

Die MS/BB - Mikrofonie

Versuch zur Verbesserung der Oben / Hinten-Wahrnehmung im Stereoklangbild



Facharbeit von Nicolas Bangerter
Student No. 132042
AEDES 910, Zürich

4788 Wörter
21. Mai 2012

DANKSAGUNG:

Der Verfasser möchte folgenden Personen für Inspiration, wertvolle Hinweise, Mithilfe und Unterstützung besonders danken:

Jens Blauert, Stefanie Zaugg, Andreas Friesecke, Silvia Schnyder, Josef Zaugg, Agathe Künzi und den dreiundzwanzig Versuchspersonen.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung.....	2
1. MS/BB–Mikrofonie.....	4
1.1 Benennung.....	4
1.2 Aufbau.....	4
2. Matrizierung und Filter.....	6
2.1 Matrizierung.....	6
2.2 Filterung.....	6
3. Vorversuche.....	9
3.1 Signale.....	9
3.2 Unterschiede bei abgedecktem Brain- oder Bellymembran.....	9
4. Untersuchungsmethode.....	12
5. Aufnahmen im Relativen Freien Schallfeld.....	13
5.1 Definition Relatives Freies Schallfeld und Relatives Diffuses Schallfeld.....	13
5.2 Tonbeispiel 1 und 7.....	13
5.3 Tonbeispiel 10 und 11.....	15
5.4 Tonbeispiel 2 und 5.....	15
6. Aufnahmen im Relativen Diffusen Schallfeld.....	17
6.1 Hallradius.....	17
6.2 Tonbeispiel 3 und 8:.....	17
6.3 Tonbeispiel 6:.....	18
6.4 Tonbeispiele 4 und 9:.....	19
7. Erläuterungen zum Fragebogen und Auswertung der Hörversuche.....	21
7.1 Fragebogen.....	21
7.1.1 Erläuterungen und Auswertung zu Beispiel 1.....	22
7.1.2 Erläuterungen und Auswertung Beispiel 2.....	23
7.1.3 Erläuterungen und Auswertung Beispiel 3.....	24
7.1.4 Erläuterungen und Auswertung Beispiel 4.....	24
7.1.5 Erläuterungen und Auswertung Beispiel 5.....	25
7.1.6 Erläuterungen und Auswertung Beispiel 6.....	26
7.1.7 Erläuterungen und Auswertung Beispiel 7.....	26
7.1.8 Erläuterungen und Auswertung Beispiel 8.....	27
7.1.9 Erläuterungen und Auswertung Beispiel 9.....	28
7.1.10 Erläuterungen und Auswertung Beispiel 10.....	29
7.1.11 Erläuterungen und Auswertung Beispiel 11.....	29
8. Zusammenfassung der gewonnenen Erkenntnisse.....	31
8.1 Beantwortung der in der Einleitung gestellten Fragen.....	31
8.2 Veränderte Wahrnehmung des Klangbildes durch die MS/BB-Mikrofonie.....	31
8.3 Fazit.....	32
Anhang.....	33
Bibliografie.....	33
Bildnachweis.....	33
Selbstständigkeitserklärung.....	34

Einleitung

Der Mensch stuft Hörereignisse in der Medianebene je nach Frequenz auf unterschiedlichen Positionen ein. Diese Entdeckung machte Jens Blauert 1967: "Er sass vor einem Lautsprecher, der einen Ton abstrahlte, dessen Frequenz sich gleitend von 200 Hz bis 16 kHz erhöhte. Dabei nahm er wahr, dass das Hörereignis sich mehrmals auf einer Bahn über seinen Kopf hinweg von vorn über oben nach hinten und zurück bewegte." {1, Seite 87}

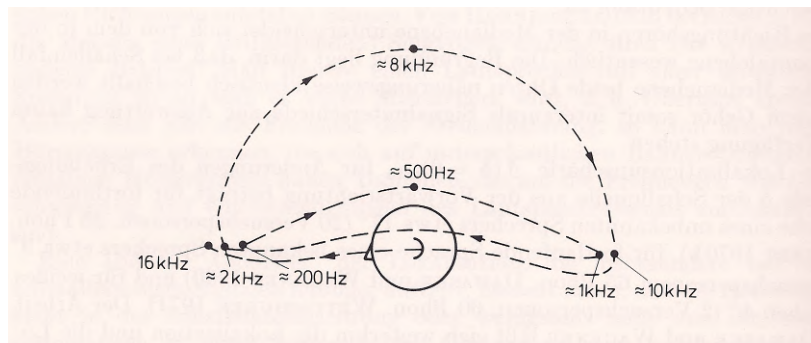


Abbildung 0.1

Diese Erkenntnis führte zu weiteren Untersuchungen, die dann in der Benennung der richtungsbestimmenden (Frequenz-) Bänder resultierten.

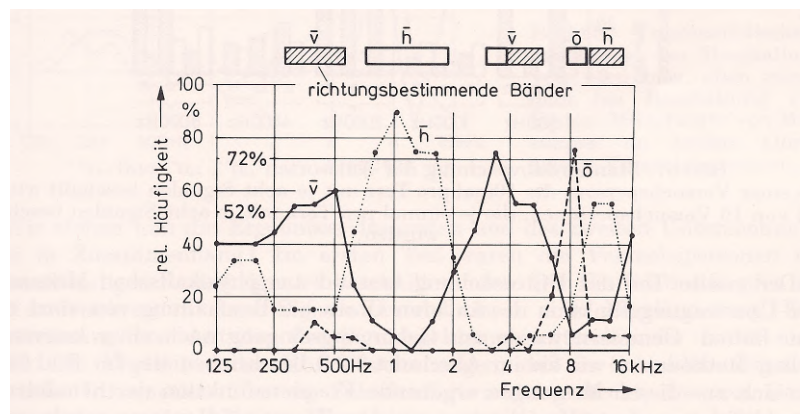


Abbildung 0.2

Aus Abbildung 0.2 wird ersichtlich, dass gewisse Frequenzen sozusagen ihren festen Platz in der medianen Hörereigniswahrnehmung haben.

Ziel dieser Untersuchung ist die Verbesserung der räumlichen Wahrnehmung im Stereoklangbild, wobei insbesondere dem Richtungshören in der Medianebene Rechnung getragen wird.

Der Verfasser geht von der Idee aus, dass durch die MS/BB-Mikrofonierung bereits am Aufzeichnungsort¹ möglichst viele relevante Daten aufgenommen und danach mittels einer bestimmten Matrizierung und Filterung wiedergegeben werden. Die Frequenzen, die als

¹ Als Aufzeichnungsort definiert sich die Stelle, an der normalerweise ein Mensch dem Hörereignis beiwohnen würde – in diesem Falle ist an dieser Stelle die MS/BB-Mikrofonierung platziert.

“oben” und “hinten” lokalisiert werden, sollen nun im BB–Signal hervorgehoben werden, um so einen verbesserten Raumeindruck zu schaffen.

Folgende grundsätzliche Fragen stellen sich nun:

- Wie können akustische Signale, die am Aufzeichnungsort von oben und unten beziehungsweise hinten eintreffen, aufgenommen werden?
- Wie kann die entsprechende Lokalisiertheit dieser Signale bei der Wiedergabe gewährleistet werden?
- In welchem Verhältnis stehen diese zu den von vorne und seitlich eintreffenden Signalen?

Diese Fragen sollen in dieser Facharbeit untersucht werden. Bei sämtlichen Tonbeispielen wurde (abgesehen von der Matrizierung und den eingesetzten Filtern) auf eine weitergehende Tonbearbeitung verzichtet, um den ursprünglichen Charakter der Aufnahmen nicht zu verfälschen.

1. MS/BB–Mikrofonie

1.1 Benennung

Der Name setzt sich folgendermassen zusammen: MS steht für Mitte/Seite–Stereofonie und BB für Brain und Belly. Brain sinnbildlich für die Klarheit der hohen Frequenzen um 8000 Hz und Belly für den eher diffusen Charakter der Frequenzen um 1000 Hz, ähnlich einem Bauchgefühl, das sich meistens auch nicht logisch erklären lässt. Nach eingehender Lektüre der relevanten Literatur neigt der Verfasser auch dazu, BB für Blauert Blauert stehen zu lassen. Um Klarheit zu schaffen, wird in dieser Arbeit jedoch von der MS/BB–Mikrofonie und dem Brain- und Bellykanal und -Signal die Rede sein.



Abbildung 1.1

1.2 Aufbau

Diese Mikrofonierung besteht hier aus drei Druckgradientenempfängern – das Mittesignal wird mit einer Niere (nicht zwingend) aufgenommen, die Seitensignale mit einer Acht. Dies entspricht einer herkömmlichen MS–Anordnung¹. Zusätzlich befindet sich unterhalb und leicht vorgelagert ein weiteres Mikrofon mit Achterrichtcharakteristik, die Kapselvorderseite zeigt nach oben, die Kapselrückseite nach unten. Damit wird versucht, die als Direktschall und Reflexionen von oben und unten eintreffenden Signale ebenfalls aufzunehmen. Die leicht nach vorne geschobene Position dieses BB–Mikrofons ist notwendig, um dem Schallschatten der beiden oberen Mikrofone zu entgehen. Der Laufzeitunterschied beträgt

¹ Siehe auch: {2, Seite 160}

ca. 0,3 Millisekunden und verursacht laut Jens Blauert (E-Mail von Jens Blauert an den Verfasser vom 4.Mai 2012) einen Einbruch bei ca. 1500Hz, dieser kann bei Bedarf mittels Filterung wieder ausgeglichen werden. In den nachfolgenden Tonaufnahmen war dies jedoch nicht nötig.

Um die Stabilität und Handlichkeit dieser Konstruktion zu gewährleisten, wurde ein Mikrofonständer gebaut, der hinten am obersten Schwenkarm ein zusätzliches Gewicht erhielt.

Für die Testaufnahmen wurden folgende Mikrofone verwendet: Shure PG81 (Mittesignal), AKG Perception 420 (Seitensignale) und Audio Technika AT2050 (BB-Signale).

2. Matrizierung und Filter

2.1 Matrizierung

Bei dieser Untersuchung wurden als Digital Audio Workstations Pro Tools 9 und Pro Tools 10 verwendet. Das Signal des Mittermikrofons wird direkt auf die Summe geschickt, das Signal des Seitenmikrofons auf zwei Busse aufgesplittet und auf einen Stereoauxkanal geroutet. Die so erhaltenen zwei Signale des Seitenmikrofons werden im Panorama ganz der linken, beziehungsweise rechten Seite zugeteilt. Das rechte Signal wird phasengedreht. Der Ausgang des Stereoauxkanals wird nun auch auf die Summe geleitet. Dies entspricht einer herkömmlichen MS-Matrizierung.



Abbildung 2.1

Das BB-Mikrofonsignal wird ebenfalls über zwei Busse auf zwei Monoauxkanäle aufgeteilt, auf denen nun getrennt die Filterung für "oben", im Brainkanal, und "hinten", im Bellykanal, stattfinden kann. Dazu werden für diese Versuche die Q10 Equalizer von Waves benutzt. Die Ausgänge der Monoauxkanäle werden wiederum der Summe zugeführt.

2.2 Filterung

Ausgehend von Blauerts Erkenntnissen bei "Hörversuchen mit speziellen, linear vorverzerrten Signalen" {3, Seite 92} werden nun in beiden Kanälen die jeweils bestimmenden Frequenzbänder angehoben. In diesem Fall im Brainkanal besonders die Bänder um 8kHz und im Bellykanal die Bänder um 1kHz.

Die nachfolgenden Filterparameter sind exemplarisch gewählt und sollen in erster Linie das Prinzip veranschaulichen. Zudem besteht somit die Möglichkeit, die jeweiligen Parameter der Kanäle je nach Bedürfnis anzupassen. Weitere Untersuchungen mit noch

deutlicheren An- und Absenkungen der richtungsbestimmenden Frequenzbändern könnten noch signifikantere Resultate erzielen.

Für die vorliegenden Tonbeispiele werden folgende Einstellungen verwendet:

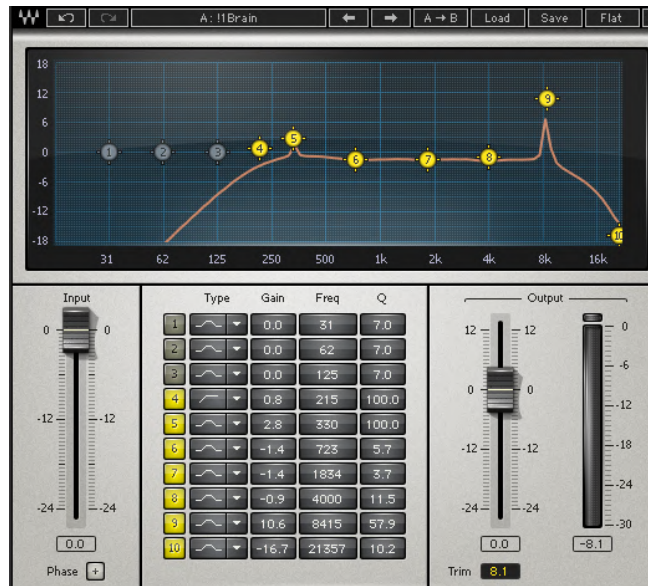


Abbildung 2.2: Brainkanal: 6 dB Anhebung bei 8kHz und 3 dB Anhebung bei ca. 300 Hz.

“Die Hörereignisrichtung bei Breitbandsignalen wird offenbar durch diejenige Klasse richtungsbestimmender Bänder bestimmt, in der die Ohrsignale die stärksten Anteile aufweisen. Haben die Ohrsignale z.B. starke Anteile um 8000 Hz, so erscheint das Hörereignis oben oder zumindest oberhalb der Horizontalebene (sog. Elevationseffekt)”. {4, Seite 95}

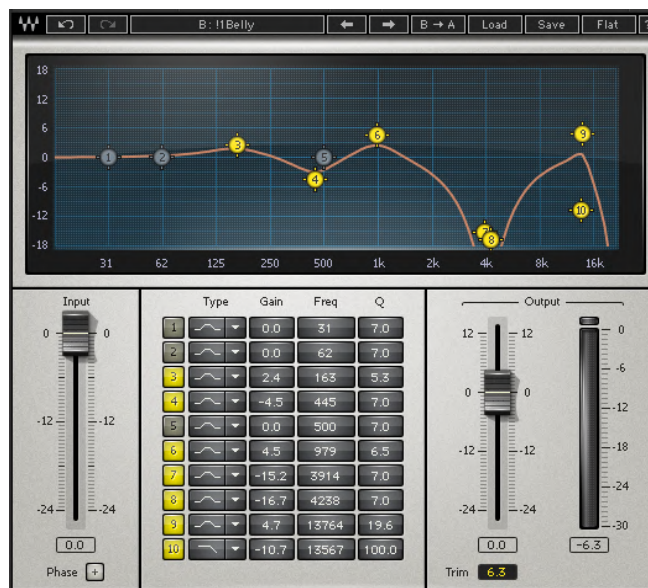


Abbildung 2.3: Bellykanal: 3 dB Anhebung bei 1 kHz und 2 dB Anhebung bei 180 Hz, starke Absenkung um 4 kHz.

Die starke Absenkung um 4000 Hz soll den Charakter des Belly-Signals weiter

verdeutlichen. Da sich um diese Frequenz herum die wichtigen richtungsbestimmenden "Vorne"-Bänder befinden, soll dieser Bereich stark heruntergefiltert werden. In diesem Zusammenhang zu erwähnen ist der sogenannte "Präsenzfilter", den Jens Blauert 1970 vorstellte. Dabei ist das Augenmerk auf die richtungsbestimmenden "Vorne"-Bänder gerichtet, beziehungsweise auf die Bänder um 3150 Hz herum, die für eine bessere Präsenz sorgen, sowie auf die "Hinten"-Bänder bei 1000 Hz, die einen diffuseren Höreindruck schaffen.²

3. Vorversuche

Grundsätzlich muss nun die Frage nach dem Inhalt der akustischen Tonbeispiele gestellt werden.

Welche Signale sollen aufgenommen werden?

3.1 Signale

Ein erster Versuch mit einem schmalbandigem Signal erscheint als wenig erfolgsversprechend. Aufgenommen wird ein Sinuston, der in einem Meter Entfernung mit einem Radius von ebenfalls ca. einem Meter um die MS/BB-Mikrofonie kreist. Zwar sind Klangverfärbungen bereits gut erkennbar, doch lässt sich die Lokalisiertheit der Schallquelle, in diesem Fall die kreisförmige Bewegung um den Mittelpunkt, kaum erkennen.

Beim zweiten Versuch wird anstelle des Sinustones Musik, also ein breitbandiges Signal aufgenommen, ebenfalls im gleichen Abstand um die Aufnahmequelle kreisend. Dies führt nun bereits zu einer deutlicheren Lokalisiertheitswahrnehmung.

Die Frage nach der Signalart ist damit beantwortet, zumal dazu bereits Untersuchungen gemacht wurden: "Es ist also zu vermuten, dass ein breitbandiges Ohrsignal mehr Information über den Schallquellenort enthalten kann als ein schmalbandiges.

Dementstprechend wird bei Breitbandsignalen Richtungskoinzidenz von Schallquelle und Hörereignis am häufigsten sein." {1, Seite 83}

"{...}schmalbandige Signale können in der Medianebene nicht lokalisiert werden." {6, Seite 109}

Folglich werden für die relevanten Tonbeispiele breitbandige Signale verwendet.

3.2 Unterschiede bei abgedecktem Brain- oder Bellymembran

Um die Eigenschaften des BB-Mikrofons ein bisschen genauer anzuschauen, wird noch folgender (grober) Versuch unternommen: Das Mikrofon wird aus einem Meter Abstand mit weissem Rauschen beschallt, danach wird die nach unten weisende Membran des Mikrofons mit einem Material aus Gummi abgedeckt und nochmals beschallt.



Abbildung 3.1

Das Gleiche wird mit der nach oben weisenden Membran wiederholt. Sind so Unterschiede feststellbar für die relevanten Frequenzen der BB-Mikrofonierung?

BB-Mik normal		Belly-Mik verdeckt		Brain-Mik verdeckt	
FRQ (Hz):	Stereo Ener	FRQ (Hz):	Stereo Ener	FRQ (Hz):	Stereo Energy (dB):
5	-78.5	5	-76.5	5	-74.9
16	-66.8	16	-73.8	16	-74.2
27	-63.5	27	-80.1	27	-69.0
38	-69.3	38	-74.4	38	-71.1
48	-67.6	48	-72.6	48	-67.6
59	-73.4	59	-80.1	59	-71.4
70	-69.4	70	-80.1	70	-72.6
81	-70.3	81	-80.1	81	-71.3
97	-63.6	97	-74.9	97	-67.7
118	-63.7	118	-75.3	118	-66.4
140	-61.3	140	-77.9	140	-65.1
161	-60.5	161	-70.9	161	-67.4
183	-56.7	183	-67.4	183	-66.4
205	-59.3	205	-65.6	205	-65.2
226	-47.3	226	-60.1	226	-55.4
248	-46.6	248	-57.5	248	-55.9
280	-42.2	280	-48.4	280	-46.2
323	-34.5	323	-45.0	323	-36.5
366	-36.9	366	-44.1	366	-39.6
409	-35.6	409	-45.1	409	-41.7
452	-36.2	452	-44.3	452	-45.7
495	-39.6	495	-45.8	495	-51.4
538	-41.9	538	-47.4	538	-49.3
581	-41.2	581	-47.0	581	-49.5
624	-36.1	624	-43.5	624	-53.7
668	-40.8	668	-46.6	668	-47.5
732	-38.4	732	-45.8	732	-45.5
818	-37.1	818	-46.2	818	-43.4
904	-35.9	904	-44.7	904	-42.8
991	-37.0	991	-41.7	991	-42.0
1077	-35.1	1077	-42.2	1077	-36.6
1163	-31.7	1163	-37.9	1163	-34.6
1249	-36.0	1249	-40.1	1249	-37.1
1335	-37.9	1335	-36.9	1335	-33.6
1421	-32.7	1421	-37.9	1421	-36.0
1421	-32.7	1421	-37.9	1421	-36.0
1507	-37.3	1507	-34.9	1507	-32.8
1593	-35.6	1593	-34.8	1593	-28.9
1680	-36.3	1680	-36.0	1680	-28.9
1809	-33.2	1809	-31.2	1809	-28.2
1981	-35.4	1981	-30.3	1981	-26.4
2153	-34.3	2153	-28.2	2153	-25.8
2326	-33.8	2326	-28.9	2326	-29.8
2498	-36.5	2498	-28.1	2498	-26.9
2670	-36.2	2670	-28.1	2670	-25.3
2929	-25.6	2929	-21.6	2929	-24.2
3273	-27.2	3273	-22.4	3273	-20.7
3618	-27.1	3618	-23.3	3618	-23.4
3962	-27.0	3962	-22.4	3962	-22.4
4307	-24.9	4307	-19.3	4307	-22.0
4651	-27.2	4651	-19.5	4651	-19.0
4996	-24.2	4996	-25.4	4996	-25.1
5340	-26.1	5340	-27.9	5340	-25.6
5857	-23.5	5857	-23.3	5857	-23.3
6546	-24.9	6546	-25.9	6546	-22.9
7235	-22.3	7235	-24.8	7235	-22.5
7924	-21.8	7924	-25.4	7924	-21.5
8613	-24.5	8613	-27.5	8613	-26.2
9302	-24.9	9302	-24.0	9302	-26.6
9991	-24.2	9991	-26.3	9991	-25.4
10680	-25.9	10680	-24.2	10680	-20.0
11714	-24.2	11714	-21.3	11714	-21.9
13092	-28.5	13092	-29.5	13092	-28.9
14470	-25.5	14470	-26.9	14470	-31.2
15848	-34.8	15848	-33.5	15848	-38.2
17227	-34.5	17227	-35.8	17227	-39.0
18605	-38.3	18605	-36.8	18605	-41.6
19983	-50.2	19983	-42.2	19983	-49.2
21361	-48.7	21361	-40.3	21361	-48.9

Abbildung 3.2

Bei verdecktem Bellymembran erkennt man im Bereich um 1000 Hz eine deutliche Absenkung um ca. 7 dB. Die Frequenzbänder, die allgemein gesagt für eine Hinten-Wahrnehmung sorgen sollen, werden also abgedämpft.

Bei verdecktem Brainmembran sind die Pegelunterschiede weitaus geringer, bei 8613 Hz liegt die Differenz unter 2 dB.

Dieser Versuch findet natürlich noch ohne die MS/BB-Filterung statt, es geht vor allem um eine Standortbestimmung und um herauszufinden, ob gewisse Frequenzen einen besonderen Einfluss auf die beiden Membrane haben. In Bezug auf die Bänder um 1000 Hz und 8000 Hz sind obengenannte Erkenntnisse jedoch nicht besonders signifikant.

4. Untersuchungsmethode

Den Testpersonen werden über Kopfhörer elf Tonbeispiele vorgeführt. Ein Tonbeispiel beinhaltet zwei aufeinanderfolgende Ausschnitte, A und B genannt. Jedes einzelne Tonbeispiel wird zweimal sukzessive wiederholt.

Der Unterschied zwischen A und B besteht in einer Klangspektrum- und Pegelveränderung durch Zuschaltung des BB-Kanals. Hierbei wird darauf geschaut, dass die Pegeldifferenzen des BB-Signals zum MS-Signal entweder Werte kleiner als 1 dB oder um 3dB betragen. **Die Pegel der beiden Ausschnitte A und B werden danach einander so angepasst, dass die Differenz < 2 dB ist. So soll verhindert werden, dass die Testpersonen durch eine reine Pegelveränderung abgelenkt werden.**

Die Zuschaltung des BB-Kanals kann sowohl bei Ausschnitt A wie auch bei Ausschnitt B erfolgen, so dass jeder Ausschnitt die folgenden drei Werte annehmen kann:

- Wert 1: keine Zuschaltung des BB-Kanals
- Wert 2: Zuschaltung des BB-Kanals mit Pegeldifferenz < 1dB
- Wert 3: Zuschaltung des BB-Kanals mit Pegeldifferenz um 3 dB

In der Abfolge (jedoch nicht in den Wiederholungen) der Tonbeispiele variieren die Werte von A und B, um repetitive Hörmuster zu vermeiden. Ausschnitt A von Tonbeispiel 1 kann einen anderen Wert haben als Ausschnitt A von Tonbeispiel 2, jedoch wird die zweifache Wiederholung von Ausschnitt A des Tonbeispiels 1 immer den gleichen Wert haben.

Die Testpersonen erhalten einen Fragebogen mit elf Fragen zu den Tonbeispielen. Zu jeder Frage können mindestens drei Antworten angekreuzt werden. Die Fragen und Antworten sind so gewählt, dass das Ziel dieser Untersuchung nicht klar ersichtlich ist. Damit soll Voreingenommenheit vermieden und ein möglichst aussagekräftiges Resultat erzielt werden.

5. Aufnahmen im Relativen Freien Schallfeld

5.1 Definition Relatives Freies Schallfeld und Relatives Diffuses Schallfeld

Der Begriff Relatives Freies Schallfeld wird hier verwendet um die Rahmenbedingungen dieser Aufnahmen besser darstellen zu können. Im Gegensatz zu den im nächsten Kapitel behandelten Aufnahmen befinden sich hier die Schallquellen und das Aufnahmemedium nicht in einem geschlossenen Raum, sondern unter freiem Himmel.

Ein gänzlich freies Schallfeld existiert in der Praxis ausser in einem schalltoten Raum³ nicht, folglich muss auch das Relativ Freie Schallfeld zu den diffusen Schallfeldern gezählt werden. Der Begriff diffuses Schallfeld wiederum wird in anderen Literaturquellen als Bereich ausserhalb des Hallradius, jedoch innerhalb eines geschlossenen Raumes bezeichnet, was den Verfasser veranlasst, auch diesen Begriff in Relatives Diffuses Schallfeld umzubenennen.

In dieser Arbeit bezieht sich das "Relativ" zu den Unterschieden in den Bereichen Direktschall, Reflektionen, Beugung und Absorption zwischen **offenem** und **geschlossenem** Raum.

5.2 Tonbeispiel 1 und 7

Die MS/BB-Mikrofonierung wird auf einer Dachterrasse, die in einem Umkreis von etwa einem Quadratkilometer den höchsten Punkt darstellt, aufgebaut und befindet sich damit gegen oben und alle Seiten hinaus in einem offenen Raum beziehungsweise einem Relativ Freien Schallfeld. Die einzig signifikante Reflektionsfläche bietet hier der Boden der Dachterrasse.



Abbildung 5.1

Die Null-Grad Richtung des Mittemikrofons weist nach Westen, im Süden befindet sich in etwa fünfzehn Kilometern Entfernung ein Flughafen. Von Norden nähert sich nun ein Flugzeug, das die Dachterrasse in etwa 400 Metern Entfernung überfliegen und auf dem Flughafen landen wird. Folglich sollten mit Ausnahme des Mittemikrofons alle Mikrofone je nach Position der primären Schallquelle (Flugzeug) die jeweils dominierenden Signale empfangen und so den Bewegungsverlauf nachbilden können. (Abbildung 5.2)

³ Vgl. {7, Seite 37}

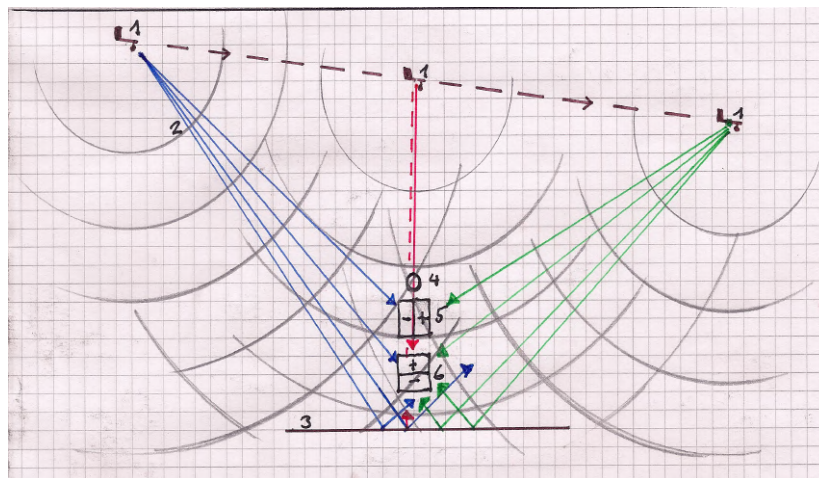


Abbildung 5.2: 1 – Schallquelle, 2 – Schallwellen, 3 – Reflektierende Fläche, 4 – Mittelmikrofon, 5 – Seitenmikrofon, 6 – BB - Mikrofon

In der ersten Position (von links nach rechts) der Schallquelle treffen die Schallwellen hauptsächlich auf das linke Seiten- und Brainmembran. Erste starke Reflexionen treffen auf das Bellymembran. Relativ schwach ausgeprägt sind die Signale beim Mittelmikrofon, weil dessen Aufnahmewinkel nicht direkt auf die Schallquelle ausgerichtet ist. Dies wird sich auch in der zweiten und dritten Position nicht gross ändern.

In diesem Zusammenhang interessant zu beobachten ist auch die Tatsache, dass der Korrelationsgrad bei dieser Aufnahme bei ausgeschaltetem BB-Mikrofon stark ins Negative tendiert, also “ausser Phase” ist. Dies aufgrund des schwachen Mittelsignals und der Phasendrehung des rechten Seitenmikrofons. (Abbildung 5.3 und Abbildung 5.4)

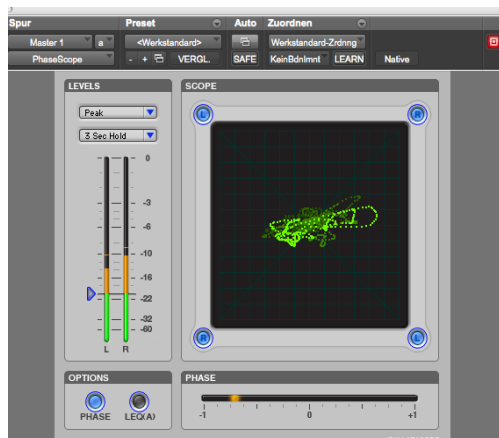


Abbildung 5.3: BB-Signal ausgeschaltet

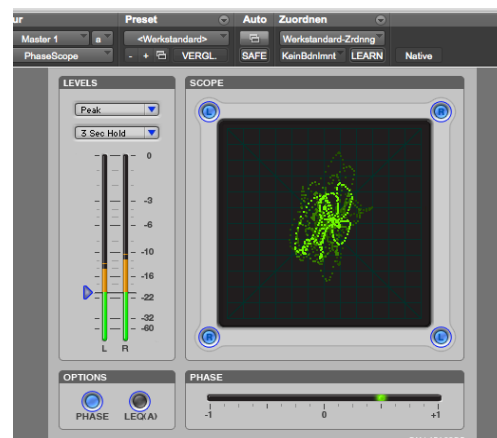


Abbildung 5.4: BB-Signal zugeschaltet

Befindet sich die Schallquelle oberhalb der Mikrofonie (in diesem Fall in der zweiten Position), dominieren die Signale des BB-Mikrofons. Stark ausgeprägt sind die Reflexionen, die das Bellymembran erreichen (rot gestrichelte Linie). Die Seitensignale sind zu diesem Zeitpunkt deutlich geringer.

Bei Position 3 wiederum ist das rechte Seitensignal stark ausgeprägt.

Bei den Hörversuchen wurden folgende Werte⁴ eingestellt:

Tonbeispiel 1:

Abschnitt A: Wert 1 = keine Zuschaltung des BB-Kanals

Abschnitt B: Wert 3 = Zuschaltung des BB-Kanals mit Pegeldifferenz um 3 dB

Tonbeispiel 7:

Abschnitt A: Wert 1 = keine Zuschaltung des BB-Kanals

Abschnitt B: Wert 2 = Zuschaltung des BB-Kanals mit Pegeldifferenz < 1 dB

5.3 Tonbeispiel 10 und 11

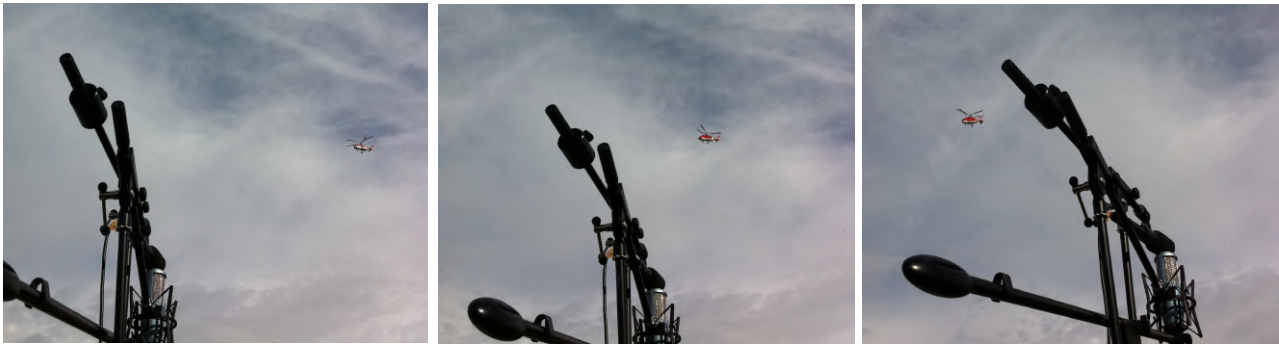


Abbildung 5.5

In dieser Situation befindet sich die MS/BB-Mikrofonierung am selben Ort, diesmal ist jedoch die Null-Grad Richtung des Mittelmikrofons gegen Osten gewandt. Die Schallquelle ist ein Hubschrauber des Typs Kamov, der zufälligerweise an diesem Tag für Aufbauarbeiten mehrmals über die Dachterrasse flog. In dieser Aufnahme ist ein Überflug von Süden nach Norden, beziehungsweise von rechts nach links zu hören. Dem Autor ist bei dieser Aufnahme bei einem Selbstversuch eine möglicherweise interessante Begebenheit aufgefallen: In der Version ohne die BB-Signale erschien ihm der Eindruck, der Hubschrauber flöge von links nach rechts, mit den BB-Signalen zugefügt jedoch von rechts nach links.

Bezüglich der Signalanteile verhält sich die Sachlage ähnlich derjenigen der Tonbeispiele 1 und 7, jedoch in umgekehrter Reihenfolge: Das rechte Seitensignal ist bei Position 1 am ausgeprägtesten et cetera. Und wiederum ist die Korreliertheit der Signale ohne das BB-Signal nicht monokompatibel.

Werte im Hörversuch:

Tonbeispiel 10:

Abschnitt A: Wert 1 = keine Zuschaltung des BB-Kanals

Tonbeispiel 11:

Abschnitt A: Wert 3 = Zuschaltung des BB-Kanals mit Pegeldifferenz um 3 dB

⁴ Vgl. Kapitel 4: Untersuchungsmethode

5.4 Tonbeispiel 2 und 5

Bisher wurden die Aufnahmen im Relativen Freien Schallfeld bei trockenem Wetter aufgenommen. Die Tonbeispiele 2 und 5 finden örtlich am selben Ort statt wie die vorhergehenden, jedoch ist die Witterung regnerisch. Deshalb wird über der MS/BB-Mikrofonierung ein Schirm aufgespannt, dessen Kuppel sich etwa 80 cm oberhalb des Mittelmikrofons befindet. Gerichtet ist diesjenseitig diesmal nach Süden. Ziel dieser Aufnahme ist eine momentane Bestandaufnahme der akustischen Eindrücke an einem Silvester kurz vor Mitternacht.

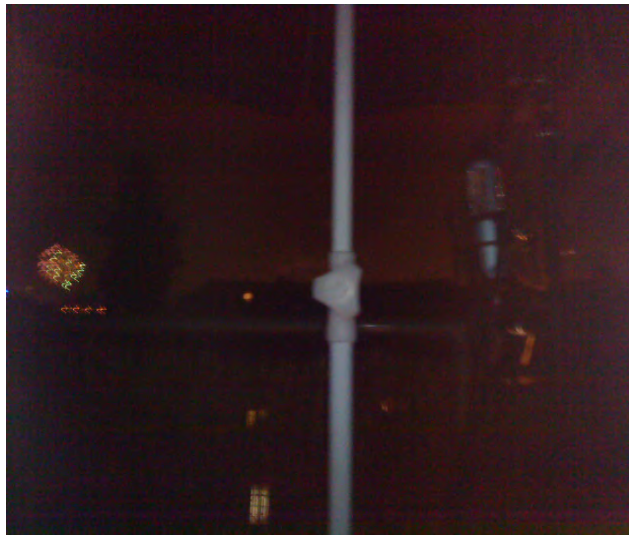


Abbildung 5.6

Demzufolge ist mit vielen unterschiedlichen Schallquellen zu rechnen: Glockengeläute, Geschrei, Explosionen, Verkehrslärm und einer Konstante: dem Prasseln des Regens auf den Schirm. Hier gibt es keinerlei Absicht, eine bestimmte Schallquelle besonders hervorzuheben. Würde man diese Aufnahme in mono ohne das BB-Signals abspielen, käme es zu massiven Auslöschungen, es sei denn, das Mittesignal würde im Pegel heraufgeregelt. Dies gilt natürlich auch für die vorhergehenden Aufnahmen.

Werte im Hörversuch:

Tonbeispiel 2:

Abschnitt A: Wert 1 = keine Zuschaltung des BB-Kanals

Abschnitt B: Wert 3 = Zuschaltung des BB-Kanals mit Pegeldifferenz um 3 dB

Tonbeispiel 5:

Abschnitt A: Wert 3 = Zuschaltung des BB-Kanals mit Pegeldifferenz um 3 dB

Abschnitt B: Wert 1 = keine Zuschaltung des BB-Kanals

6. Aufnahmen im Relativen Diffusen Schallfeld

6.1 Hallradius

Die Positionierung der Mikrofonie spielt hier im Gegensatz zu den Aufnahmen im Relativen Freien Schallfeld eine wichtigere Rolle, so muss in den jeweiligen Räumen der Hallradius errechnet werden um die Anteile von Direkt- und Diffusschall wunschgemäss einsetzen zu können. Dazu wird die bekannte Formel Hallradius (m) = $0,057\sqrt{\text{Raumvolumen (m}^3\text{)}}$ geteilt durch Nachhallzeit (s)) verwendet⁵. Da es sich bei der MS/BB-Mikrofonierung um die Richtcharakteristiken Niere und Achten handelt, wird der Hallradius noch mit 1,7 multipliziert.

6.2 Tonbeispiel 3 und 8:

Diese Aufnahme findet in einem mässig halligen Wohnraum statt, die Nachhallzeit beträgt ca. 0.9 Sekunden und das Raumvolumen 112 Kubikmeter. Somit befindet sich der Hallradius 1,08m von der Schallquelle entfernt, die in diesem Beispiel aus den zwei Boxen einer Stereoanlage besteht. Abgespielt wird ein Songtitel von den Fun Lovin' Criminals⁶.



Abbildung 6.1

⁵ {8, Seite 41}

⁶ Fun Lovin' Criminals: Couldn't get it right (Emi Records, 1999)

Betrachtet man jetzt den Korrelationsmesser, fällt auf, dass auch bei abgeschaltetem BB-Signal die Anzeige im positiven Bereich liegt. Das Mittelmikrofon ist nun auf die Schallquelle gerichtet.

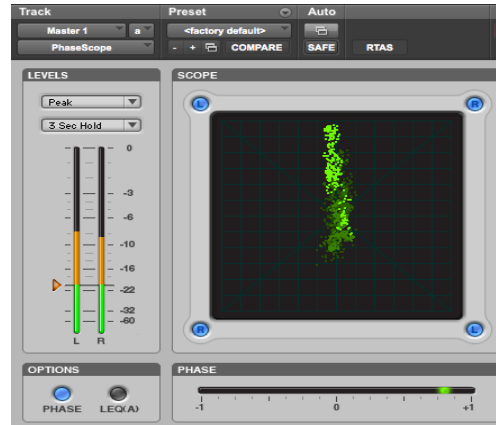
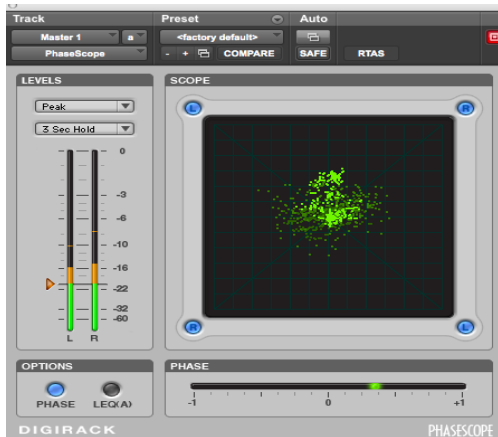


Abbildung 6.2: ohne BB-Signal (nicht genau zeitgleich, siehe Pegelsignale) Abbildung 6.3: mit BB-Signal

Werte im Hörversuch:

Tonbeispiel 3:

Abschnitt A: Wert 3 = Zuschaltung des BB-Kanals mit Pegeldifferenz um 3 dB

Abschnitt B: Wert 1 = keine Zuschaltung des BB-Kanals

Tonbeispiel 8:

Abschnitt A: Wert 1 = keine Zuschaltung des BB-Kanals

Abschnitt B: Wert 2 = Zuschaltung des BB-Kanals mit Pegeldifferenz < 1 dB

6.3 Tonbeispiel 6:

Schallquelle ist diesmal ein Flügel, Aufnahmeort ein Wohnraum mit folgenden Eigenschaften:

eine Sekunde Nachhallzeit, das Raumvolumen beträgt 126 Kubikmeter. Daraus ergibt sich ein Hallradius von 1,09m.



Abbildung 6.4

In diesem Fall wird die Mikrofonie versuchsweise deutlich innerhalb des Hallradius aufgestellt, um ganz bewusst Reflektionen des Raumes möglichst gering zu halten und damit den Einfluss des Direktschalls auf das BB-Mikrofon zu untersuchen. Aufgenommen wird ein Ausschnitt aus Allegretto, Sonata in D minor von Beethoven.

Werte im Hörversuch:

Tonbeispiel 6:

Abschnitt A: Wert 1 = keine Zuschaltung des BB-Kanals

Abschnitt B: Wert 2 = Zuschaltung des BB-Kanals mit Pegeldifferenz < 1 dB

6.4 Tonbeispiele 4 und 9:

Aufgenommen wird dieses Tonbeispiel in der Heiliggeistkirche in Bern während einer Generalprobe zu Johann Sebastian Bachs Johannes-Passion, dargeboten vom Kantatenchor Bern und dem Ensemble La Partita unter der Leitung von Josef Zaugg. Zur Berechnung des gesamten Raumvolumens fehlen die genauen Grundrissangaben, jedoch sind diejenigen des Mittelschiffes und der Säulen bekannt, so dass annäherungsweise ein Hallradius errechnet werden kann.

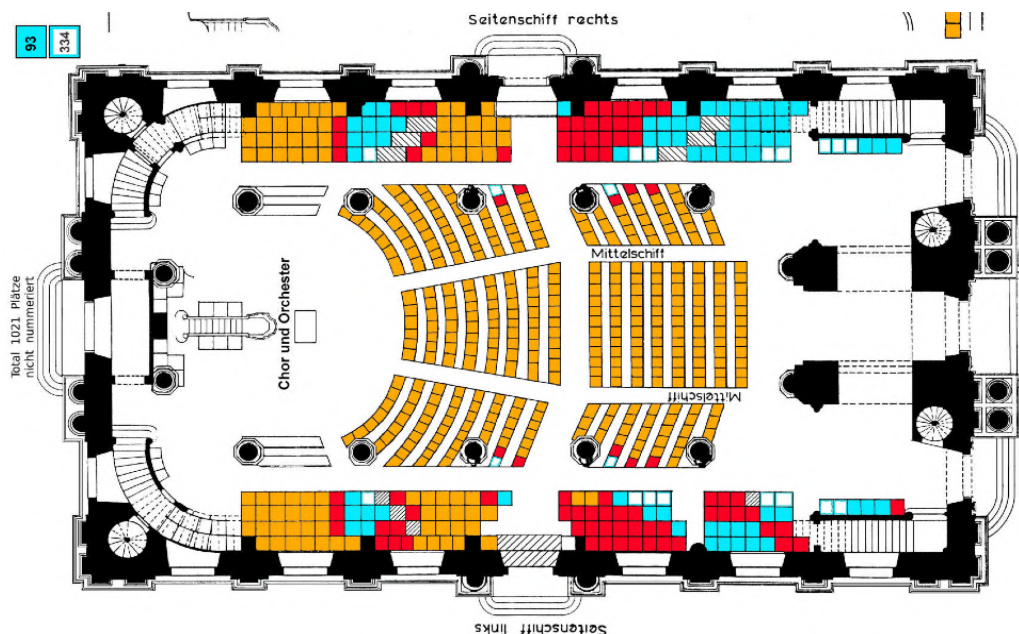


Abbildung 6.5

Der Länge des Mittelschiffes von 28,7 m werden 10m, der Breite von 10,5m weitere 6m und der Säulenhöhe von 9,5m nochmals 7m zugerechnet, was ein Raumvolumen von 10536 Kubikmetern ergibt. Der Raum ist mit einer Nachhallzeit von 4 Sekunden sehr hallig. Zum Zeitpunkt der Aufnahme befindet sich wenig Publikum in der Kirche. Der Hallradius beträgt in diesem Fall knapp 5m.

Die MS/BB-Mikrofonierung kann hier leider nicht hoch genug positioniert werden, um dem

Schallschatten des Dirigenten zu entgehen, deshalb wird gezwungenermassen einen Meter nach links ausgewichen. Ebenfalls wird die erste Sitzreihe durch die Solisten beansprucht, was eine Positionierung weiter hinten nach sich zieht. Als Folge davon resultiert "eine recht klare Aufnahme, wobei die Balance nicht ganz stimmt und die Soprane und hohen Streicher etwas dominieren". (E-Mail von Josef Zaugg an den Verfasser am 2. April 2012)



Abbildung 6.6



Abbildung 6.7

Werte im Hörversuch:

Tonbeispiel 4:

Ausschnitt A: Wert 1 = keine Zuschaltung des BB-Kanals

Ausschnitt B: Wert 3 = Zuschaltung des BB-Kanals mit Pegeldifferenz um 3 dB

Tonbeispiel 9:

Ausschnitt A: Wert 1 = keine Zuschaltung des BB-Kanals

Ausschnitt B: Wert 2 = Zuschaltung des BB-Kanals mit Pegeldifferenz < 1 dB

7. Erläuterungen zum Fragebogen und Auswertung der Hörversuche

7.1 Fragebogen

In kursiver Schrift liegt hier der Fragebogen vor, den 23 Testpersonen anhand der Hörbeispiele auszufüllen hatten. Bei den Testpersonen handelt es sich um eine willkürliche Auswahl. Die meisten haben keine oder wenig Erfahrung mit Hörversuchen dieser Art. Das Testpersonenspektrum stellt sich folgendermassen zusammen:

Im Altersegment von 10 bis 30 Jahren haben zwei weibliche und vier männliche Personen teilgenommen.

Im Altersegment von 30 bis 50 Jahren haben sechs weibliche und sieben männliche Personen teilgenommen.

Im Altersegment von 50 bis 70 Jahren haben eine weibliche und drei männliche Personen teilgenommen.

Um eine für alle Teilnehmenden möglichst identische Hörsituation zu schaffen, finden die Versuche mit einem Kopfhörer und mit gleicher Lautstärke statt. Als Kopfhörer wird ein Sennheiser HD 201 verwendet.

Zu jedem Beispiel werden einige Erläuterungen hinzugefügt sowie die Versuchsergebnisse analysiert.

FRAGEBOGEN

Sie hören pro Beispiel kurz hintereinander zwei Ausschnitte (A und B) einer Tonaufnahme – diese wird jeweils dreimal wiederholt. Sie können die Beispiele jedoch so oft anhören wie Sie wollen. Bei den Beispielen 10 und 11 hören Sie nur einen Ausschnitt.

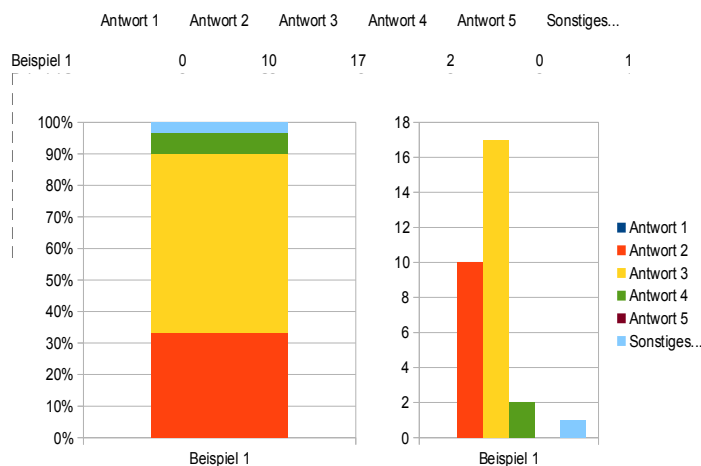
Bitte kreuzen Sie die für Sie wahrnehmbaren Unterschiede an. Mehrfachnennungen sind möglich.

Beispiel 1:

Bei Ausschnitt B hören Sie das Flugzeug...

- ◇ ...unverändert durchfliegen
- ◇ ...eher hinten durchfliegen
- ◇ ...eher oben durchfliegen
- ◇ ...eher vorne durchfliegen
- ◇ ...sonstiges:

7.1.1 Erläuterungen und Auswertung zu Beispiel 1



Beim ersten Beispiel geht es dem Verfasser um die Feststellung, ob grundsätzlich eine Veränderung im Klangspektrum zwischen den Ausschnitten A und B wahrgenommen werden kann. Zudem wird bereits nach einer räumlichen Verschiebung der Lokalisierung des Hörereignisses gefragt. Die Werte von A (Wert 1) und von B (Wert 3) unterscheiden sich deshalb grösstmöglichst.

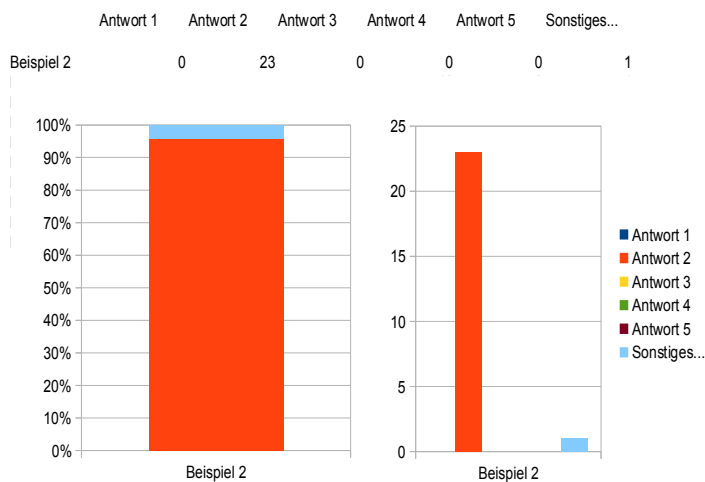
Weiter soll sich die Testperson an den Ablauf des Hörversuches gewöhnen können, weshalb das erste Beispiel um einiges länger als die Nachfolgenden (Ausnahme Beispiel 7) dauert.

In der Auswertung ist eine Wahrnehmungsänderung zwischen A und B klar ersichtlich. 90 Prozent der Befragten stufen bei Ausschnitt B das Hörereignis oberhalb des Kopfes oder eher hinten ein. Eine Person gibt unter Sonstiges "oben unten" an.

Beispiel 2:

Bei welchem Ausschnitt nehmen Sie den Regen besser wahr?

- ◇ ...A
- ◇ ...B
- ◇ ...kein Unterschied
- ◇ ...sonstiges:

7.1.2 Erläuterungen und Auswertung Beispiel 2

Das zweite Beispiel greift nochmals die Grundsatzfrage nach der Differenzwahrnehmung auf. Auch hier wird der grösstmögliche Unterschied zwischen A (Wert 1) und B (Wert 3) gewählt. Nebengeräusche wie zum Beispiel das Knallen des Feuerwerks könnten hier irritierend wirken.

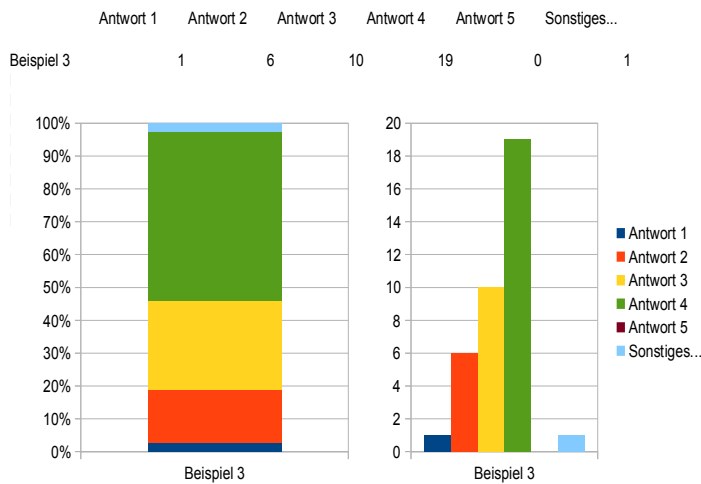
Alle 23 Personen haben hier die zweite Antwort angekreuzt. Unter Sonstiges schreibt eine Person "B ist knackiger" hin.

Beispiel 3:

Bei Ausschnitt A hören Sie die Musik...

- ◇ ...leiser
- ◇ ...lauter
- ◇ ...halliger
- ◇ ...voluminöser
- ◇ ...kein Unterschied
- ◇ ...sonstiges:

7.1.3 Erläuterungen und Auswertung Beispiel 3



Diesmal wird versteckt die Frage nach dem Raumempfinden gestellt. Ausschnitt A hat den Wert 3, Ausschnitt B Wert 1.

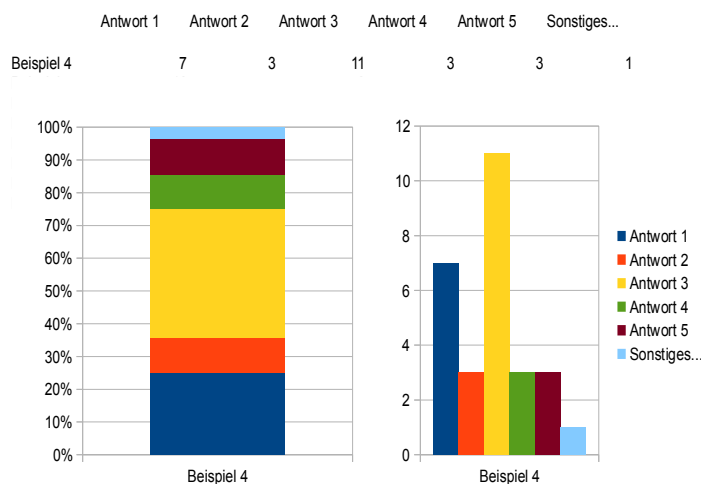
Abschnitt A wird von der grossen Mehrheit als voluminöser empfunden, relativ häufig in Kombination mit halliger. Eine Person empfindet die Aufnahme unter Sonstiges als "räumlicher".

Beispiel 4:

Bei Ausschnitt B sitzen Sie an diesem Konzert...

- ◇ ...weiter hinten
- ◇ ...weiter vorne
- ◇ ...weiter oben
- ◇ ...weiter unten
- ◇ ...am selben Platz wie bei Ausschnitt A
- ◇ ...sonstiges:

7.1.4 Erläuterungen und Auswertung Beispiel 4



Diese Frage erscheint relativ anspruchsvoll und verlangt ein gutes Vorstellungsvermögen. Auch der Verfasser hätte Mühe, spontan eine Entscheidung zu treffen. Wie ist der Klang, wenn man weiter vorne sitzt? Oder weiter unten? Nehmen die Frequenzhöhen zu, je weiter oben man sitzt? Kommt hinzu, dass hier kleinere Wertunterschiede gewählt wurden: Abschnitt A hat den Wert 1, Abschnitt B Wert 2.

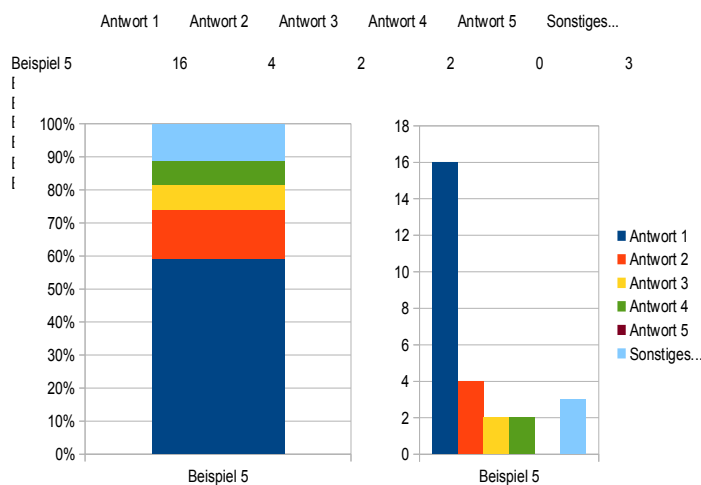
Weiter oben ist die häufigste Antwort, gefolgt von weiter hinten. Es gibt zwar eine kleine Mehrheit, doch sind die Antworten nicht mehr besonders übereinstimmend. Unter Sonstiges beschreibt eine Person Abschnitt B als "mehr in der Mitte".

Beispiel 5:

Nochmal Regen....Bei Ausschnitt A hören Sie den Regen...

- ◇ ...deutlicher oben
- ◇ ...deutlicher von hinten
- ◇ ...leiser
- ◇ ...kein Unterschied
- ◇ ...sonstiges:

7.1.5 Erläuterungen und Auswertung Beispiel 5



Wiederum eine Frage zur Lokalisiertheit des Hörereignisses. Abschnitt A hat den Wert 3, Abschnitt B Wert 1.

60 Prozent der Befragten nehmen den Regen oberhalb des Kopfes wahr. Drei Personen fügen unter Sonstiges das Attribut "lauter" hinzu.

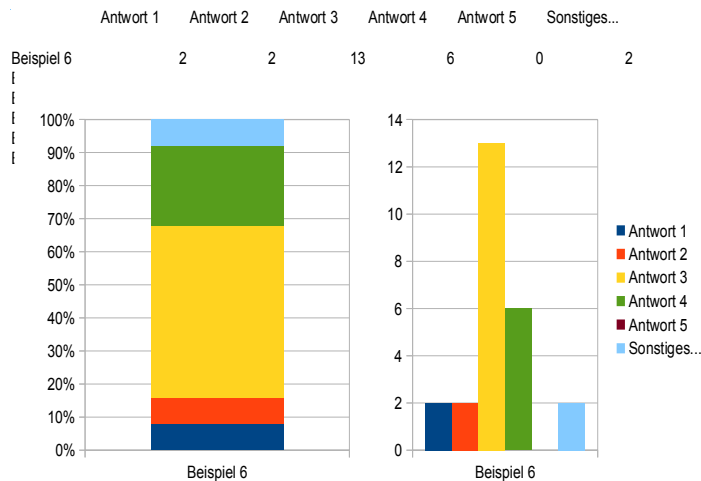
Beispiel 6:

Sie stellen sich den Flügel bei Ausschnitt B eher...

- ◇ ...links vor?
- ◇ ...rechts vor?
- ◇ ...in der Mitte vor?

- ◇ ...am gleichen Ort vor?
- ◇ ...sonstiges:

7.1.6 Erläuterungen und Auswertung Beispiel 6



In Anbetracht der Tatsache, dass der Standort der MS/BB-Mikrofonie bei Ausschnitt A und B immer identisch ist, ist es hier sehr verlockend die Frage nach einer Verschiebung des Hörereignisses zu stellen...

Ausschnitt A hat den Wert 1, Ausschnitt B Wert 2.

Mehr als die Hälfte der Versuchspersonen stellt eine Verlagerung in die Mitte fest, nimmt also eine Verschiebung wahr. Eine Person stellt sich den Flügel bei Abschnitt B "eher näher", eine andere "hinten" vor.

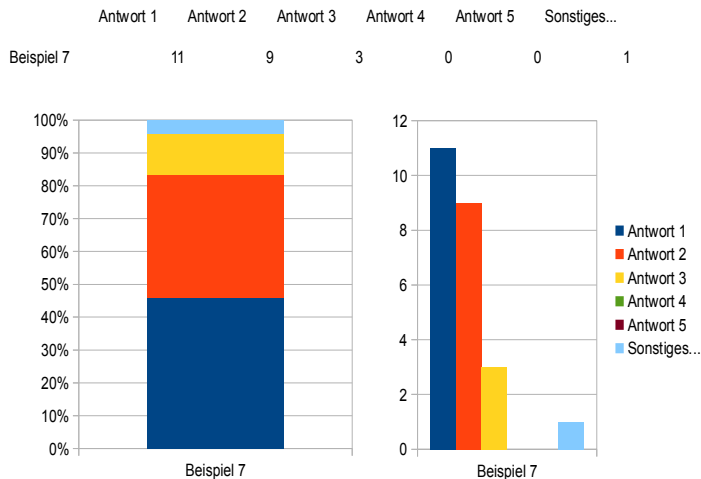
Beispiel 7:

Nochmal das Flugzeug. Das fliegt bei Ausschnitt A eher....

- ◇ ...vor der Nase durch?
- ◇ ...oberhalb des Kopfes durch?
- ◇ ...unverändert durch?
- ◇ ...sonstiges:

7.1.7 Erläuterungen und Auswertung Beispiel 7

Im Gegensatz zu Beispiel 1 ist hier der Unterschied zwischen Abschnitt A und B kleiner, zudem wird hier nach dem zuerst ertönenden Abschnitt (A) gefragt. Abschnitt A hat Wert 1, Abschnitt B Wert 2.



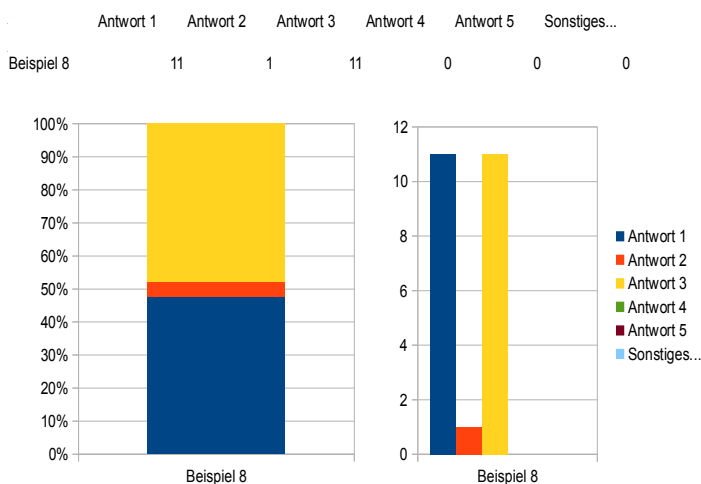
Prompt ist eine deutliche Tendenz nicht mehr erkennbar. Antwort 1 und Antwort 2 stehen sich in dieser Untersuchung gegenüber, will heißen: Eine “Oben”-Wahrnehmung ist bei diesem Beispiel nicht mehr als erwiesen zu betrachten. Eine Person hat unter Sonstiges “rechts” zugefügt.

Beispiel 8:

Worin liegt der Unterschied zwischen A und B?

- ◇ ...kein Unterschied
- ◇ ...A tönt nach grösserem Raum
- ◇ ...B tönt nach grösserem Raum
- ◇ ...sonstiges:

7.1.8 Erläuterungen und Auswertung Beispiel 8



Auch bei Beispiel 8 wurde der Wert zwischen den beiden Abschnitten im Gegensatz zur ähnlich gearteten Frage 3 vermindert. Abschnitt A hat Wert 1, Abschnitt B Wert 2.

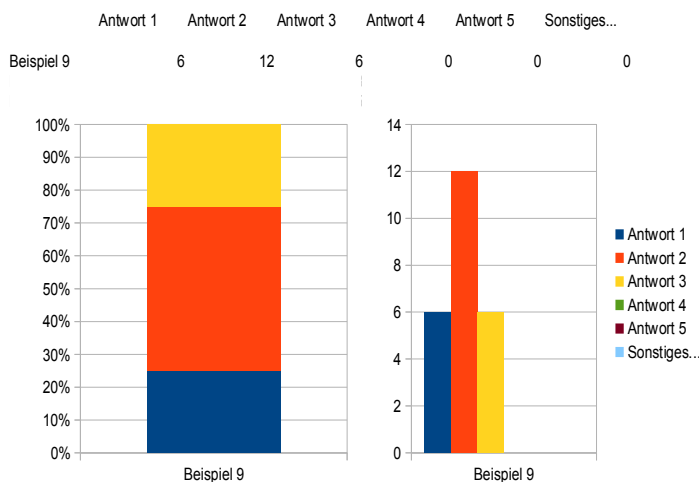
Immerhin empfand die Hälfte der Befragten den Raum bei Ausschnitt B als grösser (was als gleichbedeutend mit voluminöser angeschaut werden kann), doch ist hier im Vergleich zu Frage 3 die Auswertung viel weniger eindeutig.

Beispiel 9:

Bei welchem Ausschnitt steht der Sänger direkt vor Ihnen?

- ◇ ...bei Ausschnitt A
- ◇ ...bei Ausschnitt B
- ◇ ...der steht nirgends direkt vor mir
- ◇ ...sonstiges:

7.1.9 Erläuterungen und Auswertung Beispiel 9



Mit dieser Frage soll wiederum festgestellt werden, ob die Zuschaltung des BB-Signals ein anderes "Raumbild" entstehen lässt. Die Werte wurden hier kleiner gewählt als bei Beispiel 4, so hat Abschnitt A den Wert 1 und Abschnitt B den Wert 2.

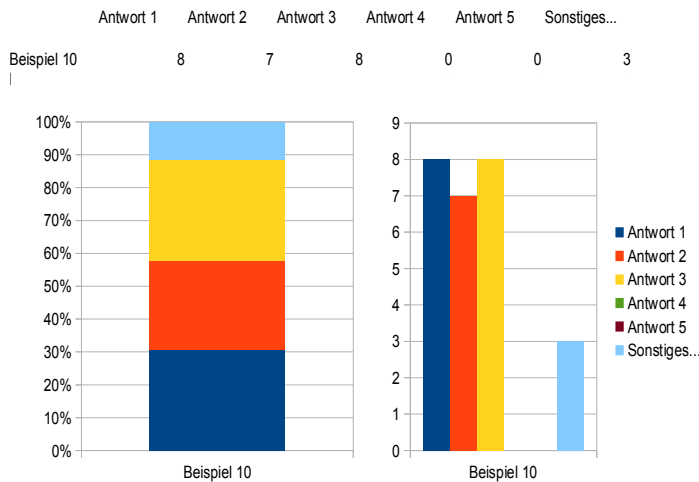
Antwort 3 lässt sich natürlich nur im Zusammenhang mit Antwort 1 und 2 schlüssig analysieren, hier muss also angenommen werden, dass diese Antwort gleichbedeutend mit "kein Unterschied" ist. Fast zwei Drittel empfinden jedoch die Schallquelle, auf die der Fokus durch die Fragestellung gerichtet wird, bei eingeschaltetem BB-Signal als zentrierter.

Beispiel 10:

Fliegt der Helikopter von links nach rechts oder umgekehrt?

- ◇ ...von links nach rechts
- ◇ ...von rechts nach links
- ◇ ...nicht deutlich erkennbar

7.1.10 Erläuterungen und Auswertung Beispiel 10



Wie bei den Beispielen 1 und 7 steht hier eine sich fortbewegende Schallquelle im Vordergrund. Bloss haben die Versuchspersonen hier und im nächsten Beispiel keine Vergleichsmöglichkeiten zwischen zwei Abschnitten. Wie bereits im Kapitel 5.3 erwähnt, fand hier bei einem Selbstversuch eine umgekehrte Lokalisation der Fortbewegungsrichtung statt, obwohl die Aufnahme mit derjenigen von Beispiel 11 identisch ist und der Hubschrauber die Mikrofonierung von rechts nach links überflog. In diesem Beispiel ist das BB-Signal nicht zugeschaltet, der Abschnitt hat also den Wert 1.

In der Auswertung hat mehr als ein Drittel ebenfalls den Eindruck, die Schallquelle bewege sich von links nach rechts, was ja tatsächlich nicht den Tatsachen entspricht. Andererseits hat die gleiche Anzahl Personen die Flugrichtung als nicht deutlich erkennbar bezeichnet, ein eindeutiges Resultat ist deshalb nicht bestimmbar. Eine Person hat unter Sonstiges "von der Mitte nach links", eine weitere "eher nach links, ein bisschen..." und eine dritte "von vorne rechts über meinen Kopf, nach hinten eher rechts" zugefügt.

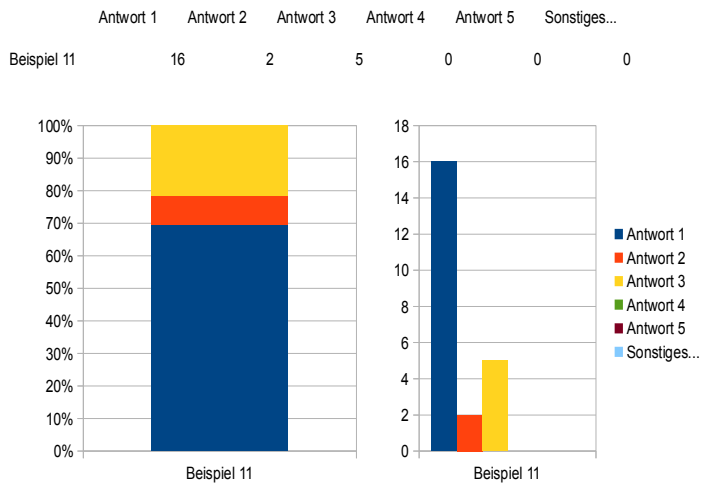
Beispiel 11:

Dieselbe Frage: Der Helikopter fliegt...

- ◇ ...von rechts nach links
- ◇ ...von links nach rechts
- ◇ ...irgendwohin

7.1.11 Erläuterungen und Auswertung Beispiel 11

Wie Beispiel 10, doch ist hier das BB-Signal mit einer Pegeldifferenz um 3 dB zugeschaltet, dieser Ausschnitt hat also den Wert 3.



Anscheinend wird hier durch Zuschaltung des BB-Signals die Richtungswahrnehmung deutlich verbessert, die grosse Mehrheit der Versuchspersonen vollzieht nun den tatsächlichen Bewegungsablauf richtig nach.

8. Zusammenfassung der gewonnenen Erkenntnisse

8.1 Beantwortung der in der Einleitung gestellten Fragen

Zuerst soll auf die in der Einleitung gestellten Fragen eingegangen werden:

Wie können akustische Signale, die am Aufzeichnungsort von oben und unten beziehungsweise hinten eintreffen aufgenommen werden?

Dies geschieht in erster Linie durch die nach oben und unten gerichteten Membrane des BB-Mikrofons, das demzufolge eine Achterrichtcharakteristik aufweisen muss. Die von oben und unten beziehungsweise hinten eintreffenden Schallwellen, sei dies nun Direktschall oder reflektierter Schall, werden durch das Mikrofon aufgenommen und in digitale Signale umgewandelt.

Wie kann die entsprechende Lokalisiertheit dieser Signale bei der Wiedergabe gewährleistet werden?

Die nun digitalen Signale werden in ihren Frequenzen derart gefiltert, dass die räumliche Herkunft des originalen Hörereignisses möglichst nachvollziehbar wird. Dies geschieht anhand der richtungsbestimmenden Bändern. Signale mit räumlicher Herkunft von oben werden demzufolge bei Frequenzen um 8000 Hz verstärkt, solche mit räumlicher Herkunft von unten/hinten bei Frequenzen um 1000 Hz.

In welchem Verhältnis stehen diese zu den von vorne und seitlich eintreffenden Signalen?

Dies ist reine Ermessenssache und durch die Matrizierung beliebig einstellbar. Bei der vorangehenden Untersuchung kann anhand der Testergebnisse davon ausgegangen werden, dass eine maximale Anhebung des BB-Signals um 3 dB in Bezug auf das MS-Signal zur Entstehung einer veränderten Wahrnehmung vollkommen ausreicht.

8.2 Veränderte Wahrnehmung des Klangbildes durch die MS/BB-Mikrofonie

Nach Auswertung der Testergebnisse wird klar, dass die Zuschaltung des BB-Signals deutlich eine veränderte Wahrnehmung des Klangbildes nach sich zieht und zu einer besseren Lokalisation, beziehungsweise Ortung der Hörereignisse führen kann.

Bei Aufnahmen im Relativen Freien Schallfeld ist die Oben-Wahrnehmung sehr deutlich, es entsteht ein besserer Raumeindruck. Ebenfalls ist bei sich bewegenden Schallquellen deren Positionswechsel deutlicher nachvollziehbar.

Bildlich gesehen wird bei Aufnahmen im Relativen Diffusen Schallfeld das Inventar eines Raumes klarer erkennbar, wenn man die Hörereignisse als Möbel betrachten würde. Probleme können hier jedoch Reflexionen verursachen, die durch eine ungeeignete Positionierung der MS/BB-Mikrofonie zu weit ausserhalb des Hallradius eine

unerwünschte Diffusität und Klangverfärbungen hervorrufen.

8.3 Fazit

In der Praxis ist die Handhabung und Installation einer MS/BB-Mikrofonierung relativ einfach und schnell zu bewerkstelligen, das Ergebnis in Bezug auf die verbesserte räumliche Wahrnehmung im Stereoklangbild überzeugend. Die Mikrofonierung ist nicht auf eine bestimmte Anwendung fixiert und kann in den Parametern, welche die Beimischung der Mitten-, Seiten- und BB-Signale betreffen, nach Belieben verändert werden.

Die MS/BB-Mikrofonierung ersetzt keine Kunstkopfaufnahme, ebenso wäre es vermessen, sie in der Nähe der Surroundmikrofonie anzusiedeln.

Abschliessend bleibt zu sagen, dass die in dieser Facharbeit vorgestellte MS/BB-Mikrofonie noch weiter erforscht werden kann, insbesondere in Bezug auf die Filterungen. Die bisher erzielten Resultate können dazu eine Grundlage bilden.

Anhang

Bibliografie

- {1} Blauert, Jens: Räumliches Hören. Stuttgart: S. Hirzel Verlag 1974
- {2} Dickreiter, Michael: Mikrofonaufnahme, 4. Auflage. Stuttgart: S. Hirzel Verlag 2011
- {3} Blauert, Jens: Untersuchungen zum Richtungshören in der Medianebene bei fixiertem Kopf, Dissertation. Aachen 1969
- {4} Blauert, Jens / Braasch, Jonas: Räumliches Hören. In: Weinzierl, Stefan (Ed.): Handbuch der Audiotechnik. Berlin: Springer Verlag 2008
- {5} Blauert, Jens: Ein neuartiges Präsenzfilter. In: Fernseh- und Kinotechnik, 3, 1970, S.75-78
- {6} Dickreiter, Michael et al.: Handbuch der Tonstudioteknik Band 1, 7. Auflage. München: K.G. Saur 2008
- {7} Henle, Hubert: Das Tonstudio Handbuch, 5. Auflage. München: GC Carstensen 2001
- {8} Friesecke, Andreas: Studio Akustik, 2. Auflage. Bergkirchen: PPVMedien 2009
- {-} Hellbrück, Jürgen: Hören, 2. Auflage. Göttingen: Hofgreffe 2004
- {-} Blauert, Jens: Some aspects of three dimensional hearing in rooms. In: Federation of Acoustical Societies of Europe: Proceedings of the congress, 3, 1978, S.65-68
- {-} Blauert, Jens / Col, Jean-Pierre: Irregularities in the Precedence Effect. In: Advances in the Biosciences Vol. 83. Oxford: Pergamon Press 1992
- {-} Blauert, Jens: Räumliches Hören von Musik. In: dB: Magazin für Studioteknik, 5, 1989, S. 88-94

Bildnachweis

Abbildung 0.1: {1}

Abbildung 0.2: {1}

Abbildung 6.5: Sitzplan Kirche A3. Retrieved May, 18, 2012 from:

http://www.heiliggeistkirche.ch/sidebar_uploads/heiliggeist_6bd25_KirchenplanHGKA3.pdf

alle weiteren Abbildungen: Nicolas Bangerter, 2011/2012

Selbstständigkeitserklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich zur Anfertigung der vorliegenden Arbeit keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel und keine nicht genannte fremde Hilfe in Anspruch genommen habe. Mir ist bekannt, dass eine unwahrheitsgemäße Erklärung als Täuschung gilt.

Ort: Datum:

Unterschrift: