Clap. Üblicherweise kommen diese Elemente in Stereoproduktion auch von der Mitte oder sind nur leicht nach links oder rechts geneigt, weshalb es sich auch hier empfiehlt, von der konventionellen Raumaufteilung nicht zu stark abzuweichen. Anders als bei der Bassdrum, sind diese Elemente jedoch oft mit Effekten wie Delays oder Reverbs versehen, welche viel Raum für 3D-Effekte bieten.
Andere perkussive Elemente wie zum Beispiel Shaker, Cymbals sowie abstrakte Sounds oder SFX mit transientenreichem und hochfrequentem Charakter sind sehr gut lokalisierbar und profitieren daher vor allem von einer Zuteilung der oberen Lautsprecher. Sie verleihen der Musik eine feine „Oberflächentextur" und erhöhen die Aufmerksamkeit der Zuhörer*innen (vgl. Nipkow 2017, S.186-193).

2.2.3.3 Leadinstrumente

Der Kontext ist auch bei der Verteilung des Leadinstrumentes von Wichtigkeit. Allgemein gilt auch für Hauptinstrumente, dass sie das Publikum frontal beschallen, jedoch können auch hier temporäre 3D-Effekte sehr eindrucksvoll wirken. Allerdings sind diese Effekte kontextabhängig. Beispielsweise kann es zwar unterhaltsam sein, in einer entspannenden Stelle eines Tracks eine Akustikgitarre im Kreis fliegen zu lassen, jedoch ist es in dem

meisten Fällen unrealistisch, dass ein Gitarrist um sein Publikum läuft und kann daher irritierend wirken. Synthetische Klänge, wie etwa Synthesizer, haben hingegen eine andere Bedeutung – bei ihnen gilt hauptsächlich „eindrucksvoller" als „natürlicher" (vgl. Nipkow 2017, S. 188).

2.2.3.4 Vocals

Dasselbe Prinzip der Leadinstrumente gilt auch für die Führungsstimme (engl. Lead vocals). Allgemein wirken sie am besten, wenn sie mittig von vorne kommen und keinen Eindruck von Distanz schaffen (vgl. Nipkow 2017, S. 190f.). Laut Romanov kann die Bedeutung der Vocals durch Einsatz von 3D-Effekten noch mehr verstärkt werden. Komplexe Delays und eine kreative Verteilung des Begleitgesangs können zu eindrucksvollen Ergebnissen führen.

2.2.3.5 Klangflächen

Atmosphären und Klangflächen können einem Track Tiefe verleihen oder ihn in eine andere eine Szene setzen. In Stereoproduktionen haben sie oft eine hohe Stereobreite um einhüllend zu wirken, doch in 3D-Audio haben sie die Möglichkeit auch tatsächlich so zu sein. Da das Ausgangsmaterial für solche Atmosphären meist nur als Stereo- oder Monospuren vorhanden ist, reicht es nicht aus sie aus allen Richtungen gleichzeitig spielen zu lassen. In diesem Fall wäre das Signal korreliert und würde als unnatürlich wahrgenommen werden (vgl. Nipkow 2017, S. 189). Um eine Umhüllung zu erzeugen, kann man das Signal verzögert aus mehreren Richtungen erklingen lassen. Dies gelingt mit einer maximalen Verzögerung zwischen dem Original und der letzten Wiederholung von bis zu 150 ms, darüber hinaus können sich störende Echos ergeben. Eine andere und einfachere Methode wäre die Nutzung von 3D-Hall-Effekten, welche das Signal ausreichend dekorrelieren.

2.2.3.6 Hall

Hall spielt in Ambisonics eine noch größere Rolle als in der Stereoproduktion, da sie den/die Hörer*in akustisch nahezu perfekt an einen anderen Ort versetzen können. Nipkow gibt an, dass das Lautstärkeverhältnis von einhüllenden Signalen (Pads, Reverb) zwischen Vorder- und Rückseite gleich sein muss um die Einhüllung zu maximieren. Ist der Hall hinten zu laut, geht die Verbindung zu den vorderen Lautsprechern verloren. Wird vorne keine Reverb erzeugt, entstehen zwei verschiedene Klangszenarien. Ähnlich wie bei Martin, können Raumsignale und Pads laut Nipkow (2017, S .189) in den höheren Lautsprecherebenen

stärker wiedergegeben werden ohne den Klang negativ zu beeinflussen. Die Lautstärke darf aber auch variieren um Platz für andere Elemente zu bieten, da Klangflächen durchaus anfällig für Maskierungseffekte sein können.

Die Methode aus Abschnitt 2.2.3.5 eignet sich dafür gerenderte Reverb-Send-Spuren in einen 3D-Hall zu verwandeln. Um den Hall dadurch möglichst wenig zu verfälschen, ist auf die richtige Parametrisierung zu achten – meist ist der *Dry/Wet*-Regler sehr hoch (~80-100%) und die Nachhallzeit sehr kurz (< 30 ms) zu halten.

2.2.3.7 Zusammenfassung

Abb. 4 zeigt eine einfache Raumverteilung verschiedenster Elemente nach den in Abschnitt 2.2.3 genannten Methoden. Wie bereits erwähnt können diese Methoden kontextabhängig auch ineinandergreifen und sollen viel Freiraum für kreatives Experimentieren bieten. Speziell der temporäre Bruch dieser „Mixing-Rules" führt zu spannenden Kontrasten und lassen einen Track „lebendig" wirken.

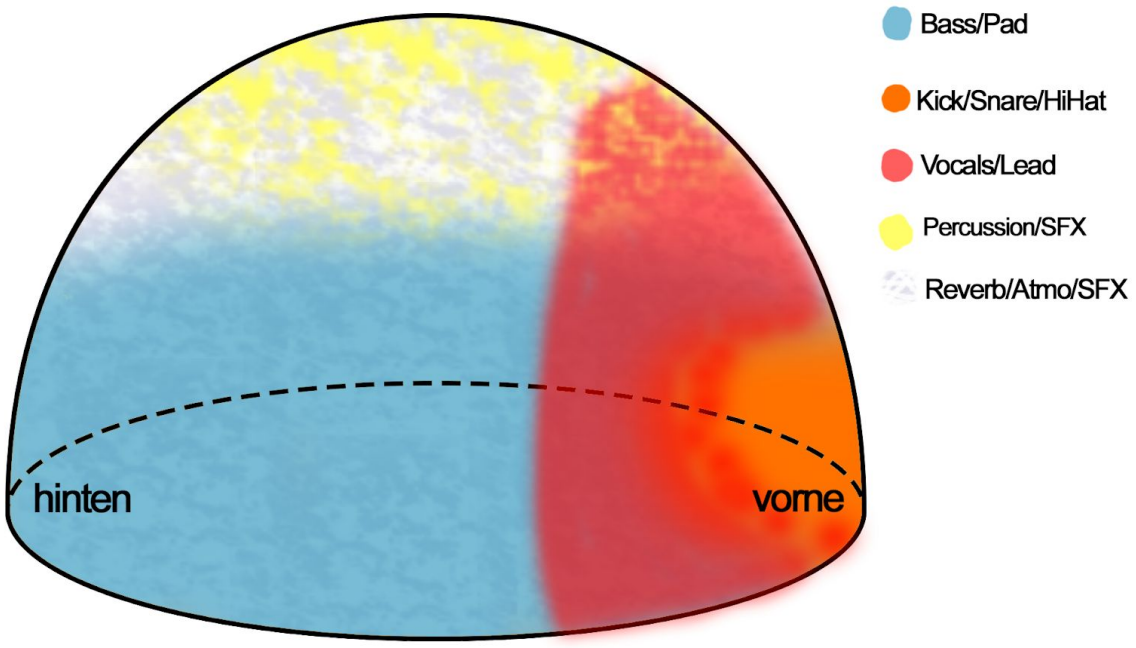


Abb. 4: Einfache Ambisonics-Raumverteilung verschiedenster Elemente. (Eigene Darstellung)

3. Werkstückdokumentation

Der Kern dieser Masterarbeit bilden meine selbstproduzierten Musikwerkstücke. Im jeweils ersten Schritt der Produktionen dieser Arbeiten wurde bewusst klassisch in Stereo produziert, gemischt und gemastert. Obwohl ich bereits zu dieser Zeit wusste, dass manche dieser Tracks später in Ambisonics neu gemischt werden, legte ich den Fokus trotzdem auf eine solide Stereoproduktion, da dies letztendlich das am häufigsten verwendete Endformat sein würde.

Komposition und Stereomischung für die Tracks „Locus", „We Don't Think" und „Built to Break (feat. *Dave McKendry*)" fanden ausschließlich in Ableton Live 10 statt.
Im Folgenden möchte ich näher auf die Produktion des Tracks *Locus* eingehen und diese ausführlicher beschreiben, da es sich dabei um eine einfache und leicht verständliche Produktion handelt. Die Produktionen von *We Don't Think* und *Built to Break* werden nur im Wesentlichen erläutert.

3.1 Produktion: Locus

„Locus" ist der Name des Ambient-Tracks. *Locus* kommt insgesamt mit nur sechs Instrumenten aus, wirkt aber trotzdem im Hauptteil (ab 0:40) voll und kräftig. Wichtig war mir durch die Komposition Emotionen wie Ruhe, Zufriedenheit, aber auch Sehnsucht und Hoffnung zu transportieren. Die Ruhe wird dabei durch das gewählte Tempo von nur 88 Bpm erreicht. Ein etwas trauriges Timbre erhält die Komposition durch die gewählten Akkorde in der Tonart g-Moll, wobei hier manchmal ein Wechsel auf die Paralleltonart Bb-Dur dennoch ein Gefühl von Zufriedenheit und Hoffnung vermitteln soll. Die Ergänzung durch Vogelklänge soll noch zusätzlich das Bild einer Landschaft in den Kopf der Zuhörer*innen setzen.

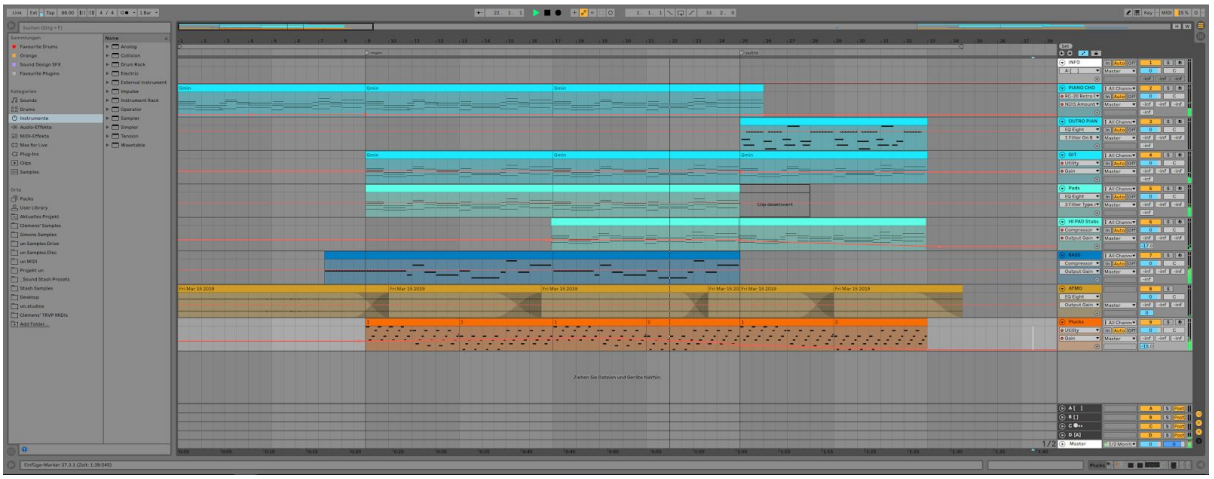


Abb. 5: Arrangement-Ansicht von „Locus" in Ableton Live 10. (Screenshot: Verf.)

3.1.1 Instrumentalisierung und Arrangement

Locus kommt zum Unterschied von vielen anderen Produktionen mit sechs Instrumenten aus. Eines der wichtigsten Elemente ist das Klavier, welches während des gesamtes Tracks spielt. Im Intro steht es alleine und wird nur von einem Rauschen und der Vogelatmosphäre begleitet. Im Hauptteil kommen alle anderen Instrumente hinzu und öffnen quasi das Musikstück. Die Gitarre und eine Synth-Pad spielen ebenfalls dieselben Akkorde wie das Klavier und erweitern somit das Klangbild der Akkorde sowohl im Frequenzbereich als auch durch andere Anregungsarten wie das Zupfen der handgedämpften Gitarre und das Anschwellen der Synth-Pad. In der zweiten Hälfte des Hauptteils kommen außerdem noch hohe Synth-*Stabs* (später „Hi Pad" in Reaper) hinzu, welche das Klangbild im Frequenzbereich nach oben erweitern. Eine große Rolle spielt außerdem der Bass, welcher nur die tiefsten Noten der Akkorde spielt und dem Track Tiefe und Gewicht verleiht. Ab dem Hauptteil spielt außerdem noch ein stetig lauter werdender Arpeggiator-Synth, welche für noch mehr Variation sorgt und den Track noch interessanter machen soll.

Ab 1:05 beginnt das Outro. Alle Instrumente bis auf Gitarre und Klavier klingen aus. Das Klavier wechselt hier auch vom Spielen von Akkorden zu einer Melodie. Ähnlich wie die Akkordfolge, soll auch die Melodie die oben genannten Emotionen widerspiegeln, jedoch auf eine etwas mehr „zerbrechliche" Art. Zum Schluss klingen alle Instrumente und die Vogelatmosphäre aus.

3.1.2 Mixing und Mastering

Da dies ein kleines Projekt war, fand die Mischung und das Mastering in derselben Session wie die Komposition statt. Bei größeren Projekten werden diese Arbeitsschritte normalerweise aufgeteilt, um mit Rechenleistung zu sparen.
Da der Fokus dieser Arbeit nicht auf das Mischen in Stereo liegt, werde ich hier nicht stark ins Detail gehen, sondern nur grundlegende Vorgehensweisen erwähnen. Speziell bei (Ambient-) Tracks, welche ohne Drums auskommen oder den/die Zuhörer*in nicht unbedingt zum Tanzen bringen wollen, ist es umso wichtiger, dass jedes Element seinen eigenen Platz im Mix hat, da man davon ausgeht, dass man sehr aktive Zuhörer*innen hat und jede Unstimmigkeit noch störender wäre. Hier war es mir besonders wichtig, dass die Frequenzspektren der einzelnen Elemente zwar ineinanderfließen, sich aber nicht gegenseitig maskieren und das immer zum richtigen Zeitpunkt im Arrangement – z.B.: spielt das Klavier im Intro und Outro ohne Low-Cut-Filter, während im Hauptteil ein Low-Cut-Filter eingesetzt wird, um Platz für den Bass und die unteren Mitten der Synth-Pad zu schaffen. Neben Filtern verwende ich gerne Plug-Ins wie „Trackspacer" der Firma *Wavesfactory,* um dies noch kontrollierter zu machen. *Trackspacer* erlaubt es, dass das Frequenzspektrum eines Signals die Lautstärke eines anderen frequenzabhängig kontrolliert.
Auch in der Stereobreite und Panorama soll jedes Element seinen Platz finden, so ist zum Beispiel die Gitarre und die Atmosphäre sehr breit, um einhüllender und mächtiger zu wirken. Andere Instrumente, wie etwa die Synth-Pads und Bass, können dieselbe oder eine ähnliche Position teilen um miteinander zu verschmelzen.

3.1.3 Ambisonics-Mischung: „Locus"

Um das Projekt nun in Ambisonics zu mischen, wurden zunächst alle Spuren aus Ableton Live 10 exportiert. Wie bereits in Abschnitt 2.1.1 erwähnt, sollte man bei größeren Projekten mehrere Spuren zusammenfassen, um später Zeit und Rechenleistung zu sparen. Da „Locus" insgesamt nur über acht Spuren verfügt, war dies aber nicht notwendig.

Alle Spuren wurden anschließend auf den Rechner im Produktionsstudio an der KUG überspielt, um dort in Reaper in Ambisonics gemischt zu werden. In der Reaper-Session wurde zunächst jede Spur importiert und mittels eines Encoders (meistens „StereoEncoder" oder „RoomEncoder" der IEM Plug-In-Suite) in ein 36-Kanal Ambisonics-Format (5. Ordnung) gebracht. Diese liefen alle über einen Send auf eine Aux-Spur names „Ambisonic

Bus", von dort aus wurde das summierte Signal weiter auf die Masterspur geschickt, welches wiederum das Signal mittels eines Decoders auf das vorhandene 3D-Setup des Studios verteilt. Zusätzlich wurde eine weitere Aux-Spur mit einem Ambisonics-Mehrkanalhall angelegt, welcher den Stereo-Reverb-Send der Ableton-Session ersetzen sollte.

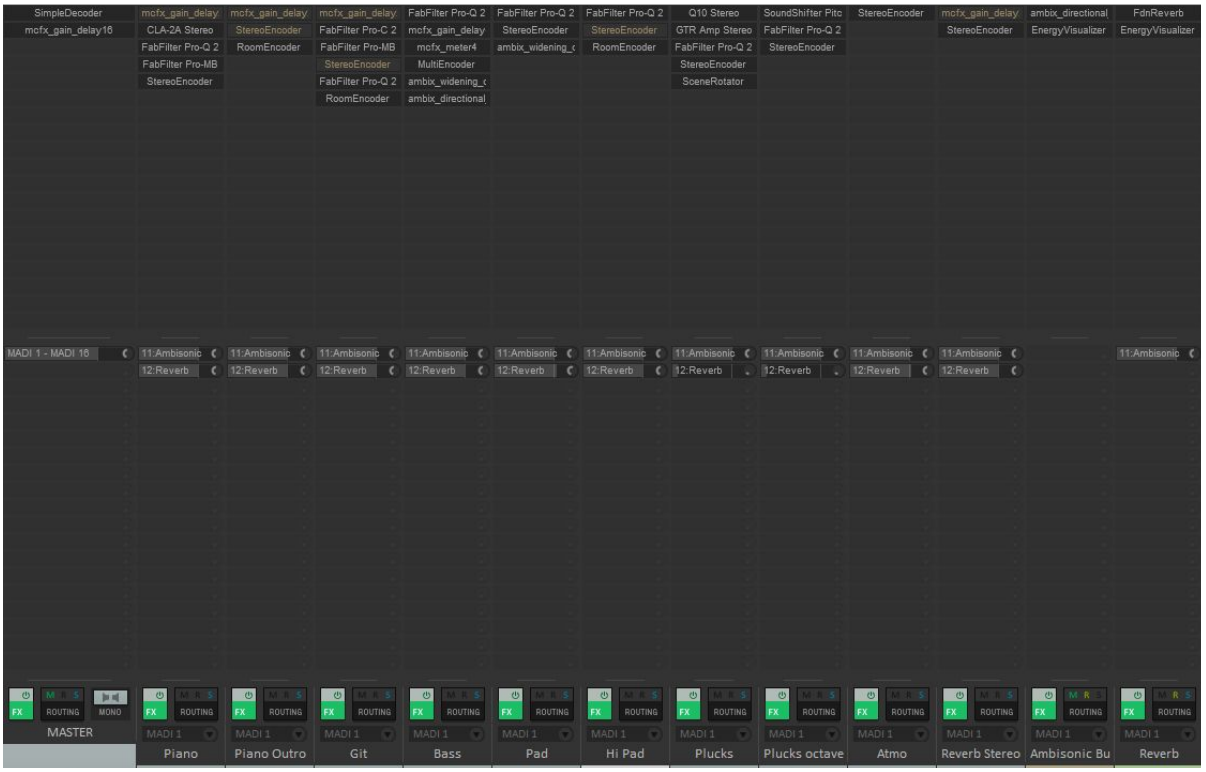


Abb. 6: Mixing View in der Reaper Session – Im oberen Abschnitt lassen sich die verwendeten Plug-Ins erkennen. Im unteren Abschnitt sieht man die Sends (Screenshot: Verf.).

Wie in der Stereomischung auch, war es wichtig, einen Kontrast zwischen dem Intro (und Outro) und dem Hauptteil zu schaffen. In Stereo gelang dies großteils durch die Vergrößerung der Stereobreite. Hingegen kann man in Ambisonics durch die zusätzlichen Dimensionen wesentlich kreativer sein und einen deutlich größeren Effekt erzielen.

3.1.4 Verteilung der Elemente in Ambisonics:

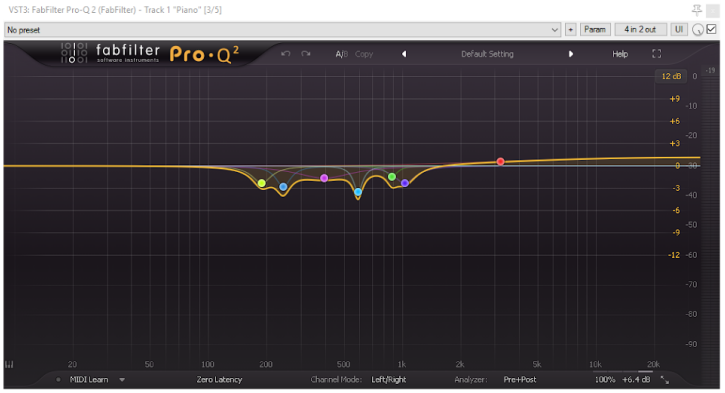
Ein Großteil der Spuren wurden mit dem *StereoEncoder* Plug-In der IEM Plug-In-Suite im Raum verteilt. Dieser erlaubt einen schnellen und angenehmen Workflow zur Verteilung der Quellen. Für eine präzisere Setzung der Quellen im Raum ist *Room-Encoder* bestens

geeignet, da sich zahlreiche Parameter wie etwa Raumgröße, Reflektionseigenschaften sowie Quellen- und Hörposition, frei einstellen lassen.

Oft kann es auch notwendig sein, ein Element, bevor es encodiert wird, nochmals zu bearbeiten, da viele Signale in Ambisonics anders wirken und etwaige Probleme viel deutlicher werden. Um diese Probleme zu identifizieren ist es hilfreich alle Spuren bereits zu Beginn der Mixing-Session im Raum nach eigenen Vorstellungen zu verteilen. Man bekommt meist schnell ein Gefühl dafür, welche Elemente im Raum funktionieren oder welche zwar einzeln gut klingen, jedoch zusammen noch nicht harmonieren. Da ich in der Stereomischung bereits mit „färbenden" Plug-Ins gemischt habe, wollte ich den einzelnen Elementen in der Ambisonics-Session nicht noch mehr Farbe verpassen, weshalb ich meistens zu Plug-Ins gegriffen habe, welche die Klangfarbe des Signals nicht zusätzlich verändern – wie zum Beispiel den Plug-Ins der Firma *FabFilter*.

3.1.4.1 Piano

Das Piano besitzt, ähnlich wie in der Stereomischung, zu Beginn des Tracks eine sehr geringe Breite und liegt vorne, geht dafür aber schwach über einen Send in den Ambisonics-Hall (Spurname: „Reverb"). Mit dem Einsetzen des *Chorus* und der anderen Elemente (ab 0:40) wird das Piano ebenfalls breiter. Noch vor der Verteilung im Raum war es zunächst notwendig, das Stereosignal etwas aufzubereiten. Dafür hielt ich es für notwendig, das Signal erst mit dem *CLA-2A* von Waves leicht im Pegel zu kontrollieren und mit den Plug-Ins *Pro-Q2* und *Pro-MB* von Fabfilter, Platz im Mittenbereich geschaffen, um spektrale Überlappungen mit anderen Elementen zu vermeiden, welche in Ambisonics deutlich hörbarer wurden.



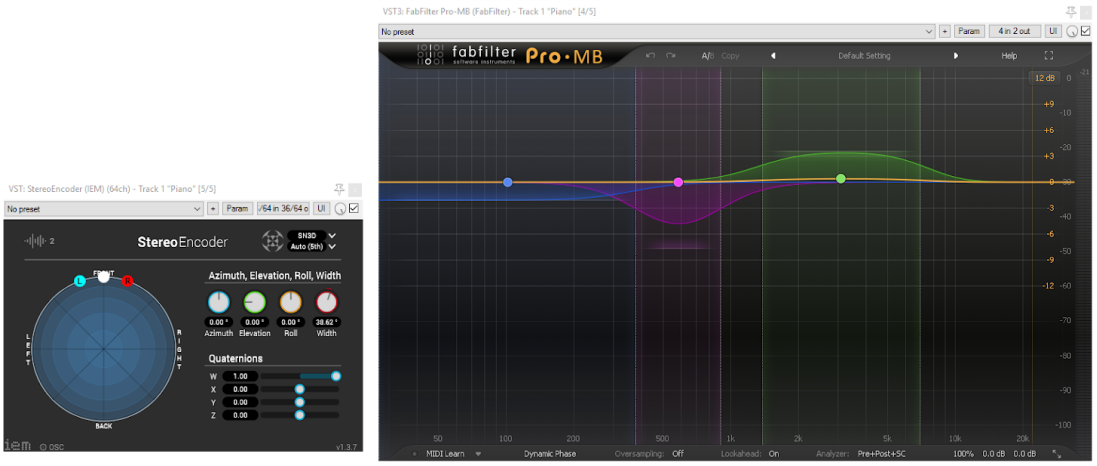


Abb. 7: Plug-In-Kette der „Piano"-Spur – Waves CLA-2A → Pro-Q2 → Pro-MB → StereoEncoder (Screenshot: Verf.).

3.1.4.2 Piano Outro

Wie der Name der Spur schon sagt, handelt es bei dieser Spur nur um die Klaviermelodie im Outro. Anders als die *Piano-Spur* wurde sie mit *RoomEncoder* in den Raum gesetzt. Diese wollte ich nah und intim wirken lassen, was sich mit *RoomEncoder* sehr leicht umsetzen lässt. Außerdem ist die Quelle leicht nach rechts oben versetzt. Dies lässt sie interessanter und „himmlischer" bzw „außerweltlicher" wirken.

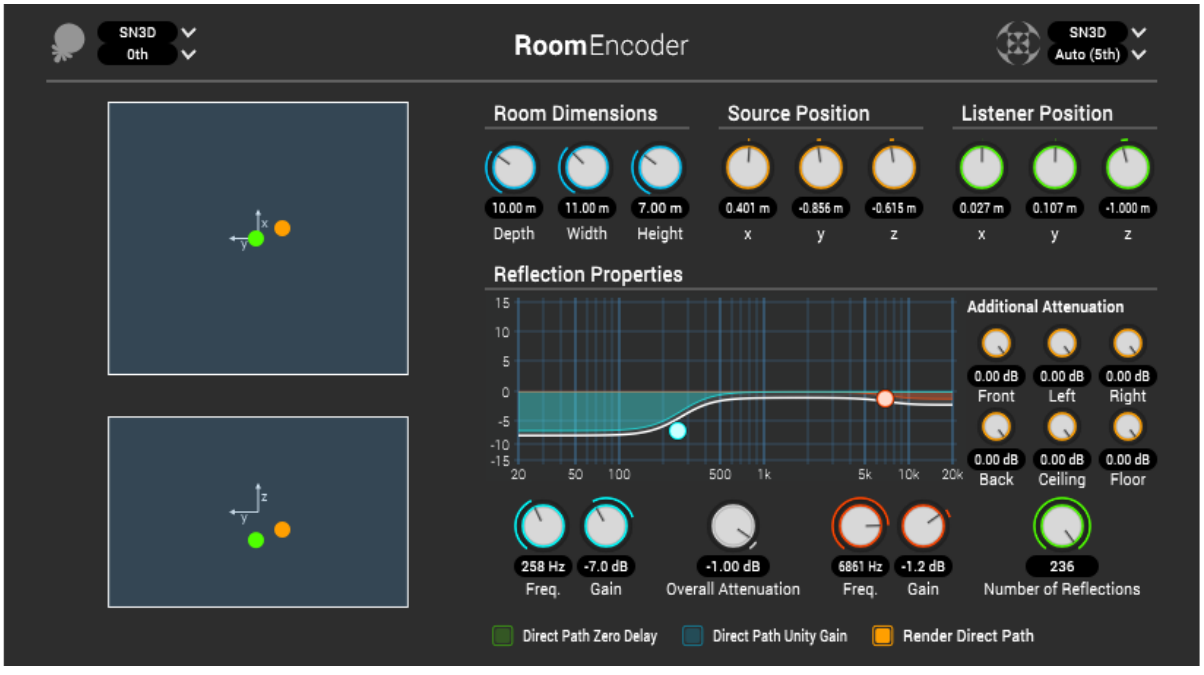


Abb. 8: RoomEncoder auf der „Piano-Outro"-Spur – Im oberen blauen Kästchen (links im Bild) wird die Vogelperspektive von Quelle- und Hörposition gezeigt – im Unteren die Ansicht von vorne (Screenshot: Verf.).

3.1.4.3 Gitarre

Vor der Verteilung im Raum wurde die Gitarre ebenfalls noch nachbearbeitet. Speziell im Höhenbereich wurde mit *Pro-MB* kontrolliert und mit *Pro-Q2* einzelne störende Frequenzen herausgezogen. Anders als in der Stereomischung, wo die Gitarre noch sehr breit war, beschloss ich sie in der Ambisonics-Mischung mit *RoomEncoder* leicht nach links oben zu setzen, ähnlich wie ein Gitarrist, der auf einer Bühne spielt. Eine zu breite Gitarre wirkte unnatürlich und nicht stimmig.

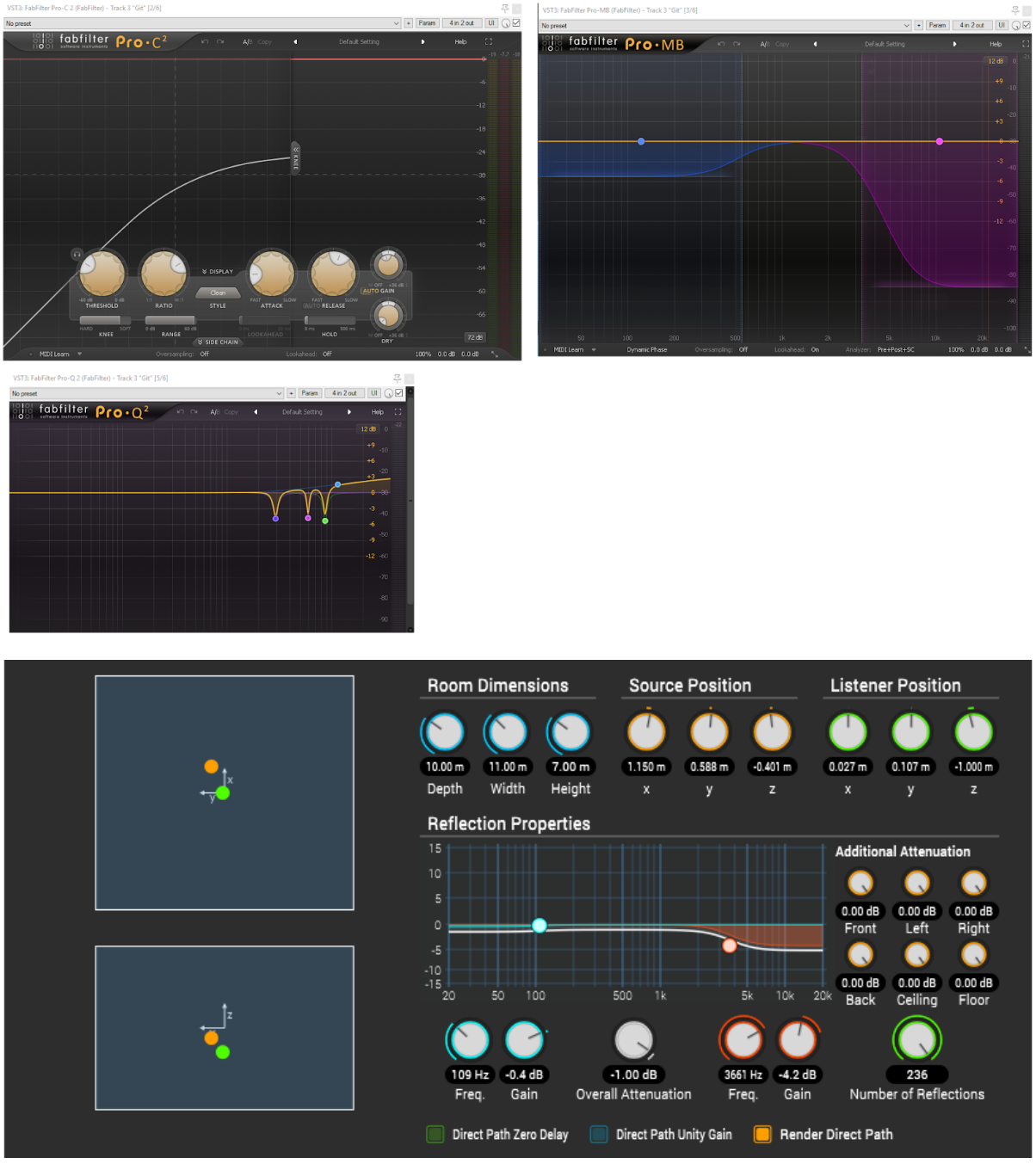


Abb. 9: Plug-In-Kette der „Git"-Spur – Pro-C2 → Pro-MB → Pro-Q2 → RoomEncoder (Screenshot: Verf.).

3.1.4.4 Bass

Wie in fast jedem anderen elektronischen Genre auch hängt die Effektivität des Chorus hauptsächlich vom Bass-Drop ab. Der Bass in *Locus* ist anders zu betrachten als in einem elektronischen Dance Track und wird daher eher als „Bass-Pad" verwendet. Ziel der *Bass*-Spur war es daher, möglichst einhüllend und kräftig zu sein, um so einen großen Kontrast zum engen Piano des Intros zu bieten. Mit dem Kronlachner-Plug-In *mcfx_gain_delay* wurden vier Kopien der Bass-Spur erzeugt und zeitlich verzögert. Für die zeitlichen Verzögerungen habe ich kleine Primzahlen gewählt (7 ms, 23 ms, 31 ms, 53 ms) um zu verhindern, dass sich diese Kopien später unangenehm überlagern. Die Kopien wurden dann mit *MultiEncoder* nach links, rechts, vorne und hinten gelegt und anschließend mit dem Plug-In *ambix_widening* noch weiter verbreitert.

Nachträglich musste mit *Pro-Q2* noch Platz bei ca. 250 Hz für die Pad gemacht werden. Anschließend wurden die Höhen mit einem High-Shelf leiser und mit einer engen Glockenkurve der Bass-Rumble lauter gemacht. An manchen Stellen war ein deutliches „Wobbeln" bei ca. 85 Hz zu hören, welche mittels Automation einer Glockenkurve gefiltert wurde.

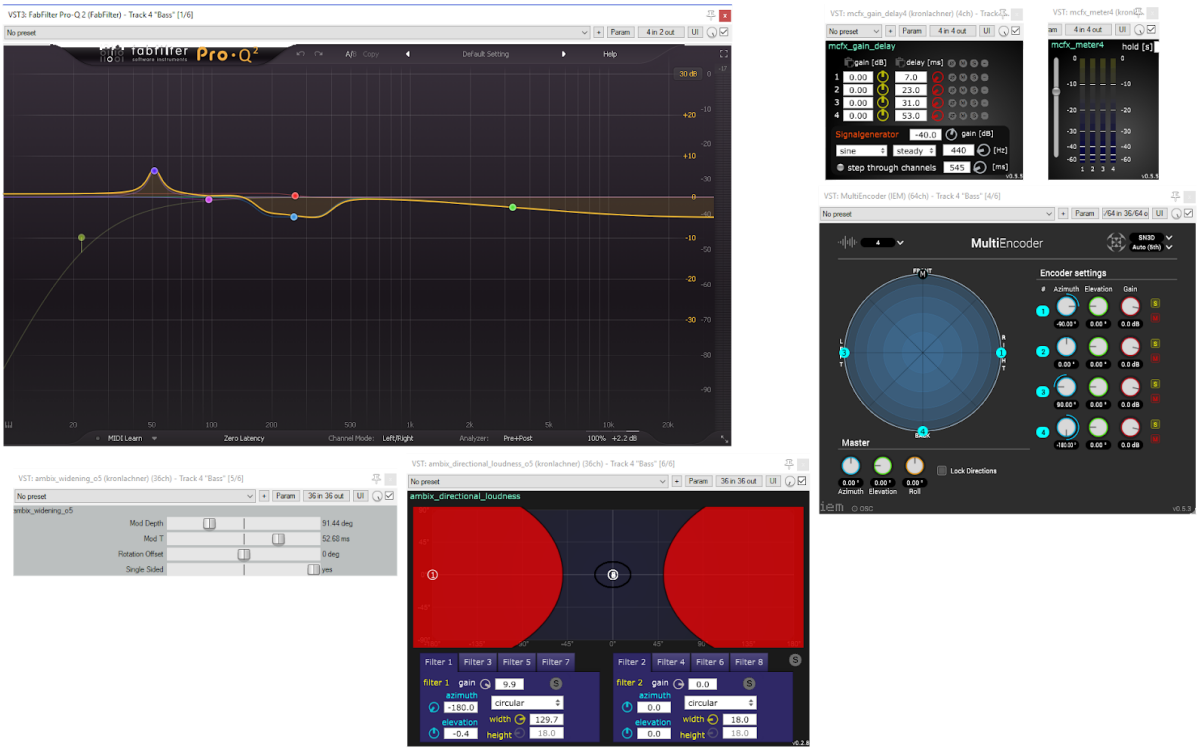


Abb. 10: Plug-In-Kette der „Bass"-Spur – Pro-Q2 → mfcx_gain_delay4 → mfcx_meter4 → MultiEncoder → ambix_widening_o5 → ambix_directional_loudness_o5 (Screenshot: Verf.).

3.1.4.5 Pad

Ähnlich wie der Bass soll die *Pad*-Spur einhüllend wirken, aber im Frequenzspektrum noch über dem Bass liegen. Mittels *Pro-Q 2* wurden auch hier wieder Platz für den Bass gelassen und einzelne Resonanzen mit hoher Güte herausgezogen. Anschließend wurde das Signal so platziert, dass es breit rechts und links von oben kommt. Mit *ambix_widening_o5* wurde sie noch zusätzlich verbreitert.

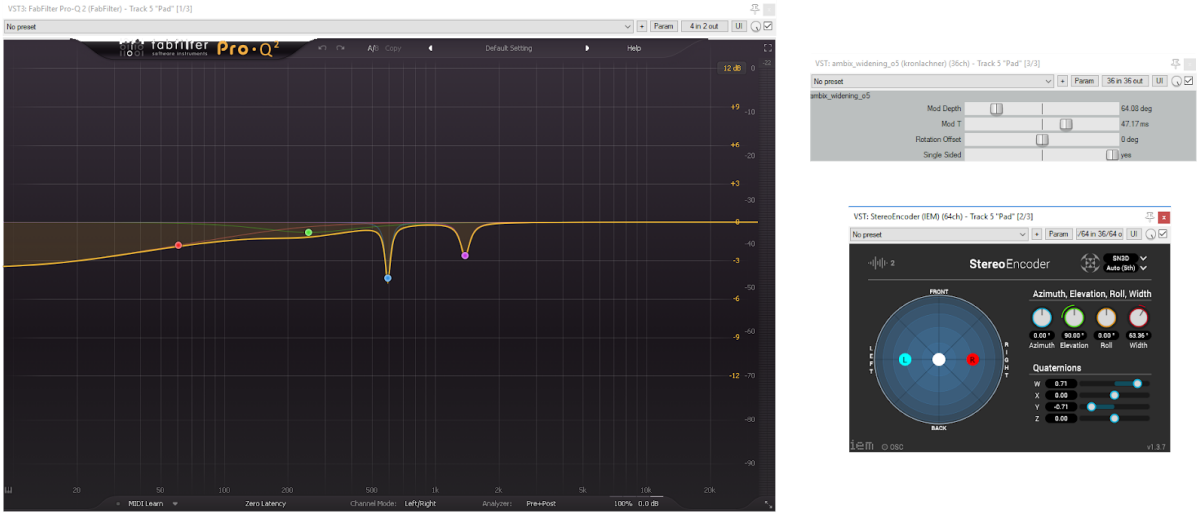


Abb. 11: Plug-In-Kette der „Pad"-Spur – Pro-Q2 → StereoEncoder → ambix_widening_o5. (Screenshot: Verf.)

3.1.4.6 Hi Pad

Die Spur „Hi Pad" beinhaltet die Synth-Pad-Stabs des Ableton-Projekts. Diese wurden direkt hinter und über der Hörposition mittels *RoomEncoder* platziert. Durch *Pro-Q2* wurde bei ca. 1,5 kHz entschärft und anschließend die Höhen mit *RoomEncoder* verstärkt.

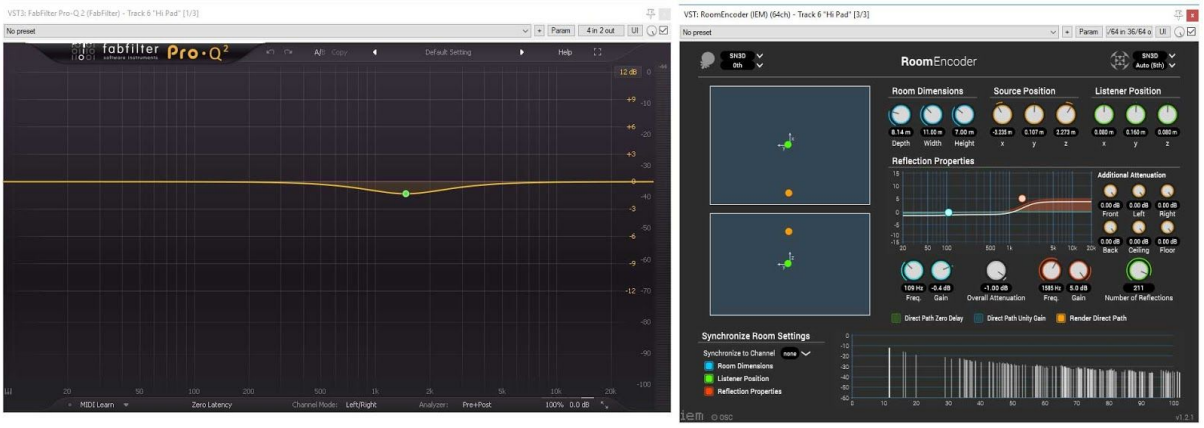


Abb. 12: Plug-In-Kette des „Hi Pad"-Spur – Pro-Q2 → RoomEncoder (Screenshot: Verf.).

3.1.4.7 Plucks

Die *Plucks*-Spur benötigte etwas mehr Nachbearbeitung, um effektiv hinter der Hörposition zu wirken. Der *Waves Q10 Equalizer* zusammen mit dem *GTR Amp* geben dem Signal wichtige Obertöne und somit den nötigen Biss (engl. „Grit"), um später hinten besser ortbar zu sein. Dadurch ergaben sich ein paar unschöne Resonanzen, welche mit *Pro-Q 2* ausgebessert wurden. Mittels *StereoEncoder*, *SceneRotator* und Reaper's LFO Parametermodulation bewegen sich die Plucks hinter der Hörerposition.

Abb. 13: Plug-In-Kette des „Plucks"-Spur – Q10 → GTR Amp → Pro-Q2 → StereoEncoder → SceneRotator (Screenshot: Verf.).

Zusätzlich wurde die Spur noch dupliziert und mit dem *Waves SoundShifter* um eine Oktave nach oben verschoben, gefiltert und statisch links hinten oben platziert. Zusammen mit der *Plucks*-Spur ergibt sich daraus ein subtiles Zusammenspiel der beiden Spuren.

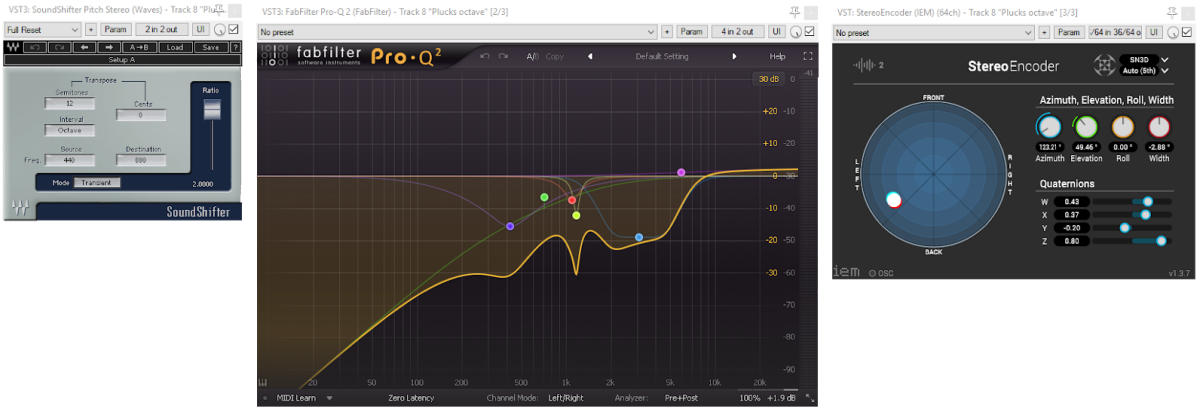


Abb. 14: Plug-In-Kette des „Plucks oktave"-Spur – SoundShifter → Pro-Q2 → StereoEncoder (Screenshot: Verf.).

3.1.4.8 Atmo

Auf der *Atmo*-Spur liegt nur der *StereoEncoder*. Die Automation der Parameter (Send Volume des Ambisonics-Reverbs, Azimuth, Elevation und Breite) ergibt eine organische Bewegung des Signals. Speziell die Veränderung der Stereobreite wertet die an sich einfache Bewegung auf. Im Intro geht das Signal noch stärker in den Ambisonics-Reverb, um etwas Kontrast zu dem engen Piano-Signal zu bieten.

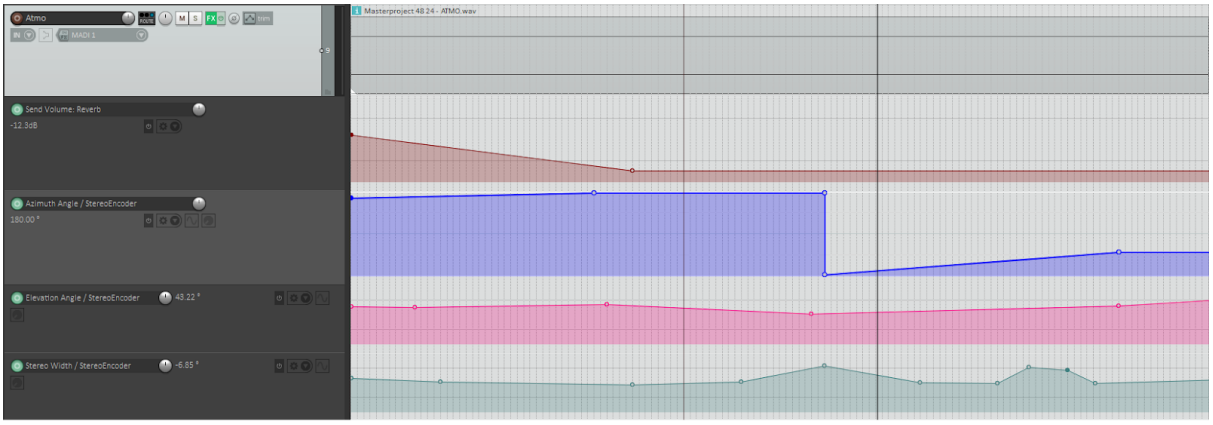


Abb. 15: Automation der Parameter der „Atmo"-Spur – Send Volume des Ambisonics-Reverbs, Azimuth, Elevation und Stereobreite (Screenshot: Verf).

3.1.4.9 Reverb

Für den Ambisonics-Hall wurde *FDNReverb* der IEM-Plug-In-Suite verwendet, da dieser sehr übersichtlich und leistungseffizient ist. Mit 5,20 s wurde eine sehr lange Nachhallzeit gewählt, um ihn noch mächtiger und einhüllender wirken zu lassen. Im Intro des Tracks ist der Pegel des Reverbs noch schwach, schwillt bis zum Drop leicht an und wird dann

sprunghaft erhöht, um weiter den Kontrast zum Intro zu erhöhen. Im Outro klingt er wieder stark ab.

Abb. 16: Oben: Einstellungen des FDNReverbs. Unten: Lautstärkeautomation des FDNReverbs (Screenshot: Verf.).

3.1.4.10 Ambisonic Bus

Die Spur *Ambisonic Bus* ist das vorletzte Glied in der Kette, bevor das summierte Signal zur Masterspur gesandt wird. Auf dieser Spur erfolgt anschließend das eigentliche Ambisonics-Mastering. Die tatsächliche Masterspur dient nur zum Dekodieren auf das vorhandene Lautsprecher-Setup.

Bearbeitet wurde das finale Signal nur mit dem Plug-In *ambix_directional_loudness_o5*. Dabei empfand ich es als notwendig, das Schallfeld von hinten etwas lauter zu machen (+3dB), um die Plucks und Reverb besser hörbar zu machen. Weitere Effekte, wie etwa Kompression oder Filterung, empfand ich als nicht notwendig, da mir die Stimmung bereits gefiel und ich nicht „übertreiben" wollte.

Mit dem Analyser *EnergyVisualizer* der IEM-Plug-In-Suite war es mir möglich, während des Mixing-Prozesses visuelles Feedback der räumlichen Energieverteilung zu erhalten.

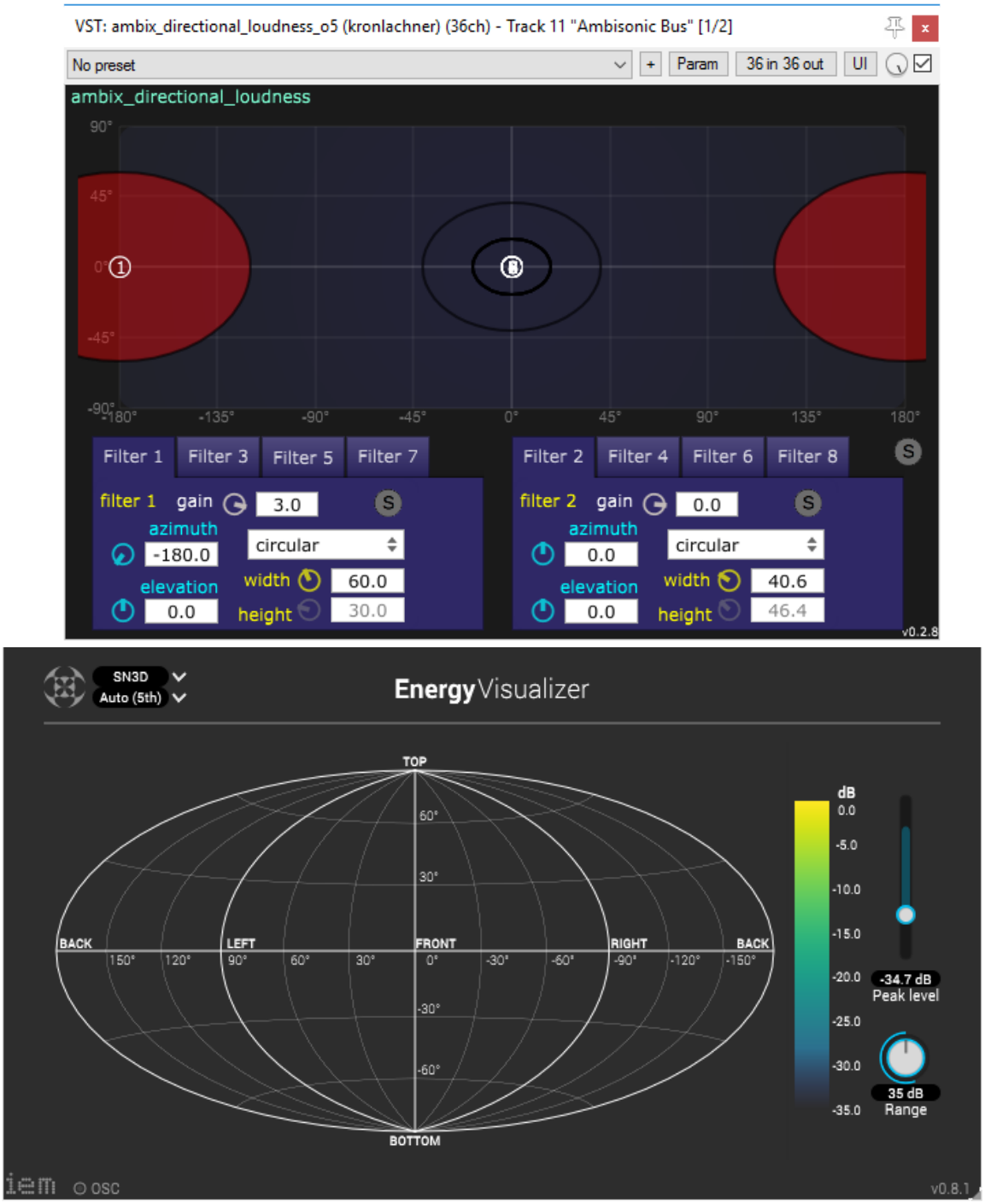


Abb. 17: Plug-In-Kette des „Ambisonic Bus"-Spur – ambix_dircetional_loudness_o5 → EnergyVisualizer (Screenshot: Verf.).

3.1.5 Reaper Export

Der finale Schritt ist der Export des Tracks als 36-Kanal-Audiodatei (WAV-Datei). Dabei wird immer die Spur *Ambisonic Bus* gerendert, da auf ihr das summierte hochauflösendste Signal läuft. Dies erfolgt über die Selektion der Spur (Auswahl durch Linksklick auf *Ambisonic Bus*) und die Einstellung *Stems (selected tracks)* im Render-Menü unter *File – Render*. Weiters muss der Haken bei *Multichannel tracks to multichannel files* gesetzt werden, damit Reaper die gewünschte 36-Kanal-WAV-Datei exportiert.

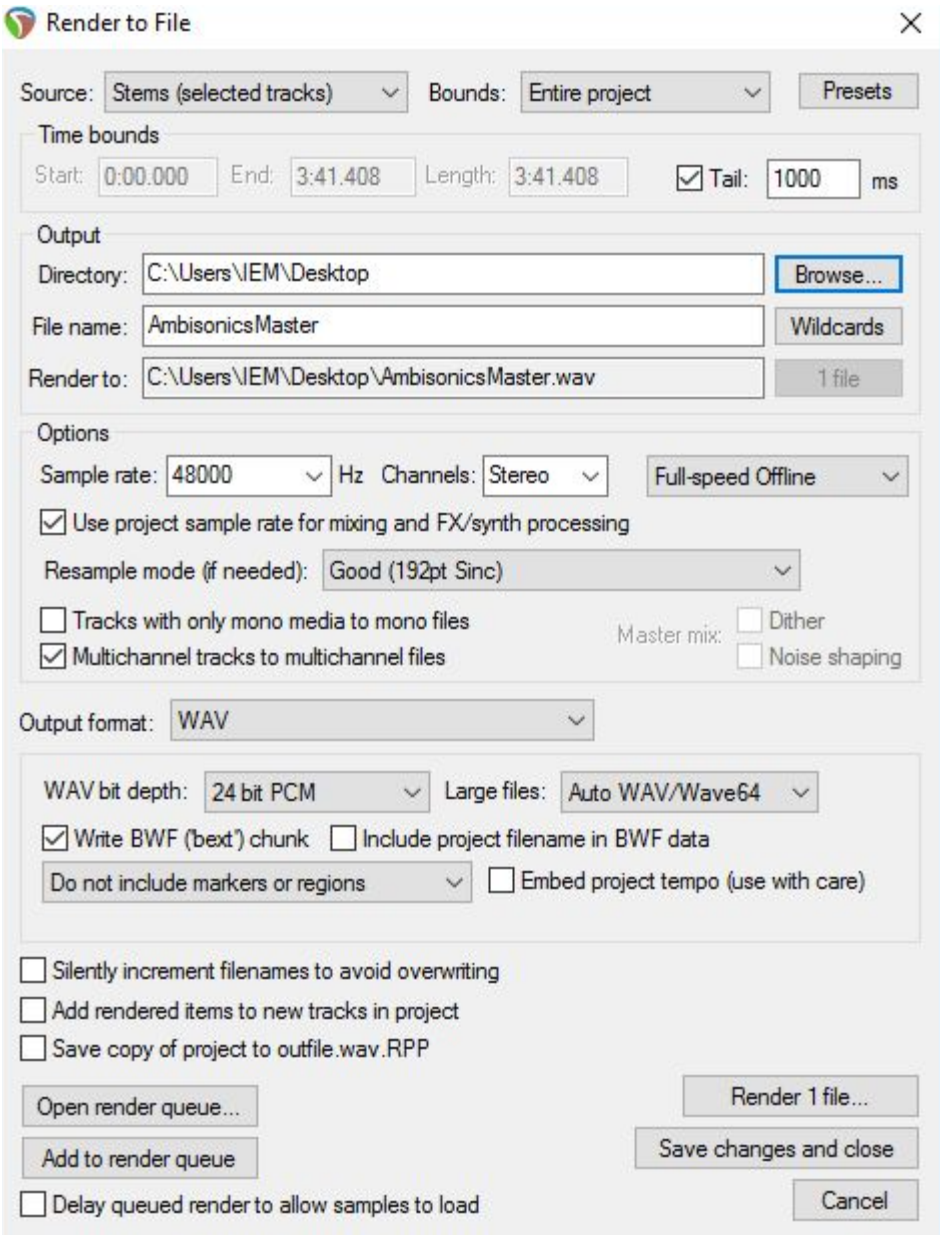


Abb. 18: Render-Einstellungen für korrekten Export einer 36-Kanal-WAV-Datei (Screenshot: Verf.).

3.2 Produktion: We Don’t Think

We Don’t Think ist ein elektronischer Musiktitel des Genres Techno. Mit einem Tempo von nur 122 BPM zählt es eher zu den langsameren Techno-Tracks. In *We Don’t Think* wurde viel Wert auf atmosphärische Klänge und das Kick-Bass-Zusammenspiel gelegt.

3.2.1 Aufbau: We Don’t Think

Die Dauer von *We Don’t Think* beträgt 6 Minuten und 17 Sekunden und besteht aus: Intro, Drop zu erstem Chorus, *Break* zu Build-Up, Drop zu zweitem Chorus und Outro.
Das Intro beginnt mit einer verhallten Kickdrum, welche dazu dient, dass der Track durch DJs besser in andere Tracks gemischt werden kann. In der zweiten Hälfte des Intros verstummt die Kick und atmosphärische Streicher sowie ein Vocal-Loop erklingen, welche in den Bass-Drop überleiten.
Der erste Chorus wird hauptsächlich von Kick, Bass und Vocals dominiert. Danach kommen weitere Percussion-Elemente und Atmosphären hinzu, welche in den großen Break überleiten.
Im Break herrschen hauptsächlich elektronische Synths, der Vocal-Loop und die Streicher vor, welche zum finalen Bass-Drop aufbauen. Kurz vor dem Drop erklingt ein schneidender pulsierende Synth, welcher auch während des zweiten Chorus durchgehend spielt.
Das Outro ist durch eine schwache Instrumentalisierung relativ simpel gehalten, um wieder eine einfache Mischung in andere Tracks zu garantieren.

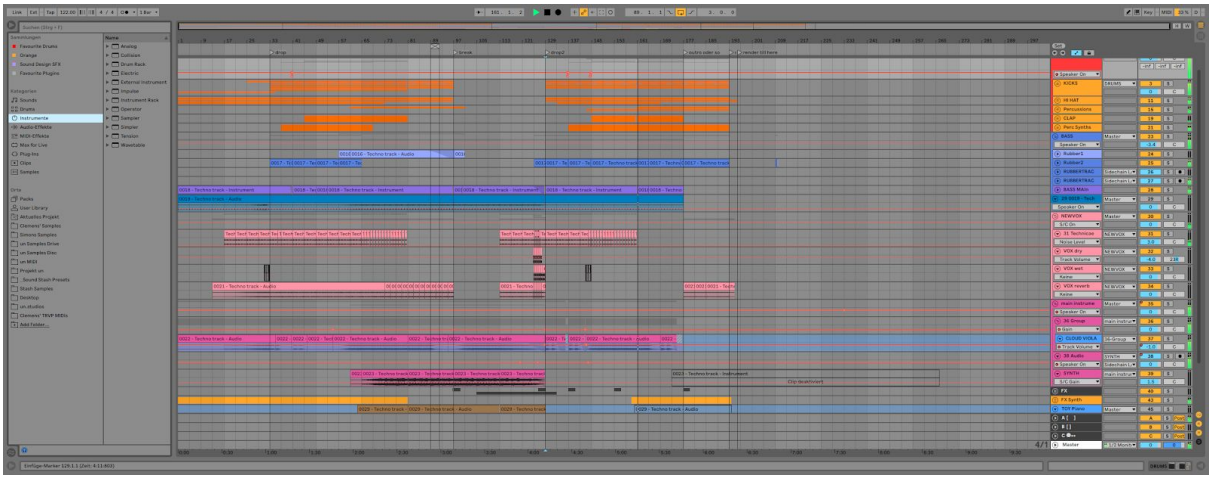


Abb. 19: Arrangement-View von We Don’t Think in Ableton Live 10. (Screenshot: Verf.)

Während der Stereoproduktion wurden bereits etliche Spuren zusammengefasst, sodass vor dem Spurenexport noch 31 Spuren übrig blieben, welche dann für die Ambisonics-Mischung nochmals auf 19 Spuren reduziert werden konnten.

3.2.2 Ambisonics-Mischung: We Don't Think

Ähnlich wie bei der Produktion von *Locus* wurde auch bei *We Don't Think* zuerst in Reaper ein Ambisonics-Bus angelegt. Anschließend wurde für jeden Stem eine 36-Kanal-Audiospur angelegt und darauf jeweils provisorisch das Plug-In *StereoEncoder* gelegt.

Als ersten Schritt kümmerte ich mich nur um jene Elemente, welche für einen Techno-Track essentiell sind: Kick und Bass. Ein gutes Kick-Bass-Zusammenspiel erhielt daher oberste Priorität. Die Kick wurde ganz nach vorne gelegt (Azimuth-Ebene: 0°) und wurde nicht verbreitert (*Width*: 0%), da ich das Gefühl hatte, dass die Kick bei einer Width über 0% Einbußen in ihrem Druck hatte.
Der Bass besteht aus zwei Spuren: „BASS deep" (Subbass) und „BASS rubber" (höhenreiche Bass-Stabs). *BASS deep* ist einhüllend und wurde mittels *ambix_directional_loudness_o5* vorne leiser gemacht, um Platz für die Kicks zu schaffen. *BASS rubber* ertönt immer am *Offbeat* und wurde daher hart rechts und links platziert, um als Gegenspieler zur Kick zu funktionieren.
CLAP und *HIHATS* wurden leicht nach links und rechts geneigt. Die Percussion-Spur *PERC* bewegt sich oben, während *PERCSYNTH* hinten spielt.
Eine weitere wichtige Rolle spielen die repetitiven Vocal-Spuren *VOX WET* und *VOX FX*, welche dem Track Charakter verleihen. Sie spielen sehr breit von vorne und machen der Kick mittels *Sidechain Compression* noch zusätzlich Platz. Als Effekt vor dem zweiten Drop werden die Vocals in ihrer Breite temporär vergrößert und erfahren eine Drehbewegung um die Hörposition.
Atmosphärische Elemente wie etwa die *INST CLOUD VIOLA* und *INST BREAK SYNTH* sollen den/die Hörer*in einhüllen und bewegen sich leicht im Raum.
Das einzige Leadinstrument des Tracks ist *INST RAVE* und wird im Build-up zum zweiten Drop hinter der Hörposition eingeleitet und ertönt nach dem Drop bei mittlerer Breite von vorne. Darüber hinaus wurde die Breite an ausgewählten Stellen immer wieder kurzfristig als Effekt vergrößert.
Sonstige Soundeffekte befanden sich auf der Spur *FX,* und wurden hauptsächlich in ihrer Höhe und Breite automatisiert und wirken im Arrangement als überleitend.

Zusätzlich wurden noch zwei Reverb-Send-Spuren angelegt – *Reverb big* als allgemeiner Ambisonics-Hall und *Reverb VOX*, welcher ausschließlich als Hall für die Vocal-Spuren dient.

Das bescheidene Mastering erfolgte auf dem Kanal *Ambisonic Bus* mittels zweier Instanzen des Plug-Ins *Omnicompressor*. Durch die erste Instanz erfährt das Signal eine leichte Kompression, während die Zweite als Limiter fungieren soll.

Abb. 20: Mixer-View von We Don't Think in Reaper (Screenshot: Verf.).

3.3 Produktion: Built to Break (feat. Dave McKendry)

Built to Break ist ein in Zusammenarbeit mit *Simon Dolliana* produzierter elektronischer Pop-Track, welcher 2018 durch Concordia Recordings veröffentlicht wurde. Den Text und die Vocals stammen vom Singer/Songwriter Dave McKendry. Besonderer Fokus bei diesem Track lag auf den Vocals und deren Effektierung. Alle andere Elemente dienen hauptsächlich als Unterstützung und tragen viel zur Atmosphäre bei.

3.3.1 Aufbau: Built to Break

Mit einer Dauer von 3 Minuten und 35 Sekunden liegt der Track im Durchschnitt anderer moderner Popsongs. Der Aufbau setzt sich zusammen aus Intro, Vers 1, Chorus, Break zu Vers 2, Chorus 2 und Outro.
Das Intro von *Built to Break* ist sehr atmosphärisch und leitet mit einem Snare-Schlag in Vers 1 über, in dem Vocals, Gitarre und Schlagzeug vorherrschen. Ab der 52. Sekunde beginnt der erste Chorus, welcher vor allem durch die schnellen Hi-Hats gefühlt an Geschwindigkeit gewinnt.
Danach wird der Track durch einen Break entschleunigt. Dabei wird das Arrangement auf ein E-Piano und atmosphärische Klänge reduziert. Vers 2 wird erneut durch einen Snare-Schlag eingeleitet und die Vocals setzen wieder ein.
Ab 2:23 beginnt der zweite Chorus, bei welchem die Hi-Hats in der zweiten Hälfte kurzfristig aussetzen um den Vocals mehr Bedeutung zu geben. Im letzten Viertel setzen die Hi-Hats wieder ein, um bis zum Outro hin noch einmal das Tempo zu erhöhen.
Im Outro wird das Arrangement wieder stark reduziert auf Lead, Atmosphären und eine letzte Vocal-Line, bevor der Track endgültig ausklingt.

3.3.2 Ambisonics-Mischung: Built to Break

Zu Beginn der Mischung wurde gleich wie in den anderen Produktionen vorgegangen. Neben dem Ambisonics-Bus und dem Ambisonics Reverb wurde ebenfalls eine Send-Spur

namens *widener* mit dem Plug-In *ambix_widening* angelegt, um eingehende Signale in ihrer Räumlichkeit noch zu vergrößern.
Zuerst begann ich wieder mit den Drums. Die *Kick*-Spur wurde wieder mit sehr kleiner Width (12%) nach vorne gelegt. Bei höheren Breiten verlor die Kick ihre Kraft.
Rund um die Kick wurden *Snare* (50% Width) und *Hi-Hats* (135% Breite) platziert nach dem Prinzip: je höher die Frequenz, desto breiter die Aufstellung. Die Spur *Perc2* enthielt sowohl tieffrequente Toms als auch hochfrequente Percussion-Elemente und wurde sehr breit positioniert (150% Width).
Perc2 enthielt transientenreiche hochfrequente Percussion-Elemente und wurde über der Hörposition platziert und leicht in der Azimuth- und Elevation-Ebene automatisiert. Wie in Abschnitt 2.2.3.2 erwähnt, profitieren solche Sounds von den oberen Lautsprechern, was für *Perc2* keine Ausnahme darstellte. Da *Perc2* zudem auch nur während der zweiten Verses spielte, eignete sie sich gut als Kontrast.
Die Gitarre wurde sehr breit vorne platziert und mittels des Plug-Ins *DualDelay* effektiert. *DualDelay* erlaubt einen kreativen Ambisonics-Delay-Effekt, welcher der Gitarre zusätzliche Tiefe geben soll.
Da die *Bass*-Spur sehr tief ist und keine stark ausgeprägte Obertonstruktur besitzt, wurde sie ebenfalls relativ breit nach vorne gelegt.
Ein weiteres wichtiges Element des Tracks ist die *Pad*-Spur, welche aus einer Fläche von hochfrequenten, partikelartigen Sounds besteht. Hier eignete sich ebenfalls die obere Ebene, wo sie sehr breit und mit Drehbewegungen spielt. Darüber hinaus bewegen sie sich auch in langsamen periodischen Bewegungen nach unten, um dadurch wie Regen zu wirken.
Die E-Piano-Spur *Keys* spielt nur während der Break und des zweiten Verses. Sie wirkt einhüllend und rotiert langsam um die Hörposition.
Die Vocal-Spur bestand bereits aus Leadvocals und Backing Vocals, weil sie zuvor in der Stereoproduktion leider nur so exportiert wurde. Zuerst legte ich sie mittels des *StereoEncoders* nach vorne und gab der Spur einen Breite von 46%. Während der Chorusse verbreiterte ich das Signal. Um die Vocals noch mächtiger und größer klingen zu lassen, schickte ich sie über einen Send auf die *widener*-Spur. Der Anteil wurde automatisiert, was es erlaubte, bestimmte Phrasen besser zur Geltung kommen zu lassen. Dieser Effekt ersetzte in gewisser Weise die fehlende separate Begleitgesangsspur.
Die gerenderten Reverb-Spuren der Stereo-Mischung wurden mittels der Methode aus Abschnit 2.2.3.5 in einen Ambisonics-Hall verwandelt und leicht dazugemischt.

Das Mastering erfolgte nach demselben Prinzip wie in *We Don't Think* – mittels zweier Instanzen des Plug-Ins *Omnicompressor*.

Abb. 21: Mixer-View von „Built to Break" in Reaper (Screenshot: Verf.).

4. Hörversuch

Durch einen Hörversuch sollte nun letztendlich ermittelt werden, welchen Mehrwert eine Ambisonics-Mischung gegenüber einer Stereomischung verspricht. Weiters wurde noch ein einfacher Ambisonics-Upmix der Stereoversion in den Test miteinbezogen, der das Stereosignal als Ausgangssignal verwendete. Mittels *FDNReverb* und *ambix_directional _loudness_o5* wurde so ein einfacher statischer Upmix erzeugt, welcher nicht mehr als nur die hinteren und oberen Lautsprecher wahrnehmbar machen sollte.

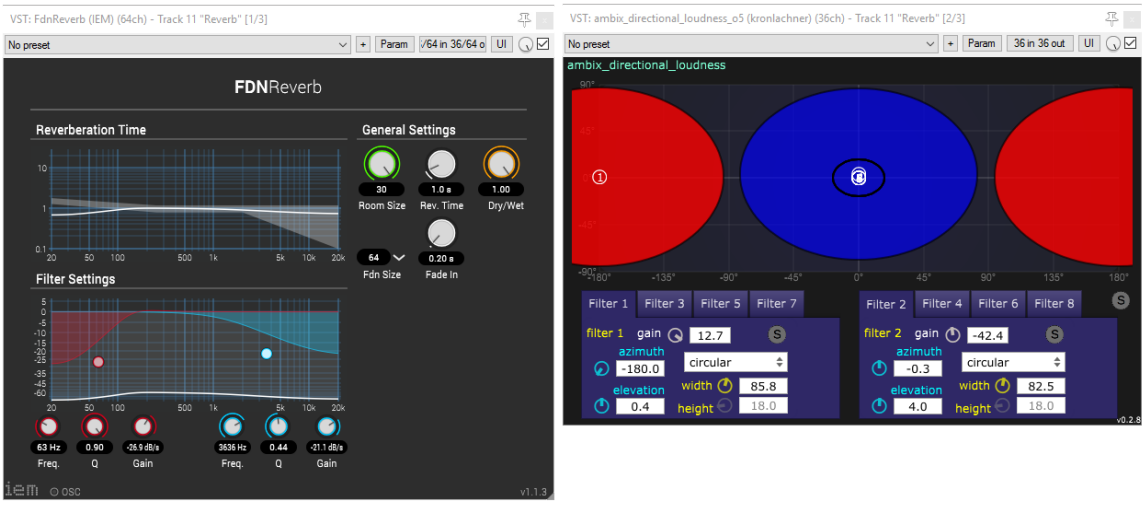


Abb. 22: Plug-In-Kette des Upmixes (Screenshot: Verf.).

Insgesamt 15 Proband*innen, davon zwei Drittel (10) männlich, ein Drittel (5) weiblich, wurden im Produktionsstudio der Kunstuniversität Graz mittels eines Fragebogen (siehe Anhang) zu Gefallen, emotionaler Erregung und Immersion der jeweilig gehörten Version (Stereo, Ambisonics-Upmix, Ambisonics) der in Abschnitt 3 beschriebenen Tracks (*Locus*, *Built to Break*, *We don't Think*) befragt.

7 Proband*innen (47%) bezeichneten sich als reine Musikhörer*innen, 2 Personen (13%) als Hobbymusiker*innen und 6 Personen (40%) als professionelle Musiker*innen oder Tontechniker*innen. 8 Probanden*innen (53%) gaben an, bereits Erfahrungen mit 3D-Musik gehabt zu haben. Der Altersdurchschnitt lag bei 26,1 Jahren.

Die Probanden konnten außerdem in einer Gewichtung von 0 - 10 angeben, wie gerne sie auf Konzerte oder in Clubs gehen und wie wichtig ihnen ein gutes PA-System ist. Da diese

Werte allgemein sehr hoch ausfielen, wurden sie für die nachfolgende Analyse außer Acht gelassen.
In einem anschließenden Gespräch hatten die Proband*innen die Möglichkeit, ihre Bewertungen zu begründen.

4.1 Ablauf des Hörversuchs

Jeder/Jede Proband*in wurde zu Beginn des Hörversuchs über dessen Ablauf aufgeklärt. Danach erhielt jeder/jede einen Fragebogen, welcher ebenfalls kurz erläutert wurde. Maximal zwei Proband*innen konnten gleichzeitig an einem Hörversuch teilnehmen.
Die Proband*innen begaben sich anschließend in den Sweet Spot. Die drei Hörbeispiele wurden in drei Durchgängen in jeweils einem unterschiedlichen Format (Stereo, Ambisonics-Upmix, Ambisonics) wiedergegeben. Die Reihenfolge der verschiedenen Versionen war zufällig.
Am Ende jedes Durchgangs hatten die Probanden*innen Zeit, die Fragen mittels einer Skala von 0-10 (0: *gar nicht*, 10: *sehr*) zu beantworten.

Die Fragen der Hörbeispiele lauteten:

a. *Wie gut hat Ihnen das Stück gefallen?*
b. *Wie stark hat Sie das Stück emotional bewegt?*
c. *Wie sehr haben Sie sich vom Stück umhüllt bzw. Teil des Stückes gefühlt?*

Punkt *a* fragte die Probanden nach dem allgemeinen Gefallen des vorgespielten Tracks, während Punkt *b* nach der Emotionalität fragte. Dadurch sollte ermittelt werden, ob der Track je nach Version besser funktioniert und ob Gefühle besser transportiert werden können. Punkt *c* sollte eine Wertung der Immersion ermitteln. Ein zusätzlicher Punkt *d* ließ Platz für Kommentare, Notizen oder Beobachtungen.

Abb. 23: Produktionsstudio der Kunstuniversität Graz (Foto: Verf.).

4.2 Auswertung

Im folgenden Diagramm ist das Ergebnis der Daten der verschiedenen Versionen der jeweiligen Tracks ersichtlich. Die Fehlerindikatoren wurden mithilfe des 95%-Konfidenzintervalls berechnet.

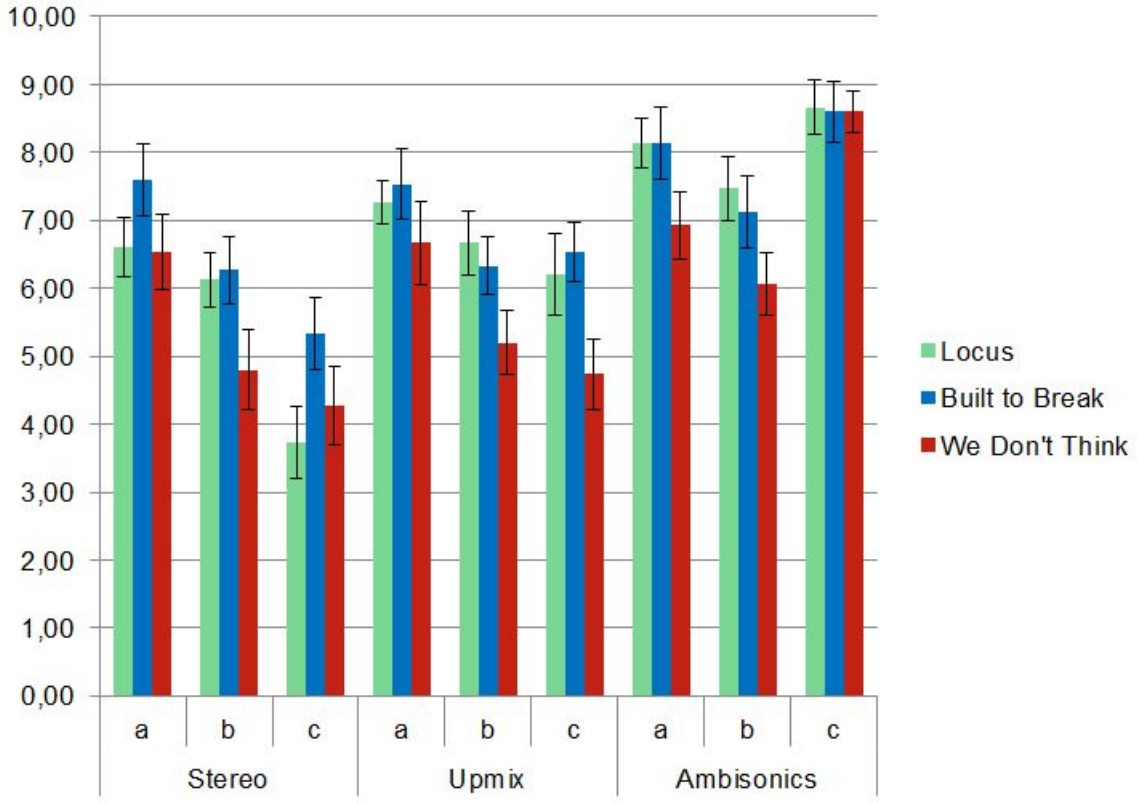


Abb. 24: Mittelwerte inkl. Fehlerindikatoren des Gefallens (a), Emotionalität (b) und Immersion (c) der vorgeführten Tracks: Locus (grün), Built to Break (blau), We Don't Think (rot).

Ähnlich wie bei dem Hörversuch von Hahn konnten alle Ambisonics-Versionen in allen Kategorien durchschnittlich bessere Ergebnisse erzielen als die zugehörigen Stereoversionen. Der Ambisonics-Upmix lag im Schnitt zwischen Stereo und Ambisonics.

In den folgenden Abschnitten möchte ich näher auf die einzelnen Hörproben eingehen und die häufigsten Kommentare erwähnen. Faszinierend war, dass die Meinungen der Probanden teilweise konträr waren, worauf ich im Folgenden ebenfalls eingehen möchte. Die Reihung der Auswertung gleicht der Reihung der Hörproben des Hörversuchs.

4.2.1 Auswertung: Locus

Locus war der ruhigste Titel des Hörversuchs. Durch die verschiedenen Atmosphären und die Naturgeräusche lag die Vermutung nahe, dass vor allem die Immersion ein starken Anstieg erfahren würde.

Die Proband*innen beschrieben die Ambisonics-Mischung als *sehr emotional*, *bewegend* und *intensiv*, und fühlten sich als *Teil der Musik*. Der Upmix wurde oft als *schön breit* beschrieben.

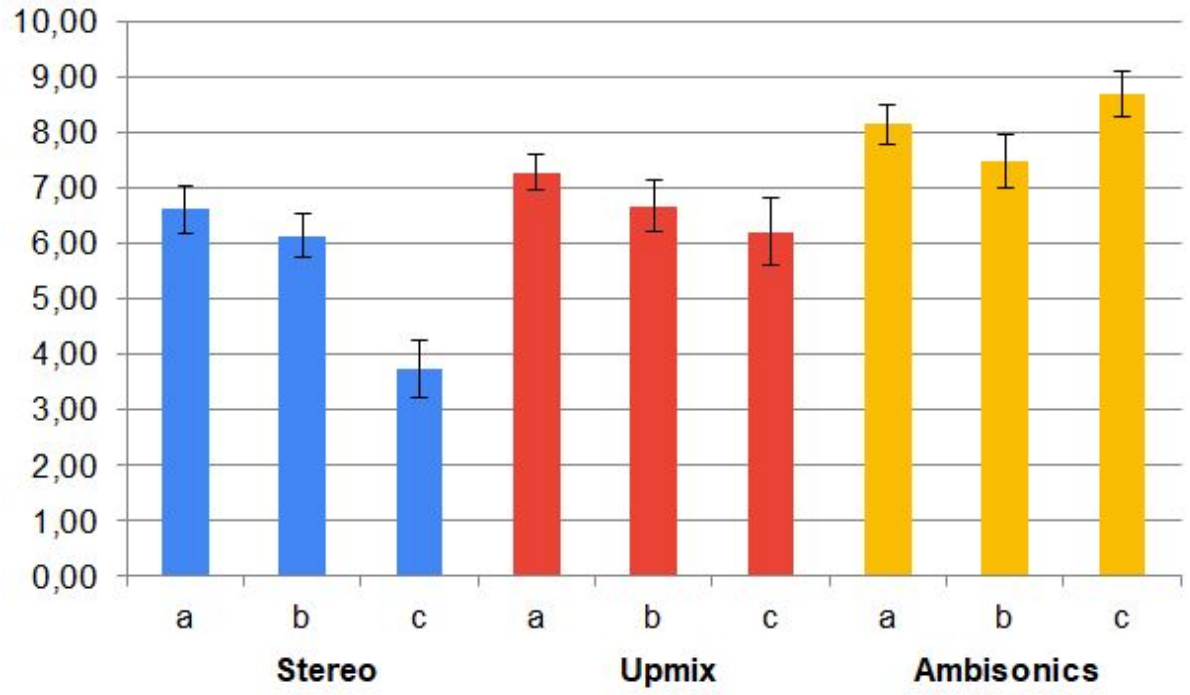


Abb. 25: Mittelwerte inkl. Fehlerindikatoren der Stereo- (blau), Upmix-(rot) und Ambisonics-Version (gelb) der Hörprobe von Locus.

Stereo			Upmix			Ambisonics		
a	**b**	**c**	**a**	**b**	**c**	**a**	**b**	**c**
6,60	6,13	3,73	7,27	6,67	6,20	8,13	7,47	8,67

Tabelle 1: Mittelwerte der Daten von Locus in Zahlen.

4.2.2 Auswertung: Built to Break

Der Fokus der Mischung von *Built to Break* lag bei einer frontalen Positionierung der Hauptelemente (Kick, Snare, Lead und Vocals) und einer kreativen Verteilung der Nebenelemente (Percussions, Pads). Ein Teil der Probanden*innen empfand die Aufteilung als *schön* und *ausbalanciert*, während ein anderer Teil es als *zu breit* und *zu verteilt* beschrieb. Wenige klagten auch darüber, dass die Ambisonics-Version zu *hektisch* sei. Dementsprechend fiel die Bewertung des Gefallens aller Versionen ähnlich aus.
Manche Proband*innen präferierten dennoch die Stereoversion. Als Grund gaben sie an, dass ihnen die Stereoversion etwas *druckvoller* erschien.
Der Upmix konnte im Vergleich zu *Locus* nur wenig helfen. Lediglich in der Immersion (*c*) gab es einen deutlichen Anstieg gegenüber der Stereoversion.

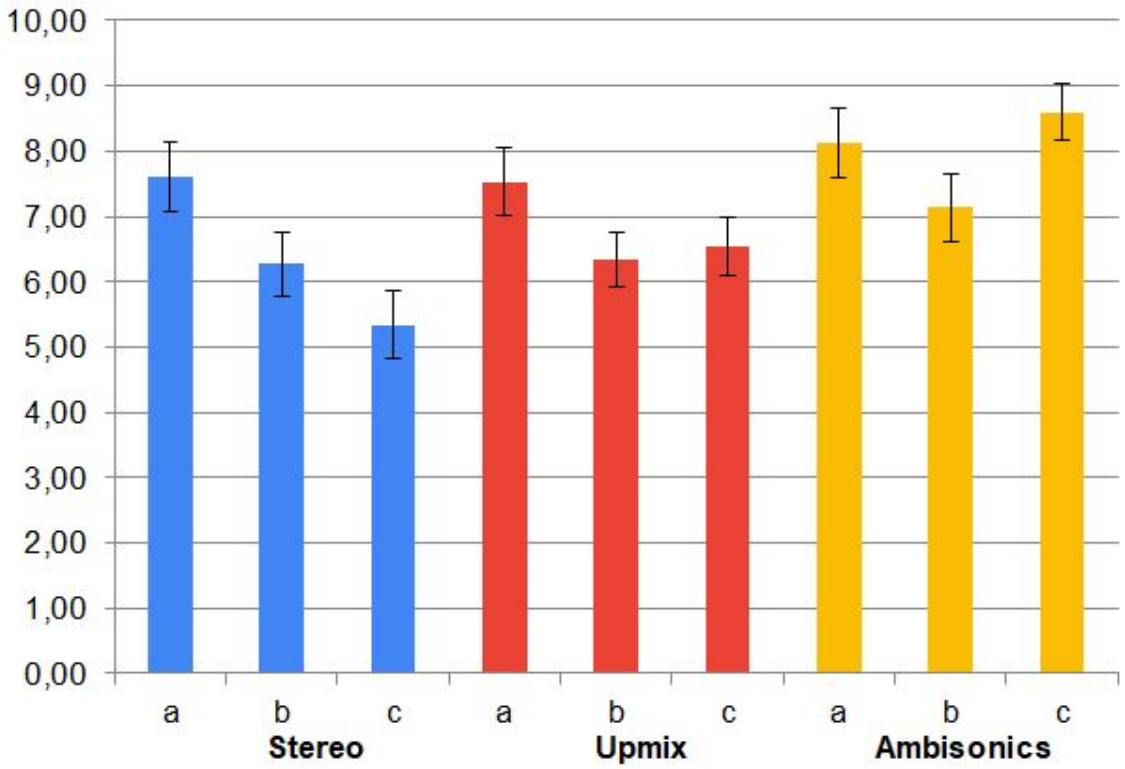


Abb. 26: Mittelwerte inkl. Fehlerindikatoren der Stereo- (blau), Upmix-(rot) und Ambisonics-Version (gelb) der Hörprobe von Built to Break.

Stereo			Upmix			Ambisonics		
a	**b**	**c**	**a**	**b**	**c**	**a**	**b**	**c**
7,60	6,27	5,33	7,53	6,33	6,53	8,13	7,13	8,60

Tabelle 2: Mittelwerte der Daten von Built to Break in Zahlen.

4.2.3 Auswertung: We Don’t Think

Teilweise konträr fielen auch die Ergebnisse bei *We Don’t Think* aus. Allgemein wurde die Ambisonics-Version jedoch als *mächtig* und *überwältigend* beschrieben. Manche Proband*innen empfanden, dass die *Sattheit des Basses* in der Ambisonics-Version etwas leide. Ähnlich wie bei *Built to Break* fiel so auch das Ergebnis aus – alle Versionen erhielten im Schnitt eine ähnliche Punkteanzahl. In der Emotionalität (*b*) und vor allem in der Immersion (*c*) konnte die Ambisonics-Version am meisten überzeugen. Gelobt wurden auch die Bewegungen der Soundeffekte.

Der Upmix konnte der Emotionalität (*b*) und Immersion (*c*) etwas helfen, was vermutlich daran liegt, dass dieser der Version ein *Live-Feeling ähnlich wie im Club* verlieh, wie ein Proband anmerkte.

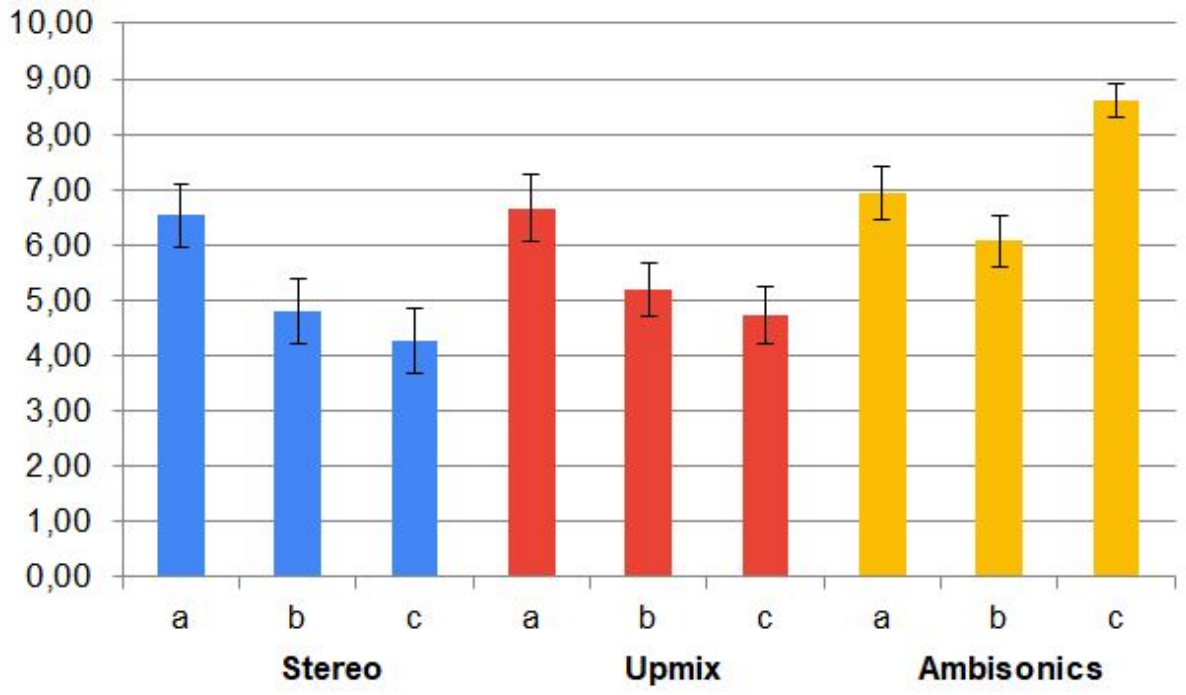


Abb. 27: Mittelwerte inkl. Fehlerindikatoren der Stereo- (blau), Upmix-(rot) und Ambisonics-Version (gelb) der Hörprobe von We Don’t Think.

Stereo			**Upmix**			**Ambisonics**		
a	**b**	**c**	**a**	**b**	**c**	**a**	**b**	**c**
6,53	4,80	4,27	6,67	5,20	4,73	6,93	6,07	8,60

Tabelle 3: Mittelwerte der Daten von We Don’t Think in Zahlen.

4.2.3 Auswertung der Hörergruppen

Für die Auswertung der Daten der Hörergruppen wurden die Gruppen „Hobbymusiker" und „professionelle Musiker und Tontechniker" zusammengelegt, da nur zwei Proband*innen angaben, Hobbymusiker*innen zu sein. Die Verhältnisse der Bewertungen der verschiedenen Versionen blieben bei beiden Gruppen ähnlich.

Leichte Unterschiede ergaben sich bei der Beliebtheit der Tracks (*a*). Hier bewerteten die professionelle Gruppe etwas niedriger als die reinen Hörer*innen. Die Emotionalität (*b*) wurde bei allen Gruppen ähnlich bewertet.

Den größten Unterschied gab es bei der Bewertung der Immersion. Die Gruppe der reinen Musikhörer*innen bewerteten hier allgemein höher. Die Vermutung liegt daher nahe, dass die professionelle Gruppe die verschiedenen Versionen besser voneinander unterscheiden konnte.

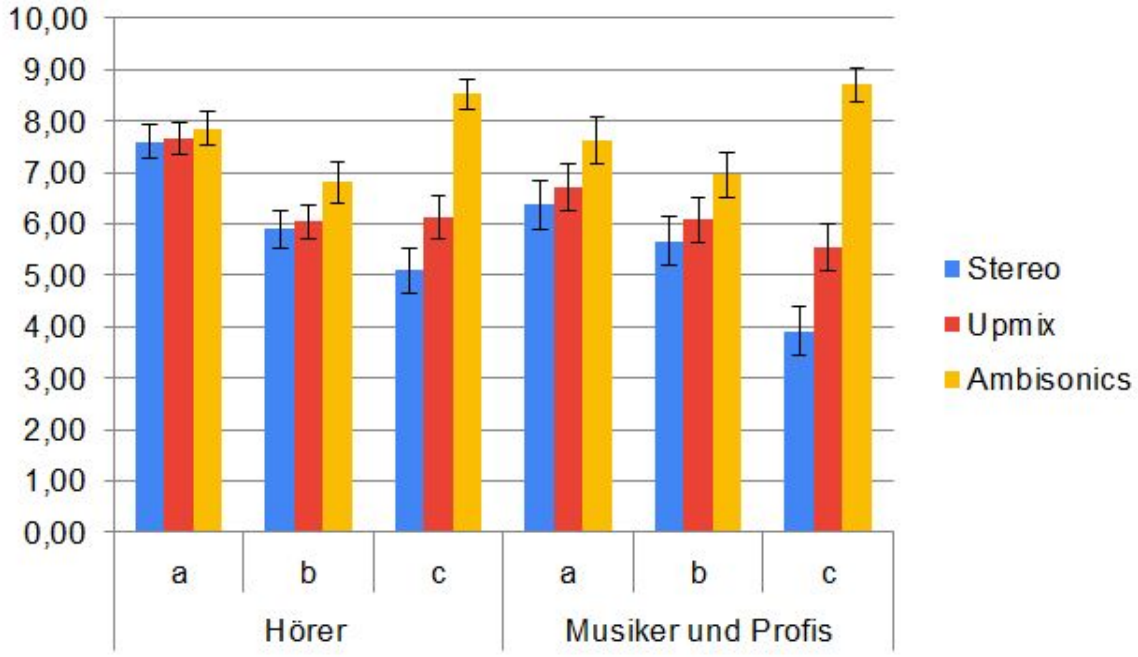


Abb. 28: Mittelwerte inkl. Fehlerindikatoren der Stereo- (blau), Upmix-(rot) und Ambisonics-Version (gelb) aller Hörproben der Hörergruppen.

4.3 Gewonnene Erkenntnisse

Durch das Feedback der Proband*innen konnten weitere Erkenntnisse für das Mixing in Ambisonics gewonnen werden. Es zeigt sich, dass der persönliche Musikgeschmack von großer Bedeutung ist, ob ein Ambisonics-Mix besser funktioniert als ein Stereomix. Zum Beispiel konnte ein Teil der Proband*innen dem Genre Techno generell nicht viel abgewinnen, wodurch sich die Beliebtheit der Ambisonics-Version ebenfalls nicht sichtlich steigerte.

Ähnlich wie in Abschnitt 2.2.1.1 fielen die Aussagen betreffend der Breite des Arrangement aus. Manche Probanden*innen bevorzugten klar die breite und umhüllende Aufteilung, während andere lieber ein klare Front hören wollen, vor allem beim Schlagzeug. Die Balance dieser zwei Gegensätze ist nur schwer finden. Eine Lösung wäre es daher, Elemente, welche das Rhythmusgefühl verstärken, vorne zu fokussieren und dezenter mit der Raumverteilung umzugehen.
Ein weiterer Kritikpunkt bei *Built to Break* und *We Don't Think* war, dass die Ambisonics-Version nicht so *druckvoll* wirkt wie die dazugehörige Stereoversion. Um dieses Problem frühzeitig zu lösen, kann es hilfreich sein, bereits im Mixing-Prozess immer wieder mit der Stereoversion zu vergleichen. Durch diese Methode kann man auch identifizieren, welche Elemente den Stereomix ausmachen. Überträgt man diese Erkenntnis in den Ambisonics-Mix, lassen sich Entscheidungen leichter treffen und Effekte weiter verbessern.

5. Fazit

Die Musikproduktion in Ambisonics ist kein unbeschriebenes Blatt mehr, dennoch gibt es noch viel Raum zum Experimentieren und Erkunden. 3D-Audio erlaubt dem Künstler, durch die weiteren Dimensionen seine Werke neu zu interpretieren. Der Hörversuch konnte beweisen, dass die Proband*innen dies auch merken. Der Mehrwert durch eine Ambisonics-Mischung ist demnach gegeben.

Dass Ambisonics die Qualifikation als Format für Live-Performances im Club hat, wurde durch den Hörversuch und bereits durch erste Ambisonics-Konzerte wie zum Beispiel *Hyperdub* im *Dom im Berg* (Grazer Spielstätten 2019) bewiesen.
Abgesehen vom baulichen und finanziellen Aufwand, den ein Veranstalter betreiben müsste, sehen Experten wie Dipl.-Ing. Michael Romanov und Alexander Wankhammer MSc 3D-Audio in Clubs eher noch als aufwendiges „Nice-to-have" und halten den Einzug der Ambisonics-Systeme in die Clubs für fraglich. Die Produktion sei zwar hochwertiger, aber der Mehrwert für das Publikum sei noch zu unklar.

Durch die Literaturrecherche, das Experteninterview mit Dipl.-Ing. Michael Romanov und der Auswertung des Hörversuchs konnten viele Methoden für das Mixing im Ambisonics gewonnen werden, um den Mehrwert für zukünftige Produktionen noch weiter zu steigern.

5.1 Ausblick

Tiefere Forschung in diesem Gebiet ist notwendig, um Ambisonics weiteren Kreisen als bisher schmackhafter zu machen. So wäre es beispielsweise interessant, wie Fans eines bestimmten Genres auf Ambisonics-Mischungen beliebter Titel dieses Genres reagieren. Weiters könnte man solche Hörversuche in einer Club-Location wie etwa dem *Dom im Berg* veranstalten und untersuchen, ob und wie stark das Publikum den Mehrwert empfindet.

Der Ambisonics-Upmix des Hörversuches trug nur wenig zum gesamten Mehrwert bei, da er nur ein einfaches diffuses Abbild aus den restlichen Lautsprechern erzeugte. Intelligente Upmix-Algorithmen könnten einem Stereomix hier wesentlich mehr helfen und so alle vorhandenen Musiktitel mit einem Ambisonics-System kompatibel machen.

3D-Audio ist meiner Ansicht nach der nächste Schritt in der Evolution der PA-Systeme in Clubs. Vor allem Hybridsysteme wie das System des Grazers *Dom im Berg* wirken vielversprechend und werden in den kommenden Jahren weiteren Aufschluss über die Zukunft von Musik in Ambisonics liefern.

Anhang

Daten-CD

Fragebogen des Hörversuchs

Musikproduktion in Ambisonics

von Clemens Markart

Mit der Teilnahme an diesem Hörversuch stimmen Sie der anonymen Auswertung Ihrer hier angegebenen Daten zu Forschungszwecken zu. Weiters bestätigen Sie, über ein uneingeschränktes Hörvermögen zu verfügen.

1. Alter: _____

2. Geschlecht: _____

3. Wie würden Sie sich selbst beschreiben? (max 1 Antwort)

☐ Professioneller Musiker oder Tontechniker

☐ Hobbymusiker

☐ Reiner Musikhörer

4. Haben Sie bereits Erfahrungen mit 3D-Musik machen können?

☐ Ja

☐ Nein

5. Wie gerne gehen Sie auf Konzerte oder in Clubs?

ungern										**sehr gern**
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

6. Wie wichtig ist Ihnen ein gutes Sound-System (PA-Anlage) in einem Club/auf einem Konzert?

unwichtig										**sehr wichtig**
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Hörbeispiel 1: "Locus" - Ambient

Fragen:

a. Wie gut hat Ihnen das Stück gefallen?
b. Wie stark hat Sie das Stück emotional bewegt?
c. Wie sehr haben Sie sich vom Stück umhüllt bzw. Teil des Stückes gefühlt?
d. Kommentare, Notizen, Beobachtungen

Durchgang 1:

gar nicht											**sehr**
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
b.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
c.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

d. _____

_____

Durchgang 2:

gar nicht											**sehr**
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
b.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
c.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

d. _____

_____

Durchgang 3:

gar nicht											**sehr**
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
b.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
c.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

d. _____

_____

Hörbeispiel 2: "Built to Break" - Pop

Fragen:

d. Wie gut hat Ihnen das Stück gefallen?
e. Wie stark hat Sie das Stück emotional bewegt?
f. Wie sehr haben Sie sich vom Stück umhüllt bzw. Teil des Stückes gefühlt?
g. Kommentare, Notizen, Beobachtungen

Durchgang 1:

gar nicht											**sehr**
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
b.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
c.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

d. _____

_____

Durchgang 2:

gar nicht											**sehr**
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
b.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
c.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

d. _____

_____

Durchgang 3:

gar nicht											**sehr**
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
b.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
c.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

d. _____

_____

Hörbeispiel 3: "We Don't Think" - Techno

Fragen:

a. Wie gut hat Ihnen das Stück gefallen?
b. Wie stark hat Sie das Stück emotional bewegt?
c. Wie sehr haben Sie sich vom Stück umhüllt bzw. Teil des Stückes gefühlt?
d. Kommentare, Notizen, Beobachtungen

Durchgang 1:

gar nicht											**sehr**
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
b.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
c.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

d. _____

_____

Durchgang 2:

gar nicht											**sehr**
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
b.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
c.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

d. _____

_____

Durchgang 3:

gar nicht											**sehr**
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
b.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
c.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

d. _____

_____

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: 3D-Polardiagramme. In: Frank, Matthias/Zotter, Franz: Ambisonics. A Practical 3D Audio Theory for Recording, Studio Production, Sound Reinforcement, and Virtual Reality. Cham: Springer International Publishing 2019 (= Springer Topics in Signal Processing, 19), S. 68.

Abb. 2: Gefallen und selbstbeurteilte emotionale Erregung der Hörergruppen. In: Hahn, Ephraim: Musical Emotions Evoked by 3D Audio. In Audio Engineering Society. Conference Paper. Presented at the Conference on Spatial Reproduction 2018, August 6 – 9, Tokyo, Japan, S. 7.

Abb. 3: Wortwolken. In Weber, Yannick: Mehrwert von 3D-Audio in der Musikproduktion hinsichtlich Musikrichtung. Bachelorarbeit Hochschule der Medien Stuttgart. Stuttgart 2019. S. 59.

Abb. 4: Einfache Ambisonics-Raumverteilung verschiedenster Elemente. Eigene Darstellung

Abb. 5: Arrangement-Ansicht von „Locus” in Ableton Live 10. Screenshot: Verf.

Abb. 6: Mixing View in der Reaper Session. Screenshot: Verf.

Abb. 7: Plug-In-Kette der „Piano”-Spur. Screenshot: Verf.

Abb. 9: Plug-In-Kette der „Git”-Spur. Screenshot: Verf.

Abb. 10: Plug-In-Kette der „Bass”-Spur. Screenshot: Verf.

Abb. 11: Plug-In-Kette der „Pad”-Spur. Screenshot: Verf.

Abb. 12: Plug-In-Kette des „Hi Pad”-Spur. Screenshot: Verf.

Abb. 13: Plug-In-Kette des „Plucks”-Spur. Screenshot: Verf.

Abb. 14: Plug-In-Kette des „Plucks oktave”-Spur. Screenshot: Verf.

Abb. 15: Automation der Parameter der „Atmo”-Spur. Screenshot: Verf

Abb. 16: Einstellungen des FDNReverbs. Screenshot: Verf.

Abb. 17: Plug-In-Kette des „Ambisonic Bus”-Spur. Screenshot: Verf.

Abb. 18: Render-Einstellungen für korrekten Export einer 36-Kanal-WAV-Datei. Screenshot: Verf.

Abb. 19: Arrangement-View von We Don’t Think in Ableton Live 10. Screenshot: Verf.

Abb. 20: Mixer-View von We Don’t Think in Reaper. Screenshot: Verf.

Abb. 21: Mixer-View von „Built to Break” in Reaper. Screenshot: Verf.

Abb. 22: Plug-In-Kette des Upmixes. Screenshot: Verf.

Abb. 23: Produktionsstudio der Kunstuniversität Graz. Foto: Verf.

Abb. 25: Mittelwerte inkl. Fehlerindikatoren der Stereo- (blau), Upmix-(rot) und Ambisonics-Version (gelb) der Hörprobe von Locus. Verf.

Abb. 26: Mittelwerte inkl. Fehlerindikatoren der Stereo- (blau), Upmix-(rot) und Ambisonics-Version (gelb) der Hörprobe von Built to Break. Verf.

Abb. 27: Mittelwerte inkl. Fehlerindikatoren der Stereo- (blau), Upmix-(rot) und Ambisonics-Version (gelb) der Hörprobe von We Don’t Think. Verf.

Abb. 28: Mittelwerte inkl. Fehlerindikatoren der Stereo- (blau), Upmix-(rot) und Ambisonics-Version (gelb) aller Hörproben der Hörergruppen. Verf.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Mittelwerte der Daten von Locus in Zahlen.

Tabelle 2: Mittelwerte der Daten von Built to Break in Zahlen.

Tabelle 3: Mittelwerte der Daten von We Don’t Think in Zahlen.

Literaturverzeichnis

Arteaga 2015 = Arteaga, Daniel: Introduction to Ambisonics. Universitat Pompeu Fabra. Barcelona 2015, https://www.lesonbinaural.fr/EDIT/DOCS/ambisonics_arteaga.PDF

Cox 2016 = Cox, Trevor u.a.: Categorization of broadcast audio objects in complex auditory scenes. In: Journal of the Audio Engineering Society (= Vol. 64, No. 6) 2016, S. 680 – 394. http://usir.salford.ac.uk/id/eprint/38023/

Crossley, John: Exploring the benefits of surround sound in contemporary live music performances. In: Audio Engineering Society. Convention Paper 9594. Presented at the 140th Convention 2016, June 4-7, Paris, France, S. 1 – 10, http://www.aes.org/e-lib/browse.cfm?elib=18292

Frank & Zotter 2019 = Frank, Matthias/Zotter, Franz: Ambisonics. A Practical 3D Audio Theory for Recording, Studio Production, Sound Reinforcement, and Virtual Reality. Cham: Springer International Publishing 2019 (= Springer Topics in Signal Processing, 19)

Fencott 1999 = Fencott, Clive: Presence and the Content of Virtual Environments. In: Virtual Reality Applications Research Group. University of Teesside 1999, http://web.onyxnet.co.uk/Fencott-onyxnet.co.uk/pres99/pres99.htm

Görne 2017 = Görne, Thomas: Sounddesign. Klang Wahrnehmung Emotion. München: Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG 2017.

Hahn 2018 = Hahn, Ephraim: Musical Emotions Evoked by 3D Audio. In Audio Engineering Society. Conference Paper. Presented at the Conference on Spatial Reproduction 2018, August 6 – 9, Tokyo, Japan, S. 1 – 8.

Hold 2016 = Hold, Christoph u.a.: Positioning of Musical Foreground Parts in Surrounding Sound Stages. In: Audio Engineering Society. Conference Paper. Presented at the Conference on Audio for Virtual and Augmented Reality 2016, Sept 30 – Oct 1, Los Angeles, CA, USA, S. 1 – 7. http://www.aes.org/e-lib/browse.cfm?elib=18505

Martin 2015 = Martin, Bryan u.a.: Immersive Content in Three Dimensional Recording Techniques for Single Instruments in Popular Music. In: Audio Engineering Society. Convention Paper 9251. Presented at the 138th Convention 2015, May 7 – 10, Warsaw, Poland, S. 1 – 7, http://www.aes.org/e-lib/browse.cfm?elib=17675

Nipkow 2017 = Nipkow, Lasse: Sound Design in 3D for Dance Music. In: Verband Deutscher Tonmeister.

Presented at the International Conference on Spatial Audio 2017, Sept 7 – 10, Graz, Austria, S. 186-195.

Waldrep 2007 = Waldrep, Mark: Creating and Delivering High-Resolution Multiple 5.1 Surround Music Mixes. In: Audio Engineering Society. Conference Paper. Presented at the 31st International Conference. New Directions in High Resolution Audio 2007, June 25 – 27, London, UK, S. 1 – 7. http://www.aes.org/e-lib/browse.cfm?elib=13951

Weber 2019 = Weber, Yannick: Mehrwert von 3D-Audio in der Musikproduktion hinsichtlich Musikrichtung. Bachelorarbeit Hochschule der Medien Stuttgart. Stuttgart 2019.

Webseiten:

Auro Technologies: „Concept". In: https://www.auro-3d.com/system/concept/ (zuletzt aufgerufen am 15.07.2019)

Avid: „Dolby Atmos Production Suite".
In: https://www.avid.com/plugins/dolby-atmos-production-suite#System-requirements (zuletzt aufgerufen am 03.07.2019)

GRAZ.net: „Dom im Berg erhält modernstes Ambisonics-Soundsystem". In: GRAZ.net, https://www.graz.net/dom-im-berg-erhaelt-modernstes-ambisonics-soundsystem-6646/ (zuletzt aufgerufen am 28.06.219)

IEM: „Frequently asked questions". In: https://plugins.iem.at/faq/ (zuletzt aufgerufen am 01.07.2019)

Grazer Spielstätten: „MÄR 01 FR ELEVATE - NIGHT".
In: http://www.spielstaetten.at/program-detail.327.599619.htm (zuletzt aufgerufen am 25.08.2019)

Lexico: „Immersion". In: https://www.lexico.com/en/definition/immersion (zuletzt aufgerufen am 13.08.2019)

Steinberg: „3D-Mixe für Dolby Atmos®".
https://steinberg.help/nuendo/v8/de/cubase_nuendo/topics/surround_sound/surround_sound_dolby_atmos_mixing_c.html (zuletzt aufgerufen am 25.06.2019)

Wikipedia. Die freie Enzyklopädie (21.08.2019), s.v. Bibliothek, https://en.wikipedia.org/wiki/Break_(music) (zuletzt aufgerufen am 21.08.2019)