

tmt27
expertise in audio media

**27. Tonmeistertagung
VDT International Convention**

22.11.— 25.11.2012 Köln | Cologne

Tagungsbericht Conference Proceedings

ISBN 978-3-9812830-3-7

Eigenschaften von mikrofonierten Raumsignalen bei 3D Audio / Auro 3D

(Properties of Auro 3D room signals)

Lasse Nipkow

Silent Work GmbH / lasse.nipkow@silentwork.com

Kurzfassung

Bei aurophonischen Wiedergabesystemen wie Auro 3D hat die Eigenschaft des Raumschalls insbesondere bei klassischer Musik eine wesentlich grössere Bedeutung als bei 2-Kanal Stereo. Bei Stereo können Direkt- und Raumschall lediglich aus den beiden zur Verfügung stehenden Lautsprechern abgestrahlt werden. Dies führt dazu, dass der Raumschall teilweise durch den Direktschall verdeckt wird und somit weniger gut wahrgenommen werden kann. Bei Auro 3D 8.0 werden in der Regel alle Lautsprecher u.a. für Raumschallsignale verwendet. Durch die Beteiligung insbesondere der hinteren vier Lautsprecher kann der Raumschall viel differenzierter wahrgenommen werden als bei Stereo, weil von hinten kein oder nur sehr wenig Direktschall abgestrahlt wird.

Obwohl der Raumschall, welcher bei Auro 3D Aufnahmen von den vorderen Lautsprechern abgestrahlt wird, im Zusammenspiel mit Direktschall weniger gut wahrnehmbar ist, hat er dennoch eine wichtige Funktion: Er spielt bei der empfundenen Verbindung zwischen vorderer und hinterer Lautsprecherebene eine entscheidende Rolle. Senkt man den von den vorderen Lautsprechern abgestrahlten Raumschall gegenüber dem hinteren um 10dB oder mehr pro Lautsprecher ab, zerfällt die empfundene Verbindung zwischen vorne und hinten. Daher spielt bei der Mischung von Auro 3D Aufnahmen die Pegel-Balance der abgestrahlten Raumschallsignale eine wichtige Rolle.

1. Einleitung

Bei 2-Kanal Stereo kann Räumlichkeit lediglich zwischen den beiden Lautsprechern mittels inkohärenter Signale, in der Regel Raumsignale, hörbar gemacht werden (Transaural Stereo ausgeschlossen). Dabei erscheint die Räumlichkeit gleichmässig verteilt auf der Verbindungslinie zwischen den beiden Lautsprechern, siehe Abb. 1a.

Wird das Wiedergabesystem auf Auro 3D 8.0 erweitert und von allen Lautsprechern inkohärente Raumsignale abgestrahlt, erscheint die Räumlichkeit als Volumen zwischen allen Lautsprechern, siehe Abb. 1b [1]. Eine Versuchsperson kann sich frei in diesem Volumen bewegen, ohne dass sich die wahrgenommene Räumlichkeit spürbar ändert; auf dieser räumlichen Klangebene ist der Sweet Spot aufgehoben [2]. Der wahrgenommene Raum entspricht im wesentlichen dem des mikrofonierten Aufnahme-raums. Dies kann so weit gehen, dass eine Versuchsperson, welche sich bei offener Türe im Nebenraum befindet, den gehör-mässigen Eindruck hat, der Wiedergaberaum sei der Aufnahme-raum.

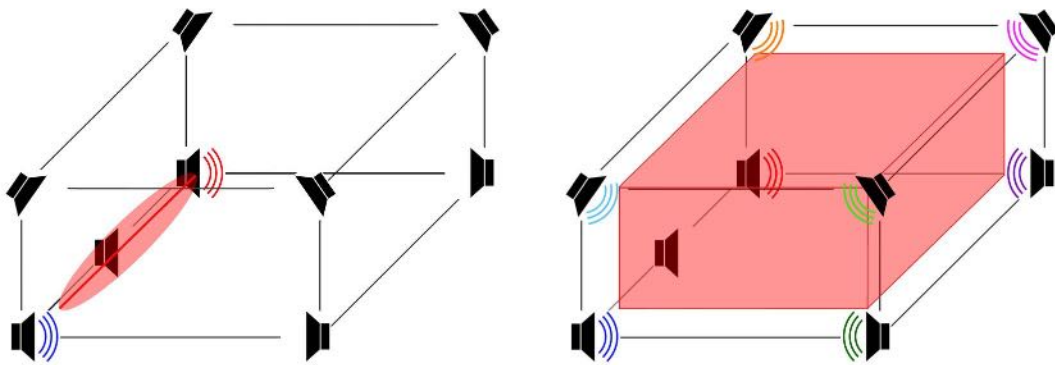


Abb. 1a und 1b: Wahrnehmung von Stereo- und Auro 3D 8.0 / 9.0 Raumdarstellung

2. Unterschiedliche Hörempfindungen mikrofonierter Raumsignale beim Auro 3D 9.0 Wiedergabesystem

Bei einer Auro 3D 9.0 Lautsprecherkonfiguration werden nicht ausschliesslich mikrofonierte Raumsignale abgespielt sondern eine Kombination von Direktschall und Raumschall. Wie eingangs erwähnt, besteht bei der Wiedergabe von klassischer Musik die Präferenz, Direktschall aus der Front abzustrahlen. Aufgrund dieser Gegebenheit können für die Eigenschaften von mikrofonierten Raumsignalen Regeln aufgestellt werden, um ein möglichst eindrucksvolles bzw. natürlich erscheinendes Ergebnis zu bekommen.

Im folgenden werden die Lautsprechersignale für Auro 3D 9.0 in diesem Beitrag definiert, siehe Abb. 2.

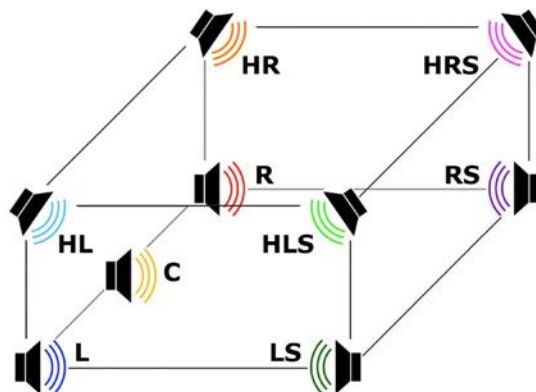


Abb. 2: Zuordnung von Signalen zu den Lautsprechern in Auro 3D 9.0

2.1. Erhöhte Empfindlichkeit gegenüber Direktschall

Hörversuche des Autors haben ergeben, dass von hinten oben (HLS/HRS, siehe Abb. 2) unbeabsichtigter Direktschall als besonders störend wahrgenommen wird. Dies können perkussive Anteile von Instrumenten, Echoeffekte aufgrund nicht korrigierter Laufzeiten von direktschallbehafteten Raumsignalen oder allgemeine Störgeräusche wie Knistern sein. Es ist also zu empfehlen, aus jener Richtung möglichst direktschallfreie Signale abzustrahlen. Umgekehrt spielt es kaum eine Rolle, aus der Front (L/C/R) mikrofonierte Raumsignale einzusetzen, welche mit Direktschallanteilen versehen sind; diese werden in der Regel durch den Direktschall aus der Front weitgehend verdeckt.

2.2. Einfluss von frühen Reflexionen in den vorderen oberen Lautsprechern (HL/HR)

Tonmeister, die sich erstmals mit Auro 3D auseinandergesetzt und Erfahrungen damit gesammelt haben, haben als einer der Hauptvorteile gegenüber Surround und 2-Kanal Stereo eine deutliche Verbesserung des Timbres der Instrumente beschrieben [2] [3]. Die Aufnahmen wurden mittels Gross-AB Mikrofonsystemen umgesetzt, welche in etwa den Proportionen der Lautsprecheraufstellung entsprechen. Somit enthalten die Kanäle HL/HR eine Mischung von Raum- und Direktschall aus einer Distanz von mehreren Metern zum Klangkörper, siehe Abb. 3. Dieses Phänomen tritt nach bisherigen Erfahrungen des Autors allerdings nicht auf, wenn den Lautsprechern HL/HR ausschliesslich Raumschall mit geringem Direktschallanteil bzw. frühen Reflexionen zugeführt wird. Wird versucht, mittels kohärenter Signale Phantomschallquellen zwischen HL/L bzw. HR/R zu bilden, tritt das beschriebene Phänomen ebenfalls nicht auf, da identische Signale höchstens zu Klangverfärbungen führen [4] [5]. Demnach liegt die Vermutung nahe, dass es sich dabei um den Einfluss von frühen Reflexionen bzw. Direktschall, der als frühe Reflexionen interpretiert wird, handelt.

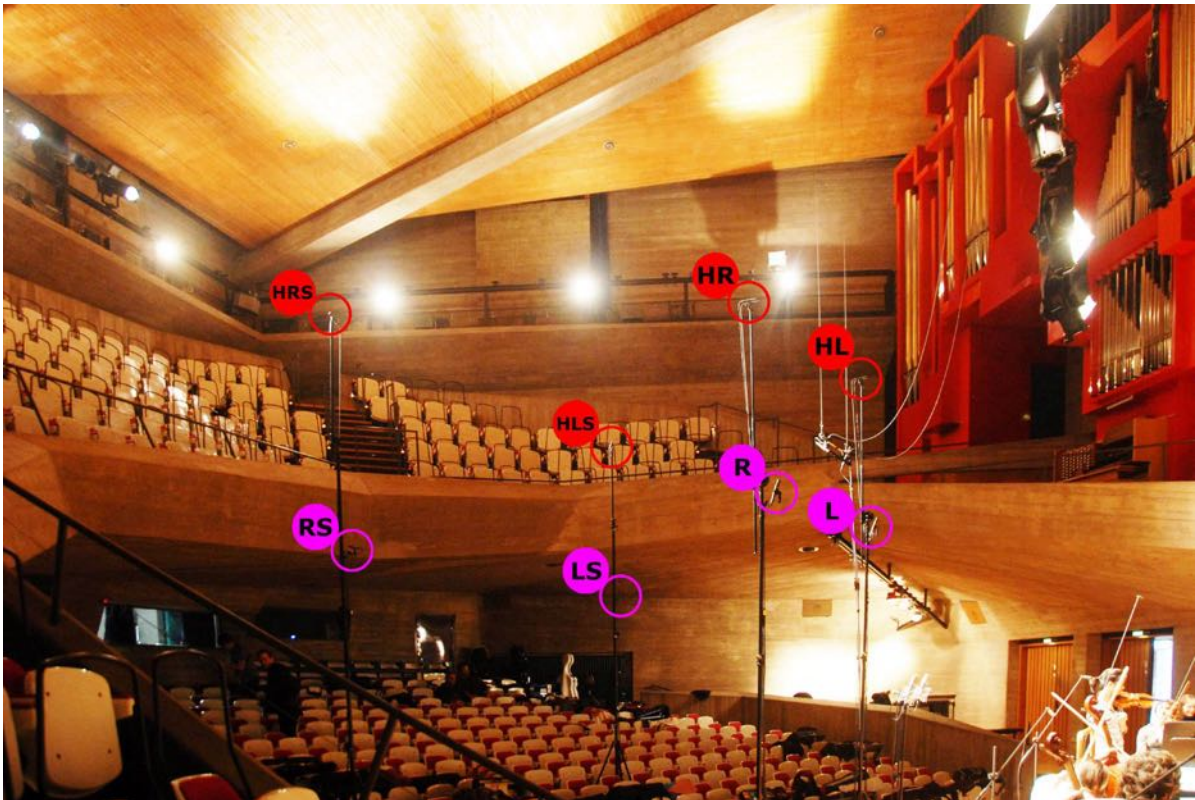


Abb. 3: Auro 3D Gross-AB-Hauptmikrofonierung in der HMT Hannover (12.5.2010) [2]

3. Mikrofonierung von Raumschall

Hauptziel bei der Mikrofonierung von Raumschall ist die Gewinnung des Raumklanges. Dies ist nicht zu verwechseln mit Abbildung: Bei der Abbildung von Schallquellen werden Phantomschallquellen zwischen zwei Lautsprechern gebildet; demnach muss der Kohärenzgrad jener Direktschallanteile zwingend gegen 1 sein. Raumschall führt dagegen zu Umhüllung und Räumlichkeit. Damit dies wirkungsvoll wird, muss der Kohärenzgrad jener Raumanteile zwingend um 0 sein [6]. Wiedergegebene Raumschallanteile mit Kohärenzgrad gleich 1 klingen insbesondere bei Auro 3D 8.0 / 9.0 sehr unnatürlich [1].

Wird mittels geeigneter Mikrofonierung die oben genannte Bedingung Kohärenzgrad um 0 erfüllt, klingen die Raumsignale (ggf. nach Anpassung durch Equalizer) alle sehr ähnlich, auch wenn die Mikrofonssysteme sehr unterschiedlich aufgebaut sind und den Schall des Aufnahmerraums mit sehr verschiedenen Methoden und Richtcharakteristika einfangen. Diese Ähnlichkeit des Klangs ist wichtig, damit das menschliche Gehirn die dekorrelierten Signale aus verschiedenen Richtungen als eine zusammenhängende Linie (2-Kanal-Stereo), Ebene (5.0 Surround) oder Volumen (Auro 3D 8.0 / 9.0) interpretiert, siehe Abb. 1a und 1b [1]. Dieses Phänomen tritt sowohl bei Atmo-Klängen wie entfernter Stadtlärm oder Applaus als auch bei Flächenklängen von Synthesizern oder breitbandigem Rauschen auf.

In den folgenden Abschnitten werden Eigenschaften von Raumsignalen beschrieben, die den Anforderungen für die vier Lautsprecher-Paare L/R, LS/RS, HL/HR und HLS/HRS entsprechen. Darüber hinaus werden die Mikrofon-Systeme erläutert, welche für die Gewinnung jener Signale eingesetzt werden können. Die Systeme wurden alle vom Autor bei Aufnahmen angewandt und deren Signale minutiös analysiert.

3.1. Raumschall mit maximaler Umhüllung (für alle Kanäle anwendbar)

Um bei einer Tonaufnahme eine möglichst gute Umhüllung zu erzielen, werden Raumsignale benötigt, die bis hin zu tiefen Frequenzen ($<200\text{Hz}$) dekorreliert sind [7]; dies bedingt also eine starke Kanaltrennung über das gesamte Spektrum, um die Unabhängigkeit der einzelnen Mikrofonensignale zu gewährleisten [5]. Eine Methode zur Erfüllung dieser Forderung ist ein Gross-AB System, bei dem die Mikrofone möglichst weit auseinander platziert werden wie z.B. an den Seitenwänden eines grossen Raumes, siehe Abb. 4.



Abb. 4: Mikrofonierung Seitenschiffe mit Gross-AB Systemen in der Hofkirche Luzern, CH

Werden mehrere solcher Systeme eingesetzt, um genügend Raumsignale für die Wiedergabe zu erlangen, müssen die einzelnen Gross-AB Systeme untereinander ebenfalls grosse Abstände aufweisen. In Abb. 4 haben die Mikrofone an den Seitenwänden jeweils einen Abstand von ca. 7m zueinander. Wird Musik mit perkussiven Instrumenten wie z.B. kleine Trommel gespielt, ist eine Korrektur der Laufzeiten notwendig, siehe Abb. 5a und 5b.

Bei HLS/HRS ist speziell darauf zu achten, dass wenig Direktschall mikrofoniert wird. Deshalb kann sich auch das System eignen, das am weitesten vom Klangkörper entfernt ist.

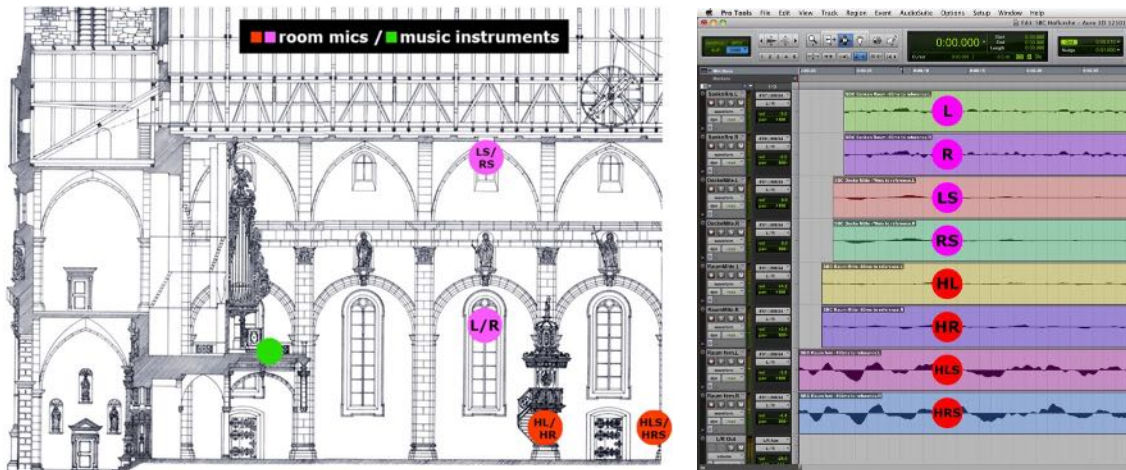


Abb. 5a: Position der Ruummikrofone in der Hofkirche Luzern, CH (3.7.2009);
5b: Laufzeitkorrektur bei der Mischung

3.2. Frühe seitliche Reflexionen mit geringer Laufzeit (für alle Kanäle anwendbar)

Eine weitere Methode, um weitgehend dekorrelierte Raumsignale zu mikrofonieren, ist ein System mit zwei Supernieren, welche in kleinem Abstand zueinander gegen die Seitenwände gerichtet sind und in der 0°-Achse zur Schallquelle steht. Alternativ kann auch ein Doppelkapsel-Mikrofon Sennheiser HKH 800 TWIN verwendet werden und in der Mischung zwei Supernieren, gegen vorne und hinten ausgerichtet, konstruiert werden, siehe Abb. 6a und 6b. Aufgrund der Richtcharakteristik Superniere fallen Frequenzen <50Hz im Pegel stark ab; dadurch werden korrelierte Anteile der tiefen Frequenzen verringert. Die Diffusfeldkorrelation (DFC) liegt bei einem Öffnungswinkel von 180° ca. bei 0, siehe Abb. 7 [8].



Abb. 6a und 6b: Versuchsanordnung Supernieren Schoeps CCM-41V und Sennheiser MKH 800 TWIN in der Jesus-Christus-Kirche Berlin-Dahlem

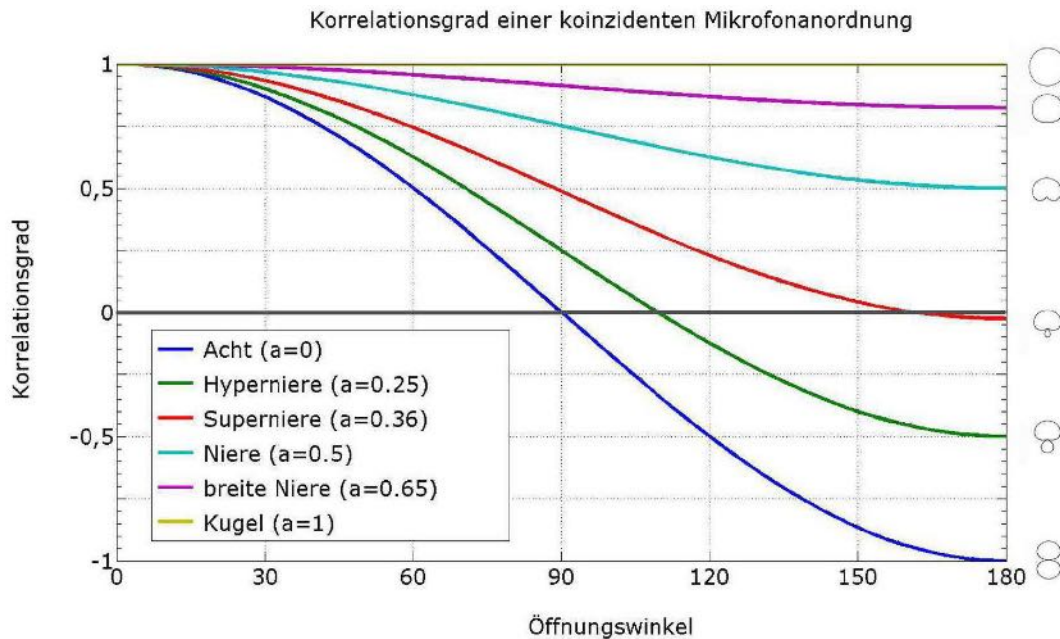


Abb. 7: Zusammenhang zwischen Korrelationsgrad und Richtwirkung sowie Winkel zwischen zwei koinzidenten Mikrofonen [8]

3.3. Raumschall mit geringem Direktschallanteil (insbesondere für HLS/HRS)

Wie bereits oben mehrfach genannt, sind die Lautsprecher signale HLS/HRS besonders empfindlich gegenüber Direktschallanteile. Eine Möglichkeit, Direktschall gezielt zu umgehen, ist die Nutzung des Auslöschungswinkels bei Mikrofonen mit Druckgradientencharakteristik [9].

Folgende Versuchsanordnung wurde hierfür aufgebaut: Schoeps Kugelflächenmikrofon KFM-6 als Trennkörper und 2x Sennheiser MKH 800 TWIN für die Gewinnung der Direkt- und Raumsignale, siehe Abb. 8a und 8b. Das System funktioniert wie folgt:

- Der Direktschall wird mittels Supernieren-Richtcharakteristika gewonnen, welche gegen den Klangkörper gerichtet sind – diese werden während der Mischung konstruiert [10]. Aufgrund der hohen Richtwirkung der Supernieren (Bündelungsmass = 5,72dB) werden seitliche frühe Reflexionen und Nachhall von hinten stark bedämpft. Durch die Anordnung am Trennkörper ergibt sich eine insbesondere bei hohen Frequenzen starke Kanaltrennung (Spektraldifferenzen $L \leftrightarrow R$) [11]. Das beschriebene Teilsystem eignet sich aufgrund seiner Eigenschaften vor allem für Klangkörper, die ohne Stützmikrofone mikrofoniert werden sollen. Gegenüber den Signalen des KMF-6 klingen diejenigen der Supernieren erwartungsgemäss viel weniger hallig.
- Der Raumschall wird mittels Nieren-Richtcharakteristik gewonnen. Die während der Mischung konstruierten Charakteristika sind vom Klangkörper weggerichtet. Der Auslöschungswinkel dieser stereofonen Anordnung zeigt exakt auf den Klangkörper; demnach liegt eine enorm hohe Dämpfung des Direktschalls vor. Wie beim Direktschall liegt auch für die Raumsignale eine bei hohen Frequenzen starke Kanaltrennung vor. Hörversuche des Autors haben gezeigt, dass das vorliegende System deutlich weniger Direktschall aufweist als das System mit zwei gegen die Seitenwand gerichtete Supernieren. Die Laufzeiten zwischen den Kanälen L und R sind dagegen ähnlich klein.

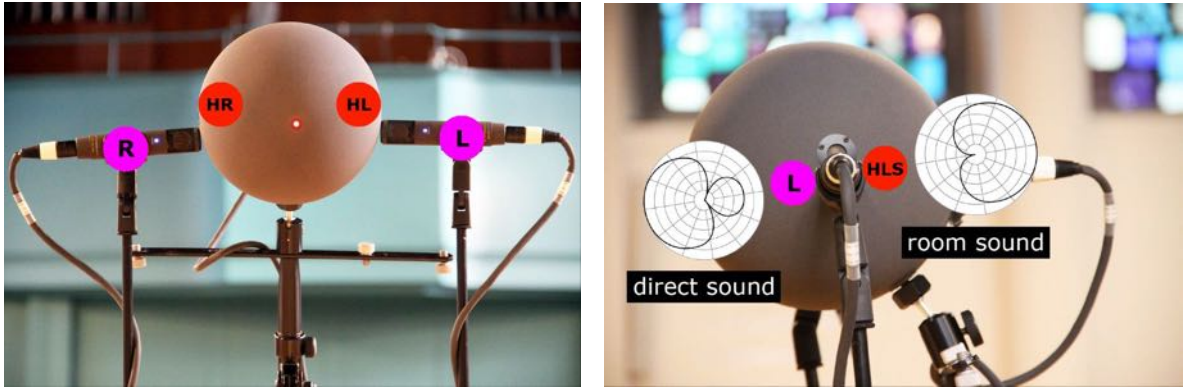


Abb. 8a und 8b: Versuchsanordnung Hauptmikrofonsystem für Direktschall und Raumschall mit Schoeps KFM-6 und 2x Sennheiser MKH 800 TWIN in der Jesus-Christus-Kirche

Der Abstand zwischen der Geigerin Vladyslava Luchenko und dem Mikrofonsystem ist mit 4,5m beträchtlich. Dieser wurde auf Wunsch der Musikerin für einen optimalen Geigenklang gewählt, siehe Abb. 9. Die einzigartige Akustik der Jesus-Christus-Kirche lässt derart grosse Distanzen für Aufnahmen zu, ohne dass Mulmigkeit hörbar wird. Ausserdem ergibt sich dadurch folgende geometrische Gegebenheit: Wenn sich ein Klangkörper vor einem Stereo-Mikrofonsystem nach links und rechts bewegt oder dreht, kann sich dies fatal auf die Abbildung auswirken. Dies ist bei naher Mikrofonierung wesentlich stärker ausgeprägt als bei grösseren Abständen zwischen Musiker und Mikrofonen und führt bei Streichinstrumenten, die eine komplexe Richtcharakteristik aufweisen, zu unnatürlichen Erscheinungen [12].



Abb. 9: Anordnung Geigerin Vladyslava Luchenko und Hauptmikrofonsystem in der Jesus-Christus-Kirche Berlin-Dahlem (2.9.2012)

3.4. Raumschall mit grossem Direktschallanteil (HL/HR)

Wie in Kapitel 2.2 beschrieben, können frühe Reflexionen in den Lautsprechersignalen HL/HR dazu führen, das Timbre der mikrofonierten Instrumente deutlich zu verbessern. Versuche des Autors mit Orgel-Aufnahmen in der Hofkirche Luzern haben gezeigt, dass ein ähnlicher Effekt auftritt, wenn Direktschall von Stützmikrofonen mit niedrigem Pegel in die Kanäle HL/HR dazugemischt wird [13]. Jener Direktschall existiert allerdings nicht in den Kanälen L/C/R; es handelt sich um Register, die weit oben in der Orgel positioniert sind, sprich Récit und Oberwerk, siehe Abb. 10. Einige Register der Hauptorgel befinden sich in Kammern, die akustisch voneinander getrennt sind; generell sind die Register auf mehreren Etagen übereinander räumlich verteilt. Dies führt einerseits dazu, dass das Übersprechen zwischen den Stützmikrofonen sehr klein ist, andererseits sind alle Pfeifen in den Kammern in etwa gleich gut auf den Stützmikrofonen zu hören, weil sich der Schall in jenen kleinen Räumen mit dünnen Holzwänden durch Reflexionen gleichmässig verteilt und so beim Orgelspiel für hohen Schalldruck sorgt. Mit dynamischen Systemen wie Shure SM7B oder Electrovoice RE-20 erzielt man in der vorliegenden Konfiguration sehr gute Resultate.



Abb. 10: Mikrofonierung Récit und Oberwerk in der Hauptorgel der Hofkirche Luzern, CH (Ping-Pong-Stereofonie für Lautsprechersignale HL/HR)

Man kann aufgrund der vorliegenden Resultate folgenden Schluss ziehen: Für das in Kapitel 2.2 beschriebene Phänomen wird Schall benötigt, der sich genügend stark vom Direktschall der Kanäle L/C/R unterscheidet, damit nicht unkontrollierte Elevations-Effekte zustande kommen. Stützmikrofonsignale in den Kanälen HL/HR sind durchaus möglich, führen aber dazu, dass jene Signale von oben lokalisiert werden; das ist in vielen Fällen aus klangästhetischen Gründen nicht erwünscht.

Betrachtet man die richtungsbestimmenden Bänder, wird ersichtlich, dass ausschliesslich hohe Frequenzen (um 8kHz) für die Wahrnehmung von oben verantwortlich sind [6], siehe Abb. 11. Aus zahlreichen Versuchen mit Tonaufnahmen in verschiedenen Räumen hat der Autor die Erfahrung gemacht, dass die Anhebung hoher Frequenzen bei frühen Reflexionen zu erhöhter Brillanz des Klangs führt; bei Direktschall führt dies dagegen oftmals zu einem grellen, scharfen Klang [14]. Wenn nun also frühe Reflexionen von oben abgestrahlt werden, so die Hypothese des Autors, verstärkt dies die Brillanz des Klangs. Dies führt auch zum Schluss, dass die oberen Kanäle HL/HR tendenziell mit Signalen versehen werden sollten, die an und für sich grössere Anteile im oberen Bereich des Spektrums aufweisen.

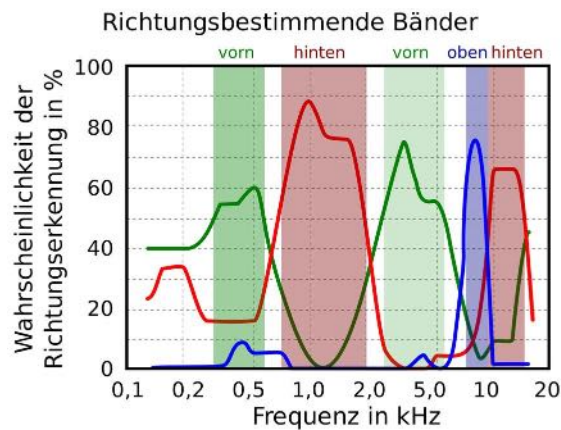


Abb. 11: Richtungsbestimmende Bänder nach Blauert [15]

Bei Aufnahmen klassischer Musik tragen die Komponenten mit hohen Frequenzen zur Feinstruktur des Klanges bei. Betrachtet man orchestrale Musik, setzen sich vor allem Instrumente im Raum durch, die grosse Anteile hoher Frequenzen aufweisen wie z.B. strahlende Trompeten oder Perkussionsinstrumente (u.a. Becken). Bei diesen Instrumenten ist der Hallabstand in Richtung ihrer Achse im Vergleich zu anderen sehr gross [12].

Wie in Kapitel 3 mehrfach erwähnt, besteht für die Lautsprecher-signale HL/HR die Forderung, dass die Korrelation der Raumsignale um 0 sein muss. Es ist also zweckmässig, ein Mikrofonsystem zu verwenden, das mit Gross-AB arbeitet. Sollen nun auch hohe Frequenzen des Direktschalls mikrofoniert werden, bietet sich eine Position in unmittelbarer Nähe der Bühnenkante an – in diesem Abstandsbereich würde auch ein Hauptmikrofon platziert werden, allerdings stünde es auf der 0°-Achse und nicht an den Seitenwänden.

Gregor Zielisky erwähnt in seinem Erfahrungsbericht zu Auro 3D, dass bei den Höhenmikrofonen aufgrund des Abstrahlverhaltens bestimmter Instrumente das Risiko bestünde, jene Instrumente extrem von oben zu hören, namentlich die Holzblasinstrumente [2]. Dies lässt sich vermeiden, indem die Mikrofone für HL/HR auf derselben Höhenebene platziert werden wie die Mikrofone für L/R und LS/RS. Ein Beispiel für eine derartige Aufnahme wird in den Abb. 12 und 13 gezeigt. Es handelt sich dabei um eine Live-Aufnahme vom 27.9.2012 mit dem Tonhalle-Orchester Zürich und dem Chefdirigenten David Zinman; die Auro 3D Aufnahme ist in Zusammenarbeit mit dem Schweizer Radio DRS 2 und Silencium Musikproduktion GmbH entstanden.

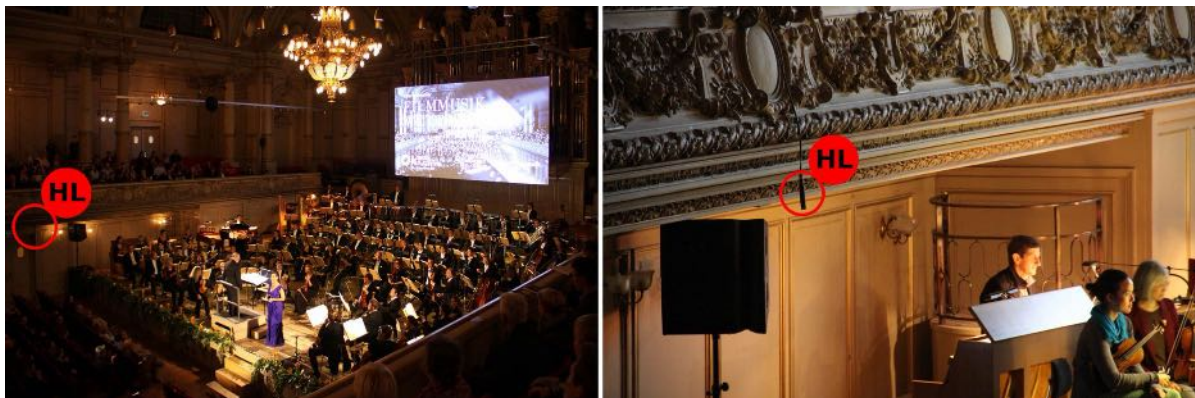


Abb. 12: Mikrofonierung am Balkon für HL/HR-Signale in der Tonhalle Zürich (27.9.2012)

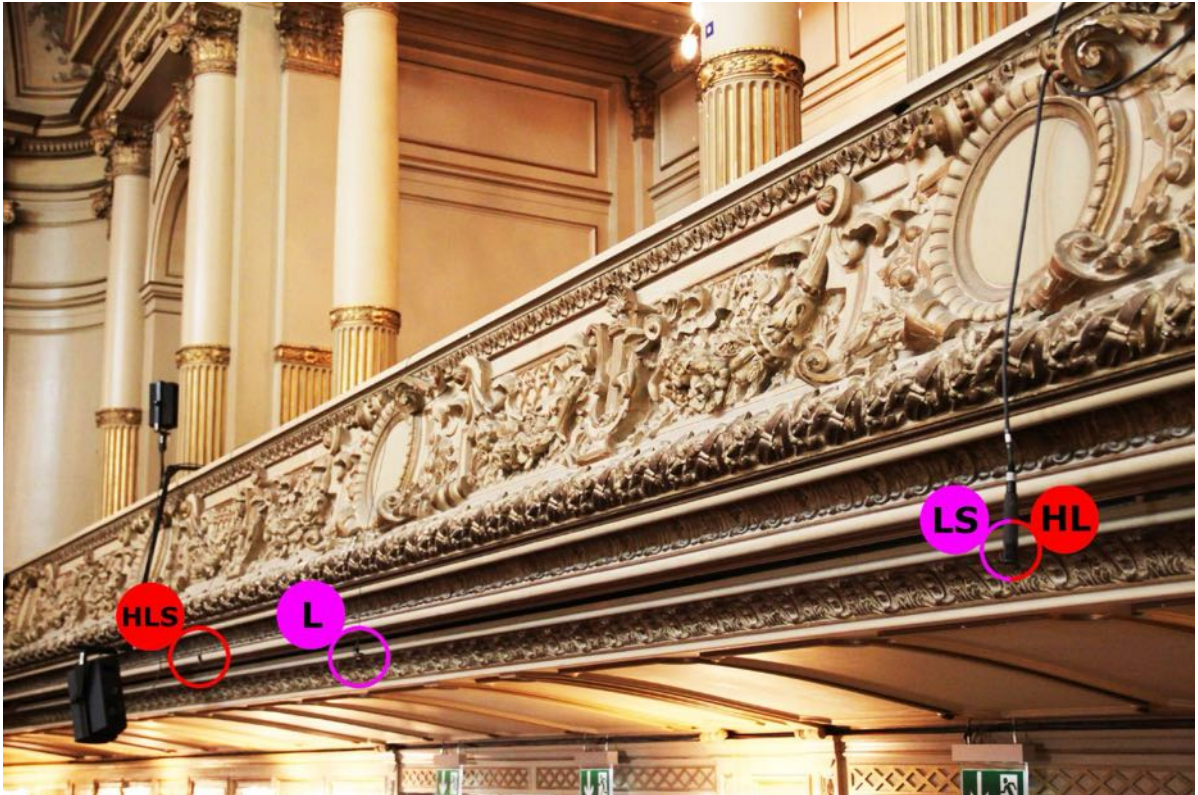


Abb. 13: Position der Raummikrofone am Balkon in der Tonhalle Zürich (27.9.2012)
Die Sennheiser MKH 800 TWIN Kapseln werden hier jeweils als Nieren benutzt.

Wie in Kapitel 3 zu Beginn erläutert, klingen Raumsignale aus demselben Raum generell sehr ähnlich. Dies kann folgendermassen überprüft werden: Dazu werden die Raumsignalspaare, die den Lautsprechern L/R, LS/RS und HLS/HRS zugeordnet sind, untereinander vertauscht – das Signalpaar HL/HR kann nicht umplatziert werden, weil jene Signale sehr viel Direktschall enthalten. Schneidet man die Aufnahme entsprechend zusammen, sodass während der laufenden Aufnahme die Kanaluordnung ändert, dürfen keinerlei Veränderungen festzustellen sein, siehe dazu Abb. 14. Damit kann gezeigt werden, dass die Aufnahme von Raumsignalen aus verschiedenen Ebenen zwar möglich aber nicht zwingend ist.

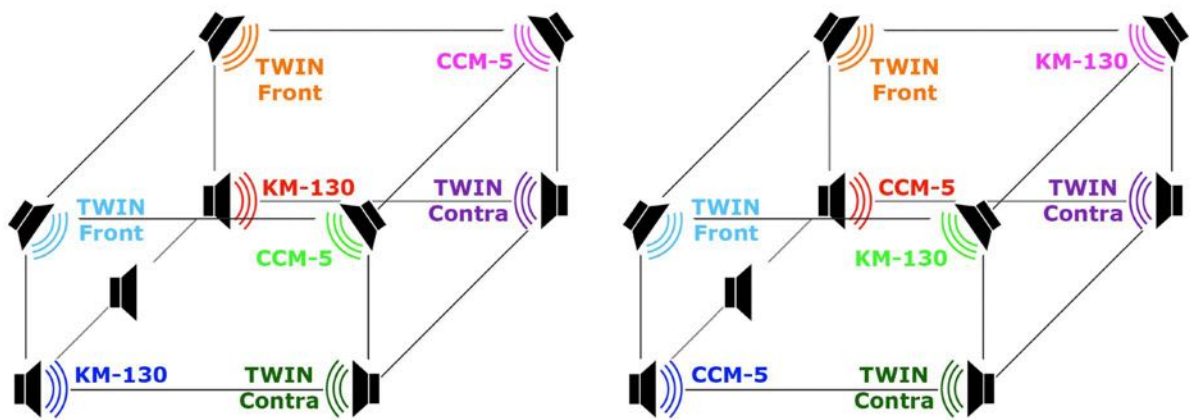


Abb. 14: Wechsel Signalzuordnung der Raumsignale zu Lautsprecher:
sollte in der Regel nicht wahrnehmbar sein

3.5. Direktschall (L/C/R)

Auch wenn Direktschall thematisch nicht zu Raumschall gehört, soll an dieser Stelle ein Hinweis dazu gegeben werden. Die Kanäle L/C/R sollten im Zusammenhang mit Auro 3D Aufnahmen, wie sie in diesem Beitrag beschrieben werden, mit möglichst wenig frühen Reflexionen versehen sein, sofern der Anteil an Raumsignalen verhältnismässig hoch ist, d.h. der Raumschall der Aufnahme gut wahrnehmbar ist; ansonsten führt dies schon bei schwacher Dosierung zu einem verwaschenen Klang der Instrumente.

Die Stärke des beschriebenen Aufnahme-Konzepts liegt im Kontrast zwischen Klarheit des Direktschalls und der Umhüllung durch Raumschall sowie das natürlich wirkende Timbre der Instrumente aufgrund der frühen Reflexionen aus den Kanälen HL/HR, siehe Abb. 15.

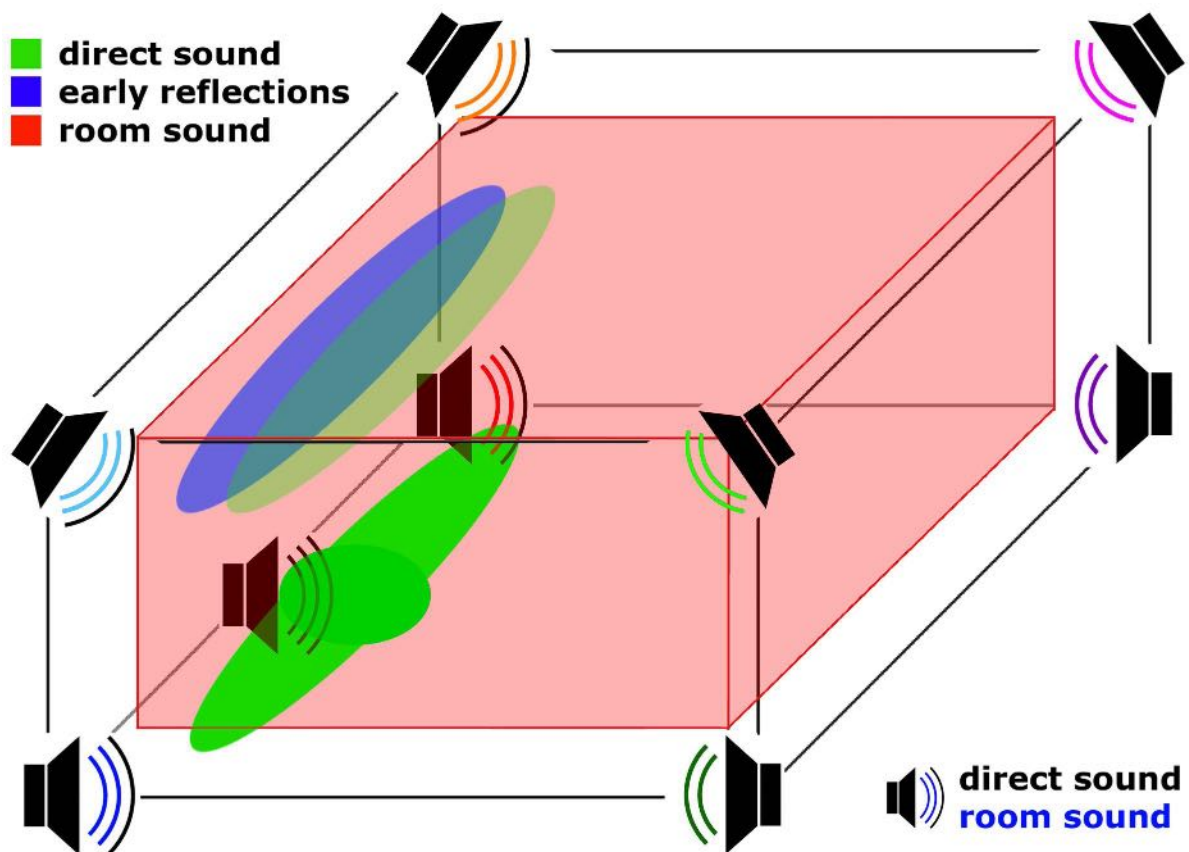


Abb. 15: Klangkonzept für Lautsprechersignale einer Auro 3D Klassik-Aufnahme

4. Energie-Balance bei Raumsignalen

Wie bei Surround 5.0 existiert auch bei Auro 3D 9.0 die Thematik des Zerfalls bzw. der Zusammenhalt zwischen der vorderen und hinteren Lautsprecherebene. In der Einleitung wurde erläutert, dass mit inkohärenten Raumsignalen eine ausgewogene Raumdarstellung realisiert werden kann. Diese Raumdarstellung hält die beiden Lautsprecherebenen zusammen. Es ist einfach einzusehen, dass der Zusammenhalt zurückgeht, wenn die Balance des Raumschalls zwischen vorne und hinten markant verändert wird, siehe Abb. 16. Im Extremfall – es wird von vorne kein Raumschall mehr abgestrahlt – reduziert sich der wahrgenommene Raum auf eine Fläche zwischen den hinteren vier Lautsprechern LS/RS und HLS/HRS.

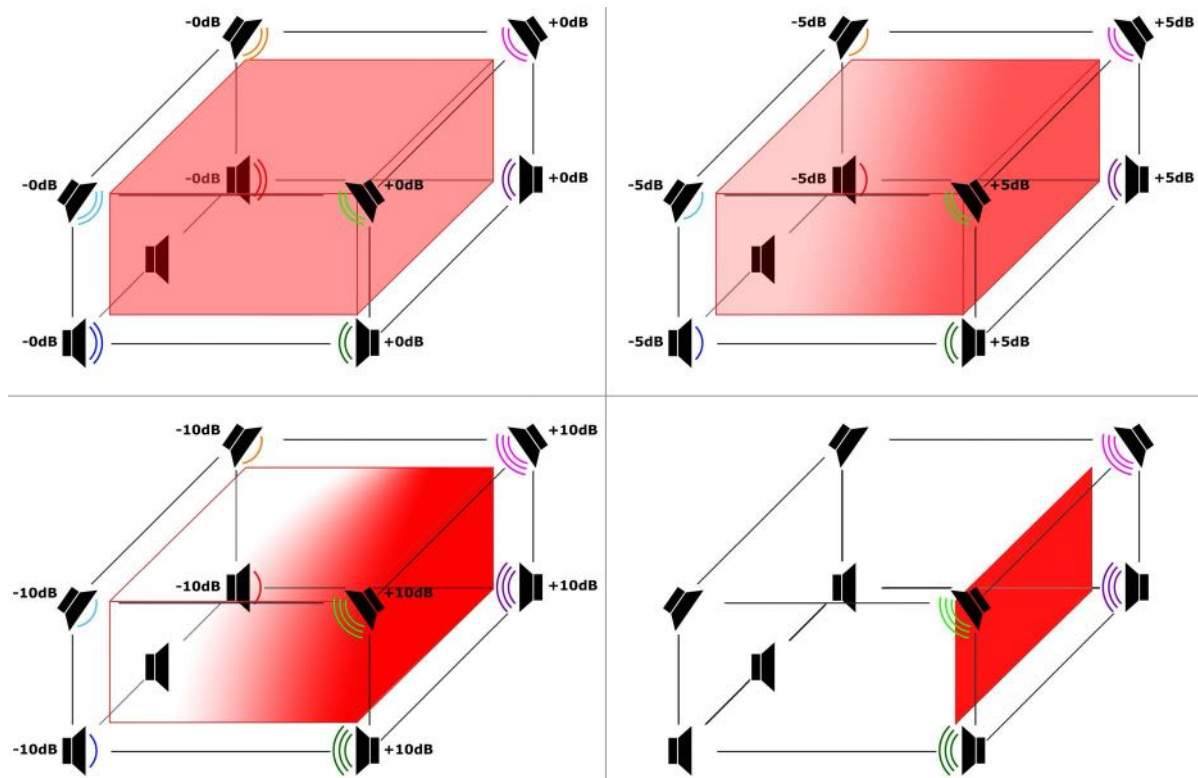


Abb. 16: Wahrgenommener Räumlichkeitseindruck bei zunehmender Disbalance von Raumsignalen beim Auro 3D 8.0 / 9.0 Lautsprechersetup

Bei einer Tonaufnahme ist neben dem Raumschall in aller Regel auch Direktschall zu hören, siehe Klangkonzept Kapitel 3.5. Man kann ihn bei der Wiedergabe auch als dem Raumschall überlagerte Komponente betrachten. Direktschall kann die Wahrnehmung des Raums nicht beeinflussen, weil Direktschall keine Rauminformation enthält. Demnach kann aus der Front abgestrahlter Direktschall auch keine empfundene Verbindung zwischen vorne und ausschliesslich von hinten abgestrahlten Raumschall herstellen, siehe Abb. 17.

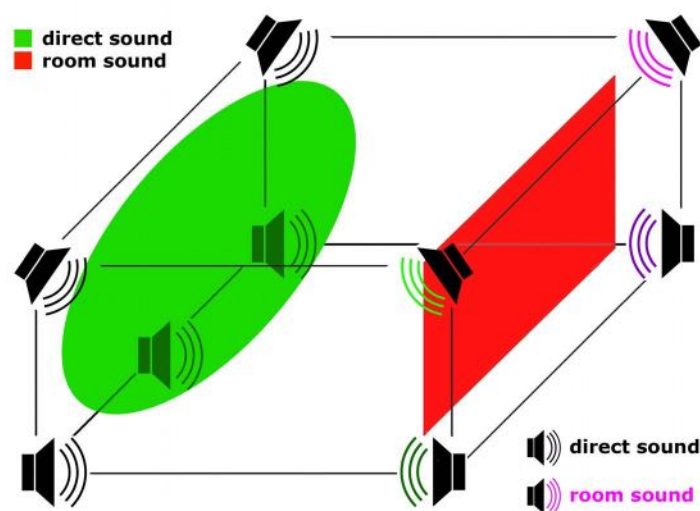


Abb. 17: Wahrgenommener Klangeindruck bei vollständiger Trennung zwischen Direktschall vorne und Raumschall hinten (Auro 3D 9.0 Lautsprechersetup)

Die Herausforderung bei der Einstellung des Raumsignalpegels in den Frontkanälen L/R und HL/HR für eine ausgeglichene Balance ist, dass der Raumschall teilweise durch den Direktschall verdeckt wird, siehe Abb. 18. Somit kann dies nur dann präzise geschehen, wenn Direkt- und Raumschall nahezu vollständig voneinander getrennt aufgenommen werden oder wenn durch Wahl gleicher Mikrofontypen und identischer Vorverstärkung der Mikrofonsignale die Raumsignalpegel bereits auf den Aufnahmespuren ausbalanciert sind.

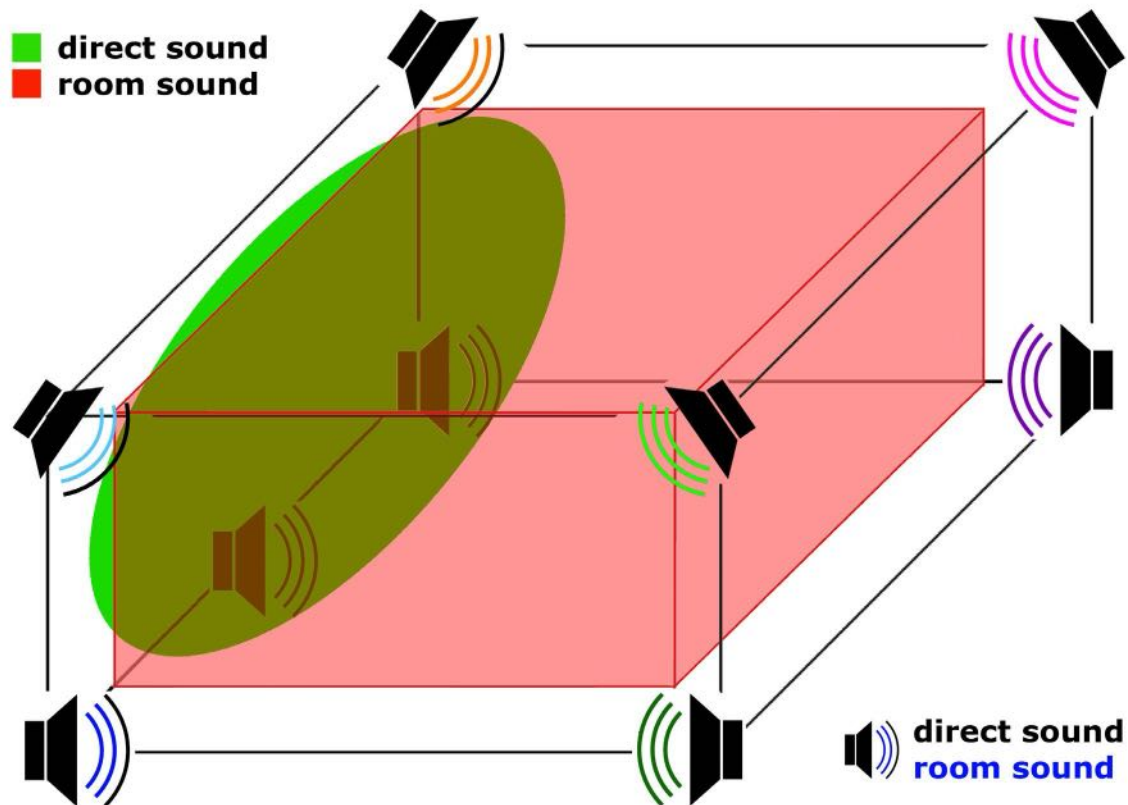


Abb. 18: Wahrnehmener Klangeindruck bei richtiger Balancierung von Raumsignalen zusammen mit Direktschall (Auro 3D 9.0 Lautsprecher-setup)

5. Schlussfolgerungen

Der vorliegende Beitrag zeigt auf, dass die psychoakustischen Zusammenhänge bei Aufnahme und in Kombination mit deren Wiedergabe für 3D Audio / Auro 3D sehr vielschichtig sind. Dies birgt zum einen die Gefahr, eine derartige Aufnahme überhaupt befriedigend bewältigen zu können, weil Rahmenbedingungen wie Qualität der Raumakustik, vorhandener Aussenlärm, Möglichkeit zweckmässiger Mikrofonierung (u.a. Zeitfaktor) oder schlicht mangelhaftes Wissen und unzureichende Erfahrungen bei der Aufnahme bzw. Mischung noch stärker zum Tragen kommen als bei 2-Kanal-Stereo oder Surround 5.0. Auf der anderen Seite können mit Auro 3D Klangerlebnisse und somit musikalische Hochgenüsse ermöglicht werden, die 2-Kanal-Stereo-Aufnahmen regelrecht in den Schatten stellen – es stehen immerhin zwei Dimensionen mehr für klangliche Kreativität zur Verfügung!

6. Danksagungen

Der Autor bedankt sich bei allen Mitwirkenden, die es ermöglicht haben, umfangreiche und weiterführende Aufnahmen für diesen Beitrag zu realisieren. Besonderer Dank gilt Christof Faller, der stets für Anregungen, Diskussionen und technische Umsetzung zur Verfügung gestanden ist sowie Helmut V. Fuchs, der den Autor bei der Realisierung der Aufnahme in der Jesus-Christus-Kirche in Berlin-Dahlem massgeblich und liebenswürdig unterstützt hat.

7. Quellenverzeichnis

- [1] Nipkow, L.: "Angewandte Psychoakustik bei 3D Surround Sound Aufnahmen." 26. Tonmeistertagung, Leipzig, 2010, *Proceedings* (ISBN 978-3-9812830-0-6), 786-795
- [2] Zielinsky, G.: "More reality mit Auro 3D." *VDT-Magazin*, 2011, Heft 2, 24-27
- [3] Albinska-Frank, M.: "Auro 3D ist ein Erlebnis." *VDT-Magazin*, 2011, Heft 2, 27-30
- [4] tho Pesch, P.: "Die Lokalisation von Phantomschallquellen im oberen Halbraum: Untersuchungen zur Erweiterung der Binauralen Raumsynthese." *Verlag Dr. Müller*, 2010, ISBN 978-3-6392247-7-1
- [5] Theile, G.; Wittek, H.: "Die dritte Dimension für Lautsprecher-Stereofonie." *VDT-Magazin*, 2011, Heft 2, 31-37, www.hauptmikrofon.de/doc/Auro3D_D_0311.pdf
- [6] Blauert, J.: "Räumliches Hören." *S. Hirzel Verlag, Stuttgart*, 1974, ISBN 3-7776-0250-7
- [7] Griesinger, D., "General overview of spatial impression, envelopment, localization, and externalization." *15th International AES Conference, Copenhagen, 1998, Proceedings* 136-149
- [8] Wittek, H.: "M/S Techniques for Stereo and Surround." 24. Tonmeistertagung, 2006, *Proceedings*, www.hauptmikrofon.de/HW/TMT2006_Wittek_DoubleMS_neutral.pdf
- [9] Jecklin, J.: "Sound, Image und Space. Mehrkanalige Aufnahmetechnik." *avguide.ch*, 8.4.2002, *Magazin*, www.avguide.ch/magazin/sound-image-und-space-mehrkanalige-aufnahmetechnik
- [10] Sennheiser: Produktinformation zu MKH 800 TWIN, <http://de-de.sennheiser.com/mkh-800-twin-ni>
- [11] Schoeps: Produktinformation zu KFM-6, <http://www.schoeps.de/de/products/kfm6>
- [12] Meyer, J.: "Akustik und musikalische Aufführungspraxis." *Verlag Erwin Bochinsky*, 4. überarbeitete Auflage 1999, ISBN 3-923639-01-5
- [13] Sieber, W.; Swiss Brass Consort: "Rhapsody in Blue." *CD-Produktion*, 2009, *Phonoplay International*, EAN 7-619957-077701, <http://www.sieberspace.ch/cds.php>
- [14] Genuit, K.: "Sound-Engineering im Automobilbereich: Methoden zur Messung und Auswertung." *Springer-Verlag Berlin Heidelberg* 2010, ISBN 978-3-642-01414-7
- [15] Skyhead, http://de.wikipedia.org/wiki/Blauertsche_Bänder

tmt27

expertise in audio media

22.11.– 25.11.2012 Köln | Cologne

Tagungsbericht der | Conference Proceedings
27. Tonmeistertagung

Impressum

Veröffentlicht vom Verband Deutscher Tonmeister e.V.
Bergisch Gladbach, Januar 2011

Redaktion: Wolfgang Hoeg, Ernst Rothe, Günther Theile
Layout: Andrea Krahmer

© 2013 Verband Deutscher Tonmeister e.V., Bergisch Gladbach
Alle Rechte vorbehalten
Made in Germany

ISBN 978-3-9812830-3-7