

Bachelorarbeit im Studiengang Audiovisuelle Medien

# **3D im Kinoton**

-

Vom kanalbasierten zum objektorientierten  
Wiedergabesystem am Beispiel von Dolby  
Atmos

---

vorgelegt von Tilo Ehmann

Matrikel-Nr.: 25933

an der Hochschule der Medien Stuttgart

am 31.08.2016

Zur Erlangung des akademischen Grades eines Bachelor of Engineering

Erst-Prüfer: Prof. Oliver Curdt

Zweit-Prüfer: Prof. Dr. Andreas Koch



## **Ehrenwörtliche Erklärung**

„Hiermit versichere ich, Tilo Ehmman, ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit mit dem Titel: „3D im Kinoton – vom kanalbasierten zum objektbasierten Wiedergabesystem am Beispiel von Dolby Atmos“ selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Die Stellen der Arbeit, die dem Wortlaut oder dem Sinn nach anderen Werken entnommen wurden, sind in jedem Fall unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht. Die Arbeit ist noch nicht veröffentlicht oder in anderer Form als Prüfungsleistung vorgelegt worden.

Ich habe die Bedeutung der ehrenwörtlichen Versicherung und die prüfungsrechtlichen Folgen (§26 Abs. 2 Bachelor-SPO (6 Semester), § 24 Abs. 2 Bachelor-SPO (7 Semester), § 23 Abs. 2 Master-SPO (3 Semester) bzw. § 19 Abs. 2 Master-SPO (4 Semester und berufsbegleitend) der HdM) einer unrichtigen oder unvollständigen ehrenwörtlichen Versicherung zur Kenntnis genommen.

**Ort, Datum**

**Unterschrift**

## **Zusammenfassung**

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Entwicklung von einem kanalbasierten zu einem objektorientierten Wiedergabesystem im Filmtone. Während rein kanalbasierte Wiedergabeverfahren auf einer bestimmten Lautsprecherkonfiguration wiedergegeben werden müssen, besteht bei einem objektorientierten Wiedergabeverfahren der Vorteil darin, dass es auf individuellen Lautsprecherkonfigurationen wiedergegeben werden kann.

Am Beispiel von Dolby Atmos, einem objektorientierten Wiedergabesystem, wird der Frage nachgegangen, inwiefern dieses für die Filmtonepostproduktion aufgebaut, mit bestehenden Systemen und Abläufen verknüpft, und verwendet werden kann.

## **Abstract**

The subject of the presented paper comprehends the development of a channel-based to a object-based reproducing system within cinema sound. Whereas a channel-based reproducing system has to be set up with a surtain speaker configuration, a object-oriented reproducing system can be reproduced on individual speaker configurations.

On the example of Dolby Athmos, a object-oriented reproduction system, we will contemplate on how far this can be integrated and used in existing cinemasoundpostproduction systems and workflows.



# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis .....	III
Abkürzungsverzeichnis.....	IV
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Räumliches Hören .....</b>	<b>2</b>
2.1 Schall- und Hörereignisse .....	2
2.2 Wahrnehmungsebenen.....	4
2.3 Zusammenfassung des räumlichen Hörens .....	6
<b>3 Elektrische Tonwiedergabe .....</b>	<b>6</b>
3.1 Monophonie .....	7
3.2 Stereophonie .....	7
3.2.1 Aufbau eines Stereo-Wiedergabesystems .....	8
3.2.2 Bildung von Phantomschallquellen.....	9
<b>4 Geschichte des Kino- und Mehrkanaltons.....</b>	<b>10</b>
4.1 Lichtton .....	11
4.2 Magnetton.....	12
4.3 Von der Monophonie zum Mehrkanalton.....	13
4.3.1 Mono .....	13
4.3.2 Stereo.....	13
4.3.3 Der Center-Lautsprecher .....	14
4.3.4 Surround-Lautsprecher.....	14
4.3.5 Der LFE-Kanal.....	15
4.4 Mehrkanaltechnik beim Kinofilmton.....	16
4.5 Digitale Speicherung von Mehrkanaltonverfahren.....	17
<b>5 Dreidimensionales Wiedergabeverfahren in der Audiotechnik.....</b>	<b>18</b>
5.1 Auro 3D und AruroMax.....	19
5.2 Das Iosono System von Barco Audio Technologies .....	20
5.3 Dolby Atmos.....	21
5.3.1 Die Audioobjekte bei Dolby Atmos.....	23
5.3.2 Dolby Rendering and Mastering Unit (RMU) .....	25
5.4 Technischer Aufbau des Dolby Atmos Systems der Firma Bewegte Bilder .....	26

5.4.1 Raum- und Lautsprecheranordnung .....	27
5.4.2 Dolby Atmos System Signalkette .....	28
5.4.4 Raum- und Lautsprecherkonfiguration .....	29
5.4.5 Pro Tools Workstation und Dolby Atmos Routing.....	30
<b>6 Filmtonepostproduktion und das Arbeiten mit Dolby Atmos .....</b>	<b>32</b>
<b>6.1 Der Workflow in der Filmtonepostproduktion .....</b>	<b>32</b>
6.1.1 Dialog- oder O-Tonschnitt .....	33
6.1.2 Die Foley/Geräuschaufnahmen.....	34
6.1.3 Sounddesign .....	35
6.1.4 Synchronaufnahmen, ADR .....	35
6.1.5 Filmmusik .....	36
6.1.6 Die Mischung .....	37
<b>6.2 Arbeiten mit Dolby Atmos.....</b>	<b>38</b>
6.2.1 Dolby Atmos Panner Plugin.....	39
6.2.2 Dolby Atmos Monitor Application .....	42
6.2.3 Das Dolby Atmos Printmaster.....	43
6.2.4 Dolby Atmos Rerendering in ein kanalbasiertes Format.....	44
<b>7 Zusammenfassung und Ausblick.....</b>	<b>45</b>
<b>8 Literaturverzeichnis .....</b>	<b>48</b>
Printmedien und Whitepaper.....	48
Internetquellen.....	49
<b>Anhang .....</b>	<b>50</b>
Anhang A1.....	50
Anhang A2.....	51
Anhang A3.....	51
Anhang A4.....	52
Anhang A5.....	53
Anhang A6.....	54
Anhang A7.....	55
Anhang A8.....	56
Anhang A9.....	57
Anhang A10 .....	58

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kopfbezogenes Koordinaten-system für die Beurteilung der Hörereignisrichtung (Weinzierl 2008, S.88). .....	4
Abbildung 2: Seitlich eintreffende Schallereignisse in der Horizontalebene (Görne 2015, S.126). .....	5
Abbildung 3: Richtungsbestimmende Frequenz-bänder ( <a href="https://de.wikipedia.org/wiki/Blauertsche_Bänder">https://de.wikipedia.org/wiki/Blauertsche_Bänder</a> Zugriff am 16.07.2016). 6	
Abbildung 4: Standard Stereo- Lautsprecheranordnung mit dem Hörer (Dickreiter 2014, S.221). .....	9
Abbildung 5: Sprossenschrift (Friesecke 2014, S. 782) .....	12
Abbildung 6: Zackenschrift (Friesecke 2014, S. 783).....	12
Abbildung 7: Monokino (Friesecke 2014, S.785) .....	14
Abbildung 8: Stereokino (Friesecke 2014, S.785) .....	14
Abbildung 9: Stereokino mit Centerkanal (Friesecke 2014, S.786) .....	15
Abbildung 10: 7.1 Surroundkino (Friesecke 2014, S.789) .....	15
Abbildung 11: Lautsprecheranordnung 5.1/7.1 Filmtonegrie und Kino (Dickreiter 2014, S. 969) .....	17
Abbildung 12: XCurve Wiedergabefrequenzgang für Filmtone (Dickreiter 2014, S. 967) .....	17
Abbildung 13: Auro 9.1 (AuroMax 2015, S.16) .....	19
Abbildung 14: Auro 13.1 (AuroMax 2015, S.16) .....	19
Abbildung 15: Dolby Atmos System (Authoring for Dolby Atmos Cinema Sound Manual, 2014, S.2) .....	28
Abbildung 16: Signalkette des Dolby Atmos Systems bei Bewegte Bilder (eigene Darstellung).....	29
Abbildung 17: Mikrofone Platzierung im Wiedergaberaum (Dolby Rendering and Mastering Unit for Cinema user Manual, 2014, S. 170.) .....	30
Abbildung 18: RMU MAD1 Eingänge (Authoring for Dolby Atmos Cinema Sound Manual, 2014, S 15). .....	31
Abbildung 19: Pro Tools Audio Zuweisung zur RMU (Authoring for Dolby Atmos Cinema Sound Manual, 2014, S 16). .....	31
Abbildung 20: Dolby Atmos Panner Plugin (Authoring for Dolby Atmos Cinema Sound Manual, 2014, S 70).....	41
Abbildung 21: Dolby Atmos Monitor Application (Screenshot bei Bewegte Bilder)	42

## **Abkürzungsverzeichnis**

AAF	Advanced Authoring Format
ADR	Automated Dialog Replacement
ANSI	American National Standards
AAX	Avid Audio Extension
DAW	Digital Audio Workstation
DCP	Digital Cinema Package
DVD	Digital Versatile Disc
FFOA	First Frame Of Action
LFE	Low Frequency Effect
LTC	Linear Timecode
MADI	Multichannel Audio Digital Interface
MXF	Material Exchange Format
PCM	Pulse-Code Modulation
RMU	Rendering And Mastering Unit
SMPTE	Society Of Motion Picture And Television Engineers
TV	Television

# 1 Einleitung

Bei einem Film geht es darum, dass man eine Geschichte erzählt und Emotionen beim Zuschauer auslöst, ihn möglicherweise eine neue Welt entdecken lässt. Beim Konsumieren eines Kinofilms und den sich oft anschließenden Gesprächen über diesen Film liegt das Hauptaugenmerk zumeist auf dem Inhalt und der Frage, wie dieser Inhalt vermittelt wird. Bei diesem *Wie* geht es allerdings sehr oft in erster Linie um die visuelle Darstellung: Farbgebung, Kameraführung, Bildausschnitt und Bildinhalt werden diskutiert. Viele Zuschauer und Rezipienten eines Films behandeln dabei den Filmtton – wenn auch oft unbewusst – nur stiefmütterlich. Spätestens beim Ansehen einer Horrorfilmszene ohne zugehörigen Ton wird jedem Konsumenten aber sofort klar, wie wichtig der Filmtton für die Erzeugung von Emotionen, wie zum Beispiel Spannung, ist. Deshalb spielt der Filmtton und seine Qualität eine sehr große Rolle beim Filmerlebnis und damit auch bei der Film(post)produktion.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich daher mit diesem wichtigen Element des Kinofilms, nämlich dem Kinofilmton und den Möglichkeiten, diesen wiederzugeben. Während zu den Anfangszeiten des Kinofilmtons nur ein einziger Lautsprecher im Kinosaal vorhanden war, ist heute theoretisch keine Lautsprecherbegrenzung für Kinos vorhanden. Ähnlich der Erneuerung durch 3D im Bild gibt es nun auch ein 3D im Ton: Die Töne kommen nicht mehr nur von links oder rechts, sondern seit den dreidimensionalen Wiedergabeverfahren auch von oben.

Inwiefern ergibt sich durch sogenannte dreidimensionale Wiedergabeverfahren für unser Hören einen Mehrwert, der für die Interpretation des Filminhalts von Bedeutung ist?

Und inwieweit lässt sich dieses neue Wiedergabeverfahren in der Produktion von Kinofilmton in die bisherigen Abläufe integrieren? Diesen Fragen soll im Folgenden am Beispiel eines dreidimensionalen, objektorientierten Wiedergabeverfahrens nachgegangen werden.

Im Zusammenhang mit meiner Werkstudententätigkeit war ich daran beteiligt, eine Dolby Atmos-Kinofilmtonregie aufzubauen. Dadurch konnte ich das Dolby Atmos System kennen lernen. Die Kernfrage dieser Arbeit lautet daher: Wie ist ein Dolby Atmos System aufgebaut und wie kann damit gearbeitet werden?

Um diese Frage beantworten zu können, wird zunächst in Kapitel 2 erläutert, wie das räumliche Hören überhaupt funktioniert. Schließlich soll in Kapitel 3 und 4 untersucht werden, wie sich der Kinofilmton von der kanalbasierten Monophonie zum mehrkanalbasierten Wiedergabeverfahren entwickelt hat, sodass ab Kapitel 5 gezielt auf dreidimensionale Wiedergabeverfahren eingegangen werden kann. Kapitel 5 und 6 beschäftigen sich dann mit einem möglichen Systemaufbau von Dolby Atmos und der Frage, inwiefern sich dieses System in die bisherigen Postproduktionsabläufe integrieren lässt und wie man mit diesem arbeiten kann.

## **2 Räumliches Hören**

Im Folgenden soll untersucht werden, inwiefern das menschliche Hörorgan in der Lage ist, Töne zu lokalisieren. Singt ein Vogel links über uns im Baum, so scheinen wir in etwa zu wissen, wo er sitzt, also woher der Ton, den der Vogel auslöst, kommt. Die Frage, die sich hier also stellt, ist, inwieweit das menschliche Hörorgan in der Lage ist, Schallquellen zu lokalisieren.

### **2.1 Schall- und Hörereignisse**

Laut Thomas Görne war es im 19. Jahrhundert fraglich, ob der Mensch in der Lage sei Schall zu orten. Er berichtet von Versuchen des englischen Physikers Lord Rayleigh (1842-1919), bei denen gezeigt wurde, dass die Richtung einer angeschlagenen Stimmgabel erkannt werden konnte. Daraus schloss man, dass die räumliche Schallwahrnehmung funktioniert. Der Winkel eines solchen Schallereignisses habe sich erkennen lassen, die Versuchspersonen hätten allerdings nicht immer erkannt, ob das Ereignis von vorne oder hinten kam.<sup>1</sup>

Heute wissen wir dagegen, dass der Mensch in der Lage ist, Schallquellen zu orten. Der Mensch nimmt mithilfe seines Hörorgans Schall im Raum wahr. Dabei muss zuerst zwischen Schallereignissen und Hörereignissen differenziert werden.

---

<sup>1</sup> Vgl. Görne, Thomas: Tontechnik. Carl Hanser, München 2015, S. 125.

Schallereignisse sind physikalisch klar definiert und gehen von einer Schallquelle aus. So ist zum Beispiel das Singen des Vogels das Schallereignis, während der Vogel, der das Singen verursacht, die Schallquelle ist. Von dieser Schallquelle gehen also Schallwellen aus, welche eindeutig physikalisch definierbar sind.<sup>2</sup>

Hörereignisse sind die durch das Ohr wahrgenommene und durch das Gehirn weiter verarbeitete Signale und Reize. Bei einem Hörereignis können Aussagen über die empfundene Lautstärke, die Tonhöhe und Tondauer gemacht werden. Diese Aussagen sind sogenannte Empfindungsgrößen. Das bedeutet, dass möglicherweise jeder Mensch das Singen des Vogels anders wahrnimmt. Da eine Empfindung also nicht klar physikalisch definierbar ist, muss man ein Hörereignis anders behandeln als ein Schallereignis. Der Zusammenhang zwischen dem Schallereignis und dem Hörereignis ist außerdem sehr komplex und man kann die beiden Ereignisse, also Reiz und Empfindung, nicht miteinander gleichsetzen.<sup>3</sup>

Trifft ein Schallereignis also auf ein Ohr, so entsteht ein Hörereignis. Dieses zeichnet sich dadurch aus, dass der Mensch die Schallquelle lokalisieren kann. Bei der räumlichen Wahrnehmung von Schallereignissen spricht man daher von Lokalisierung.

Anhand eines kopfbezogenen Koordinatensystems (vgl. Abbildung 2.1) lässt sich die räumliche Wahrnehmung von Schallquellen in drei Dimensionen darstellen: Die Horizontalebene (Seitenlokalisierung), die Vertikalebene (Medianebene, Höhenlokalisierung) und die Frontalebene (Tiefenlokalisierung). Über die Polarkoordinaten Elevation (Winkel in der Vertikalebene), Azimut (Winkel in der Horizontalebene) und dem Radius (Distanz der Schallquelle, Frontalebene), lässt sich die Richtung und Position einer Schallquelle in ein mathematisches Modell übertragen und in einem Koordinatensystem mit X-, Y- und Z-Achse abbilden.<sup>4</sup>

In der Horizontalebene wie auch in der Frontalebene bestimmen Laufzeit- und Pegelunterschiede zwischen den beiden Ohren die Ortung der Hörereignisrichtung. In der vertikalen Ebene sind spektrale Veränderungen an

---

<sup>2</sup> Vgl. Dickreiter, Michael: Handbuch der Tonstudioteknik, de Gruyter, Berlin 2014, S.118.

<sup>3</sup> Vgl. ebd., S. 118f.

<sup>4</sup> Vgl. Blauert, Jens und Braasch, Jonas: Räumliches Hören. In: Weinzierl, Stefan: Handbuch der Audiotechnik. Springer, Berlin Heidelberg 2008, S.87-118.

beiden Ohren für die Ortung verantwortlich.<sup>5</sup> Zwischen der Horizontalebene und der Vertikalebene besteht bei der Lokalisation also ein Unterschied. In jedem Fall sind aber zwei Ohren für die räumliche Wahrnehmung von Tönen, womit sie binaural („zweiohrig“) ist.<sup>6</sup>

Um also auf das Beispiel des singenden Vogels zurückzukommen, lässt sich nun feststellen, dass wir diesen deshalb lokalisieren können, weil die Reize von linkem und rechtem Ohr in unterschiedlicher Reihenfolge (Laufzeitunterschied) und in unterschiedlicher Intensität (Pegelunterschied) eintreffen.

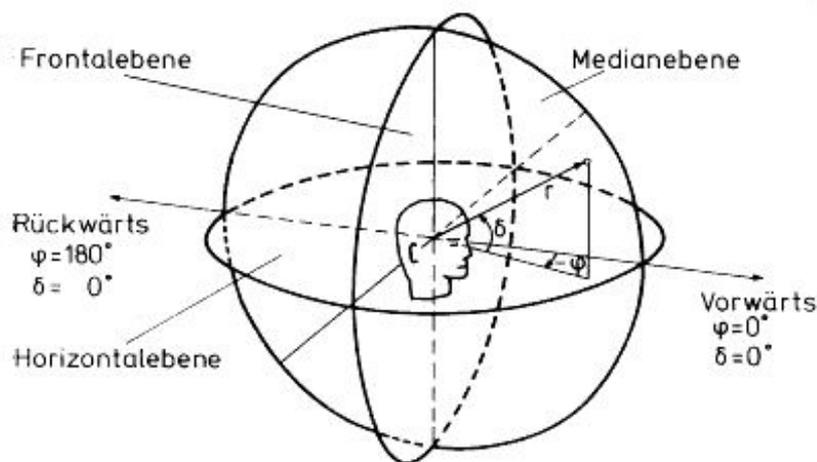


Abbildung 1: Kopfbezogenes Koordinatensystem für die Beurteilung der Hörereignisrichtung (Weinzierl 2008, S.88).

## 2.2 Wahrnehmungsebenen

Wenn Schall seitlich auf den Hörenden trifft, kann dieser durch Laufzeit- und Pegeldifferenzen zwischen seinen Ohren Schlüsse über die Ursprungsrichtung auf der Horizontalebene treffen. Laufzeitdifferenzen zwischen den Ohren entstehen, wenn ein Ohr der Schallquelle abgewandt und das andere der Schallquelle zugewandt ist. Der Schall erreicht dadurch die Ohren zu unterschiedlichen Zeiten. Pegeldifferenzen entstehen ebenfalls, wenn Schallwellen seitlich auf den Kopf treffen. An demjenigen Ohr, welches der Schallquelle zugewandt ist, entsteht ein größerer Pegel als an dem der Schallquelle abgewandten Ohr. Abhängig vom Einfallswinkel des Schallereignisses entsteht am Ohr, welches der Schallquelle abgewandt ist, durch den Kopf des Zuhörers ein Schallschatten. Ein

<sup>5</sup> Vgl. Dickreiter, Michael: Handbuch der Tonstudioteknik, de Gruyter, Berlin 2014, S.127f.

<sup>6</sup> Vgl. Görne, Thomas: Tontechnik. Carl Hanser, München 2015, S. 126.

Druckstau kommt an demjenigen Ohr zustande, welches der Schallquelle zugewandt ist.

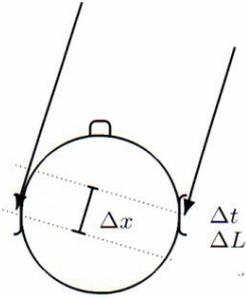


Abbildung 2: Seitlich eintreffende Schallereignisse in der Horizontalebene (Görne 2015, S.126).

Aus der Richtungsortung über Laufzeitdifferenzen und Pegeldifferenzen leiten sich die Laufzeitstereofonie und die Intensitätsstereofonie ab. Diese bilden die Grundlage der Stereofonie.<sup>7</sup>

Die Ortung von Schallquellen in der Vertikalebene unterscheidet sich wie schon erwähnt von der Lokalisation in der Horizontalebene. Erreicht der Schall auf der Horizontalebene den Zuhörer mittig mit einem Winkel von  $0^\circ$ , entstehen dabei keine Pegel- oder Laufzeitunterschiede und das Signal ist auf beiden Ohren gleich. Durch die Deutung der Frequenzanteile eines Signals können aber Rückschlüsse über den Ursprungsort getroffen werden.<sup>8</sup> Das Außenohr bildet zusammen mit dem Gehörgang ein Resonatorsystem.<sup>9</sup> Abhängig vom Winkel des eintreffenden Schalls und der Beschaffenheit von Kopf und Ohr, unterscheidet sich die Klangfarbe, die vom Resonatorsystem erzeugt wird.<sup>10</sup>

Die Lokalisation auf der Vertikalebene ist aber ungenau, da sie von sogenannten richtungsbestimmenden Frequenzbändern abhängig ist.<sup>11</sup> So fand Dr. Jens Blauert, der in den 1970er Jahren Lehrbeauftragter für Elektroakustik an der Ruhr-Universität Bochum war, heraus, dass das menschliche Gehör bei unterschiedlichen Frequenzen Rückschlüsse über den Ursprungsort von Schallsignalen treffen kann. Je nach Frequenzbereich kann mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit bestimmt werden, ob die Schallquelle vorne, oben oder hinten

<sup>7</sup> Vgl. Görne, Thomas: Tontechnik. Carl Hanser, München 2015, S. 126f.

<sup>8</sup> Vgl. Dickreiter, Michael: Handbuch der Tonstudioteknik, de Gruyter, Berlin 2014, S.131f.

<sup>9</sup> Vgl. Goeres-Petri, Jürgen: Das Ohr. In: Dickreiter, Michael: Handbuch der Tonstudioteknik, de Gruyter, Berlin 2014, S.115f.

<sup>10</sup> Vgl. Dickreiter, Michael: Handbuch der Tonstudioteknik, de Gruyter, Berlin 2014, S.131f.

<sup>11</sup> Vgl. Blauert, Jens: Räumliches Hören. S.Hirzel Verlag, Stuttgart 1974, S. 90.

ist. Hierbei ist zu beachten, dass es Frequenzbereiche gibt, die nur mit einer äußerst niedrigen Wahrscheinlichkeit zu deuten sind.<sup>12</sup>

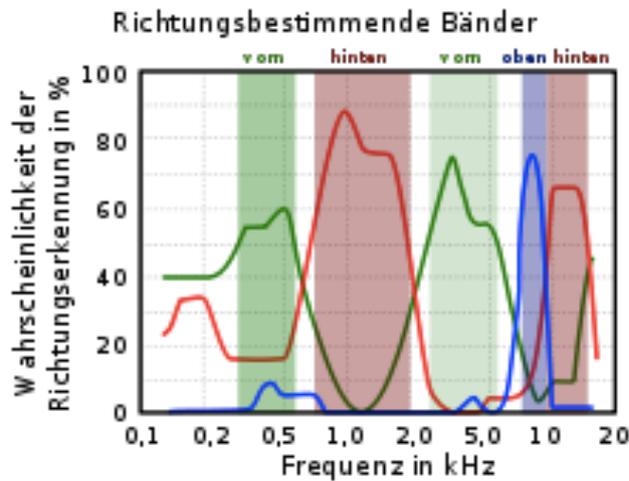


Abbildung 3: Richtungsbestimmende Frequenz-bänder ([https://de.wikipedia.org/wiki/Blauertsche\\_Bänder](https://de.wikipedia.org/wiki/Blauertsche_Bänder) Zugriff am 16.07.2016).

### 2.3 Zusammenfassung des räumlichen Hörens

Mithilfe der Ortung anhand der Vertikal- und Horizontalebene können also Rückschlüsse über die Position einer Schallquelle im Raum getroffen werden. Daraus entsteht das räumliche Hören, welches als grundlegend für die Wahrnehmung und Beurteilung von Raumklang ist. Wichtig dabei ist es, zu beachten, dass in der Vertikalebene teilweise nur eine schlechte Lokalisation von Schallereignissen möglich ist.

Im folgenden Kapitel soll untersucht werden wie man mithilfe von elektrischen Lautsprechern Schallquellen erzeugen kann, die das menschliche Ohr zu lokalisieren in der Lage ist.

## 3 Elektrische Tonwiedergabe

Mit der Erfindung des Phonographen im Jahr 1877 war es erstmals möglich Tonsignale aufzuzeichnen. Schallsignale wurden durch rein mechanisch-akustische Vorrichtungen gespeichert und wiedergegeben. Als Speichermedium dienten zu Beginn Wachswalzen und später Hartgummiplatten, welche dann von

<sup>12</sup> Vgl. ebd., S. 80-95.

der Schellackplatte abgelöst wurden. Eine qualitative Verbesserung kam durch die Einführung der Langspielplatte (LP) zustande. Diese findet sogar heute noch Verwendung. Die Erfindung und Entwicklung von Verstärkern und Mikrofonen ebnete dann den Weg für die magnetische Tonsignalspeicherung auf Magnetbändern. Bis etwa 1955 waren die genannten Verfahren zur Tonaufzeichnung einkanalig. Die Entwicklung der Zweikanal-Technik für die Aufnahme und Wiedergabe von Schall revolutionierte das bisherige Hörerlebnis.<sup>13</sup>

### **3.1 Monophonie**

Monophonie leitet sich aus der Wortkombination von mono (griech. „einzig“) und Phonie (griech. „Klang“) ab. Bei diesem Wiedergabeverfahren werden alle aufgenommenen Signale über nur einen Lautsprecher wiedergegeben. Im Hinblick auf das räumliche Hören und den Raumklang ergeben sich folgende Punkte: Der Hörer ist in der Lage die Schallquelle bzw. den Lautsprecher im realen Raum zu orten, kann aber keine Aussage über den „virtuellen“ Raum machen, in welchem das Schallsignal aufgezeichnet wurde. Es ist aber möglich die Entfernung des aufgenommenen Signals zu bestimmen, ob nah oder entfernt. Dadurch ist im Grunde eine eindimensionale Tiefenstaffelung möglich. Durch einen künstlich erzeugten Halleffekt auf dem Hörereignis ist es möglich die empfundene „Entfernung“ zu beeinflussen. Somit ist eine Lokalisation in der Tiefe des Raums möglich. Da die Monophonie nur eine Dimension abbilden kann, ist sie für die Wiedergabe eines virtuellen Raumklangs nur schlecht geeignet.<sup>14</sup>

### **3.2 Stereophonie**

Im Gegensatz zur monophonen Tonwiedergabe lässt sich durch Lautsprecher-Stereophonie besser eine Räumlichkeit abbilden. Zudem bietet sie die Möglichkeit, eine einzelne Schallquelle herauszuhören, zu lokalisieren und zu verfolgen. Dies schafft einen zusätzlichen Spielraum für Bewegungsabläufe bei Filmtonaufnahmen, Hörspiel- und Musikaufnahmen, sowie in der elektronischen

---

<sup>13</sup> Vgl. Dickreiter, Michael: Handbuch der Tonstudioteknik, de Gruyter, Berlin 2014, S. 422.

<sup>14</sup> Vgl. Stahl, Stephan: Objektorientierte Audioumgebung für Surround-Sound: Masterarbeit, vorgelegt an der Hochschule der Medien Stuttgart, WS 2012/2013, S.20.

Nachbearbeitung.<sup>15</sup> Bis heute ist dieses Verfahren der Tonwiedergabe, bei dem Schallquellen über zwei Lautsprecher wiedergegeben werden, das am häufigsten genutzte und wird üblicherweise als Stereo bezeichnet. Für die Positionierung einer Schallquelle im Raum macht man sich die im Abschnitt 2.2 erwähnten Laufzeit- und Pegeldifferenzen zu nutze. Dadurch ist der Zuhörer in der Lage zu erkennen, auf welchem der beiden Lautsprecher ein Signal wiedergegeben wird. Wenn aus beiden Lautsprechern gleichzeitig ein Signal wiedergegeben wird, entsteht eine virtuelle Schallquelle. Dieses Prinzip wird im Folgenden erläutert.

### **3.2.1 Aufbau eines Stereo-Wiedergabesystems**

Bei einem Stereo-Wiedergabesystem bildet der Zuhörer mit den beiden Lautsprechern zusammen ein unsichtbares gleichseitiges Dreieck, dessen Öffnungswinkel  $60^\circ$  beträgt. Somit steht der Zuhörer im Winkel von  $30^\circ$  bzw.  $-30^\circ$  zu den Lautsprechern. Der definierte Abstand zwischen den beiden Lautsprechern wird als Basisbreite bezeichnet. Diese sollte theoretisch je nach Abstand des Zuhörers angepasst werden. Bleibt die Basisbreite konstant, was in der Praxis üblicherweise der Fall ist, entstehen folgende Phänomene: Wird der Abstand des Zuhörers kleiner, vergrößert sich das Stereobild, weil der Öffnungswinkel größer wird. Dabei kann die Wahrnehmung der Hörereignisorte gestört werden. Bei Verkleinerung des Öffnungswinkels durch Vergrößerung des Abstands zwischen Lautsprechern und Zuhörer wird das Stereobild beschränkt, die Schallereignisse scheinen zusammenzurücken. Der Öffnungswinkel muss aber nicht immer exakt  $60^\circ$  betragen, es gibt einen Toleranzbereich zwischen  $45^\circ$ - $80^\circ$ . Innerhalb dieses Bereiches treten nur bedingt Ortungsfehler auf. Kopfbewegungen des Zuhörers können die Lokalisation beeinflussen. Ist der Abstand zwischen den Lautsprechern zu groß, können sogar zwei einzelne Schallquellen wahrgenommen werden.<sup>16</sup>

---

<sup>15</sup> Vgl. Theile, Günther: Tonaufnahme und Tonwiedergabe. In: Dickreiter, Michael: Handbuch der Tonstudioteknik, de Gruyter, Berlin 2014, S. 218.

<sup>16</sup> Vgl. Slavik, Karl M.: Wiedergabeverfahren. In: Weinzierl, Stefan: Handbuch der Audiotechnik, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2008, S. 611f.

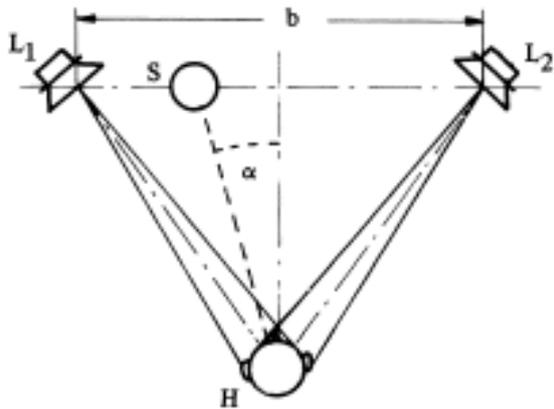


Abbildung 4: Standard Stereo-Lautsprecheranordnung mit dem Hörer (Dickreiter 2014, S.221).

### 3.2.2 Bildung von Phantomschallquellen

Durch Pegel- und Laufzeitunterschiede ist das menschliche Gehör in der Lage Schallsignale im Raum zu orten. Wenn bei einem Stereo- oder Mehrkanalwiedergabeverfahren auf einem der Lautsprecher ein Schallsignal wiedergegeben wird, ist der Zuhörer in der Lage dieses Signal dem entsprechenden Lautsprecher zuzuordnen. Wird auf zwei Lautsprechern zeitgleich ein Signal in identischer Lautstärke wiedergegeben, kann das Gehirn die beiden Signale nicht getrennt voneinander verarbeiten. Somit entsteht beim Zuhörer der Eindruck, dass sich die Schallquelle direkt vor ihm, in der Mitte der beiden Lautsprecher befindet. Die so entstandene scheinbare Schallquelle wird als Phantomschallquelle bezeichnet. Es gibt zwei Varianten solche Phantomschallquellen zu platzieren.<sup>17</sup>

Wird ein Tonsignal auf dem linken Lautsprecher zeitversetzt abgespielt, verschiebt sich dadurch die Phantomschallquelle in Richtung des rechten Lautsprechers. Dieses Verfahren bezeichnet man als Laufzeitstereophonie.

Wird ein Tonsignal mit unterschiedlich lauten Pegeln wiedergegeben, verschiebt sich die Phantomschallquelle in Richtung des rechten Lautsprechers, wenn auf diesem der Pegel höher ist als auf dem linken. Das Platzieren von Phantomschallquellen über unterschiedlich hohe Pegel nennt man Intensitätsstereophonie.

Man spricht von der Äquivalenzstereophonie, wenn die Lautsprechersignale sowohl Pegeldifferenzen (Intensitätsstereophonie) als auch Laufzeitdifferenzen

<sup>17</sup> Vgl. Theile, Günther: Tonaufnahme und Tonwiedergabe In: Dickreiter, Michael: Handbuch der Tonstudioteknik, de Gruyter, Berlin 2014, S. 221f.

(Laufzeitstereophonie) enthalten.<sup>18</sup> Auf einer gedachten Achse zwischen den Lautsprechern lassen sich durch Laufzeit-, Intensitäts- und Äquivalenzstereophonie beliebige virtuelle Schallquellen erzeugen. Der Zuhörer kann dadurch unterschiedliche, auf der X-Achse des Raumes positionierte Signale lokalisieren. Eine Tiefenstaffelung im Raum kann durch den Einsatz von Halleffekten erzeugt werden. Somit kann die Stereophonie eine zweidimensionale Darstellung von Phantomschallquellen im Raum abbilden.<sup>19</sup>

Heutige Mischpulte haben für die Positionierung von Phantomschallquellen einen Panoramaregler. Durch diesen lassen sich Schallquellen übergangslos zwischen zwei Lautsprechern positionieren. Dieses Verfahren wird als Panning bezeichnet. In der Regel wird für die Verschiebung von Phantomschallquellen zwischen zwei Lautsprechern das Verfahren der Intensitätsstereophonie verwendet. Bei digitalen Mischpulten kann dies auch über Laufzeit- oder Äquivalenzstereophonie umgesetzt werden.<sup>20</sup>

Um eine Phantomschallquelle richtig orten zu können, muss sich der Hörer innerhalb des Stereohörbereichs befinden. Dazu muss sich der Hörer auf der gedachten Mittelachse (Winkelhalbierenden des Öffnungswinkels des gleichseitigen Dreiecks) zwischen den Lautsprechern befinden. Wird dieser Hörbereich verlassen, verschiebt sich die Phantomschallquelle in die entsprechende Richtung.<sup>21</sup>

## **4 Geschichte des Kino- und Mehrkanaltons**

Schon die ersten Stummfilmvorführungen gegen Ende des 19. Jahrhunderts waren musikalisch untermalt. Bevor 1923 der erste Tonfilm in die Kinos kam, wurden die Filmvorführungen von Orchestern in pompösen Filmtheatern begleitet. Nachdem sich das Kino verbreitet hatte und auch für verhältnismäßig geringe Eintrittskosten dargeboten wurde, übernahmen Pianisten oder Orgelspieler die musikalische Untermalung. Im nächsten Abschnitt wird die Entwicklung im Bereich des Kinotons zusammengefasst und einen Überblick über

---

<sup>18</sup> Vgl. Görne, Thomas: Tontechnik. Carl Hanser, München 2015, S. 130.

<sup>19</sup> Vgl. .Stahl, Stephan: Objektorientierte Audioumgebung für Surround-Sound: Masterarbeit, vorgelegt an der Hochschule der Medien Stuttgart, WS 2012/2013, S.23.

<sup>20</sup> Vgl. Görne, Thomas: Tontechnik. Carl Hanser, München 2015, S. 346.

<sup>21</sup> Vgl. Theile, Günther: Tonaufnahme und Tonwiedergabe In: Dickreiter, Michael: Handbuch der Tonstudioteknik, de Gruyter, Berlin 2014, S. 279f.

einige der Formate aufgezeigt<sup>22</sup>, so dass im fünften Kapitel ein neues Wiedergabeformat vorgestellt werden kann, welches sich von den anderen Formaten dadurch unterscheidet, dass es das bisherige kanalbasierte Wiedergabeverfahren weiter nutzt und durch ein objektorientiertes Wiedergabeverfahren erweitert.

#### **4.1 Lichtton**

Beim Lichtton befindet sich die Toninformation als Abbildung auf dem Filmstreifen und wird mit Hilfe einer Lampe und eines Fotoempfängers ausgelesen.<sup>23</sup> Hierbei ist zu beachten, dass die Toninformation zeitversetzt zur Bildinformation auf den Filmstreifen aufgebracht werden muss. Die Bilder kommen für 1/24 Sekunde zum Stehen um durchleuchtet zu werden. Dies geschieht durch frei schwingende Schleifen, die schrittweise bewegt werden. Der Ton hingegen muss konstant abgelesen werden und wird daher zeitversetzt zum Bild auf den Filmstreifen aufgebracht.<sup>24</sup>

Die Sprossenschrift war eine frühe Variante des Lichttons. Bei diesem Verfahren wurden gleichbreite „Sprossen“ mit verschiedener Schwärzung quer zur Filmlaufrichtung auf dem Filmstreifen angeordnet. Der Grad der Schwärzung gibt die Richtung der Amplitudenschwingung an: Positive Amplituden gehen in Richtung weiß und negative Amplituden gehen in Richtung schwarz. Bei diesem Tonformat ergibt sich der Signalrauschabstand<sup>25</sup> von etwa 35dB durch den Kontrast des Filmes.<sup>26</sup>

Die Zackenschrift besteht aus vielen amplitudenabhängigen, unterschiedlich breiten Strichen, welche der Hüllkurve des Tonsignals entsprechen. Um etwa 1926 hielt die Zackenschrift Einzug in den Kinolichtton. Alle modernen Filme verwenden dieses Verfahren um analogen Ton auf dem Filmmaterial zu speichern. Da bei der Zackenschrift nicht der Kontrast, sondern die optische

---

<sup>22</sup> Vgl. Friesecke, Andreas: Die Audio-Enzyklopädie, de Gruyter, Berlin Boston 2014, S. 781.

<sup>23</sup> Vgl. ebd., S.782.

<sup>24</sup> <https://de.wikipedia.org/wiki/Lichttonverfahren>, Zugriff zuletzt am 21.07.2016

<sup>25</sup> Definition Rauschabstand, siehe: Görne, Thomas: Tontechnik. Carl Hanser, München 2015, S. 230.

<sup>26</sup> Vgl. Friesecke, Andreas: Die Audio-Enzyklopädie, de Gruyter, Berlin Boston 2014, S. 782.

Auflösung des Filmmaterials ausschlaggebend für den Signalrauschabstand ist, war dieser von Beginn an besser als bei der Sprossenschrift. Dieser lag bei etwa 45dB und konnte nach und nach durch Dolby Rauschunterdrückung (ab 1971 Dolby A, ab 1987 Dolby SR) auf 65-70 dB verbessert werden.<sup>27</sup>



Abbildung 5: Sprossenschrift (Frießecke 2014, S. 782)



Abbildung 6: Zackenschrift (Frießecke 2014, S. 783)

## 4.2 Magnetton

Ab ca. 1955 wurden auf 70mm Filmformat bis zu sechs Magnettonspuren aufgeklebt. Je zwei Spuren befanden sich rechts und links der Perforation und je eine rechts und links innerhalb der Perforation. Der 70mm Film hatte eine wesentlich bessere Bild- und Tonqualität und wurde vor allem vor der Digitalisierung Mitte der achtziger Jahre verwendet, um das Kino konkurrenzfähig gegenüber den Videotheken zu machen. Für den 6-Kanalton gab es verschiedene Kanalanordnungen.<sup>28</sup>

„**TODD-AO:** 5 Lautsprecher hinter der Leinwand und ein Effekt Kanal.

**70mm Dolby Stereo:** 3 Lautsprecher hinter der Leinwand und ein Surround-Kanal (2 Spuren leer)

**70mm Dolby Stereo/Stereo Surround:** 3 Lautsprecher hinter der Leinwand und zwei Surround-Kanäle (eine Spur leer)

**70mm Dolby Stereo/Stereo Surround/Baby Boom:** 3 Lautsprecher hinter der Leinwand und zwei Surround-Kanäle, und ein „Baby Boom“- Kanal für tieffrequente Effekte.“<sup>29</sup>

Der Vorteil des Magnettons gegenüber dem uncodierten Lichtton bestand in seiner deutlich besseren Wiedergabequalität. Wegen des größeren Aufwands und

<sup>27</sup> Vgl. Frießecke, Andreas: Die Audio-Enzyklopädie, de Gruyter, Berlin Boston 2014, S. 783.

<sup>28</sup> Vgl. ebd., S.783f.

<sup>29</sup> Vgl. ebd., S. 784.

der deutlich höheren Kosten der Kopiervorgänge und der Wartungen der Magnettonanlagen verlor der Magnetton aber an Bedeutung, als hochwertige surroundfähige Lichttonverfahren entwickelt und genutzt wurden.<sup>30</sup>

### **4.3 Von der Monophonie zum Mehrkanalton**

Nachdem der Tonfilm in den Kinos Einzug hielt und die Musiker durch Lautsprecher in den Kinos ersetzt wurden, war es das Ziel auf allen Sitzplätzen im Kino eine optimale Tonwiedergabe zu gewährleisten. Daraus haben sich die verschiedenen Mehrkanalformate entwickelt. Im Folgenden sollen die verschiedenen Lautsprecheranordnungen dargestellt werden.

#### **4.3.1 Mono**

Da sich beim Film die wichtige Handlung mittig auf der Leinwand abspielt, platzierte man den Lautsprecher mittig hinter der Leinwand. Als Zuhörer kann man daher egal von welchem Sitzplatz aus, die Schallquelle richtig lokalisieren.<sup>31</sup> Dadurch, dass man aber mit nur einem Lautsprecher auch nur eine Schallquelle abbilden kann, ist es nicht möglich bei einem Dialog von zwei Personen auf der Leinwand eine räumliche Zuordnung der Stimmen zu den Personen darzustellen.

#### **4.3.2 Stereo**

Nachdem das Stereoverfahren in der Audiotechnik beispielsweise bei Plattenspielern Verwendung fand, rüstete man auch die Kinosäle mit zwei Lautsprechern aus. Dadurch hatte man nun die Möglichkeit Geräusche links oder rechts dem Bild entsprechend zu platzieren. Der Dialog sollte nach wie vor bildmittig stattfinden. Dies wurde durch die Bildung einer Phantomschallquelle umgesetzt. Hierbei entstand nun aber das Problem, dass auf den Randplätzen im Kinosaal diese nicht mehr mittig zu orten war, da der Zuschauer auf diesen Plätzen die optimale Hörzone verlässt. Im hinteren Bereich des Kinos ist der Diffusschallanteil sehr stark und der Ton wird immer mehr als Monosignal wahrgenommen, weil sich mit steigendem Abstand zu den Lautsprechern die Stereobreite verkleinert. Daher mussten die Kinosäle durch weitere Lautsprecher

---

<sup>30</sup> Vgl. Slavik, Karl: Film- und Fernsehton In: Dickreiter, Michael: Handbuch der Tonstudioteknik, de Gruyter, Berlin 2014, S. 695.

<sup>31</sup> Friesecke, Andreas: Die Audio-Enzyklopädie, de Gruyter, Berlin/Boston 2014, S. 785.

erweitert werden um eine gute Tonwiedergabe auf allen Plätzen gewährleisten zu können.<sup>32</sup>

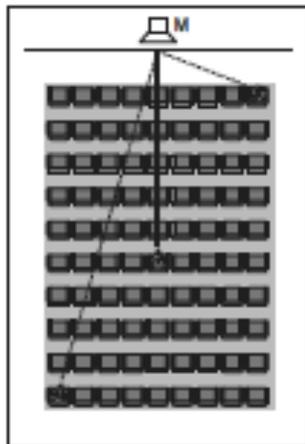


Abbildung 7: Monokino (Friessecke 2014, S.785)

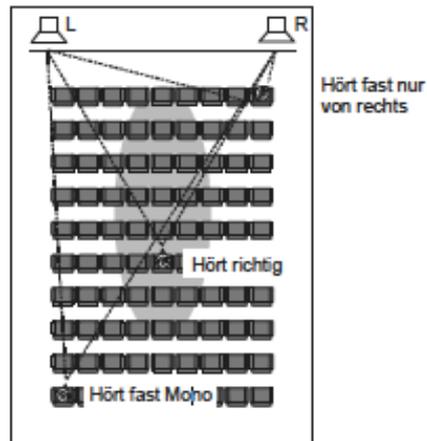


Abbildung 8: Stereokino (Friessecke 2014, S.785)

### 4.3.3 Der Center-Lautsprecher

Der nächste Schritt war nun einen weiteren Lautsprecher mittig zwischen die beiden Stereo-Lautsprecher zu platzieren. Aufgrund seiner zentralen Position nennt man ihn den Center-Lautsprecher. Wenn nun auf diesem zusätzlichen Kanal der Dialog gemischt wurde, konnte dieser im gesamten vorderen Teil des Kinos bildmittig lokalisiert werden. Außerdem war es nun möglich, je nach Bildinhalt den Dialog und oder Geräusche entsprechend zu platzieren. Somit ergab sich eine Mischform aus Mono- und Stereokino. Da man aber weiterhin im hinteren Teil des Kinos wegen dem Diffusschallanteil den Ton mono wahrnehmen mussten weitere Lautsprecher installiert werden.<sup>33</sup>

### 4.3.4 Surround-Lautsprecher

Um den Zuschauer in das Geschehen eines Films hineinzuziehen und ihn vergessen zu lassen, dass er sich eigentlich in einem Kinosaal befindet, rüstete man die Kinosäle mit zusätzlichen Lautsprechern aus, die das Publikum umgeben, sogenannte Surround-Lautsprecher. Diese beginnen ab dem ersten Drittel des Kinosaals, von vorne gesehen. Um zu verhindern, dass die Zuschauer die Surround-Lautsprecher gezielt lokalisieren können und dadurch die künstliche Raumillusion zerstört werden könnte, wurden verschiedene Maßnahmen

<sup>32</sup> Vgl. ebd., S. 785.

<sup>33</sup> Vgl. ebd., S. 785f.

umgesetzt. Zum Beispiel werden viele kleine Lautsprecher verwendet um ein diffuses Schallfeld zu erschaffen. Die Lautsprecher werden durch Filter in ihrem Frequenzgang sowohl in den hohen wie auch in den tiefen Frequenzen beschnitten. Zu Beginn wurde dieser Surround-Kanal (S) nur für eine räumliche Klanginformation im Saal genutzt, später aber auch für Effekte und Bewegungen außerhalb der Leinwand. Da dies mit nur einem Surround-Kanal nur bedingt umzusetzen war, erweiterte man diesen nach und nach bis zu einem vierkanaligen Surround-System: Ein Stereo-Surround-Kanal (LS und RS) für die Seiten und einen Stereo-Surround-Kanal (Bsl/Bsr) für hinten. Dadurch war es nun möglich, Klangbewegungen im Raum besser umzusetzen.<sup>34</sup>

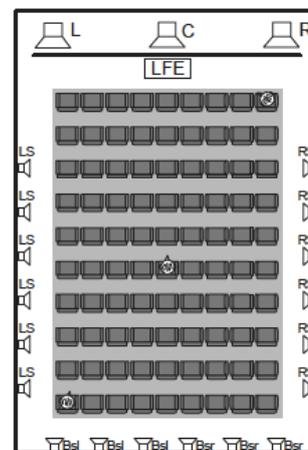
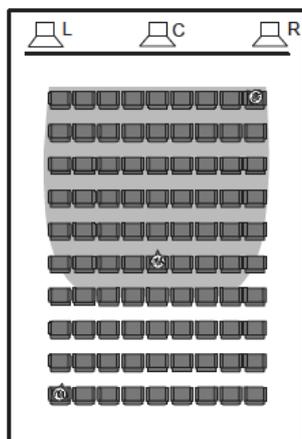


Abbildung 9: Stereokino mit Centerkanal (Frießecke 2014, S.786)

Abbildung 10: 7.1 Surroundokino (Frießecke 2014, S.789)

#### 4.3.5 Der LFE-Kanal

Um dem Zuschauer im Kino das Gefühl zu vermitteln, dass er nicht nur Zuschauer ist, sondern sich mitten im Geschehen befindet, führte man den LFE-Kanal (Low Frequency Effects) ein. Dieser eigenständige bandbegrenzte Kanal (Lowpass bis etwa 150 Hz) ist dafür vorgesehen, tieffrequente Effekte mit großer Intensität im Kino wiederzugeben.

„Durch die Bandbegrenzung können nur Frequenzen unterhalb 150Hz abgestrahlt werden. In vielen Standards liegt die Grenzfrequenz noch niedriger. Um die tiefen Frequenzen mit ausreichend Dynamik in Bezug auf die Hauptkanäle speichern zu können, wird der LFE so eingestellt, dass er bei gleicher elektrischer Eingangsspannung am Verstärker +10dB mehr

<sup>34</sup> Vgl. ebd., S. 786-789.

Schalldruck im Kinosaal erzeugt. Auf diese Weise wird die Gesamtdynamik des Tonübertragungssystems um 10dB vergrößert.“<sup>35</sup>

Dadurch lässt man den Zuschauer nicht nur hören, sondern auch fühlen, was im Film geschieht.<sup>36</sup>

#### **4.4 Mehrkanaltechnik beim Kinofilmton**

Die Surround-Mehrkanaltechnik ist nicht auf eine bestimmte Kanalanzahl beschränkt. Es wurden aber international anerkannte Standards entwickelt: Die Empfehlungen „ITU-R BS.775-1“ (TV, DVD) und „ANSI/SMPTE 202M“ (Kino, Film). Diese Standards sind ein Kompromiss zwischen optimaler räumlicher Tondarstellung in einer breiten Hörzone und einer praktischen Kompatibilität zur Zweikanal-Wiedergabe. Bei mehrkanaligen Wiedergabeverfahren können unterschiedliche Kanalkonfigurationen zum Einsatz kommen. Am meisten verbreitet ist das 5.1 System. Für das 5.1 Surround-System hat sich der Begriff Mehrkanalstereophonie etabliert, da die Schallquellen zwischen den Lautsprechern als Phantomschallquellen dargestellt werden. Bei diesem System wird die konventionelle Zweikanal-Stereophonie um vier zusätzliche Kanäle erweitert: Der Center-Kanal C in der Front (mittig zwischen dem linken- und rechten Kanal), zwei den Zuhörer umgebenden Surround-Kanäle LS und RS sowie einen speziellen Tieffrequenzkanal, den sogenannten LFE (low frequency effect).<sup>37</sup> Bei der Bezeichnung 5.1 steht die Zahl vor dem Punkt für die Anzahl der Breitbandkanäle, die Zahl hinter dem Punkt gibt an ob ein bandbeschränkter Tiefbasskanal (LFE) vorhanden ist. Neben dem 5.1 System kommt im Kino auch das 7.1 System zum Einsatz. Dieses verfügt über zwei Stereo Surround-Kanäle (Ls, Rs und Bsl, Bsr).<sup>38</sup>

Für den Kinofilmton werden die Lautsprecher, wie in Abb. 4.7 gezeigt, entlang der vier Raumwände positioniert. Die Surroundlautsprecher sind, wie schon erwähnt, bandbegrenzt und auf eine diffuse Abstrahlung optimiert. Ihr Wiedergabepegel ist um 3dB abgesenkt. Die Produktion und Wiedergabe des

---

<sup>35</sup> Vgl. ebd., S.788.

<sup>36</sup> Vgl. ebd., S.787f.

<sup>37</sup> Vgl. Theile, Günther: Tonaufnahme und Tonwiedergabe In: Dickreiter, Michael: Handbuch der Tonstudioteknik, de Gruyter, Berlin 2014, S. 279f.

<sup>38</sup> Vgl. Slavik, Karl M. und Weinzierl: Wiedergabeverfahren. In: Weinzierl, Stefan: Handbuch der Audiotechnik, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2008, S. 616f.

Kinomehrkanalton richtet sich nach dem ANSI/SEMPTE 202M Standard für Räume  $>150\text{m}^3$ . Die Raumgröße und die perforierte Leinwand, hinter der die Frontlautsprecher stehen, verursachen eine Dämpfung in den hohen Frequenzen, weswegen bei der Produktion nach der X-Curve (Abb. 4.8) abgemischt wird.<sup>39</sup>

„Die X-Curve beschreibt einen Frequenzgang, der zwischen 63 Hz und 2 kHz linear verläuft, jedoch darüber und darunter um 3 dB/Oktave abfällt. Für Räume  $< 150 \text{ m}^3$  gilt ein modifizierter Kurvenverlauf; die Dämpfung beträgt oberhalb des linearen Bereichs lediglich 1,5dB/Oktave. Im tieffrequenten Bereich bleibt die Kurve wahlweise linear (bei kleineren Räumen) oder wird ebenfalls um 1,5 dB/Oktave gesenkt.“<sup>40</sup>

Bei der Produktion und Wiedergabe von Kinoton wird nach den Empfehlungen von Dolby und SMPTE mit einem normierten Abhörpegel von 85dB(C) gearbeitet. Dadurch ist ein maximaler Schalldruckpegel von 105dB(C) im Kino möglich wenn vom Bezugspegel von  $-20\text{dB}_{\text{FS}}$  ausgegangen wird.<sup>41</sup>

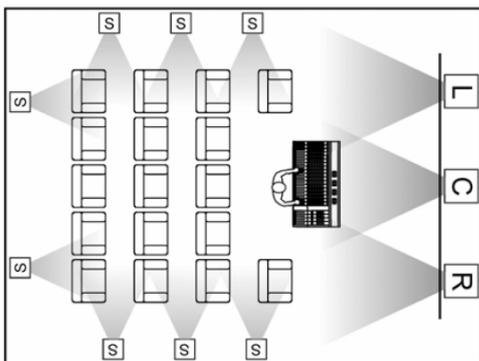


Abbildung 11:  
Lautsprecheranordnung 5.1/7.1  
Filmtonregie und Kino  
(Dickreiter 2014, S. 969)

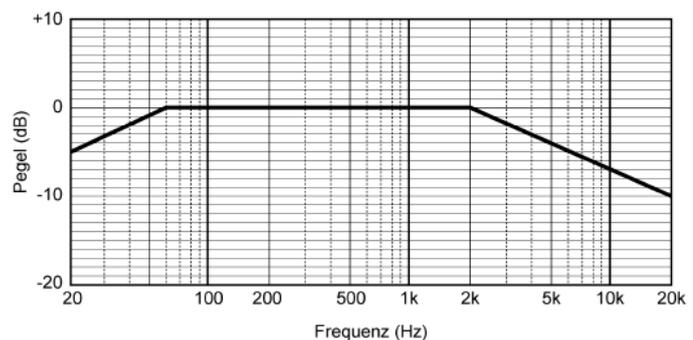


Abbildung 12: XCurve  
Wiedergabefrequenzgang für Filmton  
(Dickreiter 2014, S. 967)

## 4.5 Digitale Speicherung von Mehrkanaltonverfahren

Es gibt verschiedene Formate um Mehrkanalton für Filme auf verschiedenen Medien wie beispielsweise analogem Film, DVD oder Festplatten zu speichern. Auf der Abbildung 6 sind drei solcher Formate abgebildet: Dolby Digital, dts und SDDS. Aufgrund des großen Umfangs dieses Themas wird auf diese Speicherformate in dieser Arbeit aber nicht näher eingegangen. Bei Interesse an

<sup>39</sup> Vgl. Slavik, Karl: Film- und Fernsehton In: Dickreiter, Michael: Handbuch der Tonstudioteknik, de Gruyter, Berlin 2014, S. 966.

<sup>40</sup> Ebd., S.966.

<sup>41</sup> Vgl. ebd., S. 969.

diesem Thema bietet die Audio-Enzyklopädie von Andreas Friesecke nähere Informationen.<sup>42</sup>

## **5 Dreidimensionales Wiedergabeverfahren in der Audiotechnik**

Im heutigen Kino ist der Surround-Sound zum Standard für die Filmtonwiedergabe geworden. Der nächste nun folgende Schritt ist die dritte räumliche Dimension in der Tonwiedergabe mit einzubeziehen. Zu den Lautsprechern auf der horizontalen Ebene, die den Zuhörer umgeben, wird nun die vertikale Achse miteinbezogen. Dies geschieht durch zusätzliche Lautsprecher über den Zuhörern welche den räumlichen Gestaltungsbereich vervollständigen, dadurch ist in bestimmten Grenzen ein dreidimensionales Klangbild möglich.<sup>43</sup> Die Einführung von kanalunabhängigen Audioobjekten, die abhängig von Positionsmetadaten direkt bei ihrer Wiedergabe auf vorhandene Lautsprecher im Wiedergaberaum berechnet und somit wiedergegeben werden, ist eine weitere neue Vorgehensweise bei dreidimensionalen Wiedergabeverfahren. Da dieser objektorientierte Ansatz mit den bisherigen kanalbasierten Formaten kombiniert werden kann, ist eine Integration in bisherige Arbeitsweisen der Filmtonschaffenden möglich. In Kapitel 6 wird daher das Arbeiten mit den Dolby Atmos „Werkzeugen“ beschrieben.

Diese Arbeit befasst sich im Besonderen mit dem objektorientierten System Dolby Atmos, welches sich aktuell auf dem Kinofilmmarkt durchzusetzen scheint.<sup>44</sup> In diesem Kapitel wird der technische Aufbau einer Dolby Atmos Kinotonregie beschrieben. Es soll nun aber im folgenden Abschnitt auch eine kleine Übersicht von Alternativ-Systemen der dreidimensionalen Tonwiedergabeverfahren aufgezeigt werden.

---

<sup>42</sup> Friesecke, Andreas: Die Audio-Enzyklopädie, de Gruyter , Berlin/Bosten 2014, S.797ff.

<sup>43</sup> Vgl. Theile, Günther: Tonaufnahme und Tonwiedergabe In: Dickreiter, Michael: Handbuch der Tonstudioteknik, de Gruyter, Berlin 2014, S. 311f.

<sup>44</sup> <https://www.film-tv-video.de/business/2016/06/22/mehr-als-600-kinosaele-in-emea-mit-dolby-atmos/> Zugriff zuletzt am 04.08.2016

## 5.1 Auro 3D und AruroMax

Die Firma Auro Technologies stellte im Jahr 2006 ihr kanalbasiertes Auro 3D System vor. Hierbei wird ein Basis 5.1 Surround-System mit zusätzlichen Höhenlautsprechern zum Auro 9.1 Format erweitert. Dieses System lässt sich bis auf Auro 13.1 ergänzen und bezieht dadurch noch einen weiteren Top-Deckenlautsprecher mit ein.<sup>45</sup>

Laut der Entwickler kann durch die zusätzliche Lautsprecherebene eine „echte“ dritte Dimension im Ton dargestellt werden, da die drei orthogonalen Achsen x, y und z für das Lautsprecher-Setup verwendet werden. Zudem soll es zu 100

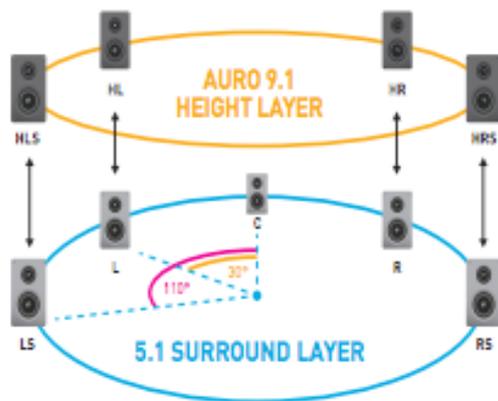


Abbildung 13: Auro 9.1 (AuroMax 2015, S.16)

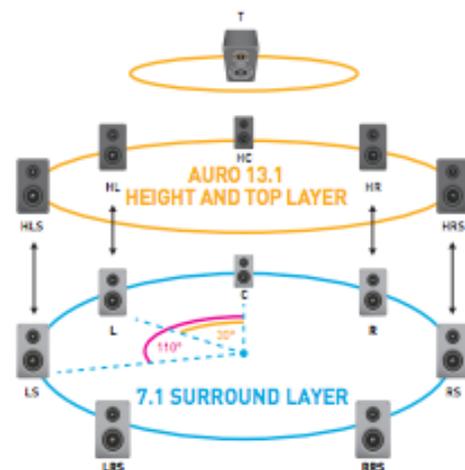


Abbildung 14: Auro 13.1 (AuroMax 2015, S.16)

Prozent mit dem Stereo und 5.1 Format kompatibel sein.<sup>46</sup> Problematisch beim 9.1 Format ist allerdings, dass der Zuhörer im Grunde keine Phantomschallquellen zwischen den Lautsprecherebenen oder über sich lokalisieren kann.<sup>47</sup>

Das Auro 3D System verwendet einen selbst entwickelten Audio-Codec. Mit diesem lassen sich mehrkanalige Audiodaten in einem PCM Stream auf weniger Kanäle reduzieren, zum Beispiel 9.1 in 5.1 oder sogar in 2.0. Diese lassen sich auf bestehenden Systemen abspielen, aber erst durch einen Decoder können die extra Kanäle in ihrer Originalqualität abgerufen werden. Zudem bietet der Codec

<sup>45</sup> Vgl. Auro Technologies 2015: Auro-3D Home Theater Setup – Installation Guidelines, S. 9ff.

<sup>46</sup> Vgl. Auro 3D Productions in Auro 3D, Professional Workflow and costs, 2011, S. 1.

<sup>47</sup> Vgl. Theile, Günther: Tonaufnahme und Tonwiedergabe In: Dickreiter, Michael: Handbuch der Tonstudioteknik, de Gruyter, Berlin 2014, S. 312.

eine verlustlose, virtuelle Komprimierung mit größerer Kompressionsratio als andere verlustfreie Codecs. Es wird ihm zudem eine hohe Kompatibilität zu bisherigen Wiedergabe- und Vertriebsverfahren nachgesagt.<sup>48</sup>

In Zusammenarbeit mit der Firma Barco wurde das objektbasierte AuroMax System entwickelt. Es gibt bisher drei verschiedene Lautsprecherkonfigurationen für dieses System, die auf dem Auro 11.1 Standard basieren. Bei der kleinsten AuroMax 20.1 Konfiguration werden die Surroundlautsprecher Arrays auf jeder Ebene und Wand in zwei Zonen aufgeteilt, bei AuroMax 22.2 werden diese auf 4 Zonen erweitert. Die bisher größte Konfiguration Auromax 26.1 bietet die beste Kompatibilität zum Standard-Surround und dem Auro 11.1 Format. Zudem bietet sie die größte optimale Hörzone.<sup>49</sup> Das AuroMax System arbeitet wie auch Dolby Atmos mit sogenannten Beds und Audioobjekten, auf die in diesem Kapitel unter Punkt 5.3.1 noch näher eingegangen wird. Das Herzstück eines AuroMax Systems ist der AuroMax Audio Prozessor (OMB). Dieser ist unter anderem für die Raum- und Lautsprecherkonfiguration, sowie die Decodierung und das Rendering, also der Wiedergabeberechnung der Audioelemente zuständig.

## **5.2 Das Iosono System von Barco Audio Technologies**

Die Firma Barco Audio Technologies hat mit dem Iosono System ihr eigenes räumliches Audiowiedergabeverfahren entwickelt, welches auch mit Audioobjekten arbeitet. Es findet im Besonderen bei Eventinstallationen und Kinosälen Verwendung. Bei einer Kinomischung wird mit maximal 64 codierten Quellkanälen gearbeitet, welche bei der Wiedergabe von einem Tonprozessor auf bis zu 128 Lautsprecherkanäle gerendert und wiedergegeben werden können. Theoretisch gibt es keine Obergrenze, was die Anzahl der Lautsprecher betrifft, da das Iosono System auf dem Verfahren der Wellenfeldsynthese basiert.<sup>50</sup>

Hierbei werden akustische Schallfelder erzeugt, deren Schallausbreitung einer echten Schallquelle entspricht. Das aus der Wellentheorie bekannte Huygessche Prinzip bildet die Grundlage dazu. Für die Audiowiedergabe bei einer Wellenfeldsynthese müssen Lautsprecher um den ganzen Wiedergaberaum angeordnet sein, damit ein Schallfeld nachgebildet werden kann. Für jede

---

<sup>48</sup> Bert Van Daele, Wilfried Van Baelen: Auro-3D Octopus Codec, Principles behind a revolutionary codec, 2011, S. 2.

<sup>49</sup> Vgl. Auromax, Next generation Immersive Sound System, S. 21ff.

<sup>50</sup> Vgl. Slavik, Karl M.: Film- und Fernsehton. In: Dickreiter, Michael (Hrsg.): Handbuch der Tonstudientechnik, de Gruyter, Berlin 2014, S. 372.

Schallquelle, die abgebildet werden soll, wird ein eigenes Schallfeld berechnet. Ein synthetisiertes Schallfeld ergibt sich aus den Überlagerungen von Schallwellen der einzelnen Lautsprecher. Dadurch können räumliche Klangeffekte erzeugt werden, die mit bisherigen Surround-Systemen nicht möglich sind.<sup>51</sup> Mit dem Iosono Verfahren können Klänge um den Zuhörer herum platziert werden, aber auch innerhalb und außerhalb der Hörfläche. Für die Erzeugung von dreidimensionalen Effekten bietet die Iosono Technologie drei verschiedene Arten von Klangquellen. „Ebene Welle“ und „Punktquelle“ werden virtuell außerhalb der Hörfläche platziert. Die „Ebene Welle“ wird von allen Hörern aus der gleichen Richtung wahrgenommen, wohingegen die „Punktquelle“ einer bestimmten Position zugeordnet werden kann. Die dritte Art ist die sogenannte „Fokussierte Quelle“, dies ist eine Punktquelle, welche sich innerhalb des Hörbereichs befinden und sogar in Echtzeit bewegt werden kann.<sup>52</sup>

Bei der Produktion einer Filmtönenmischung für das Iosono System wird das Panning einer Schallquelle durch ein Software Plugin für die Digital Audio Workstation Nuendo vorgenommen.<sup>53</sup> Für die Audiowiedergabe im Studio oder Kino kommt der Spatial Audioprozessor IPC 100 zum Einsatz. Dieser erhält seine Daten beispielsweise von einem Kinosever oder einer Audio-Workstation und rendert die Audioobjekte anhand ihrer Metadaten wie Positionsinformation oder Schallquelleneigenschaft für die im Wiedergaberaum vorhandene Lautsprecherkonfiguration.<sup>54</sup>

### **5.3 Dolby Atmos**

Die Firma Dolby Laboratories hat seit 1970 einige Entwicklungen im Bereich der Kinotechnik geprägt. Von der Rauschunterdrückung zum ersten Surround-Sound hin zur digitalen Kinotechnik war Dolby stets innovativ, was den Klang im Kino betrifft. Mit ihrem neuen Kinoton-System Dolby Atmos bringt Dolby die dritte Dimension in den Kinosound und bietet dadurch Filmemachern eine neue

---

<sup>51</sup> Vgl. Lehmann Katja, Langhammer, Jan: Iosono 3D-Sound. In: Overschmidt, Gordian (Hrsg.), Schröder, Ute B. (Hrsg.): Fullspace Projektion – Mit dem 360° Lab zum Holodeck, Springer, Berlin Heidelberg 2013, S. 355.

<sup>52</sup> Vgl. ebd. S. 355

<sup>53</sup> Vgl. Slavik, Karl M.: Film- und Fernsehton. In: Dickreiter, Michael (Hrsg.): Handbuch der Tonstudioteknik, de Gruyter, Berlin 2014, S. 372.

<sup>54</sup> Vgl. Lehmann Katja, Langhammer, Jan: Iosono 3D-Sound. In: Overschmidt, Gordian (Hrsg.), Schröder, Ute B. (Hrsg.): Fullspace Projektion – Mit dem 360° Lab zum Holodeck, Springer, Berlin Heidelberg 2013, S. 354.

Freiheit, ihre Inhalte und Geschichten auf der Soundebene zu gestalten und zu erzählen.

Bei der Entwicklung von Dolby Atmos war es eines der Hauptziele ein System zu entwickeln, welches sich bei der Filmtongwiedergabe nicht zu sehr vom Kinosaal oder festgelegten Lautsprecherkanälen einschränken lässt. Das Dolby Atmos System erweitert das bestehende Surroundformat mit dynamischen und statischen Tonobjekten. Für diese werden zusätzliche Lautsprecher im Kino montiert. Abhängig von der Raumgröße und der Lautsprecherkonfiguration in einem Kino werden dann individuell von einem Dolby Atmos Kinotonprozessor die Audiodaten aus einem DCP für den entsprechenden Raum wiedergegeben. Durch die Einführung von Deckenlautsprechern und Tonobjekten, welche diskret auf einzelnen Lautsprechern wiedergegeben werden können, schafft Dolby Atmos ein Hörerlebnis im Kino, das dem alltäglichen Wahrnehmen von Geräuschen und Klangquellen deutlich besser entspricht. Es ist nun möglich Klangquellen wie beispielsweise unseren singenden Vogel über den Köpfen der Zuschauer kreisen zu lassen oder ihn auf eine ganz bestimmte Position im Raum zu platzieren. In einer Restaurantszene in einem Film ist es nun möglich zusätzlich zum atmosphärischen Klang, der auf allen klassischen Surroundkanälen wiedergegeben wird, einzelne Geräusche oder auch subtile Gespräche diskret im Raum zu platzieren. Durch diese neuen vielseitigen Möglichkeiten in der Filmtongestaltung kann man den Zuschauer subtiler in das Geschehen einer Filmszene hineinziehen und ein höheres Realitätsempfinden generieren, da der Mensch im wirklichen Leben viele Geräusche auch von Punktquellen wahrnimmt. Zudem ist es nun deutlich besser möglich eine Geräuschquelle im Raum zu platzieren, auf die ein Darsteller von der Leinwand aus blickt. In bisherigen 5.1 oder 7.1 Surroundformaten war die Ortung solcher Klangquellen stark von der Sitzposition des Zuschauers abhängig; bei Dolby Atmos wird dieser Effekt im gesamten Kino verhältnismäßig gleich wahrgenommen. Zu der räumlichen Verbesserung nimmt auch die Klangqualität zu. Beispielsweise kann die Klangfarbe eines zerspringenden Fensters leiden, wenn sie über ein Array von Lautsprechern wie bei üblichen Surroundsystemen im Kino wiedergegeben wird. So entstehende Klangartefakte lassen sich vermeiden, da nun die Klangquelle diskret von nur einem Lautsprecher wiedergegeben werden kann. Da Dolby Atmos ein Bass-Management für die Surround-Lautsprecher anwendet und eine individuelle automatische Raumkorrektur vornimmt um Klangobjekte anhand der

Raum- und Lautsprecherkonfiguration wiederzugeben, muss sich der Mischtonmeister bei der Erstellung einer *Dolby Atmos* Mischung weniger Gedanken über die Wiedergabetreue seiner Mischung in verschiedenen Kinosälen machen.

### **5.3.1 Die Audioobjekte bei Dolby Atmos**

Der klassische Surround-Sound wie bei einem 5.1 oder 7.1 System ist kanalbasiert. In der Mischung wird durch den Mischtonmeister festgelegt, an welcher Position im Raum in einer bestimmten Lautstärke ein Audiosignal erklingen soll. Die gesamte Mischung wird dann für ein bestimmtes Lautsprechersystem (zum Beispiel 5.1 oder 7.1) gerendert. Hierbei entsteht für jeden Kanal eine diskrete Audiospur und die Abhörumgebung muss dem entsprechenden Lautsprechersystem gleichen um richtig wiedergegeben werden zu können.<sup>55</sup>

Bei Dolby Atmos ist die Idee, nicht nur mit diskreten Spuren zu arbeiten, sondern zusätzlich auch mit Klangobjekten, welche auf eine beliebige Position im Raum oder auch diskret auf einen bestimmten Lautsprecher positioniert werden können. Dadurch haben nun Filmtonschaffende, Sound-Designer und Mischtonmeister die Möglichkeit Klangquellen präzise im Raum zu platzieren oder diese durch Automation zu bewegen. Um dies bewerkstelligen zu können werden weitere Lautsprecher und Deckenlautsprecher zu den bisherigen Lautsprechern im Kino hinzugefügt. Durch die Deckenlautsprecher lässt sich eine Höhendimension im Raumklang darstellen. Durch den objektbasierten Ansatz des Systems ergibt sich bei der Mischung nun die Frage, an welcher Stelle ein Klangobjekt im Raum dargestellt werden soll und nicht mehr nur, aus welchem Kanal ein Signal kommt. Die Objekte können sowohl statisch wie auch dynamisch umgesetzt werden und können dadurch sitzplatzunabhängig im Kino wahrgenommen werden. Dolby Atmos stellt bisher 128 Ausgabekanäle zur Verfügung. Davon sind 10 Kanäle für das sogenannte Bed<sup>56</sup> vorgesehen. Dieses Bed besteht bei Dolby Atmos aus einer 9.1<sup>57</sup> Kanalkonfiguration. Statische Tonelemente wie Dialog, Musik oder Grundatmosphäre können ihrer Position

---

<sup>55</sup> Vgl. Auromax, Next generation Immersive Sound System, S. 13.

<sup>56</sup> Englischer Ausdruck für Bett, in diesem Kontext als Klangbett zu verstehen, welches über mehrere Lautsprecher gleichzeitig ausgegeben wird.

<sup>57</sup> 7.1 Surround-Format mit einem zusätzlichen Stereokanal für die Deckenlautsprecher.

entsprechend wie gewohnt auf dieses Surround-Bed gemischt werden. Somit stehen noch 118 Objektkanäle zur Verfügung, die für bewegliche oder statische Objekte eingesetzt werden können. Ein Objekt ist immer mit Metadaten verknüpft, welche die Position des Objekts zu einem beliebigen Zeitpunkt des Films enthalten. Während der Wiedergabe wird dann anhand der Positionsmetadaten ein Audioobjekt durch den Dolby Atmos Prozessor direkt auf die vorhandenen Lautsprecherkonfiguration im Kinosaal gerendert. Dadurch sind die Audioobjekte nicht an eine feste Kanalkonfiguration gebunden. Bisher sind insgesamt 64 Lautsprecherausgänge vom System unterstützt, auf welche sich Objekte und Beds rendern und somit wiedergeben lassen.

Dolby Atmos verfolgt einen hybriden Ansatz: Dieser besteht aus der Kombination des Beds, welches als klassisch kanalbasiert anzusehen ist und den Objekten, die kanalunabhängig sind. Durch diesen hybriden Ansatz lässt sich Dolby Atmos gut in bestehende Filmtönenabläufe integrieren: Die Bed-Informationen können wie bisher als Stems<sup>58</sup> für Dialog, Musik und Effekte aufgeteilt, ausgespielt und gegebenenfalls beispielsweise für die Erstellung internationaler Sprachfassungen weiter-verarbeitet werden. Ein Objekt lässt sich als eine Audiospur innerhalb einer DAW (Digital Audio Workstation) betrachten, ihre Panoramadaten als die Objekt-Positions-Metadaten. Mithilfe des Dolby Atmos Panner Plugin als Insert in solch eine Audiospur lassen sich Objekte im dreidimensionalen Raum auf den Achsen X, Y und Z positionieren und bewegen.

Eine finale Mischung in Dolby Atmos besteht aus einem Datenpaket in welchem die Beds und Objekte enthalten sind. Bei den Objekten werden die Audio- und die Metadaten getrennt voneinander gespeichert. Bei der Wiedergabe im Kino werden die Beds und Audioobjekte mit ihren Metadaten von einem digitalen Tonprozessor gerendert und auf die tatsächlich im Kino installierten Lautsprecherkanäle ausgegeben. Für eine präzise Richtungsabbildung von Klangobjekten ist die Anzahl an Lautsprechern ausschlaggebend: Je mehr Lautsprecher installiert sind, desto genauer können Objekte abgebildet und lokalisiert werden. Sollte ein Klangobjekt einen einzelnen Surroundlautsprecher

---

<sup>58</sup> In der Audioproduktion ist ein Stem als Gruppe von zusammengemischten Audioquellen definiert. Ein solcher Stem kann aus einem oder mehreren Kanälen für ein Surround-Format bestehen.

pegelmäßig überfordern, bezieht der Prozessor automatisch weitere Lautsprecher mit ein, um das Signal verzerrungsfrei wiederzugeben.<sup>59</sup>

### **5.3.2 Dolby Rendering and Mastering Unit (RMU)**

Die Dolby Rendering and Mastering Unit ist das intelligente Herzstück des Atmos-Systems. Sie ist für die Wiedergabe und Verarbeitung der Audio- und Metadaten bei der Erstellung einer Dolby Atmos Mischung zuständig. Die RMU ist ein leistungsstarker Computer mit Windows-Betriebssystem und führt die Render-Software aus, um Printmaster einer Atmosmischung aufzunehmen oder wiederzugeben. Die RMU ist mit 2 RME MADI Karten ausgerüstet und kann dadurch bei der Erstellung und Wiedergabe von Atmos-Inhalten bis zu 128 Audiospuren empfangen. Die Positionsmetadaten von bis zu 118 Audioobjekten aus einer Pro Tools Workstation werden via Ethernet empfangen. Innerhalb der RMU ist das sogenannte „Roomsetting“ des Wiedergaberaums gespeichert. In diesem sind die Anzahl und Positionen der Lautsprecher mit den jeweiligen EQ-Einstellungen für die Klangoptimierung im Raum enthalten. In den Abbildung A7 bis A10 im Anhang ist ein solches Roomsetting dargestellt. Anhand des Roomsettings und der Positionsmetadaten werden die Audioinhalte für die Wiedergabe gerendert und auf bis zu 64 Kanälen (MADI) für das Lautsprechersystem ausgegeben. Das Roomsetting wird durch die Software: Dolby Atmos Designer Application konfiguriert. Es ist möglich verschiedene Roomsettings zu erstellen und abzuspeichern sowie den Raum akustisch einzumessen und optimal zu konfigurieren. Über einen Webclient, der von der Pro Tools Workstation aus gesteuert wird, lässt sich die Render Software bedienen. Mit dieser Software lassen sich Roomsettings laden, Printmaster verwalten, aufzeichnen und abspielen. Zudem kann man Printmaster für die DCP-Erstellung in einen MXF (Material exchange Format) Container packen und auch in verschiedene Abschnitte, sogenannte Reels aufteilen.

Um das Arbeiten mit Dolby Atmos innerhalb des Filmtonepostproduktions-Workflows auch in Editing-Räumen mit einer kleineren Lautsprecherkonfiguration zu ermöglichen bietet Dolby eine vereinfachte Softwareversion der RMU an, den Local Renderer. Der Local Renderer besteht aus einer Reihe von Pro Tools

---

<sup>59</sup> Vgl. Friesecke, Andreas: Die Audio-Enzyklopädie, de Gruyter , Berlin/Bosten 2014, S. 799.

Plugins, welche es ermöglichen Objekte vorzubereiten und mit dem Dolby Atmos Panner Plugin zu positionieren.

## **5.4 Technischer Aufbau des Dolby Atmos Systems der Firma Bewegte Bilder**

Im Rahmen meiner Werkstudententätigkeit bei der Firma Bewegte Bilder war ich beim Bau und der Einrichtung der Dolby Atmos Tonregie in verschiedenen Bereichen beteiligt. Im nun folgenden Abschnitt wird am Beispiel dieser Kinotonregie ein von Dolby lizenziertes Atmos-Studio erläutert. Dabei werde ich auf den Abhörraum, die Lautsprecherpositionen, auf verwendete Hard- und Software sowie auf die Signalkette und das Routing eingehen. Die Hardwarekomponenten sind auf zwei Räume aufgeteilt: Den Technikraum und die Kinotonregie. Das System um eine Dolby Atmos Mischung erstellen zu können besteht bei der Firma Bewegte Bilder aus einem Pro Tools<sup>60</sup> HD System<sup>61</sup>, die Pro Tools DAW (Digital Audio Workstation) wird auf einem Mac Pro Computer betrieben. Über ein Penta<sup>62</sup> Multichannel Audio Digital Interface (MADI) werden die Audiosignale des Pro Tools Systems ausgegeben. Die Dolby Rendering and Mastering<sup>63</sup> Unit (RMU) ist für die Wiedergabe und Berechnung der Dolby Atmos Audio- und Metadaten verantwortlich. Die digitalen Audiosignale werden von Andiamo<sup>64</sup> Digital/Analog Wandlern verarbeitet und an die Verstärker und Lautsprecher der Firma Fohhn<sup>65</sup> weitergeleitet. In der Tonregie kann über eine Avid S6<sup>66</sup> Mischkonsole, die Pro Tools DAW, bedient werden. Um die Synchronität

---

<sup>60</sup> ProTools Informationen: <https://www.avid.com/pro-tools> Zugriff zuletzt am 28.07.2016

<sup>61</sup> HD System Informationen: <https://www.avid.com/de/products/pro-tools-hd-native> Zugriff zuletzt am 28.07.2016

<sup>62</sup> Penta Informationen: <http://www.ntp.dk/Penta-721-Digital-audio-interface.1508.aspx> Zugriff zuletzt am 28.07.2016

<sup>63</sup> Dolby Rendering and Mastering Unit for Cinema User Manual, 2014.

<sup>64</sup> Andiamo Informationen: [http://www.directout.eu/de/produkte/andiamo\\_2\\_da.html](http://www.directout.eu/de/produkte/andiamo_2_da.html) Zugriff zuletzt am 28.07.2016

<sup>65</sup> Informationen Fohhn: <http://www.fohhn.com> Zugriff zuletzt am 28.07.2016

<sup>66</sup> Avid S6 Informationen: <https://www.avid.com/de/products/pro-tools-s6> Zugriff zuletzt am 28.07.2016

der einzelnen Geräte untereinander zu gewährleisten wird ein Avid Sync HD<sup>67</sup> und eine Mutec-Clock<sup>68</sup> als Taktgeber verwendet.

#### **5.4.1 Raum- und Lautsprecheranordnung**

Die Kinotonregie hat ab der Leinwand (3 auf 6m) eine Fläche von ca. 46m<sup>2</sup>. Die Mischkonsole befindet sich im hinteren Drittel des Raums. Alle Lautsprecherpositionen und Schallabstrahlwinkel sind genau für diesen Raum und auf die Sitzposition des Mischtonmeisters berechnet worden, um lizenzierte Dolby Atmos Mischungen erstellen zu können. Die genauen Positionen und Abstrahlwinkel aller Lautsprecher werden detailliert in den Abbildungen A1-A4 im Anhang dargestellt. Insgesamt wurden 42 passive Lautsprecher der Firma „Fohhn“ verbaut. In der Front hinter der Leinwand befinden sich drei Lautsprecher mit einem Fullrange-Frequenzgang (Range: 40Hz-16kHz, Response: 80Hz-16kHz) und bilden die Kanäle L, C,R ab. Zu dem befinden sich noch sieben bandbegrenzte Tieftöner (Response: 31,5-120Hz) hinter der Leinwand. Drei dieser Tieftöner dienen als Basslautsprecher für die Kanäle L, C und R, die übrigen vier bilden den LFE Kanal. Bei Leinwänden, die breiter als 12m sind, werden zwei zusätzliche Lautsprecher für den Center Kanal benötigt: Center-links und Center-rechts.<sup>69</sup> Es gibt insgesamt 30 Fullrange Surround-Lautsprecher, je sechs Stück an den übrigen drei Seitenwänden und zwölf Stück an der Decke. Bei Dolby Atmos beginnen die Surround-Lautsprecher im Kino direkt an der Leinwand und nicht wie bisher erst ab der ersten Sitzreihe. Um Objektbewegungen zwischen den Leinwand- und Surround-Lautsprechern ohne Lautstärkenabfall umzusetzen, sind die Surround-Lautsprecher eines Dolby Atmos Systems nicht um 3 dB abgesenkt wie bei üblichen Surround-Formaten. Da in einem Dolby Atmos Auditorium die Wiedergabe von Full-Range Surround Signalen möglich sein muss, gibt es zwei weitere Tieftöner (Response: 40-120Hz), die für das sogenannte Bassmanagement zuständig sind. Die Crossover-Frequenz zwischen den Surround-Lautsprechern und den Surround-Subwoofern liegt bei 90Hz.

---

<sup>67</sup> Informationen Sync HD: <https://www.avid.com/de/products/pro-tools-sync-hd> Zugriff zuletzt am 28.07.2016

<sup>68</sup> Mutec Clock Informationen: [www.mutec-net.com/](http://www.mutec-net.com/) Zugriff zuletzt am 28.07.2016

<sup>69</sup> Vgl. Dolby Atmos Specifications Issue 3,2015, S.1.

Die Endstufen der Lautsprecher befinden sich im an die Tonregie angrenzenden Technikraum. Die Lautsprecherbelegung an den Endstufen ist in der Abbildung A5 im Anhang dargestellt.

### 5.4.2 Dolby Atmos System Signalkette

Für die Erstellung der Audio- und Metadaten wird auf einem leistungsstarken MacPro Computer die DAW Pro Tools verwendet. Ein High Definition Multichannel Audio Digital Interface (HD MADI) erhält die Audiodaten und gibt diese an die Rendering and Mastering Unit (RMU) weiter. Die Positionsmetadaten der Objekte werden mit Hilfe des Dolby Atmos Panner Plugins innerhalb von Pro Tools generiert und über Ethernet direkt von der Workstation aus an die RMU gesendet. Im Aufbau des vorgestellten Studios wird nur ein Pro Tools HD Native System über ein Systemkabel mit einem Penta 721 Digital Audiointerface verbunden. Dadurch stehen 64 Audio Ein- und Ausgänge zur Verfügung, wodurch es möglich ist neben einem 9.1 Bed bis zu 54 Objekte zeitgleich wiederzugeben. Um zeitgleich alle 118 von Dolby Atmos unterstützten Objekte neben den Beds nutzen zu können, müssten zwei HD Native Systeme genutzt werden.

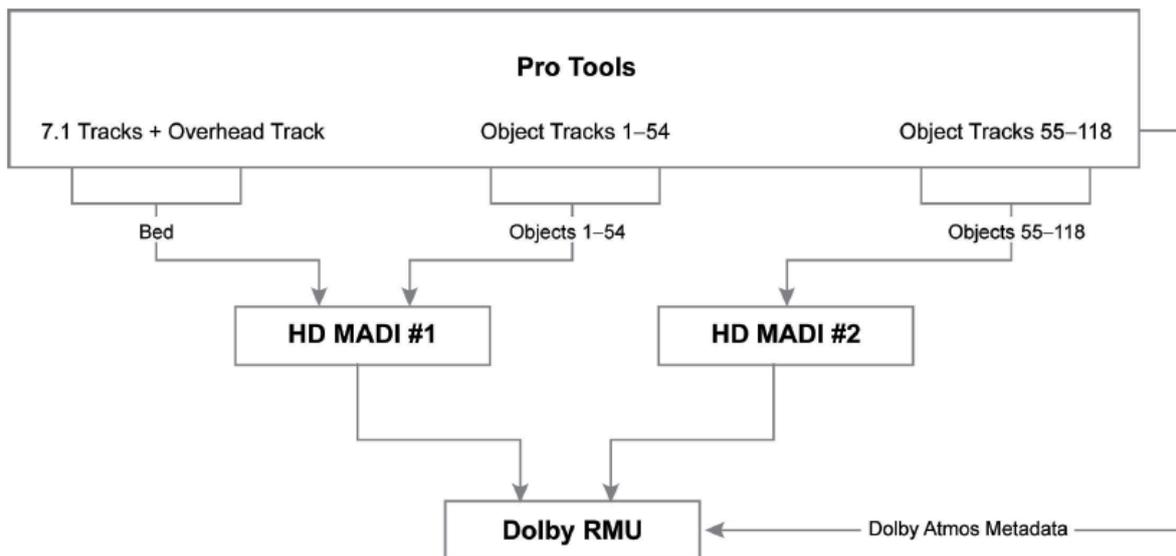


Abbildung 15: Dolby Atmos System (Authoring for Dolby Atmos Cinema Sound Manual, 2014, S.2)

Die RMU verarbeitet die Audio- und Metadaten und gibt die gerenderten Signale via MADI an die Andiamo Digital/Analog Wandler weiter, welche die nun analogen Signale an die Lautsprecherverstärker weiterleiten. Die Verstärker geben die Signale dann letztlich an die entsprechenden Lautsprecher im Kino

weiter. Um eine absolute Synchronität zwischen den Geräten zu gewährleisten, wird mit einer Worldclock gearbeitet, welche einen LTC (Linear Timecode) an die RMU, die Penta und an ein Avid Sync HD System ausgibt. Abgesehen von den Lautsprechern, der Avid S6 Mischkonsole und den Monitoren sowie Maus und Tastatur der Workstation, befinden sich alle genannten technischen Komponenten im an die Kinotonregie angrenzenden Technikraum. Eine Übersicht der Signalwege kann der Abbildung 16 entnommen werden.

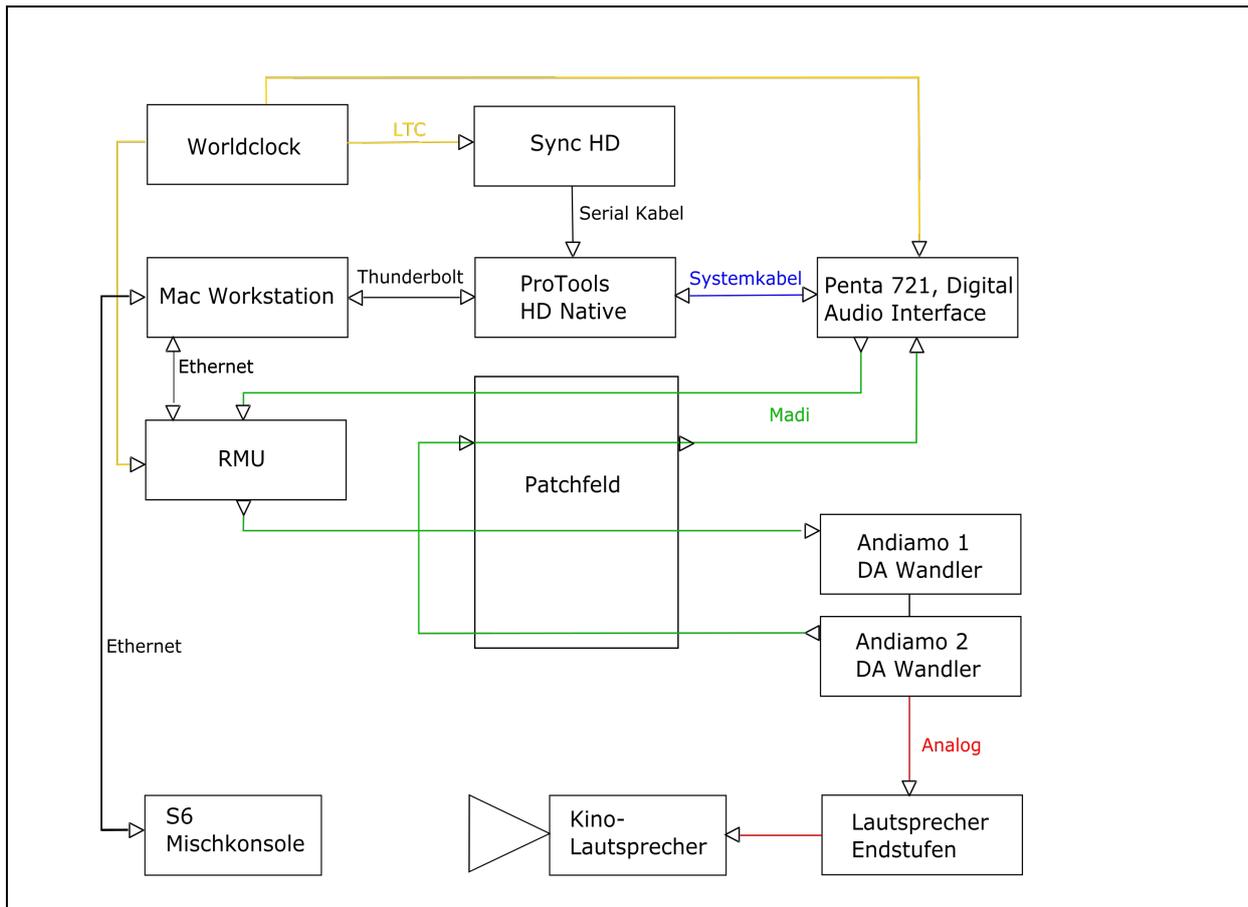
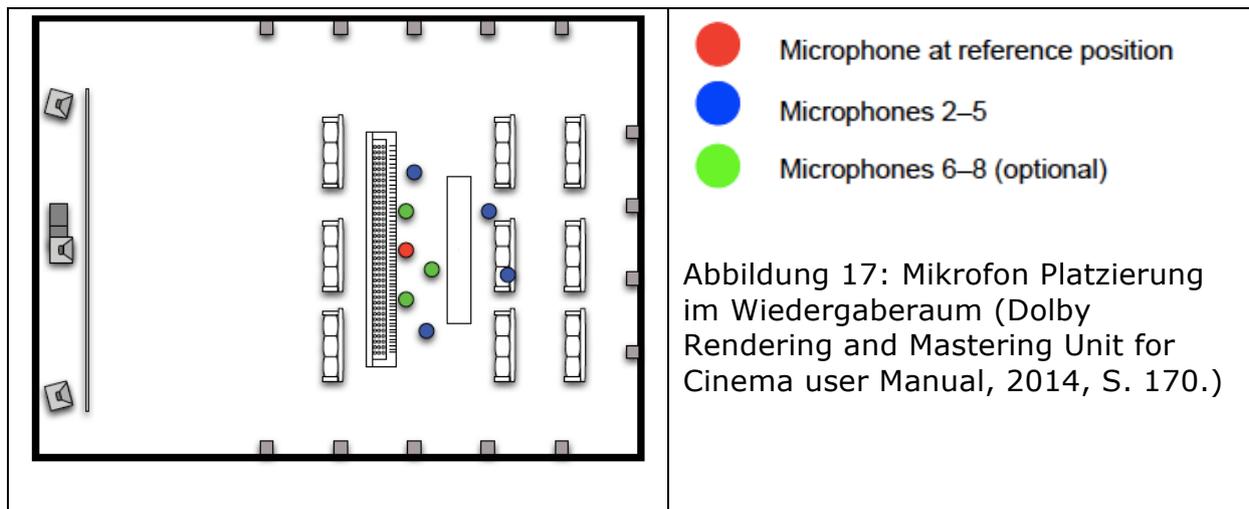


Abbildung 16: Signalkette des Dolby Atmos Systems bei Bewegte Bilder (eigene Darstellung)

#### 5.4.4 Raum- und Lautsprecherkonfiguration

Mit der Dolby Atmos Designer Software wird ein Roomsetting erstellt und der Wiedergaberaum akustisch optimal kalibriert. Für jede der fünf mit Lautsprechern bestückten Wände wird die Position und Anzahl der Lautsprecher mit ihren jeweiligen Verstärkereigenschaften hinterlegt. Die Lautsprecherkanäle müssen dann noch den 64 digitalen Ausgängen der RMU zugewiesen werden. Für die Einmessung und Kalibrierung des Wiedergaberaums verwendet die RMU eine automatische EQ-Funktion. Dazu werden acht Kondensatormessmikrofone an

bestimmte vorgegebene Referenzpositionen im Wiedergaberaum platziert. Die Positionen der Mikrofone können der Abbildung 17 entnommen werden.



Über den Micstasy Vorverstärker und A/D Wandler der Firma RME werden die Mikrofon-signale an die RMU MADI Eingänge gesendet. Die RMU führt nun mit dem Dolby Pink Noise Rauschen mehrere Mess- und Korrektur Durchläufe aus um die Raumakustik zu optimieren. Die automatisch erstellten EQ-Korrekturen lassen sich während der Erstellung und auch im Nachhinein manuell anpassen und in verschiedenen Presets für jeden Lautsprecher abspeichern. Da dieser automatisierte Vorgang aber nicht in der Lage ist, im Raum auf bau- oder positionsbedingte akustische Phänomene einzugehen, hat man bei Bewegte Bilder noch zusätzlich ein nicht automatisiertes, einwöchiges Einmessverfahren mit einem ausgewiesenen Spezialisten für Dolby Atmos Systeme durchführen lassen. Die hierbei entstandenen Korrekturen wurden direkt an den Fohhn-Verstärkern vorgenommen und in diesen für jeden Lautsprecher hinterlegt.

#### 5.4.5 Pro Tools Workstation und Dolby Atmos Routing

Im Dolby Atmos Format gibt es zwei Arten von Audioelementen: Das Bed und die Objekte. Das 9.1 Bed bezieht sich auf ein 7.1 Mehrkanalformat, mit zusätzlichem Stereo Pfad als extra Bed für die Deckenlautsprecher. Die Objekte beziehen sich auf Mono- oder Stereo-Audiospuren und können über das Dolby Atmos Panner Plugin positioniert werden.

Bevor man eine Pro Tools Session für eine Dolby Atmos Mischung anlegen kann, muss man zuerst ein Dolby Atmos Routing innerhalb von Pro Tools anlegen und die physikalischen Pro Tools MADI Ausgänge den entsprechenden RMU MADI Eingängen zuweisen. Dabei ist zu beachten, dass Pro Tools für das 7.1 Format

standardmäßig das Routing C|24 mit den Kanalbelegungen L, C, R, Lss, Rss, Lsr, Rsr und LFE verwendet. Für die Deckenlautsprecher muss ein extra Pfad angelegt werden: Lts und Rts. Dolby Atmos hingegen richtet sich bei den RMU-Eingängen (Abbildung 18) nach der SMPTE Kanalbelegung L, R, C, LFE, Lss, Rss, Lsr, Rsr, Lts und Rts.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 to 128
L	R	C	LFE	Lss	Rss	Lsr	Rsr	Lts	Rts	C for mono object tracks; L and R for stereo object tracks

Abbildung 18: RMU MAD I Eingänge (Authoring for Dolby Atmos Cinema Sound Manual, 2014, S 15).

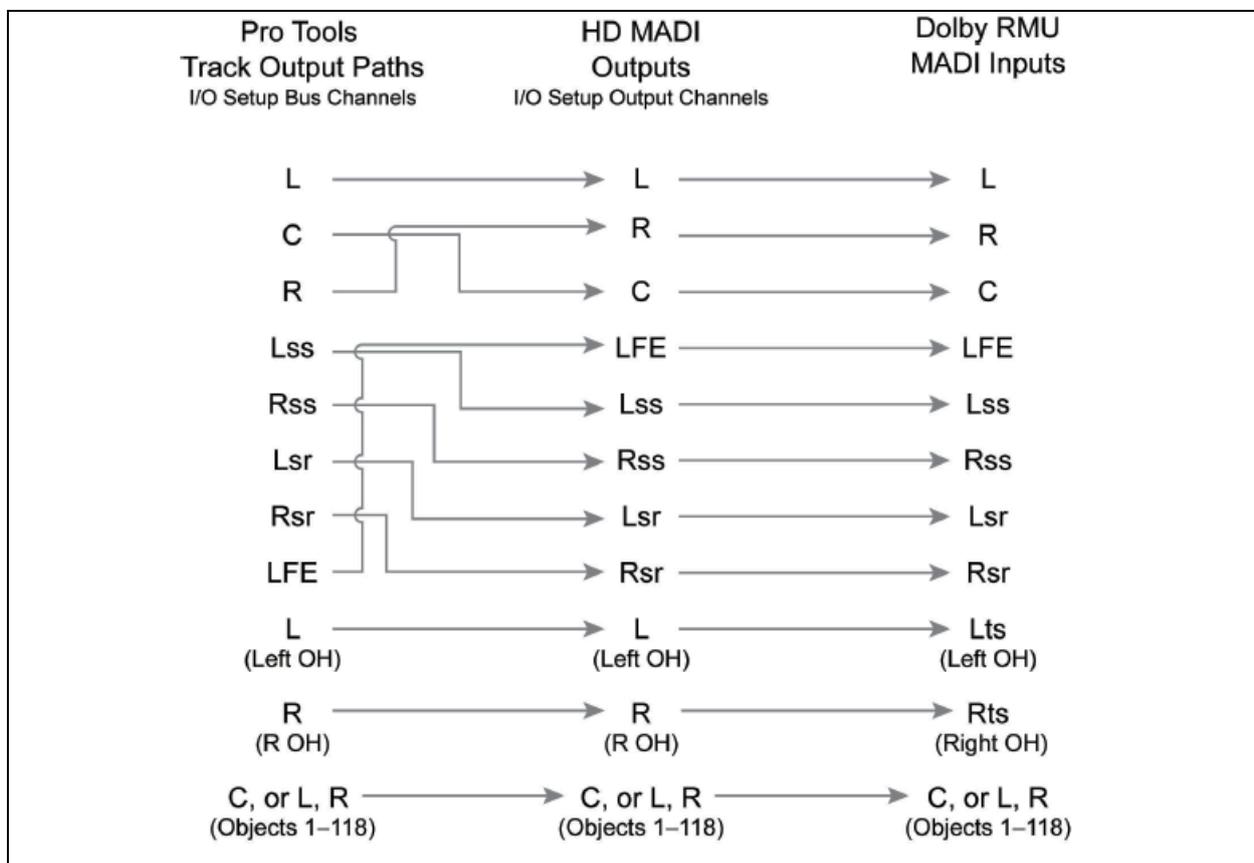


Abbildung 19: Pro Tools Audio Zuweisung zur RMU (Authoring for Dolby Atmos Cinema Sound Manual, 2014, S 16).

Die Pro Tools-Ausgänge müssen demnach wie in Abbildung 19 dargestellt, den RMU-Eingängen zugewiesen werden. Innerhalb des Pro Tools I/O Setups muss die 5.1-Pfadordnung auf L, R, C, LFE, Ls, Rs (SMPTE/ITU) umgestellt werden, damit neu angelegte 5.1-Pfade standardmäßig auf die entsprechenden RMU-Eingänge zugewiesen sind. Für das 7.1-Bed muss ein neuer 7.1-Pfad angelegt

werden, der auf die MADi-Kanäle 1-8 geroutet wird. Für die Deckenlautsprecher wird ein Stereopfad angelegt, der auf die MADi Kanäle 9-10 zugewiesen sein muss. Die Objekte können als Mono- oder Stereopfade mit aufsteigender Nummerierung ab der Zahl 1 angelegt werden. Diese müssen dann auf die MADi Kanäle ab 11 aufsteigend verweisen. Das Standard-Ausgangsrouting innerhalb von Pro Tools für Dolby Atmos sieht dann wie in Abbildung A6 im Anhang dargestellt aus.

Diese Konfiguration kann als Routing-Preset gespeichert und bei Bedarf einfach aufgerufen werden. Eine Dolby Atmos Pro Tools Session muss immer mit einer Sample Rate von 48kHz konfiguriert sein um mit der RMU zusammen arbeiten zu können.

## **6 Filmtonepostproduktion und das Arbeiten mit Dolby Atmos**

Dolby Atmos ist ein neues Verfahren in der Gestaltung des Filmtone und es lässt sich aufgrund des Arbeitens mit den Beds und Objekten gut in die bisherigen Abläufe der Filmtonepostproduktion integrieren. Da es bei der Arbeit mit Dolby Atmos von Bedeutung sein kann, an welcher Stelle des Workflows mit einem Dolby Atmos System gearbeitet wird oder Tonmaterial für ein solches System beziehungsweise für Objekte vorbereitet wird, sollen für ein besseres Verständnis im Folgenden diese Abläufe dargestellt werden. Durch meine Arbeit bei der Firma Bewegte Bilder in Tübingen konnte ich Einblicke und Erfahrungen innerhalb der Filmtonepostproduktion mit und ohne Dolby Atmos und ihrer Abläufe gewinnen. Die folgenden Abschnitte basieren daher auf meinen persönlichen Erfahrungen.

### **6.1 Der Workflow in der Filmtonepostproduktion**

In der Filmtonepostproduktion wird in der Regel in verschiedenen Abteilungen gearbeitet: O-Tone-Schnitt, ADR, Sounddesign, Foley, Filmmusik und der Vor- und Hauptmischung. Je nach Größe und Budget des Films können einzelne Abteilungen zusammengelegt werden oder sogar ganz wegfallen. Die Durchführung der Arbeit innerhalb der verschiedenen Abteilungen kann bedingt parallel von verschiedenen Personen oder aber auch hintereinander von

denselben durchgeführt werden. Bei größeren Filmproduktionen wird der Film meist in bestimmte Abschnitte, sogenannte Reels, aufgeteilt. Durch diese Aufteilung ist es möglich parallel in den unterschiedlichen Abteilungen zu arbeiten: Sobald alle Vorarbeiten für das erste Reel abgeschlossen sind, kann dieses in die Vormischung gehen, während zeitgleich zur Mischung an Reel zwei gearbeitet werden kann. Die einzelnen Abteilungen arbeiten somit also nicht den gesamten Film chronologisch ab sondern abschnittsweise. Durch diese Arbeitsweise kann der gesamte Postproduktionszeitraum verkürzt und der ganze Film schneller fertiggestellt werden. Abgesehen von der Mischung ist bei der Arbeit und Vorbereitung in den verschiedenen Abteilungen nicht immer ein Dolby Atmos System notwendig, an bestimmten Stellen kann es aber sinnvoll sein. Somit ist es aber immer noch möglich, dass an unterschiedlichen Orten gearbeitet werden kann. Beispielsweise wird der O-Ton-Schnitt von einem Editor im eigenen Studio in Stuttgart vorgenommen, das Sounddesign wird in Berlin erstellt und die Dolby Atmos Hauptmischung findet dann in Tübingen auf dem vorgestellten Dolby Atmos System statt. Nach meinen Erfahrungen ist dies die gängige Praxis beim Arbeiten in der Filmtonepostproduktion.

### **6.1.1 Dialog- oder O-Tonschnitt**

Nachdem der Bildschnitt und das Auswählen und Anlegen der entsprechenden O-Töne (Originaltöne, die beim Dreh von einem Tonmeister aufgenommen wurden) abgeschlossen ist, beginnt die Arbeit am Dialog beziehungsweise dem O-Ton-Schnitt. Die Aufgabe der Editoren ist es dabei, das Tonmaterial zu sortieren und Störgeräusche mithilfe von Filtern und speziellen digitalen Plugins zu entfernen. Bei Tonmaterial, welches nicht richtig aufgenommen wurde oder nicht zu reparieren ist, versucht man aus alternativen Drehtakes, welche vom Tonmeister am Set dokumentiert wurden, störungsfreies Material zu verwenden. Falls dies nicht möglich ist, werden die entsprechenden Stellen für die spätere Nachsynchronisierung, die sogenannten ADR-Aufnahmen (Automated Dialog Replacement) vorbereitet. Neben dem Dialog werden auch die sogenannten „Nur-Töne“ angelegt, gesäubert und geschnitten. Dies sind spezielle Tonaufnahmen von dramaturgisch wichtigen Geräuschen, die am Film-Set vom Tonmeister einzeln und unabhängig vom Bild aufgenommen werden. Die sinnvoll auf Spuren verteilten und bearbeiteten Nur-Töne gehen dann an die Abteilung des Sounddesigns, welche diese Geräusche in ihr Projekt miteingliedert, bevor

sie an die Mischungsabteilung weiter geleitet werden. Der gesäuberte und angelegte Dialog kann direkt zur Vormischung gegeben werden. Nach meinen Erfahrungen werden die Audiodaten als Pro Tools Session oder AAF (Advanced Authoring Format) Datei übergeben. Dadurch haben die anderen Abteilungen die Möglichkeit die Audiodaten samt dazugehöriger Metadaten in eine entsprechende DAW zu importieren und vorherige Änderungen rückgängig zu machen. Bei der Arbeit am O-Ton-Schnitt wird größtenteils mit Monosignalen gearbeitet und Audiomaterial für die spätere Weiterverarbeitung vorbereitet. Deswegen kann hier nach meiner Einschätzung auf das Arbeiten mit einem Dolby Atmos System verzichtet werden, weil durch das System kein wirklicher Nutzen zu diesem Zeitpunkt des Arbeitsablaufes entsteht.

### **6.1.2 Die Foley/Geräuschaufnahmen**

Für die Nachvertonung von Geräuschen, die auf den O-Tonaufnahmen schlecht aufgezeichnet worden sind und nicht zu reparieren waren, oder auf die man beim Dreh wegen der Dialogverständlichkeit verzichten musste, ist der sogenannte Foley-Künstler beziehungsweise Geräuschemacher zuständig.

Bei dieser Tätigkeit werden beispielsweise Bewegungsgeräusche wie Schritte auf verschiedenen Bodenbelägen oder auch sogenannte Handlungsgeräusche wie das Schneiden von Gemüse oder das Tippen auf einer Tastatur, real und synchron zum Filmbild nachgeahmt und aufgenommen. Dabei sind die Kreativität und der Einfallsreichtum des Geräuschemachers gefragt, weil eine reale Nachahmung des Gezeigten nicht immer das vom Regisseur gewünschte Ergebnis liefern muss. Somit zeichnet sich ein guter Foley-Künstler durch sein Arsenal an Requisiten und Gegenständen aus, welche er kreativ zur Geräuscherzeugung einsetzt. So kann beispielsweise eine Plastikfolie dazu verwendet werden, Wassergeräusche nachzuahmen. Die so entstandenen Tonaufnahmen müssen im Nachhinein vom Künstler selbst oder einem Editor geschnitten und auf Audiospuren angelegt werden um sie an die Abteilung der Mischung übergeben zu können.

Ich selbst konnte feststellen, dass in der heutigen Filmtonepostproduktion aus Kostengründen gerne auf diese aufwendige Geräuschnachvertonung verzichtet wird und diese Aufgabe von der Sounddesign-Abteilung übernommen wird. Auch hier ist es nicht zwingend notwendig, mit Dolby Atmos zu arbeiten, weil dieses im Moment der Aufnahme noch keinen Mehrwert zu herkömmlichen Systemen besitzt.

### **6.1.3 Sounddesign**

Die Abteilung des Sounddesigns befasst sich damit, das im Film Gezeigte hörbar zu machen. Je nach Art und Genre des Films kann dies sehr aufwendig sein, beispielsweise bei einem Animationsfilm, der komplett ohne O-Töne hergestellt wird oder auch Science Fiction Filmen, bei denen nicht existente Elemente wie Raumschiffe oder Laserwaffen als Spezial-Effekte vertont werden müssen. Bei einem klassischen Spielfilm geht es beim Sounddesign darum, eine bestimmte Atmosphäre im Film hörbar zu machen, wie beispielsweise die Umgebungsgeräusche in einer Waldszene oder ein Gewitter. Zudem können gezielt bestimmte gezeigte Vorgänge besonders hervorgehoben werden um eine Stimmung in einer Szene zu erzeugen oder zu verstärken. Beispielsweise das übertriebene Ertönen einer Türe, die nach einem Streit der Darsteller zugeschlagen wird und nachhallt. Es geht dabei also nicht nur darum gezeigte Dinge real hörbar zu machen, sondern auch Emotionen beim Zuschauer durch Töne und Geräusche auszulösen. Um dies bewerkstelligen zu können sind dem Sounddesigner keine kreativen Grenzen gesetzt. Er kann spezielle Töne aufnehmen oder auch durch Synthesizer erzeugen und diese durch Audioeffekte bearbeiten und verändern. Zusätzlich wird mit Audiodatenbanken gearbeitet, in denen eine große Auswahl an atmosphärischen Umgebungsgeräuschen, Spezial-Effekten oder Bewegungsgeräuschen enthalten sein können.

Beim Sounddesign kann es meiner Meinung nach für den späteren Workflow in der Filmtonmischung von Vorteil sein, wenn der Sounddesinger teilweise auf einem Dolby Atmos System arbeitet. Somit können atmosphärische Klänge direkt auf das 7.1-Bed und vor allem auf die zusätzlichen Deckenlautsprecher angelegt und angepasst werden. Einzelne Geräusche und Effekte können direkt schon als Objektspur angelegt und grob vorpositioniert werden. Dadurch wäre eine Zeitersparnis in der späteren Mischungsphase möglich, da dann die für die Mischung notwendigen Objekte bereits angelegt sind. Für diese Vorarbeiten kann mit dem Dolby Local Renderer in einem Audio Editing Raum gearbeitet werden, welcher nur mit einer 9.1 Lautsprecherkonfiguration ausgerüstet sein müsste.

### **6.1.4 Synchronaufnahmen, ADR**

Bei der Nachsynchronisierung von Sprache für Filme müssen zwei Arten unterschieden werden: Die Synchronisation von Originalwerken und die von fremdsprachigen Filmen; auf letztere wird in dieser Arbeit nicht näher

eingegangen, da diese für die in dieser Arbeit untersuchte Fragestellung keine Rolle spielen. Die Synchronisationen von Originalwerken werden in Synchronstudios vorgenommen, in denen der Schauspieler beziehungsweise der Sprecher auf einem Videomonitor die nachzusprechende Szene in einer Schleife vorgespielt bekommt. In der Regel wird mit sogenannten Takersystemen gearbeitet, die es ermöglichen, den zu sprechenden Text auf den Videomonitor einzublenden und den Einsatz sowie den Zeitraum in dem der Text gesprochen werden muss, visuell darzustellen. Bei der Nachvertonung von Originalwerken werden die neu aufzunehmenden Stellen vom O-Ton-Editor markiert und notiert und der ADR Abteilung mitgeteilt. Hierbei handelt es sich um Stellen, in denen Störgeräusche nicht repariert werden konnten oder die Sprachverständlichkeit nicht ausreichend gegeben ist. Die ADR Abteilung bereitet anhand der Vermerke des O-Ton-Editors das Takersystem und ein Aufnahmeprojekt vor, um in möglichst kurzer Zeit mit den Schauspielern die erforderlichen Stellen nachzusprechen. Die Darsteller hören und schauen sich zuerst die Originalaufnahmen an und versuchen dann die entsprechenden Stellen möglichst originalgetreu nachzusprechen. Bei solchen Aufnahmen befinden sich oft neben dem Aufnahmetechniker noch ein Dialogeditor und der Regisseur des Films im Studio, um die Aufnahmen zu beurteilen und die passendste auszuwählen. Nach der Aufnahme ist es die Aufgabe des Dialogeditors, die nachgesprochenen Stellen zu schneiden, zeitliche Fehler des Schauspielers auszubessern und das Tonmaterial so lippen synchron wie möglich zum Originalmaterial anzulegen. Auch in diesem Bereich ist es nicht notwendig mit einem Dolby Atmos System zu arbeiten, da der Dialog in der Regel mono vorliegt.

### **6.1.5 Filmmusik**

Die klassische Filmmusik wird in der Regel von einem Filmmusikkomponisten komponiert und von einem Orchester oder anderen entsprechenden Musikern synchron zum Film eingespielt und von einem Tonmeister in passenden Aufnahmestudios aufgezeichnet und abgemischt. Anschließend wird sie in Form von vorgemischten Surround-Stems dem Filmtoneingemischmeister übergeben, damit dieser sie in seinem Mischprojekt weiter verarbeiten kann. Im Hinblick auf Dolby Atmos ist bei dieser Vorgehensweise zu beachten, dass der Filmtoneingemischmeister nun nur noch eingeschränkte Möglichkeiten hat diese vorgemischten Surround-Stems mit dem Dolby Atmos Verfahren zu nutzen.

Meiner Ansicht nach bietet gerade im Bereich der Filmmusik das Dolby Atmos-Verfahren aber große neue Gestaltungsmöglichkeiten, da einzelne Instrumente oder Instrumentengruppen gezielt im Raum positioniert und dadurch ein neuer Raumklang geschaffen werden kann. Beispielsweise könnten bedrohlich klingende Bläser überraschend von hinten erklingen oder sanfte Streicherflächen von oben nach unten, wie Nebel durch den Raum wabern. Somit lassen sich emotionale Effekte erzeugen, die den Zuschauer noch mehr in das Geschehen eines Filmes hineinziehen können.

Bisher haben sich aber noch keine festen Abläufe im Bereich der Filmmusik mit Dolby Atmos herausgestellt. Es wäre denkbar, dass die Musik nun in Zukunft direkt in einem Dolby Atmos Mischkino gemischt wird und in Form einer *Pro Tools* Session mitsamt ihrer Dolby Atmos Metadaten an den Filmtoneingemischer übergeben wird. Dadurch hätte dieser gegebenenfalls noch die Möglichkeit Korrekturen oder Änderungen an den Positionen oder Bewegungen von Klangquellen beziehungsweise Musikobjekten vorzunehmen. Denkbar wäre auch die Musikmischung auf einer kleinen Lautsprecherkonfiguration mit dem Local Render zu erstellen um Kosten für eine große Dolby Atmos Regie einzusparen.

### **6.1.6 Die Mischung**

Die Mischung ist die letzte Station in der Kinofilmtonpostproduktionskette und muss in einer Kinotonregie vorgenommen werden, die von ihren baulichen und klanglichen Eigenschaften einem richtigen Kino gleicht, um das Mischungsergebnis richtig beurteilen zu können. Bei der Mischung kommt das gesamte Audiomaterial aus den verschiedenen Ton-Abteilungen zusammen und die meist enorm hohe Spurenanzahl der verschiedenen Kategorien wie Dialog, Geräusche, Effekte, und Atmosphären werden auf Stems verteilt zusammengemischt: Dialog und Effekte. Die Musik wird wie schon erwähnt vorgemischt als Musik-Stem angeliefert. Bei der Mischung wird zwischen Vor- und Hauptmischung differenziert. Da bei einem Kinofilm sehr viele Audiospuren aus den verschiedenen Abteilungen anfallen, besteht die Hauptaufgabe der Vormischung darin, die angelieferten Spuren sinnvoll zu den Stems für die Hauptmischung zusammenzumischen und vorher die einzelnen Audioelemente klanglich wie räumlich dem Film entsprechend zu gestalten. Dazu kommen verschiedenen Effekt-Plugins innerhalb der DAW zum Einsatz. Das Sprachmaterial der Darsteller wird beispielsweise zur besseren

Sprachverständlichkeit komprimiert, da Sprache in einer lauten Umgebung schlecht verstanden wird. Um Räumlichkeiten wie zum Beispiel U-Bahnhöfe herzustellen, wird der Audioinhalt des Dialogs in verschiedene Hallräume geschickt. Je nach Anzahl der vorhandenen Quellspuren können mehrere Vormischungsdurchläufe der unterschiedlichen Kategorien nötig sein. Bei jedem Durchlauf wird die Spurenanzahl weiter reduziert und die Inhalte werden klanglich optimiert und gestaltet, bis alle Spuren schlussendlich zu einem Surround beziehungsweise einem Bed Stem des jeweiligen Bereiches zusammen gemischt werden können. In der Hauptmischung wird dann nur noch mit den so entstandenen Stems und dem angelieferten Musik-Stem gearbeitet. Während der Hauptmischung sind in der Regel die Hauptverantwortlichen des Films wie der Regisseur und Produzent anwesend, um mit dem Mischtonmeister zusammen die Verhältnisse der verschiedenen Elemente den Szenen entsprechend aufeinander abzustimmen und eine gesamte Mischung aus allen Stems und die Stems mit den jeweiligen Anpassungen aufzuzeichnen. Durch diese Vorgehensweise ist es möglich für weitere Auswertungsformen des Films wie beispielsweise eine alternative Sprachfassung nur die finalen M- und E-Stems an ein Synchronstudio weiterzugeben und mit den neuen Dialoginhalten eine weitere Mischung anzufertigen. Soll die Mischung nun im Dolby Atmos Format erstellt werden, kann wie gewohnt gearbeitet werden. Hierbei ergeben sich allerdings kleine Abweichungen im Mischungsablauf, die im nächsten Punkt erläutert werden.

## **6.2 Arbeiten mit Dolby Atmos**

Wenn schon in der Planungs- und Produktionsphase eines Films berücksichtigt wird, dass dieser im Dolby Atmos Format gemischt werden soll, können während der Vorproduktionsphase und den Dreharbeiten entsprechende Bilder mit dazugehörigen Tönen oder Geräuschen gestaltet, produziert und aufgenommen werden, um diese für das Filmerlebnis als Audioobjekt umzusetzen. Dadurch haben der Sounddesigner und der Mischtonmeister in der Postproduktionsphase die Möglichkeit diese Geräusche und Effekte in Dolby Atmos, ohne nennenswerten größeren zeitlichen Aufwand umzusetzen.

Wird nun eine Mischung in Dolby Atmos angefertigt, kann wie gewohnt gearbeitet werden. Es ist aber notwendig schon während der Vormischung in einer Filmtonegrie mit einem Dolby Atmos System zu arbeiten. Im Unterschied zur bisherigen Arbeitsweise wird nun zwischen statischen Tonelementen, die zu

entsprechenden Stems beziehungsweise Beds zusammengemischt werden, und dynamischen Tonelementen, die als Objekt betrachtet und angewendet werden, differenziert. Wird dies schon während des Sounddesigns berücksichtigt und entsprechend als statische und dynamische Tonelemente angelegt, resultiert daraus ein Zeitgewinn in der Mischungsphase.

Die Ein- und Ausgänge der Pro Tools Session für die Mischung müssen wie in Punkt 5.4.5 beschrieben konfiguriert sein. Ein möglicher Spuraufbau innerhalb der Pro Tools Session kann wie folgt konfiguriert sein: Statische Quellspuren der unterschiedlichen Kategorien (Dialog, Foley, Atmos, Effekte/Geräusche und Musik) werden auf die jeweilig entsprechenden Stems zusammengemischt: 7.1 Stem für den Dialog, 7.1 Stem für die Musik, 7.1 Stem für Effekte und ein Stereo Bed für die Deckenlautsprecher sowie ein 7.1 Stem für die Gesamtmischung. Zusätzlich werden Objektspuren für die jeweiligen im Raum zu positionierenden oder bewegenden Dolby Atmos-Elemente angelegt oder aus dem Sounddesign übernommen. Für Audioeffekte wie beispielsweise Hall werden Auxspuren mit gewünschten Hall-Plugin-Konfigurationen angelegt. Diese werden über Sendwege von den gewünschten Quellspuren gespeist und geben ihre erzeugten Hallergebnisse per Returnsends an Busse weiter die auf die jeweiligen Stemspuren oder Beds geroutet werden. Um nun Audioobjekte erzeugen und im Raum positionieren oder bewegen zu können, muss mit dem Dolby Atmos Panner Plugin gearbeitet werden. Für die Aussteuerungskontrolle, Objektüberwachung sowie die Steuerung der RMU wird die Dolby Atmos Monitor Software genutzt. Für die finale Ausspielung muss ein Dolby Atmos Printmaster erstellt und aufgenommen werden.

### **6.2.1 Dolby Atmos Panner Plugin**

Das Dolby Atmos Panner Plugin ist ein AAX (Avid Audio Extension) Plugin für Pro Tools und wird verwendet um mono oder stereo Audioobjekte im Raum zu positionieren oder in Echtzeit zu bewegen. Ein Objekt besteht aus dem Audioinhalt auf einer Mono- oder Stereospur. Deren Ausgang muss auf einen Objektpfad verweisen, welcher auf einen der RMU MAD I Eingänge (bei Stereoobjekten sind es zwei) wie in Punkt 5.4.5 beschrieben geroutet ist. Das Dolby Atmos Panner Plugin wird auf dieser Objektspur als Insert Plugin geladen und muss eine Objektnummer zugewiesen bekommen (die Zuweisung der Objektnummer kann auch direkt durch einen Shortcut beim Laden des Plugins

erzeugt werden). Zeitgleich kann eine Objektnummer immer nur einmal vergeben sein. Anhand dieser Objektnummer kann die RMU das Objekt identifizieren und den Audioinhalt anhand der vom Dolby Atmos Panner Plugin erzeugten Metadaten wiedergeben.

Die Benutzeroberfläche des Dolby Atmos Panner Plugins bietet eine virtuelle Raumdarstellung und zeigt die jeweilige aktuelle Position des Objektes als gelben Punkt in diesem an. Um ein Objekt zu steuern kann es einfach mit der Maus an eine beliebige Position im virtuellen Raum gesetzt werden oder auch in Echtzeit bewegt und als Automation aufgezeichnet werden. Es besteht auch die Möglichkeit einen Joystick oder die Tastatur für die Steuerung zu nutzen. Unterhalb der virtuellen Raumdarstellung befinden sich die Koordinatenregler des Objektes welche stets die aktuelle Position auf den Achsen X, Y und Z anzeigen und auch für die Positionierung genutzt werden können. Zudem gibt es noch einen weiteren Regler um die Objektgröße zu bestimmen. Abhängig von der Größe eines Objektes breitet sich sein Audioinhalt weiter aus und spricht somit mehr Lautsprecher an. Die Größe des Objektes wird als Quadrat um das Objekt in der virtuellen Raumansicht dargestellt.

Rechts neben der virtuellen Raumdarstellung bietet das Dolby Atmos Panner Plugin noch verschiedene Voreinstellungen dazu, wie sich ein Objekt im Raum verhalten soll: Lautsprecherzonen, Lautsprecher-Snap Modus, Elevation Modus und Elevation-Snap Modi.

Es gibt sechs verschiedene Lautsprecherzonen. Mit diesen Zonen kann festgelegt werden, welche Lautsprechergruppen von einem Objekt angesteuert werden beziehungsweise welche Lautsprecher ausgeschlossen sind. Dadurch ist es beispielsweise möglich festzulegen, dass ein Objekt nur von den Lautsprechern der rechten Raumwand wiedergeben werden kann.

Durch den Lautsprecher-Snap-Modus ist es möglich festzulegen, dass ein Objekt tatsächlich nur aus einem einzelnen Lautsprecher wiedergegeben wird, nämlich aus dem der Objektposition am nächsten liegenden Lautsprecher. Dabei ist das Besondere, dass die RMU keine Phantomschalquelle mit den umliegenden Lautsprechern bildet.

Durch den Elevation-Modus wird festgelegt, ob die Höhenkoordinate Z gesteuert werden kann oder nicht. Wenn die Steuerung dieser deaktiviert ist, können aber

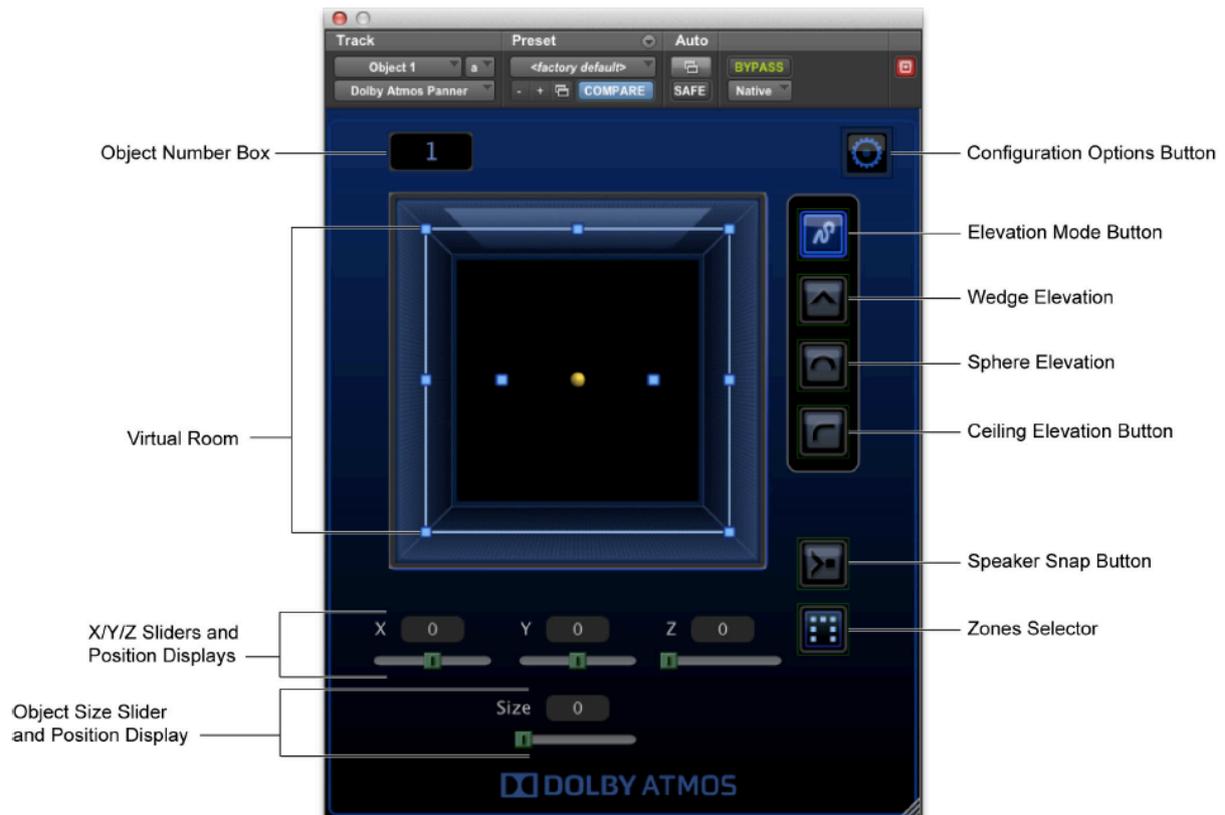


Abbildung 20: Dolby Atmos Panner Plugin (Authoring for Dolby Atmos Cinema Sound Manual, 2014, S 70).

bereits schon geschriebene Automationsdaten für die Z-Achse gelesen und von der RMU wiedergegeben werden. Durch die drei verschiedenen Elevation-Snap-Modi wird festgelegt, welche Form die Decke im Raum annimmt oder wie sich ein Objekt verhält, wenn es von der Decke nach unten bewegt wird. Im Ceiling- und Wedge-Elevation-Snap-Modus wird die Z-Koordinate nur von der Y-Koordinate gesteuert und verändert sich abhängig von dieser. Im Sphere-Elevation-Snap-Modus wird die Z-Koordinate von der X- und Y-Koordinate generiert und durch diese verändert.

Das Dolby Atmos Panner Plugin verfügt zudem über einen Recording-Modus mit dem sich Objektmetadaten von der RMU oder von einer weiteren Pro Tools Workstation als *Pro Tools Automations Playlist* aufzeichnen lassen. Dies kann nützlich sein um beispielsweise die Objektmetadaten von zwei Wiedergabe-Pro Tools-Workstations in einer Session zu speichern.

Durch die unterschiedlichen wählbaren Verhaltensweisen eines Objektes und der ähnlichen Steuerung von bisherigen Panningabläufen im Mehrkanalformat lassen sich Objekte schnell und einfach im Raum positionieren und bewegen. Dadurch lässt sich das Arbeiten mit Objekten gut in den bisherigen Workflow integrieren.

## 6.2.2 Dolby Atmos Monitor Application

Die Dolby Atmos Monitor Application wird auf der Pro Tools Workstation installiert und ausgeführt. Sie dient der visuellen Darstellung und Überwachung der Audioobjekte und der Signalaussteuerung der RMU. Außerdem verfügt sie auch über Transportfunktionen um Printmaster aufzunehmen und abzuspielen. Sie ist zudem notwendig, damit das Dolby Atmos Panner Plugin mit der RMU kommunizieren und Metadaten senden kann. Mit ihr lässt sich auch der Wiedergabe-Rendermodus der RMU wählen: Dolby Atmos (Beds und Objekte), nur Objekte, 7.1 oder 5.1 Surround. Wichtig hierbei ist, das über den RMU Web Client gewisse Rerender-Einstellungen vorgenommen werden müssen, wie zum Beispiel die Berücksichtigung des Bassmanagements oder das Absenken des Surround-Gains um -3dB, um dem gängigen Standard von 5.1 oder 7.1 Surround Formaten zu entsprechen.

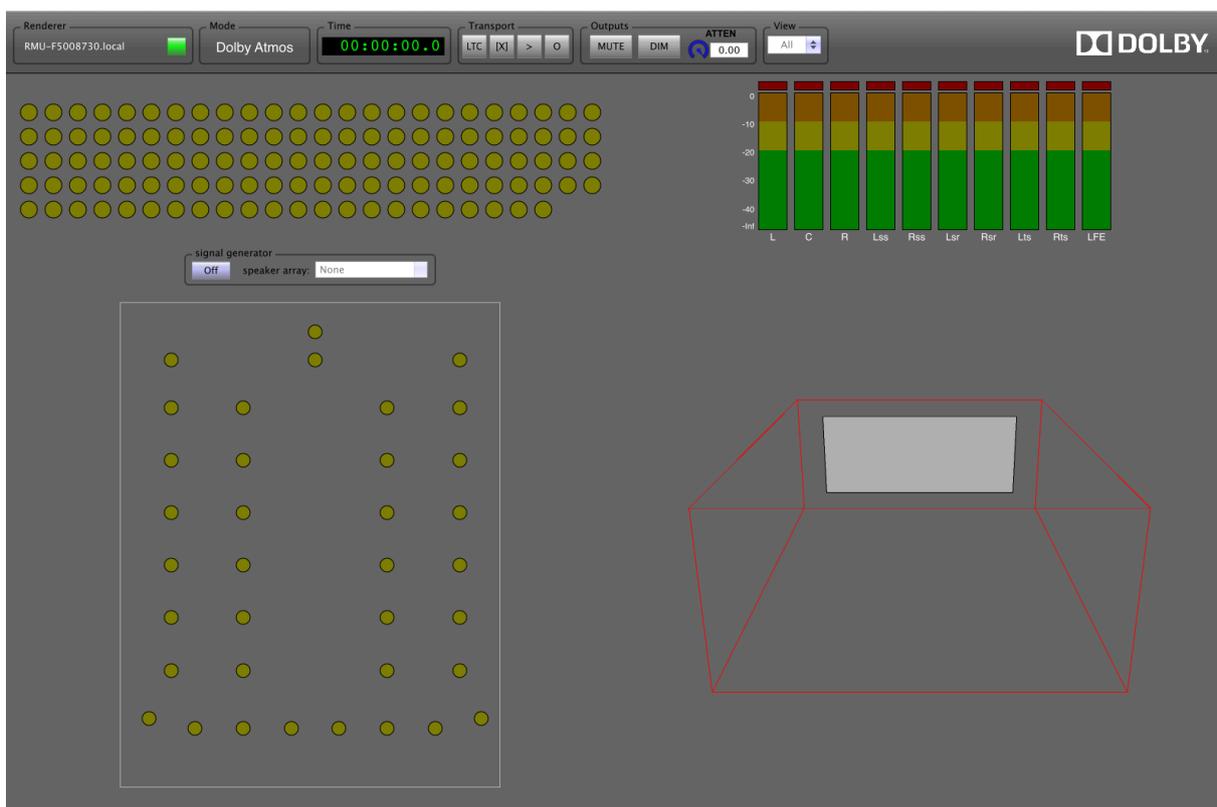


Abbildung 21: Dolby Atmos Monitor Application (Screenshot bei Bewegt Bilder)

Die Dolby Atmos Monitor Application kann in Echtzeit bei der Wiedergabe die Objekte in der dreidimensionalen Raumansicht (Abbildung 21, rechts unten) mit ihren Positionen und Bewegungen darstellen. Des Weiteren ist es möglich einzelne Lautsprecher über Anklicken in der Darstellung der Raumkonfiguration (Abbildung 21, links unten) stumm zu schalten. Die dargestellte

Raumkonfiguration entspricht der, welche über die Dolby Atmos Designer Web Application erstellt, gespeichert und aufgerufen wurde.

Die Dolby Atmos Monitor Application dient somit also der Überwachung und Steuerung der RMU während des Dolby Atmos Mischungsvorgangs oder der Printmaster-Wiedergabe von der RMU.

### **6.2.3 Das Dolby Atmos Printmaster**

Eine fertige Dolby Atmos Mischung (bestehend aus dem 9.1 Bed, den Audio Objekten und den Metadaten) wird als sogenanntes Printmaster von der RMU aufgezeichnet. Um ein solches Printmaster aufnehmen zu können, ist es notwendig zuerst ein Projekt dafür über den RMU Web Client anzulegen und dieses im Printmaster-Tool zu öffnen. Wichtig dabei ist, dass dem Printmaster innerhalb seiner Settings die Timecode Informationen der Pro Tools Session und des FFOA (First Frame of Action) angegeben wird. Wenn das Mischungsprojekt in Reels aufgeteilt ist und auch so aufgezeichnet werden soll, muss für jedes Reel ein eigenes Printmaster mit FFOA und dem Timecode für das Ende angelegt werden. Vor der Aufnahme über die Dolby Atmos Monitor Application muss im RMU Web Client das entsprechende Projekt mit dem entsprechenden Printmaster beziehungsweise dem Printmaster Reel aufgerufen und zur Aufnahme aktiviert werden. Um nun ein Printmaster aufzunehmen muss die Dolby Atmos Monitor Application auf den LTC Modus geschaltet sein. Dadurch empfängt sie den Timecode und die Aufnahme kann über die Record-Transportfunktion gestartet werden. Wichtig hierbei ist, dass die Aufnahme mindestens fünf Sekunden vor dem FFOA gestartet wird. Es ist auch möglich ein Printmaster nach der Aufnahme durch das Printmaster-Tool in Reels aufzuteilen, indem die entsprechenden Start- und Endpunkte der Reels angegeben werden und Synchronisationsmarken eingefügt werden. Falls nach der Aufnahme eines Printmaster noch Korrekturen in der Mischung nötig sein sollten, besteht die Möglichkeit über eine Punch-In- und Punch-Out-Funktion der Dolby Atmos Monitor Application einen Teil innerhalb eines entsprechenden Printmasters neu aufzunehmen ohne dass das gesamte Printmaster noch einmal aufgezeichnet werden müsste. Ein so aufgezeichnetes Printmaster besteht aus den Objektmeta- und aus den Objektwav-Dateien und einzelnen mono-WAV-Files für das 9.1 Bed. Um ein solches Printmaster in einem DCP weiterverarbeiten zu können, muss es mit der RMU Web Application als MXF Datei gewandelt werden. Auch bei der

Wandlung in ein MXF-Datei besteht die Möglichkeit eine Aufteilung in Reels vorzunehmen.

Da die Printmaster beziehungsweise das MXF-Masterfile als Reels aufgenommen oder im Nachhinein in Reels aufgeteilt werden können, kann in der weiteren Ton-Postproduktion oder im Vertrieb bei der Erstellung von DCPs weiterhin wie gewohnt gearbeitet werden.

#### **6.2.4 Dolby Atmos Rerendering in ein kanalbasiertes Format**

Über den zweiten MADI-Ausgang der RMU ist es möglich während der Arbeit im Dolby Atmos Format zeitgleich kanalbasierte Rerender-Ausspielungen vorzunehmen, unabhängig vom gewählten Wiedergabe-Rendermodus. Diese Ausspielungen können über einen MADI-fähigen Digitalrekorder oder über ein Pro Tools System aufgenommen werden. Standardmäßig werden über den zweiten MADI-Ausgang auf Kanal 1-8, eine vollständige 7.1 Mischung und auf den Kanälen 9-14 eine vollständige 5.1 Mischung ausgegeben. Zudem ist es möglich über die restlichen 50 Kanäle individuelle kanalbasierte Rerender-Stem-Ausspielungen von Objekten oder Beds vorzunehmen. Jedes Objekt kann einer Gruppe zugewiesen werden, welche dann auf einen Ausgabe-Stem verweisen muss. Diese Gruppen- und Zuweisungsinformationen werden in einem Rerender Ausgabe Matrix Dokument im XML Format gespeichert und können individuell erzeugt werden. Dadurch ist es beispielsweise möglich, alle Effektobjekte als Effektgruppe und alle Musikobjekte als Musikgruppe zu definieren um diese als kanalbasierte Stems ab Kanal 15 auszugeben und über eine Pro Tools Workstation aufzuzeichnen. Dadurch ist es möglich von allen Objekten kanalbasierte Stem-Ausspielungen für eine eventuelle spätere weitere Bearbeitung einer internationalen Filmfassung, Archivierung oder alternativen Vertriebsform anzufertigen.

Besonders hervorheben möchte ich, dass die Rerender-Vorgänge parallel zur Printmasteraufnahme erfolgen können und dadurch kein zusätzlicher Zeitaufwand entsteht um neben einer Dolby Atmos Mischung auch kanalbasierte Mehrkanalformate zu erstellen.

## 7 Zusammenfassung und Ausblick

Wie in Kapitel 2 gezeigt wurde, funktioniert räumliches Hören binaural. Menschen sind über ihr Hören in der Lage, Schallquellen zu lokalisieren. Bei einem objektorientierten Tonsystem lassen sich Audioobjekte frei im Raum positionieren, sodass das menschliche Ohr Schallereignisse an den „richtigen“ Stellen lokalisieren kann. Insofern lässt sich nun behaupten, dass das dreidimensionale Tonsystem dem natürlichen Hören näher liegt als rein horizontal umgebende Tonsysteme. Dadurch erklärt sich die Qualität und Relevanz eines dreidimensionalen Tonsystems wie Dolby Atmos. Indem hier nicht nur die wichtige Höhendimension hinzugefügt wird, sondern Schallereignisse überhaupt exakt positioniert werden können, werden Hörerlebnisse realer.

Beim Vergleich von visuellen und akustischen 3D-Inhalten im Kino lässt sich Folgendes feststellen: Während die visuelle Dreidimensionalität dem natürlichen Sehen nur unzulänglich entspricht, kommt die akustische Dreidimensionalität dem natürlichen Hören, wie bereits erwähnt, sehr nahe. Die meisten Kinobesucher eines Films im 3D-Bildformat werden die Erfahrung gemacht haben, dass das Sehen sich eben gerade nicht natürlich anfühlt. Da das menschliche Auge beim Fokussieren das Fokussierte automatisch scharfstellt, wird es im 3D-Kino irritiert: Elemente, die aus der Leinwand in den Raum „hervortreten“, lassen sich nämlich nicht scharfstellen. Das Ohr wiederum ist in der Lage, Töne – wie den singenden Vogel links über uns – zu lokalisieren, was dem Scharfstellen beim Sehen gleichkommt.

Bei der Entwicklung des Kinotons war es schon immer ein Anliegen, auf allen Sitzplätzen ein optimales Hörerlebnis zu ermöglichen. Wie in Kapitel 3 und 4 nachgezeichnet wurde, haben kanalbasierte Wiedergabeverfahren das Problem, dass mit dem Verlassen der optimalen Hörzone die Ortung von Phantomschallquellen nachlässt und die Mischung nicht mehr originalgetreu wahrgenommen werden kann. Dadurch, dass man mit einem objektbasierten Tonsystem nun die Möglichkeit hat, Töne auf nur einem Lautsprecher punktgenau wiederzugeben, wird diese akustische Lokalisation weitestgehend sitzplatzunabhängig.

Ein weiterer wichtiger Mehrwert erklärt sich durch die Tatsache, dass eine Mischung nicht mehr für eine feste Lautsprecherkonfiguration erzeugt wird,

sondern, dass die Objekte anhand der Raumkonfigurationsinformationen bei der Wiedergabe direkt auf die entsprechenden Lautsprecher berechnet werden. Dadurch lassen sich unterschiedlich große Kinos mit unterschiedlichen Lautsprecherkonfigurationen ausstatten.

Weil Dolby Atmos einen hybriden Ansatz, der sowohl mit dem kanal- als auch mit dem objektbasierten Verfahren arbeitet, verfolgt, lässt es sich verhältnismäßig einfach in die bisherigen Arbeitsabläufe in der Filmtonepostproduktion integrieren. Man arbeitet weiterhin mit den kanalbasierten Beds, außerdem werden frei positionierbare Audioobjekte hinzugefügt. Beim Erstellen einer Mischung wird in Bezug auf die statischen Elemente wie gewohnt kanalbasiert gearbeitet. Hinzu kommen die dynamischen Audioobjekte, die mithilfe eines Plugins bewegt und positioniert werden. Dieses lässt sich in die bisherigen DAW-Systeme einfach implementieren.

Die Hürde, die sowohl im Kino als auch im Postproduktionsstudio überwunden werden muss, ist das relativ hohe Anschaffungsbudget der benötigten Hardware. Der Aufbau eines Dolby Atmos Systems erfordert mehr Lautsprecher und Verstärker und vor allem den Tonprozessor (RMU), der berechnet, auf welchem Lautsprecher ein Objekt ausgegeben wird.

Da für jeden Raum anhand der Lautsprecheranzahl eine individuelle Raumkonfiguration erstellt wird, sind die Lautsprecherkosten flexibel. Dabei ist aber zu beachten, dass die Möglichkeit Objekte im Raum präzise zu positionieren und zu lokalisieren von der Anzahl der Lautsprecher im Raum abhängig ist.

Insgesamt lässt sich also feststellen, dass die bisher genutzten Werkzeuge und Workflows der Filmtonschaffenden weiterhin genutzt werden und sich Dolby Atmos in die bisherigen Abläufe und Vorgehensweisen integrieren lässt. Durch die Distribution der Filme über das DCP (Digital Cinema Package) lässt sich Dolby Atmos in unterschiedlich ausgestatteten Kinosälen wiedergeben. Falls kein Dolby Atmos System vorhanden ist, muss auf dem DCP immer auch eine klassische 5.1 oder 7.1 Surroundmischung vorhanden sein. Solch klassisch kanalbasierte Mischungen lassen sich automatisch von einem Dolby Atmos Printmaster ableiten, wodurch kein nennenswerter Mehraufwand entsteht. Somit ist es

möglich, ein Universal-DCP zu erstellen, welches weltweit in allen digitalen Kinos abgespielt werden kann.

Für die Handhabung von Dolby Atmos wäre es praktikabel, wenn es eine dreidimensionale Steuerung für die Positionierung der Objekte im Raum gäbe, beispielsweise ein Handschuh, dessen Bewegungen im realen Raum verfolgt und an den virtuellen Raum des Dolby Atmos Panner Plugins gesendet werden, sodass das Objekt mit nur einer Hand im Raum bewegt werden kann. Denn bisher hat man noch nicht die Möglichkeit, zeitgleich alle drei Achsen mit nur einer Hand zu steuern.

Momentan nutzt man das Dolby Atmos Verfahren vor allem für große Hollywood-Produktionen mit vielen „Actioneffekten“ sowohl im Bild wie auch im Ton. Explosionen, Schüsse und Hubschrauber erklingen aus verschiedensten Positionen des Raums, während zeitgleich auf der Leinwand schnelle Bildschnitte eine Reizüberflutung bei den Zuschauern verursachen. Wünschenswert wäre es daher, dass gerade Filme mit einer ruhigen Bildgestaltung das Dolby Atmos Verfahren nutzen, da der Mischtonmeister hier auf der Klangebene mehr Gestaltungsfreiheiten hätte um besondere Klangräume und Effekte zu erzeugen, welche die Zuschauer in eine besondere Klangwelt ziehen.

## 8 Literaturverzeichnis

### Printmedien und Whitepaper

Blauert Jens, Braasch Jonas: Räumliches Hören. In: Weinzierl, Stefan: Handbuch der Audiotechnik, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2008.

Blauert, Jens: Räumliches Hören. S.Hirzel Verlag, Stuttgart 1974.

Dickreiter, Michael: Handbuch der Tonstudioteknik, de Gruyter, Berlin 2014.

Friesecke, Andreas: Die Audio-Enzyklopädie, de Gruyter , Berlin Bosten 2014.

Goeres-Petri, Jürgen: Das Ohr. In: Dickreiter, Michael: Handbuch der Tonstudioteknik, de Gruyter, Berlin 2014

Görne, Thomas: Tontechnik. Carl Hanser, München 2015.

Lehmann Katja, Langhammer, Jan: Iosono 3D-Sound. In: Overschmidt, Gordian (Hrsg.), Schröder, Ute B. (Hrsg.): Fullspace Projektion – Mit dem 360° Lab zum Holodeck, Springer, Berlin Heidelberg 2013.

Slavik, Karl M.: Wiedergabeverfahren. In: Weinzierl, Stefan: Handbuch der Audiotechnik, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2008

Slavik, Karl M.: Film- und Fernsehton. In: Dickreiter, Michael (Hrsg.): Handbuch der Tonstudioteknik, de Gruyter, Berlin 2014.

Stahl, Stephan: Objektorientierte Audioumgebung für Surround-Sound: Masterarbeit, vorgelegt an der Hochschule der Medien Stuttgart, WS 2012/2013.

Theile, Günther: Tonaufnahme und Tonwiedergabe In: Dickreiter, Michael (Hrsg.): Handbuch der Tonstudioteknik, de Gruyter, Berlin 2014,

Dolby Rendering and Mastering Unit for Cinema User Manual, 2014.

Dolby Atmos Authoring for Dolby Atmos Cinema Sound Manual, 2014,  
[<http://www.dolby.com/us/en/technologies/dolby-atmos/authoring-for-dolby-atmos-cinema-sound-manual.pdf>] Zugriff zuletzt am 14.08.2016

Dolby Atmos Specifications Issue 3,2015  
[<http://www.dolby.com/us/en/technologies/dolby-atmos/dolby-atmos-specifications.pdf>] Zugriff zuletzt am 27.02.2016

Auro Technologies Barco, 2015: AuroMax, Next generation Immersive Sound system. [[http://www.auro-3d.com/wp-content/uploads/documents/AuroMax\\_White\\_Paper\\_24112015.pdf](http://www.auro-3d.com/wp-content/uploads/documents/AuroMax_White_Paper_24112015.pdf)] Zugriff zuletzt am 27.07.2016

Auro Technologies, 2015: Auro-3D Home Theater Setup – Installation Guidelines. [[http://www.auro-3d.com/wp-content/uploads/documents/Auro-3D-Home-Theater-Setup-Guidelines\\_lores.pdf](http://www.auro-3d.com/wp-content/uploads/documents/Auro-3D-Home-Theater-Setup-Guidelines_lores.pdf)] Zugriff zuletzt am 04.08.2016

Auro Technologies, 2015: Auro-3D Home Theater Setup – Installation Guidelines. [[http://www.auro-3d.com/wp-content/uploads/documents/Auro-3D-Home-Theater-Setup-Guidelines\\_lores.pdf](http://www.auro-3d.com/wp-content/uploads/documents/Auro-3D-Home-Theater-Setup-Guidelines_lores.pdf)] Zugriff zuletzt am 04.08.2016

Auro 3D Productions in Auro 3D, Professional Workflow and costs, 2012  
[<http://www.auro-3d.com/wp-content/uploads/documents-/Professional-Workflow-White-Paper-v0-6-20120228.pdf>] Zugriff zuletzt am 04.08.2016

Bert Van Daele, Wilfried Van Baelen: Auro-3D octopus Codec, Principles behind a revolutionary codec, 2011, S. 2.

## **Internetquellen**

<https://de.wikipedia.org/wiki/Schallereignis> Zugriff am 27.06.2016.

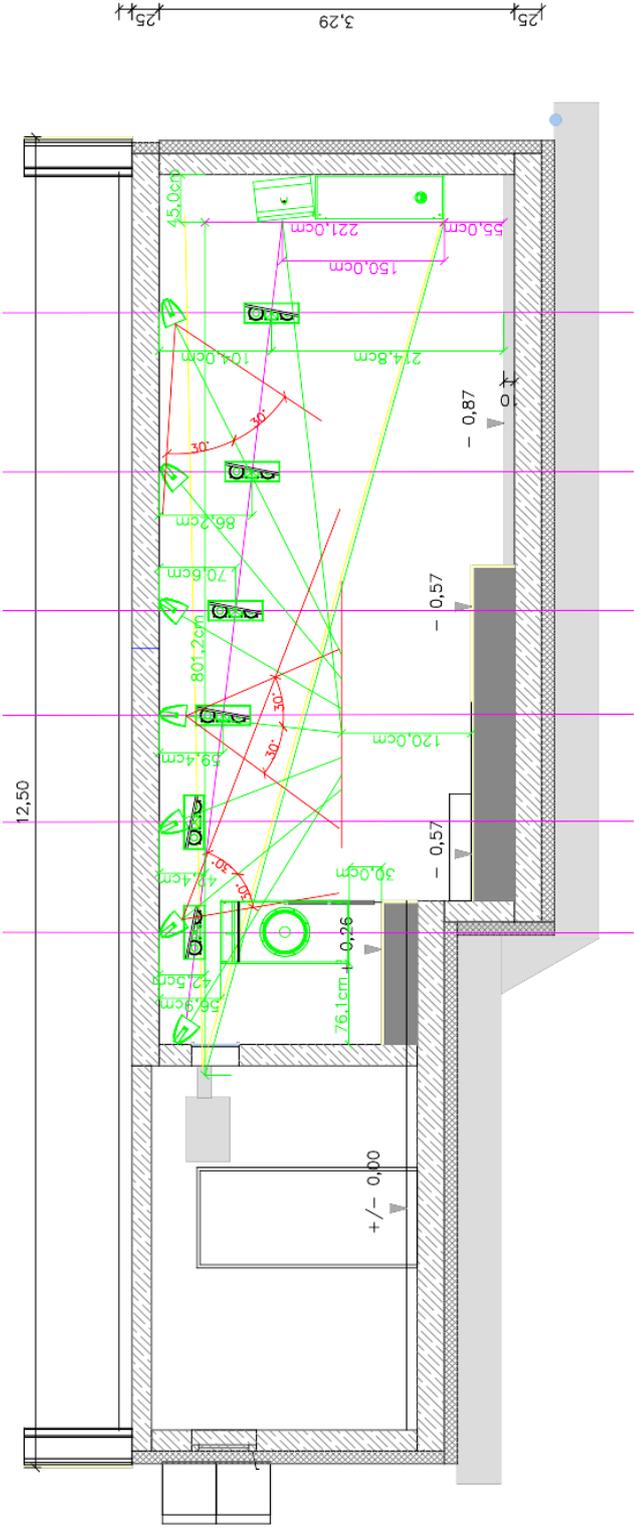
<https://de.wikipedia.org/wiki/Lichttonverfahren> Zugriff zuletzt am 27.07.2016.

<https://www.film-tv-video.de/business/2016/06/22/mehr-als-600-kinosaele-in-emea-mit-dolby-atmos/> Zugriff zuletzt am 04.08.2016

# Anhang

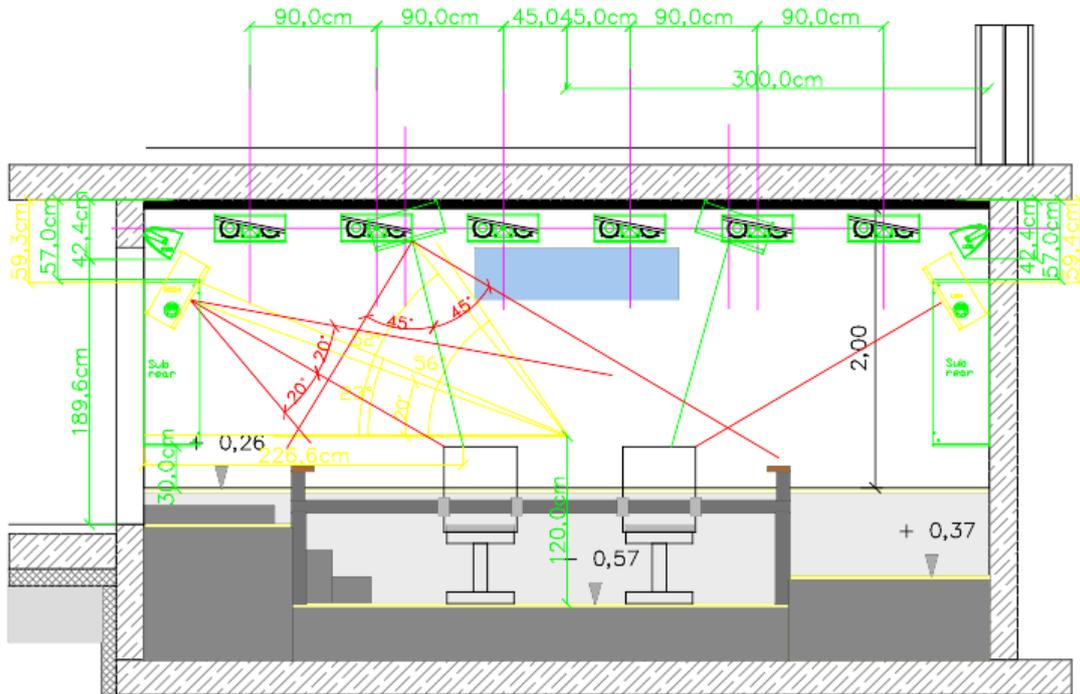
## Anhang A1

Lautsprecherpositionen in der Tonregie bei Bewegte Bilder (BS Architektur Tübingen 2015)



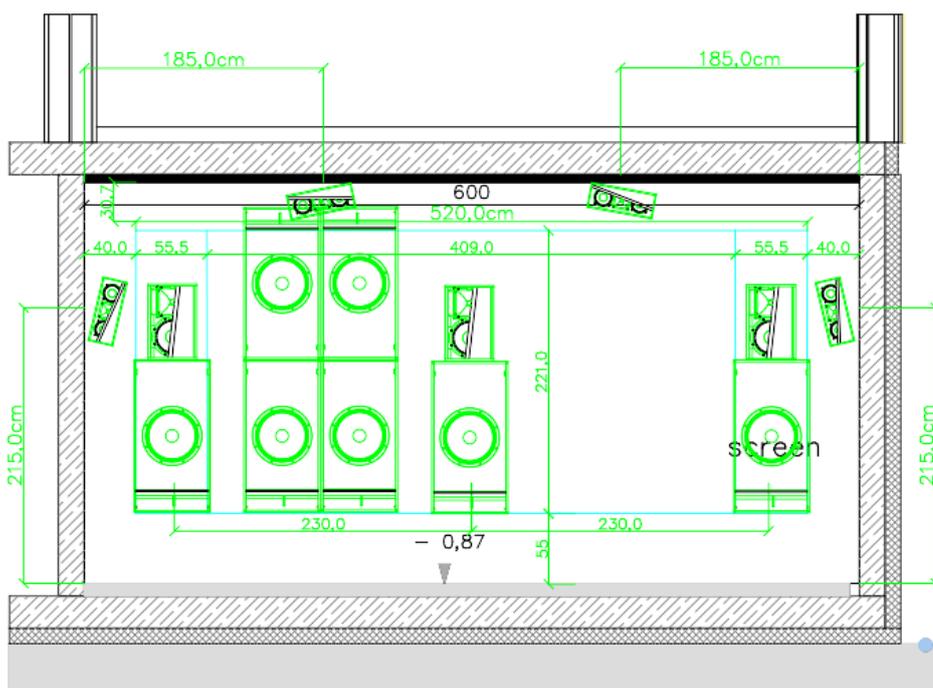
## Anhang A2

Lautsprecherpositionen in der Tonregie bei Bewegte Bilder  
(BS Architektur Tübingen 2015)



## Anhang A3

Lautsprecherpositionen in der Tonregie bei Bewegte Bilder (BS Architektur Tübingen 2015)





## Anhang A5

Lautsprecherbelegung der Endstufen bei Bewegte Bilder (eigene Darstellung)

(Zahlen in () sind die Lautsprecher-Kabelnummer)

LINKE SURROUNDS	DECKE LINKS		DECKE RECHTS		RECHTE SURROUNDS
LS 1 (23)	DL 1 (1)		DR 1 (7)		RS 1 (30)
LS 2 (24)	DL 2 (2)		DR 2 (8)		RS 2 (31)
LS 3 (25)	DL 3 (3)		DR 3 (9)		RS 3 (32)
LS 4 (26)	DL 4 (4)		DR 4 (10)		RS 4 (33)
LS 5 (27)	DL 5 (5)		DR 5 (11)		RS 5 (34)
LS 6 (28)	DL 6 (6)		DR 6 (12)		RS 6 (35)
LFE LS 5 (29)					LFE RS 6 (36)
BACK SURROUNDS					
BS 1 (37)	BS 2 (38)	BS 3 (39)	BS 4 (40)	BS 5 (41)	BS 6 (42)

FRONT				
L (17)	LFE 3 (19)	LFE 4 (20)	C (22)	R (13)
LFE L (15)	LFE 1 (16)	LFE 2 (18)	LFE C (21)	LFE R (14)

AMPS			
AMP I 4.1200 ID 11			
CH1: L	CH2: LFE L	CH3: R	CH4: LFE R
AMP II 4.1200 ID 12			
CH1: C	CH2: LFE C	CH3: LFE 1	CH4: LFE 2
AMP III 4.1200 ID 13			
CH1: LFE 3	CH2: LFE 4	CH3: LFE LS 5	CH4: LFE RS 6
AMP IV 4.750 ID 14			
CH1: DL 1	CH2: DL 2	CH3: DL 3	CH4: DL 4
AMP V 4.750 ID 15			
CH1: DL 5	CH2: DL 6	CH3: DR 1	CH4: DR 2
AMP VI 4.750 ID 16			
CH1: DR 3	CH2: DR 4	CH3: DR 5	CH4: DR 6
AMP VII 4.750 ID 17			
CH1: LS 1	CH2: LS 2	CH3: LS 3	CH4: LS 4
AMP VIII 4.750 ID 18			
CH1: LS 5	CH2: LS 6	CH3: RS 1	CH4: RS 2
AMP IX 4.750 ID 19			
CH1: RS 3	CH2: RS 4	CH3: RS 5	CH4: RS 6
AMP X 4.750 ID 20			
CH1: BS 1	CH2: BS 2	CH3: BS 3	CH4: BS 4
AMP XI 2.750 ID 21			
CH1: BS 5	CH2: BS 6		

## Anhang A6

Pro Tools Output Setup mit einem 7.1 Bed, Stereopfad für die Deckenlautsprecher und den Audioobjekten (Screenshot bei Bewegte Bilder).

I/O Setup

Input Output Bus Insert Mic Preamps H/W Insert Delay

A - HD MAD I DigLink 1  
Output MADI 1 (1-32)

Name	Format	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		
Main Out 7.1	7.1	L	R	C	LFE	Lss	Rss	Lsr	Rsr																										
Ceiling	Stereo									L	R																								
Object 1	Mono											M																							
Object 2	Mono												M																						
Object 3	Mono													M																					
Object 4	Mono														M																				
Object 5	Mono															M																			
Object 6	Mono																M																		
Object 7	Mono																	M																	
Object 8	Mono																		M																
Object 9	Mono																			M															
Object 10	Mono																				M														
Object 11	Mono																					M													
Object 12	Mono																						M												
Object 13	Mono																							M											
Object 14	Mono																								M										
Object 15	Mono																									M									
Object 16	Mono																										M								
Object 17	Mono																											M							
Object 18	Mono																												M						
Object 19	Mono																													M					
Object 20	Mono																														M				
Object 21	Mono																															M			
Object 22	Mono																																M		

Compensate for output delays after record pass  
 Output Meter Path: out 1-8  
 Audition Paths: none  
 Default Output Bus: Analog 1-2, ...  
 AFLPFL Path: none  
 AFLPFL Mutes: none  
 Low Latency Monitoring: default(1-2)

New Path...  
 Deleted Path  
 Default  
 Default Monitor Format: Stereo - L R  
 5.1 Path Order: L C R Ls Rs LFE  
 Sessions overwrite current I/O Setup when opened

Import Settings Export Settings  
 Cancel OK

## Anhang A7

RMU Roomsetting: Summary, bei Bewegte Bilder (Screenshot bei Bewegte

**summary** | routing | array delays

(2)

**summary information**

room information

room (clockwise from screen wall)  
**6.0 x 7.7 x 6.0 x 7.7 meters . symmetric**

screen image size . flat  
**0.0 W x 0.0 H meters . 1.85 . asymmetric**

screen image size . scope  
**0.0 W x 0.0 H meters . 2.39 . asymmetric**

speakers

**36 total speakers**  
**3 screen speakers + 1 LFE subwoofer**

Left Wide: 2 Right Wide: 2  
 Left Side Surround: 4 Right Side Surround: 4  
 Left Rear Surround: 3 Right Rear Surround: 3  
 Left Top Surround: 6 Right Top Surround: 6

stadium floor

floor elevation at screen: 0.0 meters  
 floor elevation at 2/3: -  
 floor elevation at back wall: -

tapered ceiling

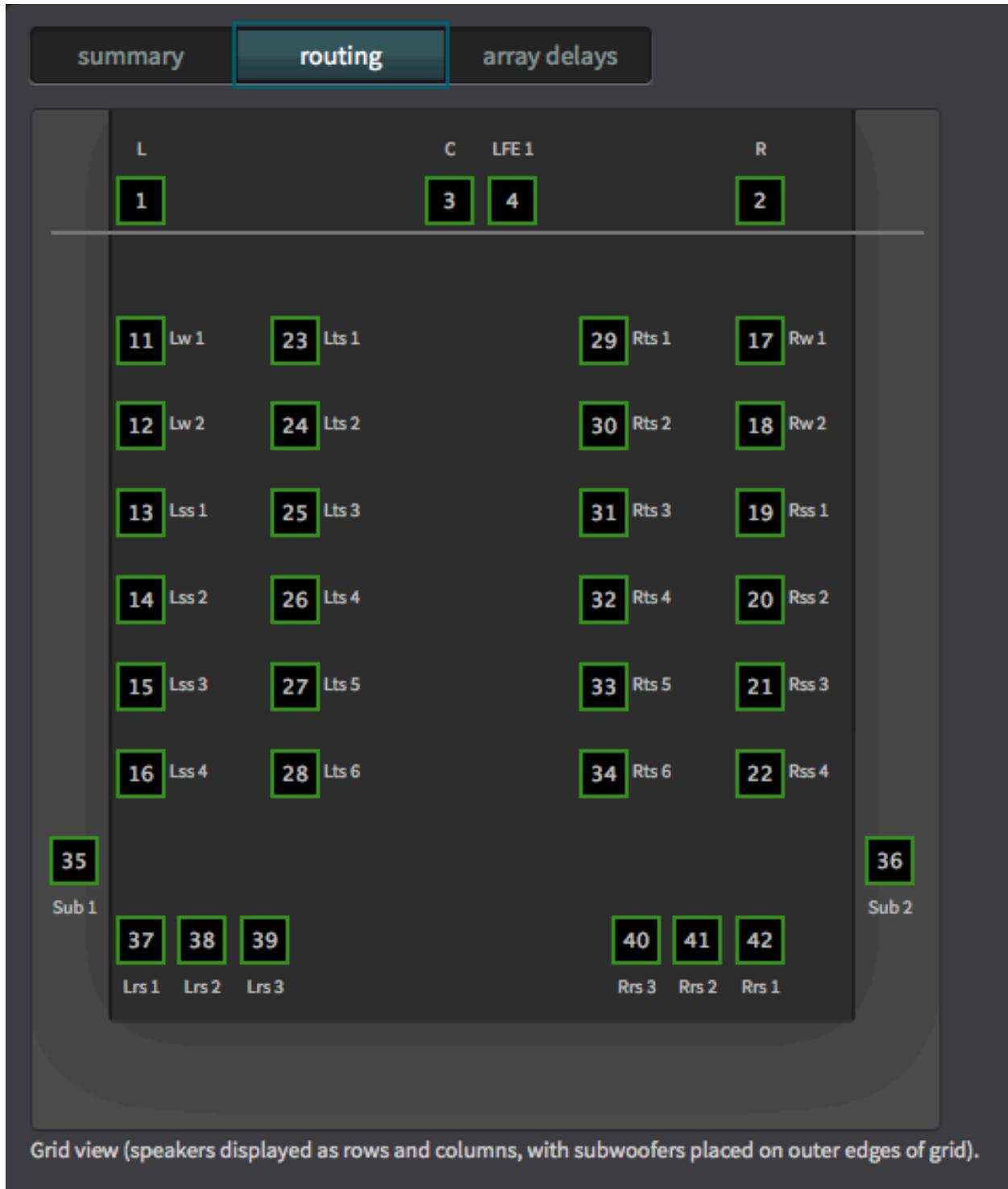
ceiling elevation at screen: 2.0 meters  
 ceiling elevation at 2/3: -  
 ceiling elevation at back wall: -

Room view (speakers displayed according to their x, y coordinates).

Bilder)

## Anhang A8

RMU Roomsetting: Routing, bei Bewegte Bilder (Screenshot bei Bewegte Bilder)



## Anhang A9

RMU Roomsetting: Array Delays, bei Bewegte Bilder (Screenshot bei Bewegte Bilder)

The screenshot displays the 'surround speaker array delays' configuration window. On the left, there are three tabs: 'summary', 'routing', and 'array delays', with 'array delays' being the active tab. The main area shows a grid of speaker positions. The grid consists of 10 columns and 3 rows of speaker icons. The icons are colored based on their type: green for Lss, yellow for Lrs, light green for Lts, light blue for Ls, dark blue for Rss, orange for Rrs, cyan for Rts, and purple for Rs. The 'array delays' control panel on the right includes a checkbox labeled 'use configuration file values' which is currently unchecked. Below this checkbox is a grid of eight input fields, each containing the value '10' and the unit 'ms'. The input fields are arranged in two columns of four. The top row of input fields corresponds to the speaker types Lss, Lrs, Lts, and Ls. The bottom row corresponds to Rss, Rrs, Rts, and Rs. An 'apply' button is located at the bottom right of the control panel. At the bottom of the window, there is a vertical text label: 'Grid view (speakers displayed as rows and columns, with subwoofers placed on outer edges of grid)'.

## Anhang A10

RMU Roomsetting: EQ (Flat), bei Bewegte Bilder (Screenshot bei Bewegte Bilder)

