



Hochschule Mittweida (FH)
University of Applied Sciences

Fachbereich Medien

BACHELORARBEIT

Herr

Alexander Böhm

„Dolby Atmos - Funktionsweise bei Aufnahme und Wiedergabe“

2014

Fakultät: Medien

BACHELORARBEIT

„Dolby Atmos - Funktionsweise bei Aufnahme und Wiedergabe“

eingereicht von

Alexander Böhm

Ackerweg 6

21629 Neu Wulmstorf

Seminargruppe: **FF11s1-B**

Studiengang: **Regie**

Hochschule Mittweida (FH) - University of Applied Sciences

Erstprüfer: **Prof. Dipl. Toningenieur Mike Winkler**

Zweitprüfer: **Dipl. Ing. Dimitri Rachmann**

Neu Wulmstorf, 21.01.2014

Faculty of Media

BACHELOR THESIS

„Dolby Atmos -

Functional principle during production and playback“

author:

Alexander Böhm

Ackerweg 6

21629 Neu Wulmstorf

course of studies: **FF11s1-B**

seminar group: **Regie**

Hochschule Mittweida (FH) - University of Applied Sciences

first examiner: **Prof. Dipl. Toningenieur Mike Winkler**

second examiner: **Dipl. Ing. Dimitri Rachmann**

Neu Wulmstorf, 21.01.2014

Bibliographische Angaben

Böhm, Alexander:

„Dolby Atmos - Funktionsweise bei Aufnahme und Wiedergabe“

„Dolby Atmos - Functional principle during production and playback“

47 Seiten, Hochschule Mittweida, University of Applied Sciences,
Fakultät Medien, Bachelorarbeit, 2014

Zusammenfassung

Die vorliegende Bachelorarbeit beschäftigt sich mit dem Thema „Dolby Atmos“, eine neue Technologie in der Geschichte des Film- und Kinotons. Im Kontrast zu bekannten kanalbasierten Methoden Filmklänge in Kinos zu produzieren, nutzt Dolby Atmos eine Wiedergabetechnik, die aus separaten Kanälen und Objekt basiertem Audio besteht. Dies eröffnet nicht nur für Filmemacher und Kinobesitzer neue Möglichkeiten sondern bringt auch neue Herausforderungen mit sich.

Diese Bachelorarbeit beschreibt Atmos im Allgemeinen, zeigt dessen Vorteile, Nachteile und charakteristischen Merkmale auf. Außerdem wird der praktische Einsatz und die Funktionsweise bei Aufnahme und Wiedergabe im Detail erläutert und die zukünftige Entwicklung des Systems diskutiert und mit möglichen Alternativ-Systemen verglichen.

Abstract

This bachelor thesis deals with the topic of ‚Dolby Atmos‘, an entirely new technology in history of movie and cinema sound. In contrast to common methods of producing channel-based sound in cinema halls, Dolby Atmos uses a technology based on discrete channels in combination with object-based audio playback. This approach offers a number of advantages despite the fact that it also requires greater effort.

The thesis describes Dolby Atmos in general and pinpoints its advantages, disadvantages and unique characteristics. Furthermore, practical considerations and functional principles in production and playback are described in detail and future forecasts are discussed, comparisons with several alternatives on the market are made.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	V
1. Einleitung	1
2. Definition und Geschichte zum (Dolby) Surround Sound im Kino	4
2.1. Allgemeine, technische Definition „digitales Kino“	8
2.2 Allgemeine, technische Definition „Dolby Atmos“	9
3. Funktionsweise von „Dolby Atmos“	10
3.1 Funktionsweise bei der Aufnahme	12
3.1.1 Definition	12
3.1.2 Aufnahmemethoden	12
3.1.3 Surround Sound in der Postproduktion	14
3.1.4 Endfertigung und Distribution	22
3.2 Funktionsweise bei der Wiedergabe	27
3.2.1 Grundsätzliche Anforderung an die Kinosäle	27
3.2.2 Optimal-Ausstattung des Zuschauersaals für Dolby Atmos	28
3.2.3 Optimal-Ausstattung des Projektionsraums für Dolby Atmos	35
3.2.4 Wiedergabe im Kino	35
4. Alternativen zu Dolby Atmos	38
4.1 Auro 3D	39
4.2 IOSONO Sound	42
5. Zusammenfassung und Ausblick	45
6. Literaturverzeichnis	VI
7. Abbildungsverzeichnis	XI
8. Eigenständigkeitserklärung	XIV

1. Einleitung

Ob im Kino, im heimischen Wohnzimmer oder mittlerweile unterwegs in der Tasche durch mobile Geräte wie Smartphones oder Notebooks: raumfüllender Klang bei Filmen bzw. räumlicher Film-Klang scheint heutzutage allgegenwärtiger denn je zu sein - auch wenn dies manchmal nur durch Aufkleber wahrnehmbar scheint.

Meine erste Erfahrung mit raumfüllenden Klängen erlebte ich noch vor der Jahrtausendwende im Jahre 1997. Es war *Flubber*¹ und für mich der erste Besuch im Kino bzw. Kinofilm, den ich bewusst wahrnahm. Das kleine, grüne und springende „Ding“ aus Gummi flog ständig durch alle Ecken des Raumes und kollidierte mit den unterschiedlichsten Gegenständen, dann der durch Himmel und Keller fliegende gelbe Roboter, es zischte und krachte vor mir, hinter mir, neben mir. Ein völlig anderes Erlebnis als Zuhause vor der Sony-Röhre mit all den VHS-Kassetten und klassischen Fernsehprogrammen. Voluminös, kraftvoll und deutlich statt blechern und übersteuert. Einzig der HiFi-Anlagen-Turm des Vaters, angeschlossen per Cinch² an einen analogen Satelliten Receiver konnte zu der Zeit ein vielleicht ähnlich lautes bzw. klares Klangbild erzeugen, aber limitiert auf nur zwei Lautsprecher. Ich war fasziniert und neugierig, wie das im Kino wohl alles funktionierte und ich fragte mich, was in Zukunft noch kommen mag.

Heute, fast 15 Jahre später, steht im eigenen Wohnzimmer ein selbst aufgebautes 5.1 Heimkinosystem, ein A/V-Receiver³, ein großer Flachbildfernseher, ein Blu-rayplayer mit 3D-Funktion, diverse Spielekonsolen und ein drahtloser Netzwerkspeicher, um nach Lust und Laune Musik, Bilder und Videos kabellos aus der eigenen Bibliothek streamen⁴ zu können. Alles in bestmöglicher Bild- und Tonqualität, alles zusammengekauft aus den großen Anzeigen der bekannten Elektrofachmärkte, alles zu erschwinglichen Preisen. Man weiß um die Vorzüge eines voluminösen Klangbildes, ist verwöhnt von kristallklaren Bildern, die durch

¹ vgl. IMDB *Flubber*, USA 1997

² umgangssprachliche Bezeichnung für ungenormte Steckverbinder zur asymmetrischen Übertragung von elektrischen Signalen.

³ Mehrkanal HiFi-Verstärker, die verschiedene Audio-/Videoquellen auf ihre digitalen und/oder analogen Ausgänge schalten können.

⁴ streamen = engl. für „strömen, fließen“. Das kontinuierliche (kabellose) Übertragen/Verarbeiten von Daten.

eindrucksvolle Soundeffekte untermalt werden. Die Dialoge sind verständlicher denn je und selbst die Darstellung von Räumlichkeit ist mittlerweile im Kino und im Home-Entertainment gang und gäbe und auch 4K und UHD⁵ stehen bereits in den Startlöchern. Da mag man meinen, dass die Evolution des Bildes schneller vorangeht als die des Tons. Doch ist man sich all der Schritte bewusst, die es bedarf von der Aufnahme am Set, über die Weiterverarbeitung im Studio bis hin zum fertigen Film im Kino, zur fertigen DVD, Bluray oder Auswahlmöglichkeit in der Online-Videothek? Ist man sich dessen bewusst? Und sind die Möglichkeiten des Kinos- oder des Homeentertainments bereits ausgeschöpft? Scheinbar nicht, denn nicht nur im visuellen Segment wird weiterentwickelt, auch im Bereich Audio. Das Dolby Laboratory („Dolby“) hat in der ersten Hälfte des Jahres 2012 eine neue Raumklang bzw. Surround-Sound-Technologie entwickelt und umgesetzt, die die herkömmlichen Surround Systeme im Kino um eine dritte Tondimension bereichern und technisch neue Möglichkeiten für Regisseure, Studios und Kinos eröffnen soll.

Als angehender Regisseur, stellte ich mir in der Vergangenheit öfter die Frage, warum der räumliche Klang es geschafft hat sich durchzusetzen. Dabei scheint die Antwort heutzutage klarer denn je: Nicht nur das Kino war maßgeblich daran beteiligt, den Surround Sound zu prägen und zu vermarkten, um Zuschauern ein intensiveres Kinoerlebnis zu bieten. Auch rein aus künstlerischer Sicht bietet es größeren Spielraum. Während man bei der Gestaltung durch Stereo-Ton auf den Platz zwischen zwei Lautsprechern beschränkt ist und der Zuschauer somit durch ein imaginäres Fenster in eine fiktive Räumlichkeit blicken lässt, so befindet sich der Zuschauer bei Surround Sound in einer Position umhüllt von Klängen. Dolby Atmos scheint die logische Konsequenz daraus.⁶ Somit ist Atmos auch für mich als Regisseur bereits in der Theorie eine vielversprechende Möglichkeit neue Erzählebenen definieren und ausprobieren zu können.

Doch wie macht sich dies in der Praxis bemerkbar? Unterscheidet sich die Arbeits- und Funktionsweise dieses Systems in irgendeiner Form zum klassischen Surround Sound? Und wenn ja, wie? Welche Auswirkungen hat Dolby Atmos auf Kreative, Distributoren oder Kinos und welche Möglichkeiten ergeben sich daraus?

⁵ UHD = Ultra High Definition, Bezeichnung für vierfache HD Auflösung, auch unter „4K“ bekannt.

⁶ vgl. Heer, 2011, S. 24

Diese Fragen sind leitend für die folgende, technisch-kreative Auseinandersetzung mit dem Dolby Atmos System und ergeben folgende Struktur:

Einordnung & Definition > Funktionsweise > Vergleich > Möglichkeiten & Ausblick

Da es sich hierbei (zur Zeit der Erstellung dieser Arbeit) ausschließlich um ein Audio-System für Kinos handelt, läuft die Darstellung der Arbeits- und Funktionsweisen im Detail auf die effektive Auswertung in Kinosälen hinaus.

Dennoch muss dabei beachtet werden, dass über Techniken und Funktionsweisen von Dolby Atmos - gerade bei Pre- und Postproduktion - in der deutschen sowie englischsprachigen Literatur nur sehr wenige, aktuelle Informationen zu finden sind, die technisch eindeutig die Funktionsweise des Systems beschreiben können. Selbst Dolby eigene Online-Archive bieten nur wenig detaillierte Auskunft über vergangene und gegenwärtige Techniken. Auch auf direkte Nachfrage wird stets auf Print- oder Online-Medien verwiesen. Es scheint fast eine Angst vor Technologie-Diebstahl zu herrschen. Ferner geschehen die technischen Entwicklungen zu rasch und meist beschäftigen sich die Veröffentlichungen lediglich mit der Geschichte des Mehrkanaltons bzw. mit den klassischen Meilensteinen des Filmtons und ausgewählten Industrieentwicklungen bis Mitte der 2000er. Sie behandeln somit - im günstigsten Falle - nur Teilbereiche und sind teilweise widersprüchlich oder gar fehlerhaft.

Diese Arbeit möchte diese Lücke schließen, auch wenn die hier aktuell vorgestellten Technologien und Techniken den Gesetzen der rasanten Entwicklung unterliegen, und wird - allein aufgrund der nur lückenhaft vorhandenen Ausgangsmaterialien - keine komplexen, mathematischen Methoden zur Klangerzeugung und -umwandlung erläutern, sondern auf verständliche Weise, anhand von konkreten Beispielen und Vergleichen, die Thematik für jedes Gewerk der Filmschaffenden Industrie nachvollziehbar beleuchten. Glücklicherweise bleiben hier die grundlegenden Erfordernisse an die bekannten Arbeitsmittel aus Film und Audio, und der bis zum Zeitpunkt der Erstellung bekannten Arbeitsabläufe, von der Zeit weitestgehend unbeeinflusst.

2. Historische Annäherung & Definition zum (Dolby) Surround Sound im Kino

Der Ton im und zum Film hat bereits eine lange technologische Reise zurückgelegt. Angefangen als Begleiter oder auch artikulierende Musik zu Stummfilmen, bis hin zu hitverdächtigen Dance-Soundtracks von Daft Punk in der Tron-Neuaufgabe „Tron: Legacy“⁷. Die stetige Entwicklung der Tontechnik wird seit jeher als Mittel genutzt, um präziser die Intentionen des Künstlers bestmöglich auf die Leinwand zu übertragen und um eine bessere Einbeziehung des Zuschauers in das Kinoerlebnis zu ermöglichen. Es begann 1927 mit der Monowiedergabe aus einem Lautsprecher, gefolgt von der stereofonen Wiedergabe mit zwei Lautsprechern seit Mitte/Ende der 1930er Jahre⁸ bis zu den ersten Surround Sound Filmen in den 1940er/50er Jahre. Dabei kann Disney mit dem Film Fantasia⁹ als „Erfinder“ des Mehrkanaltons im Kino gesehen werden. Mit der speziell für den Film entwickelten „Fantasound“-Technologie schafften es die Disney-Ingenieure, insgesamt 5 Kanäle zu kreieren, alle separat auf einzelnen Filmrollen aufgezeichnet und abgespielt. Fantasound wurde aufgrund der horrenden Kosten jedoch nicht weiter verfolgt.¹⁰ In den 1950er Jahren entwickelte sich die Technik der magnetischen Tonaufnahme und erlaubte, den Ton getrennt zum Film aufzunehmen. Es entstanden von 20th Century Fox zusammen mit Cinemascope die ersten Vierkanal Filme, mit vier separaten Tonspuren, wobei die Spur mit den räumlichen Klängen reines Mono-Material beinhaltete und somit noch keinen „echten“ Raumklang repräsentierte.¹¹ Dabei hingen (im Idealfall) sämtliche Lautsprecher in einer Höhe und der Ton konnte zu Beginn auf diese vier Kanäle verteilt werden (Abb. 2.1): Mitte (C), vorne links (L), vorne rechts (R) und hinten (S/Surround)¹²:

⁷ vgl. IMDB, Tron: Legacy, 2010

⁸ vgl. Brucker, Wilm/Reil, Andreas, 2007, S. 42

⁹ vgl. IMDB, Fantasia, Disney, 1940

¹⁰ vgl. quepublishing.com, Miller, 2004, (05.12.2013)

¹¹ vgl. Seidelmann, 2008, S. 12

¹² vgl. Webers, 2007, S. 43

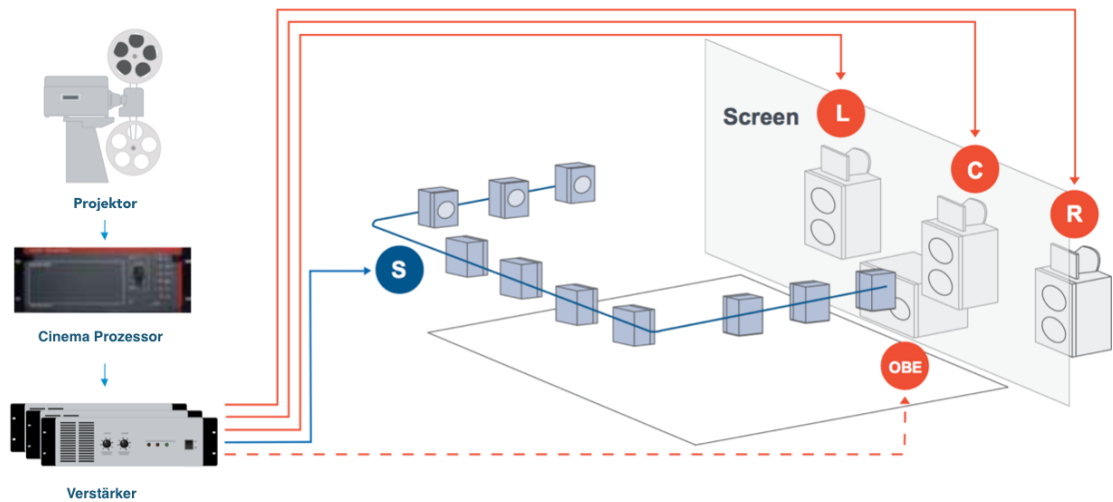
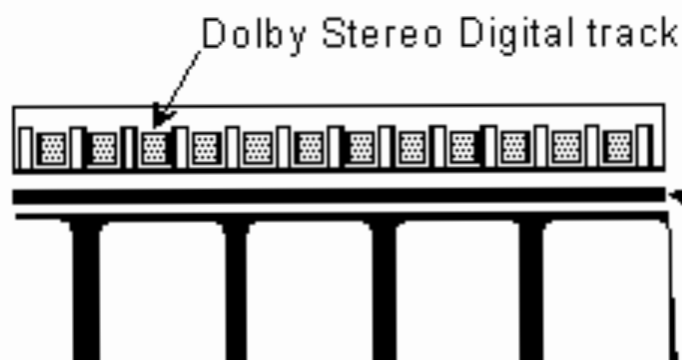


Abb. 2.1

Doch es war der Stereo-Ton, der sich größerer Beliebtheit erfreute und wodurch Surround Sound Ende der 1950er Jahre als ausgestorben galt. Doch parallel entwickelte im Laufe der Jahrzehnte ein Unternehmen Namens „Dolby Laboratories“ nicht nur wichtige Elemente des künftigen Kinotons (wie Rauschunterdrückung oder Systeme zur Erweiterung des Frequenzspektrums bei der Tonübertragung) die jedoch in diesem Abschnitt aufgrund fehlender Relevanz nicht weiter erläutert werden, sondern auch ein spezielles, analoges Lichttonformat für Kinofilme: Dolby Stereo. Es war eine Technologie, die 2 Audiospuren direkt auf einen 35mm-Filmstreifen bannte und im Kino von technischen Geräten auslesen und auf vier Kanäle verteilen lies (Abb. 2.2). Das genutzte Verfahren nannte sich „matrixing“ (Matrix-Prinzip).

Abb. 2.2 -
Position der Dolby
Stereo Spur

Das Matrix-Prinzip basiert auf der Booleschen-Algebra¹³, auf der die Funktionsweise aller heutigen Computer- und Programmiersprachen beruht. Es bediente sich binärer, logischer Operationen, somit der mathematischen Zahlen 1

¹³ vgl. Zschiegener, 2002, S. 2

und 0, bzw. „wahr“ oder „falsch“ mit Konjunktionen bzw. Disjunktionen „oder“ und „und“.¹⁴ Die Informationen der beiden Audiospuren wurden vom Prozessor verglichen und an die entsprechenden Lautsprecher weitergeleitet. Wenn das Tonsignal der linken Spur und das der Rechten nicht harmonierten, also phasenverschoben lieferten, wurde der Ton an die Surround Lautsprecher gesendet. War jedoch das Signal der rechten und linken Tonspur identisch, also phasengleich, gelang das Signal an den Center Lautsprecher. Alle anderen Signale an den vorderen rechten bzw. linken Lautsprecher. Ein Neuanfang für die Surround Technologie¹⁵.

Erst später, in den 1990er Jahren, entstand durch digitale Aufnahme-, Mixing¹⁶- und Wiedergabetechniken das heute standardisierte 5.1 Format (Abb. 1.2): Mitte, vorne links, vorne rechts, hinten links, hinten rechts. Auch bekannt als Dolby Digital oder Dolby AC-3 (gemäß dem Datenkompressionsverfahren AC3).¹⁷ Für die Speicherung der digitalen Audiodaten wurden die Flächen zwischen den Perforationsflächen eines Zelluloids genutzt. Laserdioden brannten dabei eine 76x76 Punkte Matrix ins Filmmaterial (Abb. 2.3).

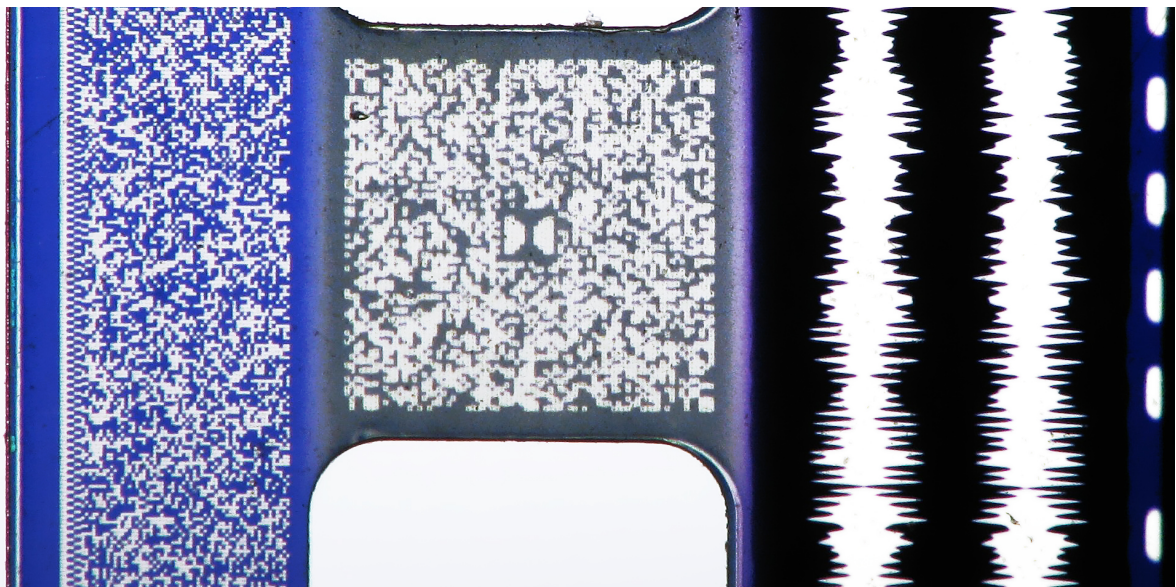


Abb. 2.3 - Die unterschiedlichen Tonsignalspuren auf einem Zelluloid

¹⁴ vgl. Zschiegener, 2002, S. 3 - 5

¹⁵ vgl. Webers, 2007, S. 44

¹⁶ Mixing = engl. Abmischen, Anpassen und Zusammenführen von einzelnen Tondateien/-spuren

¹⁷ vgl. Miller, quepublishing.com, 2004, (05.12.2013)

Dennoch, der effektive Ton im Kino kann „lediglich“ diskret auf die fünf Kanäle vorne links/rechts, Mitte, hinten links/rechts oder dazwischen verteilt werden (Abb. 2.4.).¹⁸

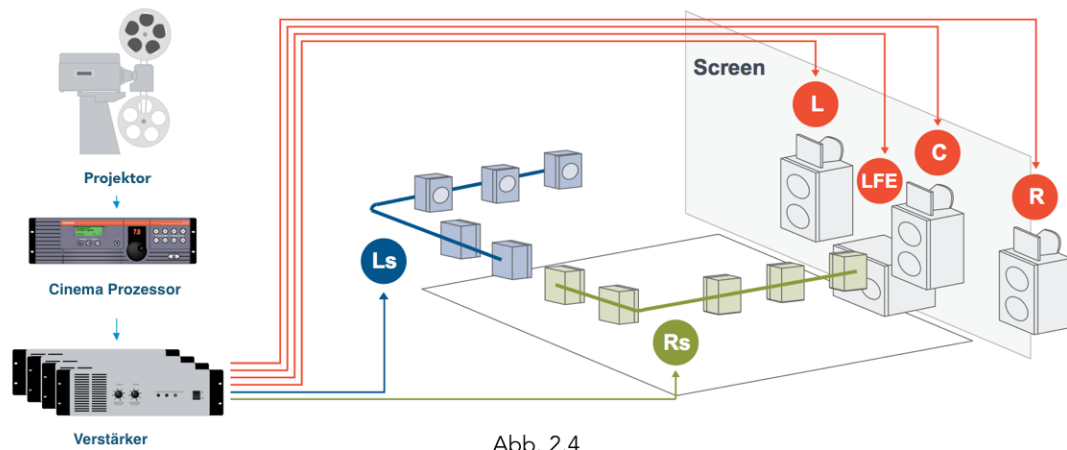


Abb. 2.4

Mit der Einführung des digitalen Kinos zur Jahrtausendwende geriet die Entwicklung des Kinotons ins Stocken. Für die Industrie hatte es Priorität, sich um neue Standards und Sicherheitsmechanismen, die das Thema Bild betreffen, zu kümmern, obwohl die Technik in der Theorie bereits zu mehr im Stande gewesen wäre.¹⁹ Erst ab 2010 etablierte Dolby ein weiteres System durch das Teilen der hinteren Kanäle in vier einzelne, so genannte „Zonen“: Das 7.1 Surround System, auch bekannt als Dolby Digital EX. (Abb. 2.5)

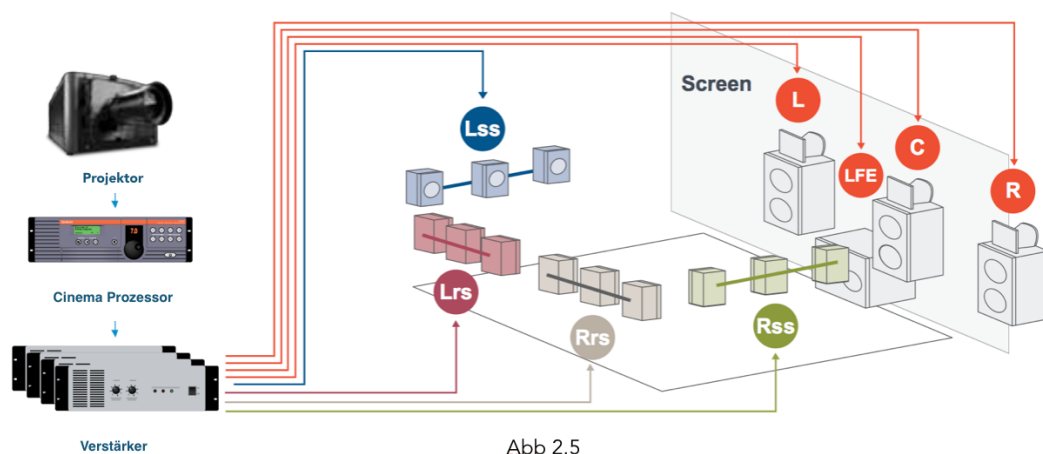


Abb 2.5

¹⁸ vgl. Webers, 2007, S.46

¹⁹ vgl. Dolby White Paper, 2013, S. 14

Doch selbst hier war nur die Summe aller Klänge innerhalb der verfügbaren Kanäle frei positionierbar, nicht aber einzeln für einen Lautsprecher auszusteuern. Doch bereits hier setzte Dolby auf größtmögliche Kompatibilität, d. h. auf konsequente Abwärtskompatibilität seiner Systeme vom Mehrkanal- bis zum Mono-Ton. Dennoch, die Surroundkanäle wurden bzw. werden vorwiegend für Geräuscheffekte und Raumhall verwendet. Der sechste bzw. siebte Kanal enthält nur niedrige Frequenzen für die Basswiedergabe und wird somit auch LFE-Kanal² genannt.

Parallel zu Dolby haben auch die Firmen Digital Theatre Sound (DTS) und Sony (SDDS) an Mehrkanaltonverfahren gearbeitet, die jedoch eine grundlegend andere Signalverarbeitung aufweisen. Das Sony-Format konnte sich über die Zeit nicht ausschlaggebend etablieren und das DTS System gilt zwar qualitativ als das hochwertigere System, da es einen weniger stark komprimierten Datenstrom verwendet²¹, ist jedoch zum jetzigen Standpunkt nicht mit den Entwicklungen von Dolby vergleichbar und wird somit in dieser Arbeit nicht weiter in Betracht gezogen. Auch das allseits bekannte, von George Lucas ins Leben gerufene „THX“ wird hier vernachlässigt, da es sich nicht, wie von vielen vermutet, um ein Tonverfahren, sondern um einen Qualitätsstandard handelt, der Normen für Bild, Ton und heutzutage auch Fremdeinflüsse festlegt.²²

All diese Mehrkanaltonverfahren haben eines gemeinsam: Sie wurden in erster Linie für das Kino konzipiert und das für das Publikum relevante Klanggeschehen ist immer in Richtung Leinwand ausgerichtet. Das jüngst von Dolby entwickelte „Dolby Atmos“ soll dem Surround System nun weitere Dimensionen und Möglichkeiten hinzufügen, was bedeutet, dass nicht nur zusätzlich Tonsignale von oben wiedergegeben werden können. Es ermöglicht außerdem, alle Lautsprecher eines Kinosaals einzeln anzusprechen (bis zu 64 Stück). Zur besseren Einordnung ist ein kurzer Exkurs in die grundsätzliche, digitale Kinotechnik hilfreich.

²⁰ LFE (bei Dolby): Low Frequency Effects. Der Frequenzbereich beträgt dabei 20 - 100 Hz

²¹ vgl. heimkino-faq.de, Hemesath, 2010, (31.12.2013)

²² vgl. Müller, 2010, S. 279

2.1. Allgemeine, technische Definition „digitales Kino“

Das digitale Kino bezeichnet im weiteren Sinne die Digitalisierung der gesamten Produktionskette von Filmaufnahmen, über Postproduktion bis zur Archivierung und Distribution²³ und Vorführung der Filme in Kinos. Es ersetzt durch digitale Verfahren die sonst üblichen mechanischen und photochemischen Speicherungen und Verarbeitungen von Bild- und Toninformationen unabhängig davon ob es sich um 2D- oder 3D-Filmmaterial handelt. Das effektive und codierte Bild- und Tonmaterial wird in ein sogenanntes DCP²⁴ zusammengesetzt, dem Digital Cinema Package. Es beinhaltet, formatiert nach Vorgaben der DCI²⁵ und SMPTE²⁶, das Bild, den Ton zum Bild und ggf. Untertitel. Ein DCP ist das Standard-Distributionspaket für digitale Kinos und beherbergt Dateien mit einem Maximum an Bild- und Tonqualität. Die DCPs werden in der Regel auf physischen Datenträgern - wie Festplatten, Speichersticks oder Discs - ausgeliefert.²⁷ Man kann also sagen, dass im Kino, anstelle von Filmrollen, heutzutage nur noch Festplatten rotieren.

2.2. Allgemeine, technische Definition „Dolby Atmos“

Atmos wird im Zeitalter des digitalen Kinos zu den digitalen Mehrkanal-Tonsystem bzw. digitalen Mehrkanal-Tonformaten gezählt, auch „3D-Audio“ genannt.²⁸ Es erlaubt durch seine Technik in der Theorie eine unbegrenzte Anzahl von Tonspuren. Technisch bedingt erlaubt die derzeitig verfügbare Hardware ein Maximum an 128 Tonspuren für maximal 64 Lautsprecher. Jeder Lautsprecher bekommt dabei ein völlig eigenständiges, individuelles Ausgangssignal. Dies ermöglicht unter anderem weitere Lautsprecher in Kinosälen zu verbauen und das Kinoerlebnis für den einzelnen Zuschauer zu steigern. Des Weiteren ist Dolby Atmos abwärtskompatibel zu älteren Systemen, wie 7.1 oder 5.1

²³ Distribution: Verteilung (von Medien)

²⁴ DCP: Siehe Abschnitt 3.1.4

²⁵ DCI = Digital Cinema Initiatives, ein Dachverband amerikanischer Filmstudios, definiert technische, qualitative, logistische und rechtliche Aspekte des digitalen Kinos

²⁶ SMPTE = Society of Motion Picture and Television Engineers, Forum und Dokumentationsinstanz der internationalen Filmhersteller

²⁷ vgl. dcpmanufaktur.de, Böhm (28.12.2013)

²⁸ vgl. Kinokompodium, Ton-Systeme (25.12.2013)

3. Funktionsweise von „Dolby Atmos“

Um näher an die Funktionsweise von Dolby Atmos herantreten zu können, ist es hilfreich zu verstehen, wie wir Klänge in unserer realen Umgebung wahrnehmen und wie wir nicht nur einen Eindruck vom Ursprung des Klanges haben, sondern auch pausenlos unser Gefühl für die uns stetig umgebende Geräuschkulisse entwickeln.

Rein technisch gesehen müsste es so klingen: Das menschliche Hörvermögen ist ein hoch entwickeltes Konstrukt aus sensiblen Schallwandlern, die permanent an einem Receiver gekoppelt sind. Medizinisch korrekt bedeutet dies, dass das Gehör, bestehend aus Amboss, Hammer, Steigbügel, Trommelfell und Härchen in der Gehörschnecke, durch den Hörnerv ohne Umwege an unser Gehirn gekoppelt ist (Abb. 3.0). Von diesem Gehör haben wir in der Regel zwei: Unsere zwei Ohren, meist 17 cm durch eine massige Kugel voneinander getrennt, unserem Schädel.²⁹

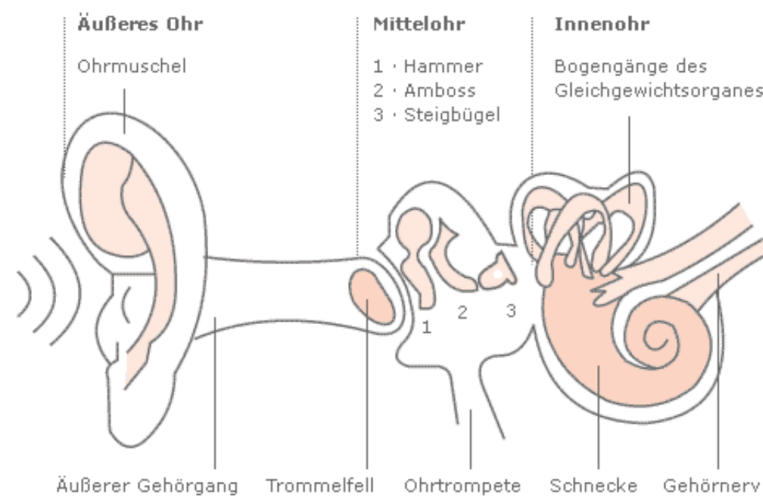


Abb. 3.0 - Aufbau unseres Gehörs (vgl. mit Audio-Akustik, Unser Gehör, (02.01.2014))

Der hörbare Schall trifft gleichzeitig oder zeitlich leicht versetzt auf unsere „Mikrofonkapseln“ - unsere Ohren - auf. Gleichzeitig, wenn sich die Schallquelle direkt frontal vor oder hinter (Frontalebene) oder direkt über dem Kopf befindet (Horizontalebene), minimal zeitversetzt wenn sich die Schallquelle links oder rechts vom Kopf befindet (Medianebene), (Abb. 3.1).

²⁹ vgl. audia-akustik.de, Unser Gehör (02.01.2014)

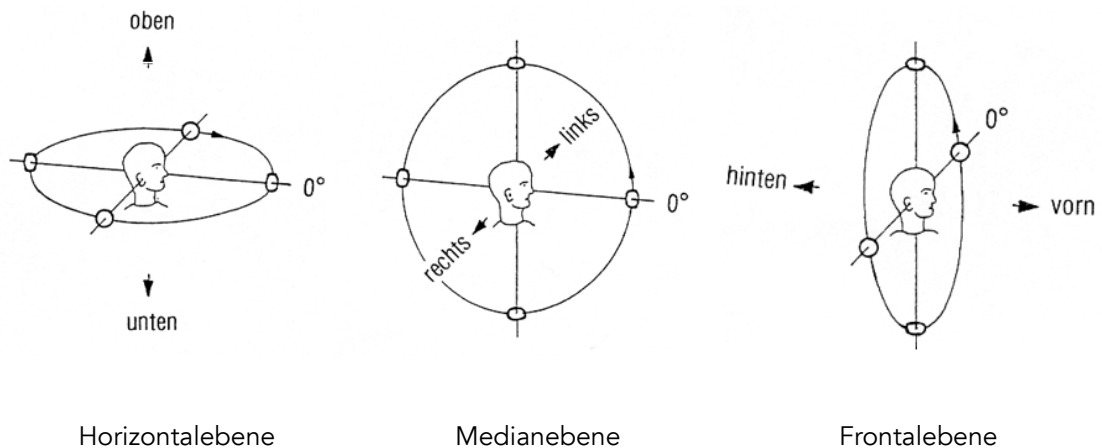


Abb. 3.1 - Hörebenen (vgl. Binaurale Tonaufnahmen, Wikipedia, 04.01.2014)

Die Differenz, die der Schall effektiv benötigt, um das jeweilige Ohr zu erreichen, beträgt hier nur wenige Millisekunden. Diese beachtliche Rezeptionsfähigkeit nennt man auch Laufzeitstereofonie oder auch Intensitätsstereofonie³⁰. Dies bedeutet auch, dass je nach Frequenz und Intensität des Schalls unterschiedliche Haarzellen unterschiedlich stark bewegt werden. Wir differenzieren so die Position bzw. Entstehung eines Schalls bzw. eines Klanges³¹ und können sogar die Größe eines Objektes bestimmen, unabhängig davon, ob im Freien oder in den eigenen vier Wänden. Unsere Ohren sind also ausgezeichnet in der Lage zu lokalisieren, aus welcher Richtung ein Schallereignis kommt und einer sich im Raum bewegend Schallquelle genau zu folgen. Weiterführende Definitionen zur Lokalisationsschärfe oder den Lokalisationsebenen werden vernachlässigt, da diese keine akute Relevanz zur Darstellung des Themas haben.

³⁰ vgl. Lensing, 2009, S. 14

³¹ vgl. Unitron.de, Ihr Gehör, (02.12.2013)

3.1. Funktionsweise bei der Aufnahme

Es geht also aus der Geschichte des Surround-Klangs hervor, dass es seit jeher das Bestreben der Raumklang-Entwickler und -Ingenieure war, ein Maximum an Möglichkeiten und Erlebnissen aus dieser erstaunlichen Wahrnehmungsfähigkeit des Menschen herauszuholen. Dolby Atmos scheint somit der nächste absolut logische Schritt.³² Doch wie werden Klänge für Dolby Atmos eingefangen? Werden die Schallquellen durch eine große Anzahl an Mikrofonen möglichst natur- und detailgetreu aufgezeichnet? Wird alles mit einem Mikrofon eingefangen? Oder entstehen Dolby Atmos Klänge ausschließlich am Computer?

3.1.1. Definition

Bei Filmproduktionen erlebt man häufig, dass Surround Sound eine Kombination von Mono-Sprachsignalen in der Mitte - mit Zweikanal-Stereofonie für die Musik - und einigen Effekten in den hinteren Surround-Lautsprechern bedeutet. Doch um dies für bisherige Surround Aufnahmen und gar Dolby Atmos geltend zu machen, schauen wir uns in diesem Abschnitt die gängigsten Methoden zur Sound bzw. Surround Sound Aufnahmen im Detail an. Dabei wird auch die Postproduktion des Surround Sounds genauer betrachtet.

3.1.2. Aufnahmemethoden

Die einfachste und klassischste Methode nennt sich Monophonie oder einfach Mono. Der gesamte, aufzuzeichnende Ton wird in einer Spur bzw. Kanal auf einem Aufzeichnungsgerät vereint. Typischerweise wird diese Spur auch nur auf einem Lautsprecher abgespielt und wird in der Regel für Sprach- und Dialogaufnahmen genutzt.

Zwei-Kanal-Aufnahmen sind in erster Linie für zwei Lautsprecher gedacht, dessen linker bzw. rechter Lautsprecher jeweils auf einer Seite des Zuhörers steht, auch Stereo genannt. Die Aufzeichnungsmethode wird binaurale Tonaufnahme genannt, bei der die Schallsignale mit zwei Mikrofonen eingefangen werden, um im

³² vgl. Lensing, 2009, S. 21

Nachhinein bei der Wiedergabe einen natürlichen Höreindruck mit genauer Richtungslokalisierung beim Rezipienten erzeugen soll, d. h. sitzt man bei der Wiedergabe über Stereo-Lautsprecher im sogenannten Stereodreieck (Lautsprecheraufstellung in Form eines gleichseitigen Dreiecks), erhält der Rezipient den Eindruck, als säße er mitten im Geschehen.³³ Gängigstes Beispiel eines Aufnahmegeräts dieser Methode ist heutzutage der H4n von Zoom. Bis hier hin entsprechen die Vorgehensweisen den klassischen Methoden professioneller Filmproduktionen³⁴.

Surround Aufnahmetechniken denken diese Ideen einen Schritt weiter. Es gibt beispielsweise spezielle Mikrofone, in unterschiedlichsten Farben und Formen, die Raumklang bzw. den Schall an einem Ort durch unterschiedlich positionierte Mikrofone, aus unterschiedlichen Richtungen einfangen können. Modernste Version ist das „i16“ von Rode für jedermann (Abb. 3.1.1) oder das „ASM 5“ von spl (Abb. 3.1.2) für den professionelleren Anspruch.



Abb. 3.1.1 - „Rode i16“



Abb. 3.1.2 - „spl ASM 5“

Doch dies ist - zumindest im professionellen Film-Segment - nicht der gängige Weg, um Surround Sound zu produzieren. So gut wie alle Surround Sounds bzw. Surround Mischungen entstehen in einem sogenannten Audio Mixing Studio, also in der Audiopostproduktion eines Films. Die dort zuständigen Tontechniker und --ingenieure bedienen sich in erster Linie anhand eines Computers an einer digitalen Bibliothek mit unterschiedlichsten Tondateien. Diese digitale Bibliothek beinhaltet unter anderem Dialoge direkt vom Set, Geräuscheffekte (Foleys) von einem Geräuschemacher oder auch digital erzeugte Effekte und meist auch die Score, sprich die passend zum Film komponierte Musik, auch Musikpartitur

³³ vgl. Dickreiter, 2008, S.41

³⁴ vgl. movie-college.de, Tonaufnahme, 2014 (08.01.2014)

genannt (Abb. 3.1.3). Man kann also sagen, der Sound wird im Nachhinein „designed“.

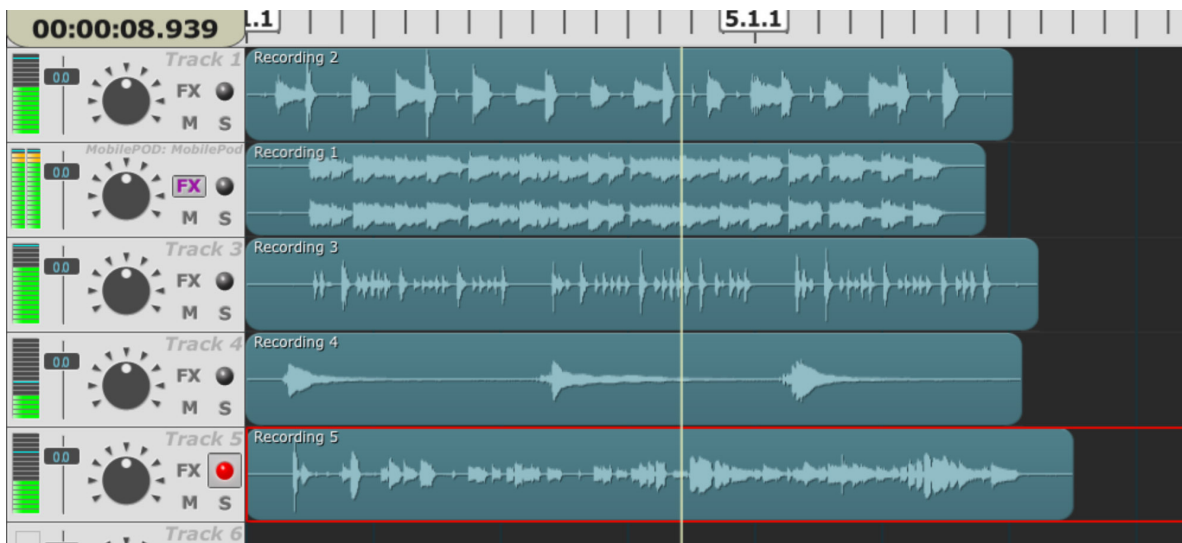


Abb. 3.1.3 - Beispiel mehrerer, zusammengeführter Audio-Objekte in einem Audiotbearbeitungsprogramm

3.1.3. Surround Sound in der Postproduktion

Für den generellen Arbeitsablauf der Audiopostproduktion ändert sich auch im Zeitalter des digitalen Kinos nicht viel, da Audio - im Gegensatz zum Bild - schon seit längerem Digital ist. Die drei Hauptkategorien „Dialog“, „Effekte“ und „Musik“ sind seit jeher gleich³⁵. Der Hauptunterschied im heutigen digitalen Zeitalter ist, dass die Audiodateien nun diskret, also Kanal für Kanal, und unkomprimiert (ohne Qualitätsverlust) übertragen und gespeichert werden können.³⁶ Des Weiteren unterstützt das neue Format Dolby Atmos die Möglichkeit, so genannte „beds“ hinzuzufügen. Doch dazu gleich mehr. Es gilt also dennoch: Damit eine entsprechende Herstellung eines Surround Sounds bzw. Dolby Atmos Sounds stattfinden kann, müssen diverse grundsätzliche Dinge vorhanden und korrekt eingerichtet bzw. konfiguriert sein:

- Das Studio, also der Arbeitsplatz und somit das Instrument der Filmtonschaffenden.

³⁵ vgl. Dolby Laboratories Whitepaper, 2013, S. 12ff

³⁶ vgl. Heer, 2010, S. 44ff

- Die Tonbearbeitungstechnik und DAW³⁷, die maßgeblich Einfluss auf Gestaltung und Qualität hat.
- Das passende Monitoring, also die Möglichkeiten zur Überwachung eines Vorganges - in diesem Falle der richtigen Abhörmöglichkeit von Mehrkanalton - muss dem Endformat angepasst sein.³⁸

Gerade für Dolby Atmos Endfertigungen ist es wichtig ein Studio zu nutzen, das den Dolby Atmos Anforderungen entspricht, d. h. die Größe des Raumes, Anordnung der Lautsprecher und technische Ausstattung sollte der Kinoausstattung entsprechen. Dadurch kann vorhergesehen werden, was das Publikum bei der Vorführung hört. Dennoch soll dies den Filmtonschaffenden tatsächlich nur einen Eindruck vermitteln, da die Dekodierung bzw. Zuweisung der einzelnen Kanäle erst im Kino erfolgt. Somit ist auch die Tonwahrnehmung in entsprechend ausgestatteten Sälen nahezu identisch und zwar unabhängig von ihrer Größe und Beschaffenheit.³⁹ Dazu mehr in „3.2 Funktionsweise bei Wiedergabe“.

Ein solches, den Dolby Atmos Spezifikationen entsprechendes Studio steht beispielsweise in Berlin bei der Firma „Rotor Film Babelsberg GmbH“. Es ist eines der ersten Postproduktionsunternehmen Deutschlands, das bei sich diese neue Technologie einführt. Das etwa 80 qm große Studio wurde gemeinsam mit den Ingenieuren von Dolby geplant und aufgebaut, um den technischen Richtlinien gerecht zu werden. Besonders wurde dabei auch die architektonische Gestaltung ins Auge gefasst. Per Knopfdruck lassen sich beispielsweise die hinter den mit Stoff überspannten Wänden sitzenden Leuchtstoffröhren aktivieren oder auch kleine Leuchtdioden an den hinter dem Stoff verbauten Lautsprechern einschalten, um die Position der insgesamt 36 verbauten Lautsprecher und somit den Ursprung des zu hörenden Klanges zu visualisieren.⁴⁰ Ebenso ist das Studio mit einem 3D Projektor und 3 ProTools HD⁴¹ Systemen ausgestattet. Die folgende Abbildungen 3.1.4 und 3.1.5 zeigen dabei eine Seite des Studios in Berlin, die Seite in Richtung Leinwand mit eingeschalteter Beleuchtung hinter der Stoffbespannung und die visuell hervorgehobenen Lautsprecher.

³⁷ Digital Audio Workstation bzw. DAW-Controller ist eine Bedienoberfläche zur Steuerung von Funktionen in Audibearbeitungsprogrammen

³⁸ vgl. Heer, 2010, S. 11ff

³⁹ vgl. Dolby Laboratories Whitepaper, 2013, S. 18

⁴⁰ vgl. rotor-film.de, Dolby Atmos Sound Stage, (14.12.2013)

⁴¹ Pro Tools (HD) = Professionelles Audibearbeitungsprogramm von der Firma AVID



Abb. 3.1.4 - RotorFilm Dolby Studio, Leinwandseite

Abb. 3.1.5 - RotorFilm Dolby Studio Deckenkonfiguration

Stimmen all diese Faktoren, kann mit der Endmischung eines Films für Surround im Kino begonnen werden. Dolby Atmos verwendet dabei ein zweischichtiges Verfahren beim Abmischen und Sound-Design. Die Basis bilden im Wesentlichen einfache Hintergrundklänge, die mit Hilfe von bekannten, kanalbasierten Verfahren gemischt werden, den sogenannten „beds“ oder auch „stems“. Sie haben ihren Ursprung in der Filmbranche, denn bei Vertonungen galt es eine große Anzahl an Spuren (z.B. Geräusche, Dialoge, Hintergrundmusik etc.) zu handhaben. (Abb. 3.1.6)

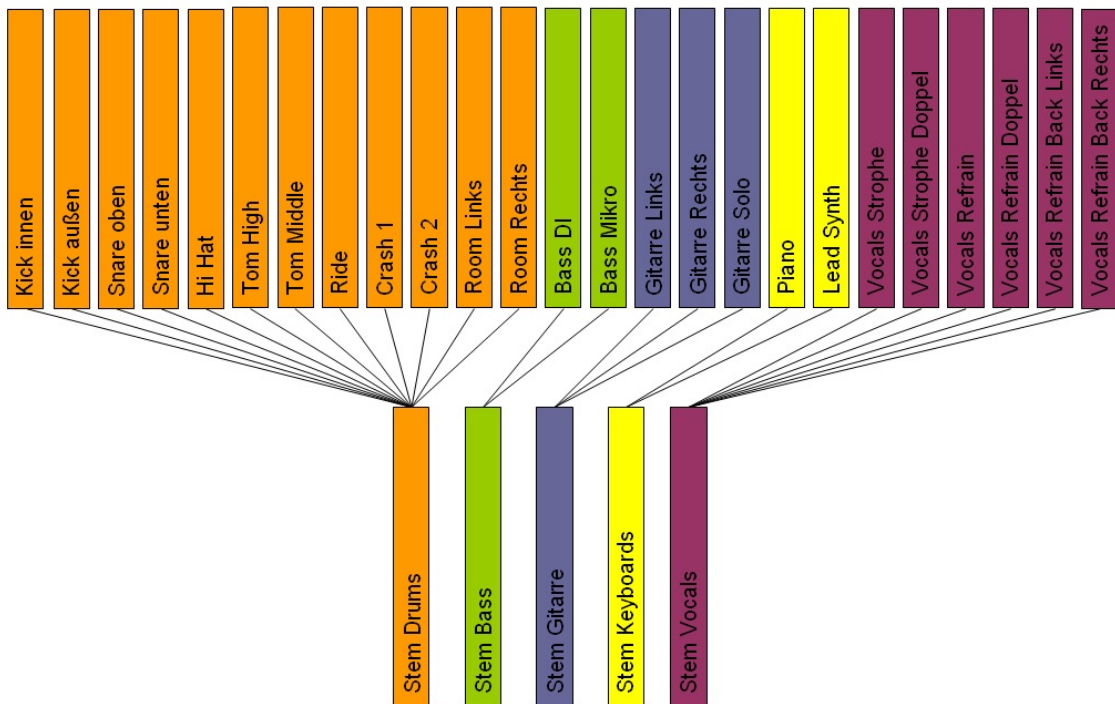


Abb. 3.1.6 - Stem-Gruppierungen am Beispiel einer einfachen Musikproduktion

Diese kanalbasierten Endmischungsverfahren entstammen der klassischen Herangehensweise im Sound-Design. All die vorangegangene Arbeit, sprich das Auswählen und Einsetzen von Effekten, Nachsynchronisieren usw., wird nun an einem Mischpult, somit im letzten Arbeitsschritt vereint und detailliert in Dynamik, Filterung, Räumlichkeit und Raumposition zueinander genau definiert und festgesetzt.⁴² Dies bedeutet: Das, was man in der Endmischung erschafft, hört man im Kino.

Beim Stem-Mischen wird mit Submixes einzelner Instrumentengruppen gearbeitet. Submixe sind Spuren, die einzelne Audiosignale bzw. -spuren in eine neue, einzelne Spur kombinieren. Sie können somit auch als Zwischenschritt zwischen den einzeln aufgelösten Audiospuren und der Masterspur bzw. der endgültig gemischten Spur bezeichnet werden⁴³. Dadurch können wichtige Elemente des Mixes wie Hauptstimme, Schlagzeug oder Bass direkt bearbeitet werden, ohne den Klang der anderen Instrumente zu beeinflussen und ohne unnötig viel Platz einzunehmen, denn durch „Steming“ verringert sich die Anzahl der Spuren erheblich. Deshalb werden sie sehr gern beim Endmischen verwendet. Der Tonmeister kann so viel gezielter Einfluss nehmen und beispielsweise den Dialog durch eine andere Sprache austauschen oder die Musik der gewünschten, emotionalen Wirkung anpassen. Es können also durch Stem-Mastering qualitativ bessere Ergebnisse erreicht werden, da gezielter Dynamik, Lautstärke und Frequenzverhalten der einzelnen Klänge bzw. Audiospuren bearbeitet werden können (Abb. 3.1.7).

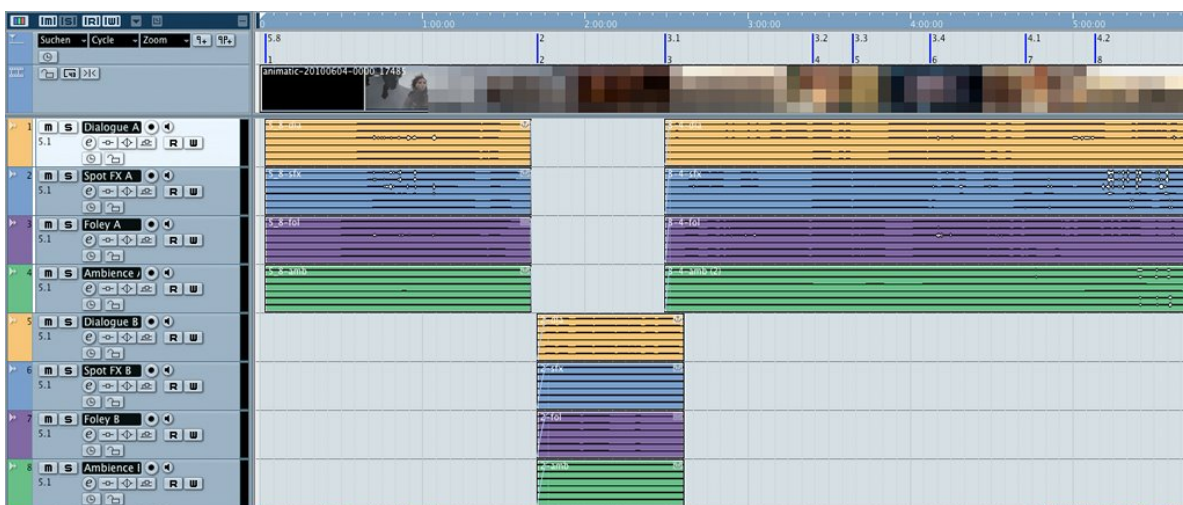


Abb. 3.1.7 - Beispielhafte Anordnung einzelner Audiospuren

⁴² vgl. Lensing, 2009, S. 174

⁴³ vgl. Adobe Help Center, Submixes (04.01.2014)

Die bisher bei klassischen Kinomischungen gefertigten Stems waren die Dialog-Stems, Effekt-(und Atmosphären)-Stems, Musik-Stems und die Foley-Stems, die dann in der fertigen Mehrkanal Auspielung, für 5.1 oder 7.1 Systeme, sprich Kino, festgesetzt bzw. verbunden wurden und im Nachhinein nicht mehr detailliert editiert werden konnten. Sollten auch ältere Kinos oder BluRays mit vernünftigem Ton versehen werden, so mussten entsprechend alternative Endfertigungen des Tons manuell erstellt und ausgespielt werden, um den variierenden Abspielsystemen gerecht zu werden.

Bei Endmischungen für Dolby Atmos wird jedoch Objektbasiert, mit so genannten Audio-Objekten bzw. „Objects“ gearbeitet. Dies sind dynamische Tonelemente, die i. d. R. mit der Anfangs genannten Basisschicht überlagert werden und die sich exakt und den Bildern auf der Leinwand entsprechend positionieren und bewegen lassen. Der Ursprung dieser Bezeichnung stammt aus der objektorientierten Programmiersprache „Objective C“⁴⁴. Das freie Positionieren der „Objekte“ machen speziell für die gängigsten Audiotbearbeitungsprogramme entwickelte Tools⁴⁵ namens „Dolby Atmos Monitor“ und „Dolby Panner Plugin“ (Abb. 3.1.8 und 3.1.9) möglich. Betrachten wir diese im Detail.

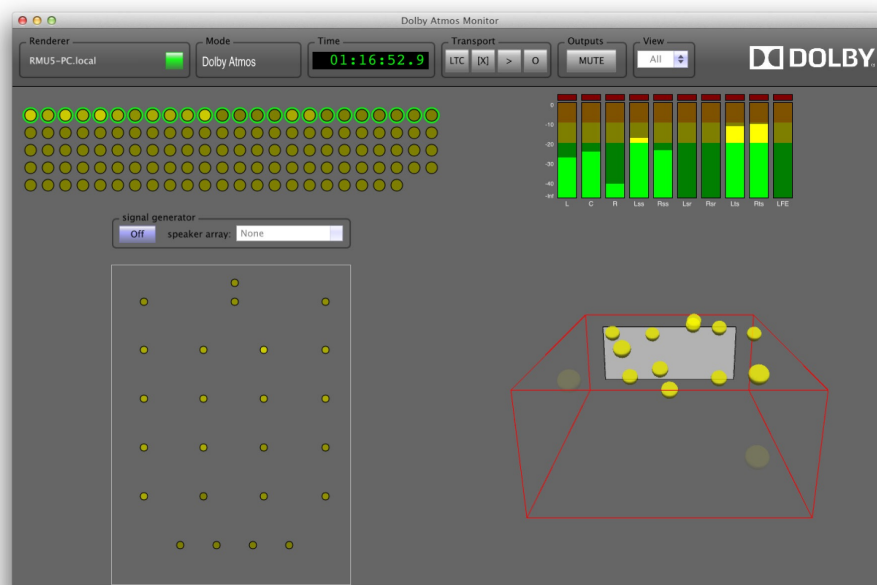


Abb. 3.1.8 -
Dolby Atmos
„Monitor“

⁴⁴ vgl. Audiomedia.com, Dolby Atmos & You (02.01.2014)

⁴⁵ Tool = engl. Werkzeug. Ein zusätzliches, kleines Programm, welches unterstützend innerhalb eines Hauptprogramm arbeitet.

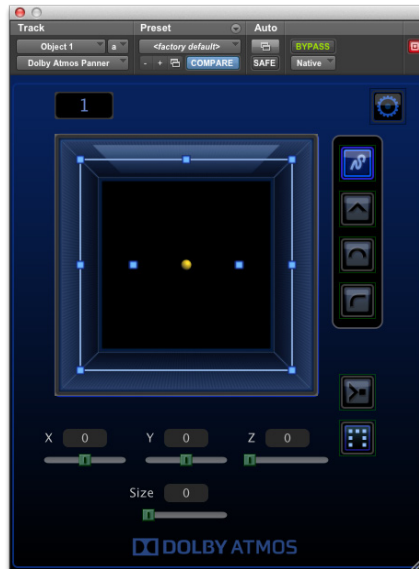


Abb. 3.1.9 -
Dolby Atmos
„Panner“

Der obere linke Bereich der ersten Grafik zeigt anhand von dunkel gelben Punkten die insgesamt verfügbaren Plätze für Objekte, insgesamt 118 Objekte. Grün umrandete Punkte signalisieren, dass dieses Objekt mit Inhalt belegt ist. Leuchtet der belegte Punkt dann in hellem Gelb, bedeutet dies, dass dieses Objekt momentan aktiv, also hörbar ist. Direkt darunter ist in einer Art Schema der aktiv genutzten Lautsprecheranordnung abgebildet. Der obere Teil repräsentiert dabei die Seite, in der die Leinwand hängt. In hellem Gelb leuchtende Punkte zeigen auch hier wieder die aktiven Bereiche. Rechts oben im Fenster des Dolby Atmos Monitor Tools wird die Aussteuerung, also der Lautstärkepegel, der sieben „traditionellen“ und den zwei „Deckenlautsprecher-Spuren“, also der beds & stems (plus einer Bass-Spur) dargestellt. Direkt darunter, das wohl visuell anschaulichste Feature, ist eine dreidimensionale aber nur schematische Darstellung eines Raumes bzw. eines Kinosaals. Die gelben Bälle repräsentieren jeweils ein Objekt und zeigen, an welcher Position es sich konkret in einem Raum befindet, bzw. an welcher Stelle der Rezipient das Objekt wohl wahrnehmen wird. Proportionen bzw. konkrete Raumabmessungen können hier vernachlässigt werden, da die Tonwahrnehmung in entsprechend ausgestatteten Dolby Atmos Kinosälen nahezu identisch ist, ungeachtet der Größe und Beschaffenheit des Raumes.

Während das „Monitor“ Plugin, wie es der Name erahnen lässt, nur zur Kontrolle und Darstellung der Lautstärke und Objekte dient, ist das „Panner Plugin“ effektiv hauptverantwortlich für die Bewegung der Objekte. Das Tool präsentiert sich ähnlich schlicht wie das Monitoring Plugin und stellt anhand eines Würfels schematisch einen Raum dar. Durch Möglichkeit der Kontrolle über Größe und

Position eines Objekts auf den räumlichen X-, Y- und Z-Achsen, kann eine detaillierte Position bestimmt werden. Außerdem ermöglicht das Tool auch Bewegungen, die durch einen manuell „gezeichneten“ Pfad oder durch zahlen genau bestimmte Werte aufzunehmen und per Knopfdruck wieder abzuspielen. Diese Methode nennt sich „Audio-Keyframing“ und ist schon seit Jahren ein vielseitig genutztes Werkzeug, beispielsweise um Lautstärken zu variieren oder bestimmte Wirkungen zu erzeugen und natürlich um ebenfalls einen Klang von einem Teil des Raumes in einen anderen Teil wandern zu lassen. Dies kann beispielsweise durch Joysticks oder so genannte „Surround Panner“ (Abb. 3.1.10) erstellt werden. Dabei werden bildgenau sogenannte „Keyframes“ - auch Schlüsselbilder genannt - in die Tonspuren gesetzt, die jeweils einen bestimmten Zustand definieren und miteinander verbinden (Abb. 3.1.11).



Abb. 3.1.10 - Joystick zur manuellen Kontrolle von Objekten und Keyframeerstellung

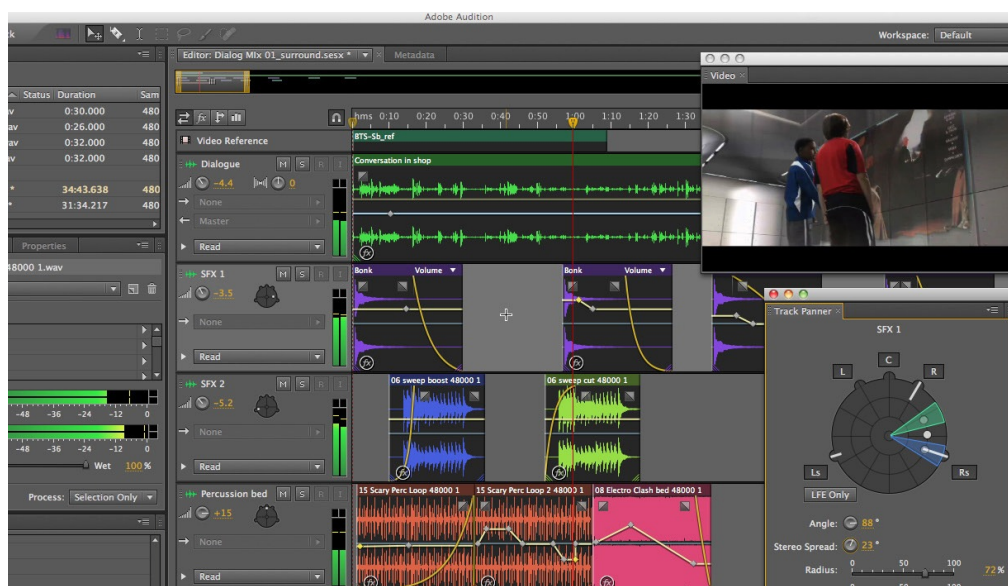


Abb. 3.1.11 - Beispielhafte Spurenordnung mit Keyframes

Wie auf der Grafik 3.1.11 in der untersten Spur ersichtlich, kann dies entweder eine langsam ansteigende Kurve sein, für eine beispielsweise langsam ansteigende Lautstärke, oder auch abrupt abfallende Einkerbungen, für plötzliche Lautstärkeeinbrüche, schnelle Positionsveränderungen innerhalb eines Raumes usw. Den kreativen Möglichkeiten sind hier keine Grenzen gesetzt, selbst im Kreis fliegende Hubschrauber können so realisiert werden. Diese Bewegungen werden in speziellen Dateien abgespeichert, den sogenannten Metadaten⁴⁶ und geben später dem Klangprozessor im Kino vor, wie sich entsprechende Elemente bei der Wiedergabe verhalten sollen. Ebenso verfügen die Plugins über eine Möglichkeit zur Prävention von ungewollten Nebeneffekten bei unpassenden Konfigurationen. Angenommen ein Hubschrauber soll direkt über der Leinwand von links nach rechts fliegen. Mit Atmos ist dies einfach umzusetzen, da hierfür nur die vordersten Deckenlautsprecher angesprochen werden müssen. Doch aufgrund der fehlenden Lautsprecher bei 5.1 oder 7.1 Systeme würde der Ton auf die Leinwandlautsprecher übergreifen, somit von vorne auf das Publikum ausgehen, obwohl man den Helikopter nicht sehen könnte. Um dieses Problem abzuwenden ist es per Software möglich einzustellen, dass ausgewählte Objekte bestimmte Lautsprecher bzw. Kanäle nicht passieren dürfen.⁴⁷

Sind nun alle Spuren und Objekte ausgereizt bzw. der Ton zum Film komplettiert, spricht fertig „designed“, folgt: Das „Print-Master“. Dieser Schritt fasst alle Dateien in ein unkomprimiertes Daten-Paket zusammen, dem sogenannten „Über-Mix“ (zu Deutsch: Über-Mix). Dieser besteht aus unkomprimierten (in der Regel 24 bit, 96 KHz) 7.1 Spuren mit den Atmos „Überkopf“-Spuren, für die Deckenlautsprecher - also den „beds“ - und einem zusätzlichen Teil mit allen genutzten Audio-Objekten speziell für Atmos. Es ist also ein fertig gemischter Ton, der effektiv für alle auf der Welt vorhandenen Kinosysteme kompatibel ist:

- 64.2 (also das derzeitige Dolby Atmos Maximum mit 64 Lautsprechern und 66 Kanälen)
- 22.2 (wie beispielsweise UCI's „iSense“ oder Cinemaxx' „Maxximum Sound“)
- 11.1 (wie beispielsweise Auro 3D)
- 7.1

⁴⁶ Metadaten = Daten, die Informationen über Merkmale anderer Daten enthalten, aber nicht diese Daten selbst sind.

⁴⁷ vgl. Audiomedia.com, Dolby Atmos & You (02.01.2014)

- 5.1 und
- 2.0

Es ist somit skalierbar bzw. „down-mix“ fähig. Der Ton des Films muss nur einmal in seinem Maximum an Möglichkeiten abgemischt werden und eliminiert im Nachhinein sonst zusätzlich notwendige Eingriffe, da bei Atmos alternative Abmischungen für ältere Systeme entfallen und Kosten reduziert werden. Dieses Printmaster wird, gemeinsam mit dem Filmmaster, nun in der Regel an Distributionsstudios und -firmen weitergereicht, die sich um die endgültige Fertigung des auszuliefernden Films kümmern, dem sogenannten Digital Cinema Package (DCP). Manch unabhängiger Filmer heutzutage erstellt mittlerweile durch passende Software am eigenen Computer transportfähige DCPs. Doch dazu mehr im folgenden Abschnitt.

3.1.4 Endfertigung und Distribution

Der größte Vorteil im Zeitalter des digitalen Kinos liegt sicherlich darin, dass der aufwendige und teure Versand von Kinokopien nicht mehr erforderlich ist. Kosten für die Ausbelichtung auf ein Filmpositiv, wie beispielsweise für einen 169 Min. Hollywood Blockbuster, in Höhe von 60.000 EUR und mehr entfallen (150 m für 5 min. und einem Meterpreis von 3,50 EUR⁴⁸), reduzieren sich auf ein Minimum und belaufen sich i. d. R. auf etwa 1.500 bis 2.000 EUR pro ausgespielter Einheit⁴⁹. Der Abgang von Zelluloid bedeutet somit, dass alternativ eine Übertragung der Daten über Datenträger, Netzwerke, Serversysteme oder auch per Satellit stattfinden muss. Dies setzt aus ökonomischen Gründen⁵⁰ eine Datenreduktion voraus. Dafür muss das zu übertragene Signal definiert werden. Diese Definitionen stellte die DCI, die Digital Cinema Initiatives auf. Sie ist ein 2002 gegründeter Dachverband der großen, amerikanischen Filmstudios, dessen Hauptaufgaben sind - gemeinsam mit der SMPTE - die Normierung und Durchsetzung des gleichnamigen DCI Standards für das weltweite, digitale Kino. Die Definition beinhaltet das für die Distribution zu verwendende Digitalformat, die zu verwendende Datenreduktion sowie die Anforderungen an das Kino-System für

⁴⁸ vgl. Korn-manufaktur.de, Preisliste, 2013, (07.01.2014)

⁴⁹ vgl. Lorsbach, digital-cinema-services.de (04.01.2014)

⁵⁰ vgl. Rouse, searchstorage.de, 2010 (07.01.2014)

Bild sowie für den Ton.⁵¹ Ein DCP ist also ein weltweiter Standard für digitale Kinos (in diesem Zusammenhang auch D-Cinemas genannt), der weltweite technische Kompatibilität garantiert⁵². Für eine erste Übersicht und zu einem besseren Verständnis trägt die folgende Tabelle bei, die für diese Arbeit wichtigsten Elemente aus der vollständigen Liste der Spezifikationen der DCI zusammenfasst (Abb. 3.1.12).

Bildparameter:			<i>Abb. 3.1.12</i>
Bildauflösung:	2k (1998x1080 Pixel)	2048x858 Pixel (Scope)	24 oder 48 Hz
	4k (3996 x 2160 Pixel)	4096 x 1706 Pixel (Scope)	Definierte Bild-Kompression:
Seitenverhältnis:	1,85:1 oder 2,39:1	Pixel 1:1	JPEG2000
Tonkanalzuordnungen:			
1/1 (Audiopaar)	Kanal 1	Far left screen loudspeaker	
1/2 (Audiopaar)	Kanal 2	Far right screen loudspeaker	
2/1 (Audiopaar)	Kanal 3	Center loudspeaker	
2/2 (Audiopaar)	Kanal 4	Screen Low Freq./Sub	
3/1 (Audiopaar)	Kanal 5	Surround left wall loudspeaker	
3/2 (Audiopaar)	Kanal 6	Surround right wall loudspeaker	
4/1 (Audiopaar)	Kanal 7	Center mid left to center	
4/2 (Audiopaar)	Kanal 8	Center mid right to center	
5/1 (Audiopaar)	Kanal 9	Unused	Abtastrate:
	Kanäle 10 bis 16	User Defined	48 bzw. 96 KHz

Neben dem aktuellen bzw. moderneren Standard existiert noch ein Vorgängerstandard aus den frühen Zeiten des digitalen Kinos, der sogenannte InterOP-DCP Standard. Hintergrund für das Existieren dieser beiden Formate ist die ungleichmäßige Verteilung der Hardware in der weltweiten Kinolandschaft.⁵³ Das bedeutet: Die Bildkompression ist bei beiden Standards identisch, auch die Kompatibilität zu den etablierten Mehrkanalton-Systemen 5.1, 7.1 usw., jedoch bietet der SMPTE Standard eine umfangreichere, technische Kompatibilität, was folgende Kurzübersicht (Abb. 3.1.13⁵⁴) bestätigt.

⁵¹ vgl. Schmidt, 2013, S. 513

⁵² vgl. dcpinfo.com Hermosa Beach Filmworks, (28.12.2013)

⁵³ vgl. MKPE.com, Digital Cinema Technologie (20.12.2013)

⁵⁴ vgl. dcpmanufaktur.de, InterOp und SMPTE (09.01.2014)

24, 25, 30, 48, 60 & 60 fps	2K	24 & 48 fps	2K
24, 25 & 30 fps	4K	24 fps	4K und 3D-2K (pro Auge)
24 & 48 fps	3D-2K (pro Auge)		
Dolby Atmos, Object-Based-Audio			

Da der ältere InterOP Standard die technischen Voraussetzungen für Dolby Atmos nicht unterstützt, wird dieser Standard vernachlässigt und der Fokus auf Erstellung einer DCP nach SMPTE Standard gesetzt.

Vorweg angemerkt: Bereits in der Übersicht Abb. 3.1.11 ist erkennbar, dass sechs Kanäle ohne besondere Zuordnung verfügbar sind, also bereits hier ausreichend Platz für alle zehn „Stem“- plus weitere Ton-Spuren für die Audio-Objekte eines Dolby Atmos Mix verfügbar sind.

Die DCP gilt so gesehen als Ersatz für die früher genutzt 35 mm Filmrolle⁵⁵. Der im vorherigen Schritt erwähnte, ausgespielte Film zusammen mit dem „Über-Mix“ definieren sich innerhalb des DCPs nun als Quellenmaterial, auch DSM (Digital Source Master) genannt. Bild und Ton liegen bislang in unkomprimierter Form vor. Während das Bild nun für eine optimale Größenreduktion in das JPEG2000⁵⁶ Format umgewandelt wird - und der Bildaspekt für den Rest dieser Arbeit nicht weiter berücksichtigt wird - bleibt der Ton von einer Kompression soweit unberührt.⁵⁷ Der bereits unkomprimiert vorliegende Ton wird innerhalb der DCP nun nach den Vorgaben der SMPTE definiert. In diesem Falle durch einen sogenannten Container⁵⁸: BWF bzw. „MBWF“. BWF⁵⁹ ist ein Container für unkomprimiertes Wave Audio.^{60,61} Da BWF allein jedoch nur eine Dateigröße von maximal 4GB erlaubt (aufgrund seiner auf 32 bit basierenden Logik, ähnlich wie bei älteren Computersystem mit 32 bit Prozessor) ist es ungeeignet für Mehrkanal-Audio, da diese in der Regel zusammengerechnet einen weitaus größeren

⁵⁵ vgl. Vöfel, 2008, S.29ff

⁵⁶ Ein im Jahre 2000 entstandenes Bildkompressionsverfahren, dass auf der diskreten Wavelet-Transformation (DWT) basiert.

⁵⁷ vgl. Schmidt, 2013, S. 514

⁵⁸ Eine Datei, die unterschiedliche Dateien, die vom Containerformat bestimmt werden, beinhalten kann

⁵⁹ Broadcast Wave Format (BWF): Rundfunkspezifisches Audioformat, dass den einfachen Austausch von Tondaten zwischen zwei verschiedenen, computergestützten Plattformen für Tonproduktion, Speicherung und Wiedergabe ermöglicht.

⁶⁰ Das WAVE-Dateiformat ist ein Containerformat zur digitalen Speicherung von Audiodaten.

⁶¹ vgl. Cinedat.org, Buchholz, Eckdaten der DCI-Spezifikationen (12.12.2013)

Speicherplatzbedarf haben. Erst seit 2005 ist durch das sogenannte RF64-Format der BWF auch für die Produktion, Postproduktion und Wiedergabe von Mehrkanal-Ton — und mit Audiodateien, die größer als 4 GB sind - kompatibel.⁶² Ermöglicht wird dies durch eine Erweiterung der Adressierungslogik, auch hier, ähnlich wie moderne Computersysteme basierend auf 64 bit. Anstelle von 2^{32} bit (also 4.294,967.296 Byte → 4 GB) ist nun eine 64 bit Adressierung, also 2^{64} Bit → 18.446.744.073.709.551.616 Byte → 16 Exabyte → 16.777.216 Terrabyte verfügbar - zumindest ist dies das Maximum in der Theorie. Bei einem Dolby Atmos Paket bedeutet dies bei 10 Mono-Spuren unkomprimiert gerundet etwa 10 GB bei einer Stunde Filmmaterial. Die entsprechende Formel dazu⁶³:

$$\begin{aligned} & (\text{Abtastrate} \times (\text{Quantisierung} / 8)) \times 60 \text{ Sekunden} \\ & = \text{Datengröße einer Spur in Bytes pro Minute} / 1024 \\ & = \text{Datengröße einer Spur in Kilobyte pro Minute} / 1024 \\ & = \text{Datengröße einer Spur in Megabyte pro Minute} \times 60 \\ & = \text{Datengröße einer Spur in Megabyte pro Stunde} \times \text{Anzahl der Spuren} \end{aligned}$$

Für das zu Beginn des Abschnitts erwähnte, unkomprimierte Format mit der maximal möglichen Qualität von 24 bit und einer 96 KHz Abtastrate bedeutet dies:

$$\begin{aligned} & (96000 \times (24 \text{ bit} / 8)) \times 60 \\ & = 172.800.000 \text{ Bytes pro Minute} / 1024 \\ & = 16.875 \text{ Kilobyte pro Minute} / 1024 \\ & = 16,479 \text{ Megabyte pro Minute} \times 60 \text{ Minuten} \\ & = 988,769 \text{ Megabyte pro Stunde} \times 10 \text{ Spuren} \\ & = 9,887 \text{ GB pro Stunde} \end{aligned}$$

Bei einem Dolby Atmos Film wie beispielsweise „Hobbit - Eine unerwartete Reise“ mit einer Spiellänge von 169 Minuten⁶⁴ (2 Std. 49 Minuten) wären dies bereits etwa 27,8 GB. Im Originalton und ohne Atmos Audio Objekte. Diese werden

⁶² vgl. EBU/UER, MBWF/RF64, 2009, S. 5

⁶³ vgl. audiomountain.com, (28.12.2013)

⁶⁴ vgl. IMDB, Der Hobbit - Eine unerwartete Reise, 2013

nämlich nicht grundsätzlich als Spur sondern als zusätzliches Element in einer DCP laut DCI und SMPTE definiert.^{65 66} Demnach heißt es: „Objekt-Basierter Ton oder auch der ‚Kern von Objekt-Basiertem Audio‘ (engl. Object-Based Audio Essence, OBAE) ist dann gegeben, wenn der (nach gängigen Standards) unkomprimierte Ton die für sich sprechende, also eindeutigen Metadaten, die die zeitliche- wie auch räumliche Position beschreiben, zugeordnet werden können. Kombiniert kann dieses „Objekt“ von einem beliebig bestimmten Punkt im Klangfeld reproduziert werden.“⁶⁷ Ferner wird jedoch kein konkretes Format vorgegeben. Die DCI besagt lediglich, dass die Objekt-Basierten Audiodateien grundsätzlich in einer separaten Spur vorliegen und den Format-Anforderungen der SMPTE entsprechen⁶⁸ und mit der Architektur der von der DCI definierten DCSS⁶⁹ und der Architektur des eingestreuten Abspielsystems⁷⁰ (in diesem Falle der entsprechende Medien-Server eines Kinos im Zusammenspiel mit dem Dolby Atmos Cinema Prozessor) kompatibel sein muss. Eine Verarbeitung, die also genaues Arbeiten und die nötige Menge an Aufmerksamkeit benötigt.

Die Ersteller der DCPs haben zwei Möglichkeiten, das DCP nach notwendigen Vorgaben umzusetzen: manuell oder automatisch. Während das Schreiben der Audio-Metadaten für das Atmos-System die Plugins von Dolby bereits während der Audio-Postproduktionen übernehmen und den Audiospuren beilegen, müssen Playlisten, Audiokanalverknüpfungen und Verschlüsselungen noch hinzugefügt werden.⁷¹ Dies geschieht dann in der Regel durch die Unterstützung einer Software zur DCP-Erstellung und das händische Zusammensuchen aller für die DCP benötigten Dateien. Dies kann im ungünstigsten Fall Fehler verursachen oder auch zu Inkompatibilität bei der Wiedergabe von Atmos führen. Alternativ gibt es eine Möglichkeit, den Prozess einer DCP-Erstellung zu automatisieren. Als Beispiel dient hier von Dolby der SCC2000, der Secure Content Creator 2000, der automatisiert das Erstellen einer DCP mit allen Anforderungen entspricht.

⁶⁵ vgl. dcimovies.com, Digital Cinema Object-Based Audio Addendum, 2013, S. 39

⁶⁶ vgl. dcimovies.com, Digital Cinema Object-Based Audio Addendum, 2013, S. 3 - 4

⁶⁷ vgl. dcimovies.com, Digital Cinema Object-Based Audio Addendum, 2013, S. 3

⁶⁸ vgl. mkpe.com, SMPTE 429-3 Standard, S. 3 (03.01.2014)

⁶⁹ vgl. dcimovies.com, Digital Cinema Object-Based Audio Addendum, 2013, S. 5

⁷⁰ vgl. dcimovies.com, Digital Cinema Object-Based Audio Addendum, 2013, S. 3

⁷¹ vgl. indiedcp.com, CPL, (21.12.2013)

Es liegt also effektiv an den Wünschen, Möglichkeiten und am Budget der Verantwortlichen, welcher Weg der DCP-Erstellung genutzt wird. Wichtig ist nur, dass das DCP nach SMPTE-Standard erstellt wird, um Dolby Atmos im Kino zu ermöglichen.

3.2 Funktionsweise bei der Wiedergabe in Kinosälen

Wie zu Beginn erläutert wurde, dienen Mehrkanalsysteme zur besseren Einbeziehung der Zuschauer in das Kinoerlebnis. Emotionale Wirkungen werden einerseits durch qualitativ hochwertige Wiedergaben erreicht, d. h. durch hohe Lautstärken, hohe Dynamiken oder kräftigen Bässe. Andererseits auch durch die Möglichkeit der Schallquellenortung und die Einbeziehung in ein Umgebungsgeräuschfeld. Der nächste, logische Schritt der bisher bekannten Surround Systeme (5.1 und 7.1.) wäre also beispielsweise 9.1 oder 11.1 oder auch 13.1. Entgegen dieser Logik entschied sich Dolby mit Dolby Atmos diese Entwicklung anders anzugehen.

- Der Dolby Atmos Ton kommt nicht mehr nur aus der horizontalen, sondern nun auch aus der vertikalen Ebene, sprich von oben und
- der Ton entsteht nicht, wie bei bisherigen Surround System, in Lautsprechergruppen, sondern in dedizierten Lautsprechern und ist somit für den Zuschauer exakter im Raum wahrzunehmen.

3.2.1. Grundlegende Anforderungen an das Kino

Jeder Kinogänger weiß aus eigener Erfahrung, dass jedes Kino anders ist. Größe, Form, Bestuhlung, aber auch die ebenso wichtigen Komponenten Leinwand und die Lautsprecher. Surround Systeme stellt dies vor eine ganz bestimmte Herausforderung: Sie müssen so platziert werden, dass die Zuschauer möglichst gleichmäßig beschallt werden, um sogenannte „sweet spots“ (eine begrenzt verfügbare, optimale Sitzposition im Kino, meist „Mitte-Mitte“ für ein bestmögliches Bild- und Ton-Erlebnis) möglichst zu vermeiden. Denn der Klang im Kino entspricht

bei klassischen Surround Systemen nur auf wenigen Plätzen der exakten Vorstellung der Tonschaffenden des Films. Eine alternative Wiedergabemethode, die eine großflächige und exakte Reproduktion des Tons erlauben würde, wäre beispielsweise die Wellenfeldsynthese. Sie basiert auf dem Kirchhoff-Helmholtz-Integral⁷² und dem Huygensschen-Prinzip⁷³ und erlaubt anhand einer Vielzahl direkt nebeneinander angeordneten und einzeln ansteuerbaren Lautsprechern eine virtuelle akustische Umgebung zu erzeugen, die den akustischen Raum größer erscheinen lassen. Somit ist für den Rezipienten die Lokalisierung des Tons nicht von der Position abhängig.⁷⁴

Da dies aber durch eine andere Herangehensweise als Dolby Atmos realisiert wird und thematisch eine hohe Komplexität darstellt, wird die Wellenfeldsynthese hier nicht weiter im Detail betrachtet. Laut Dolby ist die exakte Wiedergabe des Tons unabhängig von der Beschaffenheit eines Kinosaals, das Herzstück von Dolby Atmos.⁷⁵ Ebenso soll die neue Atmos Hardware mit bisherigen Kino-Konfigurationen problemlos kompatibel sein. Dennoch, damit dies in der Praxis im bestmöglichen Umfang umsetzbar wird, werden diverse Anforderungen an die Kino-Konfigurationen gestellt, die nicht nur an die technischen Bedingungen in den Projektionsräumen, der sog. A-Chain, sondern auch an die Ausstattung in den Zuschauersälen gerichtet sind (der sog. B-Chain).⁷⁶

⁷² Kirchhoff-Helmholtz-Integral: Der Schalldruck ist an jedem beliebigen Punkt innerhalb eines quellfreien Volumens bestimmt, wenn Schalldruck und Schallschnelle auf der Oberfläche dieses Volumens bekannt sind.

⁷³ Huygenssches-Prinzip: Es besagt, dass jeder Punkt einer Wellenfront als Ausgangspunkt einer neuen Welle, der sogenannten Elementarwelle, betrachtet werden kann.

⁷⁴ vgl. Oellers, Helmut, Wellenfeldsynthese, 2013

⁷⁵ vgl. Dolby, Dolby Atmos Whitepaper, 2013, S. 2

⁷⁶ vgl. Dolby, Dolby Atmos Whitepaper, 2013, S. 1

3.2.2. Optimal-Ausstattung des Zuschauersaals für Dolby Atmos

Aufgeführt habe ich die meiner Auffassung nach wichtigsten Punkte und Änderungen, die Dolby mit dem Atmos System - anhand der technischen Spezifikationen - an die Säle stellt und dient parallel dazu aufzuzeigen, wie ein Atmos-Saal ausgestattet sein sollte:

- Alle Lautsprecher müssen einem erhöhten Schalldruckpegel standhalten (da sie nun maximal bis an ihre gegenüberliegende Seite den Zuschauerraum beschallen könnten und sollen), i. d. R. 10 db - 20 db mehr als bei 5.1 oder 7.1 Systemen.⁷⁷
- Hinter der Leinwand müssen auf zwei-drittel der Höhe der Leinwand mindestens 3 Lautsprecher (Screen-Speaker) existieren (Center, Links und Rechts), Leinwände größer als 12 Meter in der Breite (beispielsweise für das Cinemascope⁷⁸ Format (2,35:1)), werden zusätzliche Lautsprecher links und rechts neben dem Center-Lautsprecher empfohlen, d. h. Center Links, Links außen, Center Rechts und Rechts außen. Ebenso bei Kinosälen mit beweglicher Leinwandmaske, die grundsätzlich einer Cinemascope-Breite entsprechen.
- Jeder Lautsprecher muss dabei innerhalb der „Referenzposition für den Zuschauer (RLP⁷⁹)“ einen Schalldruckpegel⁸⁰ (englisch: „SPL“, Sound Pressure Level) von durchgehend 105 db halten können.
- Alle Leinwand-Lautsprecher müssen horizontal und vertikal so gedreht werden, dass sie sich mit ihrem erzeugtem Schall in einem Punkt im Kino treffen, dem RLP (Referenzposition für den Zuschauer) - etwa auf zwei-drittel Entfernung zur Leinwand.

⁷⁷ vgl. lenardaudio.com, Cinema Sound Alignment, (03.01.2014)

⁷⁸ Cinemascope: Auch anamorphotisches Verfahren genannt. Eine Möglichkeit der Aufzeichnung von Filmen mit speziell konstruierten Kameralinsen, den so genannten Anamorphoten.

⁷⁹ Reference Listening Position, kurz RLP: Dolbys Definition für den „sweet spot“

⁸⁰ Schalldruckpegel: Die Stärke eines Schallereignisses, die von uns als „Lautstärke“ wahrgenommen wird.

Bereits hier könnte der Gedanke von Dolby Atmos (das Vermeiden eines Sweet Spots) hinfällig erscheinen. Doch da es sich hier vorrangig um die Leinwandlautsprecher, somit um die Lautsprecher primär für Dialog-Ton handelt, reden wir hier vorläufig nicht über einen Platz für ein optimales Hörerlebnis.

- Mindestens zwei zusätzliche Surround Subwoofer müssen hinzugefügt werden.⁸¹
- Je länger und breiter der Raum, desto mehr Seiten-, Decken und Surround-Lautsprecher, das heißt, dass Dolby eine gewisse Mindestanzahl an Lautsprechern für Atmos voraussetzt. An konkreten Beispielen heißt dies folgendes:

Beispiel A: Ab einer Raumlänge von 20 m und einer Raumbreite von 23 m setzt Dolby mindestens 4 Lautsprecher pro Seitenwand und pro Deckenseite (links und rechts) voraus. Empfohlen werden jedoch bei dieser Konstellation 6 Lautsprecher, um ein optimalstes Erlebnis für den Zuschauer zu gewährleisten (Abb. 3.2.1).

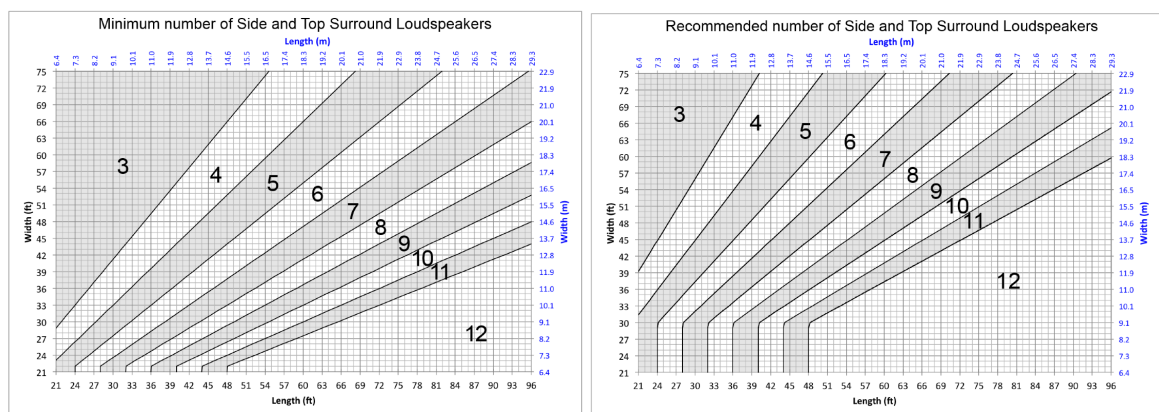


Abb. 3.2.1 - Empfohlene und Mindestanzahl an Deckenlautsprechern nach Dolby

Beispiel B: Ab einer Raumlänge von 15 m und einer Raumbreite von 15 m setzt Dolby mindestens 8 Lautsprecher an der rückseitigen Wand voraus. Empfohlen werden jedoch bei dieser Konstellation 11 Lautsprecher, um ein optimales Erlebnis für den Zuschauer zu gewährleisten (Abb. 3.2.2).

⁸¹ vgl. Dolby, Dolby Atmos Specifications, 2013, S. 4 (09.01.2014)

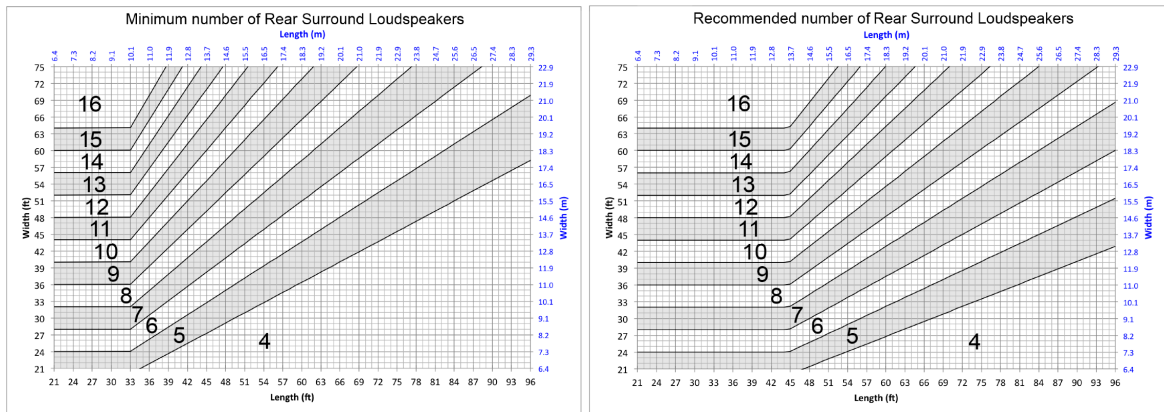


Abb. 3.2.2 - Empfohlene und Mindestanzahl an Surround-Lautsprechern nach Dolby

Auch die Höhenanordnung ist - mehr oder weniger detailliert - definiert. Die Leinwandlautsprecher hängen auf zwei-drittel der Höhe der Leinwand und die Lautsprecher der hinteren Wand alle auf gleicher Höhe, etwa ein-viertel der Raumhöhe von der Decke ausgehend. Die Lautsprecher an den Seitenwänden erfahren hingegen eine Steigung. Von der Leinwandseite ausgehend und ebenso auf Höhe der Leinwandlautsprecher beginnend, muss die Reihe auf Höhe der Lautsprecher der Rückwand enden.

Um den Abstand zwischen den Lautsprechern ermitteln zu können, wird anhand zweier Formeln der Abstand der seitlichen Lautsprecher ermittelt: L / N und $L / (N + 1)$. L entspricht dabei der Raumlänge, N entspricht der entsprechenden Anzahl der Lautsprecher. Im vorangegangenen Beispiel A mit der Mindestkonfiguration bedeutet dies:

$$L / N \rightarrow 20 \text{ m} / 4 \text{ Lautsprecher} \rightarrow 5 \text{ m}$$

$$L / (N + 1) \rightarrow 20 \text{ m} / (4 \text{ Lautsprecher} + 1) \rightarrow 20 \text{ m} / 5 \text{ Lautsprecher} \rightarrow 4 \text{ m}$$

Die Lautsprecher müssen somit in einem Abstand zwischen 4m und 5 m nebeneinander aufgehängt werden. Es empfiehlt sich der Mittelwert 4,5 m.⁸² (Abb. 3.2.3).

⁸² Beispiel errechnet anhand der Formeln aus: Dolby Atmos Specifications, Dolby Laboratories, S. 7ff

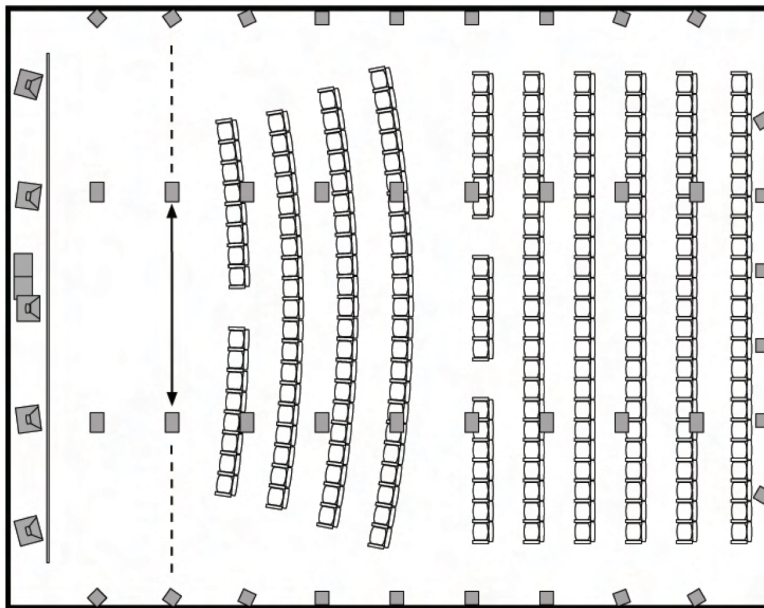


Abb. 3.2.3
Schematische Darstellung
eines Kinosaals von oben mit
beispielhafter, symmetrischer
Anordnung der Lautsprecher.

Die Abstände der rückseitigen Lautsprecher ergeben sich aus dem Mittelwert zweier fast identischen Formeln: W / N und $W / (N + 1)$, während hier W (width) für die Raumbreite steht. Anhand der Minimalkonfiguration aus Beispiel B bedeutet dies:

$$W / N \rightarrow 15 \text{ m} / 8 \text{ Lautsprecher} \rightarrow 1,875 \text{ m}$$

$$W / (N + 1) \rightarrow 15 \text{ m} / (8 \text{ Lautsprecher} + 1) \rightarrow 15 \text{ m} / 9 \text{ Lautsprecher} \rightarrow 1,66 \text{ m}$$

Die Lautsprecher müssen somit in einem Längst-Abstand zwischen 1,66 m und 1,875 m nebeneinander aufgehängt werden. Es empfiehlt sich somit der Mittelwert der Differenz (0,104 m) der beiden Werte 1,77 m.⁸³ (Abb. 3.2.3). Der maximale Abstand in der Breite ergibt sich durch das Ermitteln eines Deckenlautsprechers auf zwei-drittel der Raumlänge. Dieser in einem Winkel der gleich oder größer als 45 Grad ist zum Längsmittelpunkt des Saals liegen⁸⁴.

Wichtig ist es ebenfalls, die korrekte horizontale und vertikale Neigung aller Lautsprecher einzustellen. Damit dies möglich ist, muss nun die bereits oben kurz aufgegriffene RLP (Reference Listening Position) bzw. das Umfeld dieser Position bestimmt werden, die sich aus der RLP ergibt. Klassischerweise ist die RLP durch den absoluten Mittelpunkt des Sitzbereichs definiert. Um diesen Mittelpunkt befindet sich ein imaginäres Quadrat, mit einer Seitenlänge, die ein Drittel der

⁸³ Beispiel errechnet anhand der Formeln aus: Dolby Atmos™ Specifications, Dolby Laboratories, S. 7ff

⁸⁴ vgl. Dolby, Dolby Atmos Specifications, 2013, S.9

Breite und ein Drittel des Länge des Sitzbereichs entspricht.⁸⁵ Daraus ergibt sich die CLA, die Central Listening Area, der Bereich auf den sich alle Schallereignisse konzentrieren. Seitliche Lautsprecher, Deckenlautsprecher und die Lautsprecher der Rückwand, die auf Höhe dieses Bereichs liegen, werden in der Horizontalen nicht gedreht, zeigen somit in einem rechten Winkel auf diesen Bereich.

Alle übrigen Lautsprecher werden auf die zu ihrer Position am nächsten gelegene Seite der CLA ausgerichtet - jedoch nur in der horizontalen Achse (Abb. 3.2.4 & 3.2.5). In der vertikalen Achse sieht dies anders aus. Hier ist es wichtig, dass die Lautsprecher nicht in die Mitte, sondern auf den weit entferntesten Zuschauerplatz treffen. Das heißt: Lautsprecher der rechten Wand sind in der Vertikalen so geneigt, dass sie den ersten Platz von links aus begonnen beschallen und Lautsprecher von der linken Seite den ersten Platz von Rechts aus begonnen (Abb. 3.2.6), ebenso wie die Lautsprecher der Rückwand, die in der Vertikalen auf die erste Sitzreihe vor der Leinwand zielen (Abb. 3.2.7).

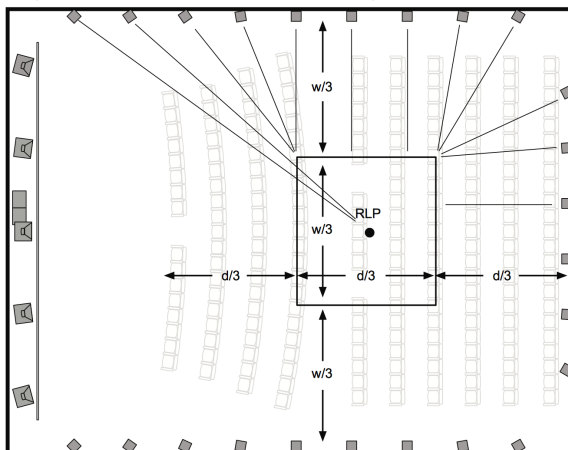


Abb. 3.2.4 - RLP/CLA von oben betrachtet

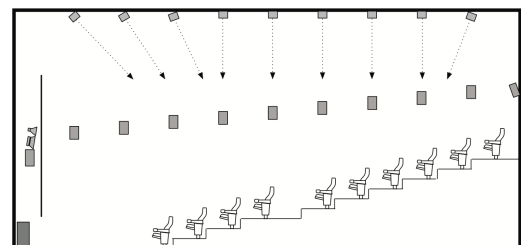


Abb. 3.2.5 - Deckenanordnung seitlich betrachtet

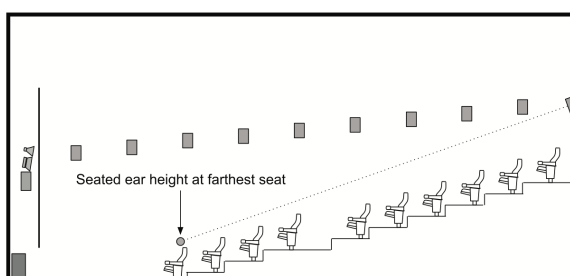


Abb. 3.2.7 - Neigungswinkel seitlich betrachtet

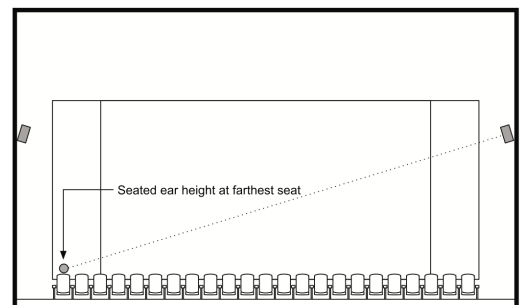


Abb. 3.2.6 - Neigungswinkel rückseitig betrachtet

⁸⁵ vgl. Dolby, Dolby Atmos Specifications, 2013, S.10

Auch wenn nach diesem Abschnitt die Vermutung aufkommen mag, es handle sich wieder um ein System, das auf einen „sweet spot“ hinausläuft, lässt sich sagen, dass dem nur teilweise so ist. Zum einen: Ja, die Anordnung der Lautsprecher für Atmos ist so ausgelegt, dass der Ton „zentral gerichtet wird“, also einen Referenzbereich bildet, in dem alle Klänge zusammengeführt werden und die Neigung der Lautsprecher auf die jeweils gegenüberliegende Seite ist auch keine Neuerung des Atmos Systems, sondern wurde auch schon bei 5.1 und 7.1 Aufbauten so praktiziert⁸⁶, dennoch werden dem klassischen 5.1 bzw. 7.1 Aufbau zusätzliche Lautsprecher hinzugefügt, die den „sweet spot“ erweitern, bzw. die Grenzen dieses Bereichs aufreißen, da nun weitere Quellen für Schallereignisse hinzugefügt und die Spektren somit erweitert werden: Die Leinwand-(Center-)Lautsprecher werden - abhängig von der Leinwandgröße - um zwei Lautsprecher erweitert (siehe grüne Markierung), diverse seitliche Lautsprecher werden hinzugefügt und beginnen nun direkt an der Leinwand (siehe blaue Markierung), anstatt erst ab dem ersten-drittel des Raumes, und die Decke beherbergt nun durchgehende Lautsprecherreihen gegenüber keinen oder nur vereinzelt Lautsprechern der Vorgängersysteme (siehe blaue Markierung). (Abb. 3.2.8)

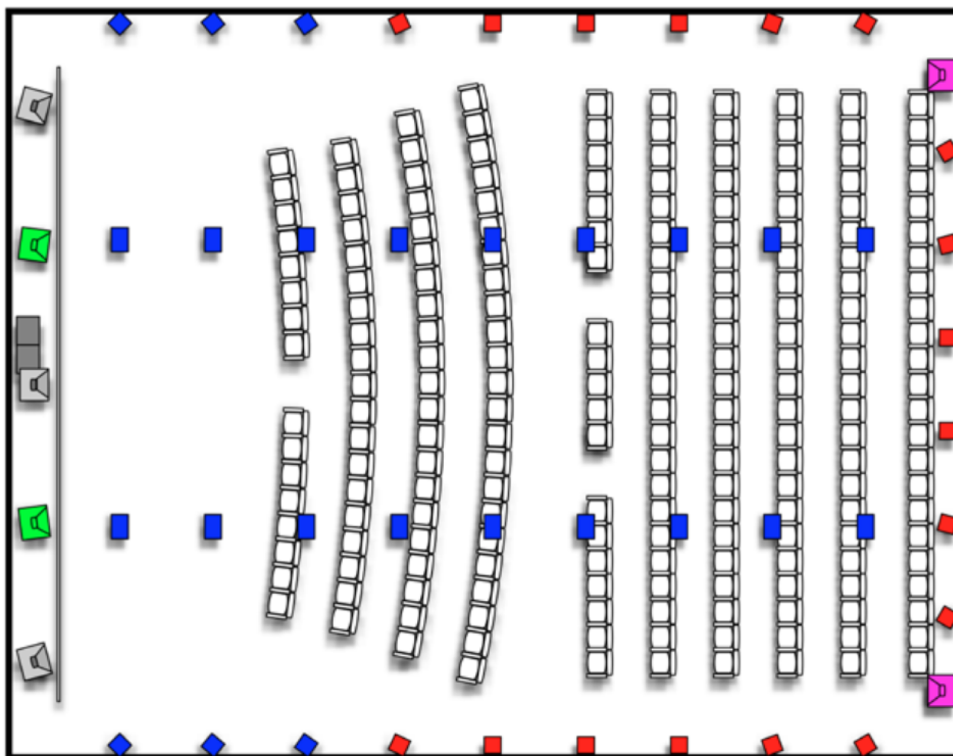


Abb. 3.2.8 -
Optimal-
ausstattung
eines
Kinosaals an
Lautsprechern
für Dolby
Atmos

⁸⁶ vgl. lenardaudio.com, Cinema A chain B chain, Speaker Positions & Surrund Speaker, (06.01.2014)

Durch das Anwenden dieser Konfiguration ist es also möglich, dass Bewegungen im Surround-Feld immer noch nachvollziehbar sind und auch die Ortung der Hörereignisse eine gleichbleibende Trefferquote hat, sodass maximal der Eindruck entsteht, durch die Sitzposition entweder näher oder entfernter zu sein. Ein vollständiges Eliminieren eines „sweet spots“ oder „Referenzbereichs“ wäre nur mit Konfigurationen nach Prinzip der Wellenfeldsynthese möglich.⁸⁷

Dennoch bedeutet dies effektiv, dass Kinos, die bisher mit einer 5.1, 7.1, 11.1 oder auch 22.1 Konfiguration betrieben werden, in der Theorie problemlos mit Dolby Atmos kompatibel sind, den Zuschauern aber ggf. das maximale Potential von Atmos nicht darstellen können, denn dies ist abhängig von der detaillierten, technischen Konfiguration der Lautsprecher in Verbindung mit den Abspielgeräten im Projektionsraum. Dazu mehr im folgenden Abschnitt.

3.2.3 Optimal-Ausstattung des Projektionsraums für Dolby Atmos

Die Fortschritte der Digitalisierung des Kinos ist weltweit nicht aufzuhalten. Deutschland steht bereits auf Platz 3 mit 3.134 digitalen Projektionstechniken, hinter England und Frankreich.⁸⁸ Bei einer Gesamtzahl an 4.617 Kinoleinwänden in Deutschland⁸⁹ entspricht dies einer bisherigen „Digitalisierungsrate“ von 67,9 %. Eigentlich nicht verwunderlich, da durch die Digitalisierung des Kinos nachweisbar und effektiv Kosten gespart und Distributionswege optimiert werden können.⁹⁰ Filme kommen mittlerweile auf Festplatten und nicht mehr auf Filmrollen in die Kinos geliefert. Wie zu Beginn erwähnt, rotieren mittlerweile Festplatten, anstelle von Filmtellern. Dies bedeutet somit auch, dass die Projektoren ebenfalls in digitaler Form vorliegen müssen. Die beiden derzeit meist verbreiteten Formen sind DLP- (Mikrospiegel-Projektoren) und LCD-(D-ILA)-Projektoren, die das digitale Bild auf die Leinwand projizieren.

⁸⁷ vgl. Ion, 2009, S. 9

⁸⁸ vgl. mediasalles.it, European Cinema Journal, 01/2013, S. 2ff (04.01.2014)

⁸⁹ vgl. FFA, Jahresabschluss 2012, Kinoergebnisse (11.01.2014)

⁹⁰ vgl. howstuffworks.com, Harris, Tom, How Does Digital Cinema Work (03.01.2014)

3.2.4 Wiedergabe im Kino

Die transportierten Festplatten beinhalten nun die Filmdatei, die Audiodatei (den kompletten Soundtrack) und die Metadaten (ggf. auch Untertiteldateien), die als „DCP“ (Digital Cinema Package) distribuiert werden.

Die Festplatten mit dem DCP werden im Kino i. d. R. als erstes in einem sogenannten „Digital Cinema Medien Server“ gespeist.⁹¹ Beispielsweise in einen „Dolby Integrated Media Block and Screen Server DSS220“. Dies ist ein Computer, der es ermöglicht, die angelieferten Filme im Kino auf den digitalen Projektoren abzuspielen. Je qualitativ hochwertiger solch ein Gerät ist, desto mehr Möglichkeiten eröffnen sich dem Kinobetreiber. Der DS220 von Dolby gehört beispielsweise zum qualitativ höherem Segment, denn dieser ist nicht nur den DCI-Spezifikationen entsprechend, sondern bietet auch moderne Abspielfunktionen⁹² wie HFR⁹³, 3D oder auch 4K.⁹⁴ Dieser wird beispielsweise in ausgewählten UCI Cineplex Kinosälen eingesetzt.^{95,96} Vom Media Server aus gehen die Daten weiter in einen (bildlich gesprochen) großen Schrank mit weiteren Computern, dem sog. „Media Rack“. Bekannt ist der Begriff „Rack“ weitestgehend aus der Server-Technik bzw. Industrie-Bereich. Es ist eine Haltevorrichtung für kleinere Einzelelemente, die zu einer Einheit zusammengefasst werden⁹⁷. Dieser Kinoprozessor teilt nun das vom Media Server ankommende Signal in zwei Teile auf: Signal-Teil 1 führt zum Projektor (Bild) und Signal-Teil 2 führt zur Audio-Hardware. Im konkreten Fall von Dolby Atmos befindet sich an dieser Stelle der speziell für Dolby Atmos entwickelte „Dolby Atmos Cinema Prozessor CP850“. Dieser beinhaltet die exakte Lautsprecherkonfiguration des Kinos, sprich die Positionen und Neigungen aller Lautsprecher und die räumlichen Gegebenheiten des Kinosaals und empfängt und dekodiert nun die vom Media Server ausgehenden Daten und speist die im

⁹¹ vgl. indiedcp.com, CPL, (21.12.2013)

⁹² vgl. Dolby Cinema Products, DS220 (07.01.2014)

⁹³ HFR: Higher Frame Rate (deu.: höhere Bildwiederholungsrate), ein Kinofilm wird anstatt mit 24 mit 48 Bildern pro Sekunde abgespielt.

⁹⁴ 4K, vierfache bzw. doppelte Auflösung im Gegensatz zu Full-HD bzw. 2K

⁹⁵ vgl. GrobiTV, 2013

⁹⁶ vgl. UCI im Dolby Atmos Tonformat (06.01.2014)

⁹⁷ vgl. Minuth/Curdt, 2008, S. 16ff

Zuschauerraum befindlichen Lautsprecher über ein passendes Interface, welches das Signal an die Verstärker der Lautsprecher weiterleitet. Solch ein Interface (ein Teil eines Systems, das zur Kommunikation zwischen zwei Abläufen dient) kann beispielsweise das speziell von Dolby für Atmos entwickelte „DAC3201“ sein. Dieser erlaubt die Nutzung von bereits bestehenden Lautsprecherverstärkern eines Kinos und wird per Ethernet-Kabel, also klassischem Netzkabel, mit dem CP850 verbunden. Dolby griff hier auf Netzwerktechnologie zurück, da diese eine schnelle Übertragung von hohen Bandbreiten unterstützt.⁹⁸ In der Theorie gäbe es hier modernere und somit schnellere Möglichkeiten der Datenübertragung, beispielsweise „Thunderbolt“⁹⁹ mit einer theoretischen, maximalen Datenübertragungsrate von 20 Gigabit pro Sekunde. Umgerechnet in das Dezimalsystem bedeutet dies eine Übertragungsgeschwindigkeit von 2,5 Gigabyte pro Sekunde. Da diese Schnittstelle jedoch noch nicht den Standards entspricht und mit bestehenden Systemen flächendeckend mit einem Schlag inkompatibel wäre, ist der in der Kinotechnik standardisierte Ethernet-Anschluss der logische Schluss. Somit kommt auch eine kabellose Verbindungsmöglichkeit nicht in Betracht zumal hier die Stabilität nicht garantiert werden kann, da kabellose Verbindungen durch unterschiedlichste Aspekte und Faktoren weiterhin störanfällig sein können. Zur eindeutigen Kommunikation wird „Dolby Atmos Connect“, ein „Audio-over-Ethernet“ Protokoll genutzt, das eine Übertragungsrate von 1 Megabit pro Sekunde pro Kanal erreicht und eine Latenz von unter 10 Millisekunden bietet.¹⁰⁰ Umgerechnet in das Dezimalsystem bedeutet dies eine Übertragungsgeschwindigkeit von 125 Kilobyte pro Sekunde.

Die an den Verstärker gesendeten Daten sind digital, es bleibt also noch die Frage, da Lautsprecher i.d.R. analoger Natur sind, wie die digitalen Daten hörbar werden. Bei den Verstärkern handelt es effektiv um einen DA-Wandler, einen Digital-Analog-Wandler(/-Umsetzer).¹⁰¹ Je qualitativ hochwertiger solch ein DA-Wandler ist, desto besser sind die zu hörenden Ergebnisse, denn er wandelt grob gesagt digitale Zahlenwerte in analoge Spannung um, heißt: je exakter diese Werte umgerechnet und Spannung ausgegeben werden kann, desto exakter der

⁹⁸ vgl. Dolby Cinema Products, DAC3201, 2013, S. 1

⁹⁹ Thunderbolt: Eine von Apple und Intel gemeinsam entwickelte Schnittstelle für diverse Peripheriegeräte und Unterhaltungselektronik.

¹⁰⁰ vgl. Dolby Cinema Products, DAC3201, 2013, S. 1

¹⁰¹ vgl. Minuth, 2007/2008, S. 16ff (03.01.2014)

elektrische Impuls zu den Lautsprechern hin^{102,103}. Der DAC3201 bietet insgesamt 32 analoge Ausgänge und kann gemeinsam mit dem CP850 Prozessor kombiniert maximal 48 Lautsprecher-Ausgänge bereitstellen. Werden mehr als 48 Ausgänge benötigt, muss ein weiteres Interface an den CP850 gekoppelt werden.¹⁰⁴

Beinhaltet das angelieferte DCP nun eine Dolby Atmos Spur bzw. Metadaten mit den Informationen zu den beigefügten, objekt-basierten Audiosignalen, werden diese vom Prozessor automatisch erkannt, entsprechend den beigefügten Metadaten ausgelesen und innerhalb von Millisekunden abgespielt und parallel im Lautsprechersystem über die DA-Wandler und Verstärker verteilt. Dies setzt technisch-mathematische Rechengänge und somit eine Performance Hardware voraus. Die vorab auf dem Cinema Prozessor abgespeicherte Rauminformation dient nun der korrekten Skalierung der Daten. Entweder als bestmögliche Dolby Atmos Skalierung, oder als korrekter Down-Mix für ältere Systeme, denn sofern auf dem DCP keine Atmos Tonspur enthalten ist oder die Spur fehlerbehaftet oder gar die Kinokonfiguration nicht Atmos kompatibel sein sollte, spielt der Prozessor automatisch das nächst kleinere bzw. nächst kompatible Ton-Format ab, wie beispielsweise 5.1 oder 7.1.¹⁰⁵

Die Funktionsweise des Prozessors wird hier abstrakt, sodass folgendes Beispiel zum besseren Verständnis dient: Man stelle sich einen Raum vor, einen Kinosaal mit Zuschauern. Über den Zuschauern erscheint bei mittlerer Raumhöhe eine Linie, etwa so breit wie die Leinwand. Hier soll vom Prozessor ein Audio Objekt abgebildet werden. Der Toningenieur hat im Vorfeld festgelegt, dass das wiederzugebende Objekt - in diesem Falle ein Vogel - sich auf dieser Linie mit einer bestimmten Geschwindigkeit von links nach rechts bewegen soll. Zwischern soll dieser Vogel auch und hat entsprechend ein Schallereignis zugewiesen bekommen. Wobei Schallereignis nur bedeutet, dass ein Objekt mit der Definition „Vogel“ eine abzuspielende Tondatei mit sich bringt. Wurden diese Informationen ausgewertet, ist die Aufgabe des Prozessors „mit den verfügbaren Lautsprechern das Schallereignis so darzustellen, dass es in der Realität möglichst nah an der in

¹⁰² vgl. HiFi-Forum.de, Ein Digital-Analog-Wandler (28.12.2013)

¹⁰³ vgl. vias.org, Analog-Digital-Wandler (29.12.2013)

¹⁰⁴ vgl. Dolby Cinema Products, DAC3201, 2013, S. 2 (29.12.2013)

¹⁰⁵ vgl. GrobiTV, Was ist Dolby Atmos?

den Metadaten beschriebenen Bewegung liegt, wenn er von einer definierten Position aus gehört wird“¹⁰⁶, beispielsweise der Referenzposition Abschnitt 3.2.1., also eine Kombination aus Objekt, verknüpfter, wiederzugebender Datei und Position im Raum wird auf die vorhandenen Lautsprecher im Kinosaal gespielt. Für den Fall, dass sich ein Objekt beispielsweise 360 Grad im Raum um einen Zuschauer herum bewegen soll, bildet der Prozessor vom vorgegebenen Raum eine virtuelle Fläche ab, um nach gleichen Richtlinien die Signale an die einzelnen Lautsprecher möglichst originalgetreu senden zu können.

4. Alternativen zu Dolby Atmos

Die vorangegangenen Abschnitte dieser Arbeit haben gezeigt, wie das objektbasierte Bearbeiten und Wiedergeben eines Filmtons durch und mit Dolby Atmos funktioniert. Interessant wäre nun noch zu wissen, ob Dolby mit dieser Technik ein für sich sprechendes Alleinstellungsmerkmal gefunden hat oder ob es auch - vielleicht sogar besser funktionierende - Alternativen auf dem internationalen Markt gibt. Dieser Abschnitt versucht dies kurz und bündig darzustellen. Dabei werden Abspieltechniken, wie die in Deutschland bekannten „Maximum Sound“ und „iSens“ der Cinemaxx- bzw. UCI-Cineplex Säle vernachlässigt, da es sich bei beiden nicht um eine Technologie handelt, die grundsätzlich in der Entstehung eines Films genutzt werden, sondern nur beim Abspielen im Kino zum Einsatz kommen, um eine an den Kinosaal angepasste bestmögliche Wiedergabe eines 5.1 oder 7.1 Klangs zu ermöglichen, beispielsweise durch qualitativ sehr hochwertiger Lautsprecher o.ä.¹⁰⁷ Wobei beachtet werden muss, dass durch die Übernahme des „iSens“ Entwicklers „IMM Sound“ durch Dolby¹⁰⁸ UCI's „iSens-Säle“ nach und nach auf Dolby Atmos umgerüstet werden, so dass dies bereits als Dolby Atmos gezählt werden kann.

¹⁰⁶ vgl. digitalfernsehen.de, Heller, Martin, Objektbasiertes Audio (11.01.2014)

¹⁰⁷ vgl. cinemaxx.de, Cinemaxx setzt mit Maximum Sound auf neuen Standard (03.01.2014)

¹⁰⁸ vgl. screendaily.com, Romanek, Real, 2012 (10.01.2014)

Konkret befinden sich - speziell für den Kino-Bereich - schon seit mehreren Jahren und nun auch als direkte Alternative zu Atmos zwei weitere Surround Sound bzw. „3D- Sound-Systeme“ auf dem Markt: Die belgische Entwicklung Auro 3D und IOSONO Sound aus Deutschland. Beide Systeme basieren dabei auf unterschiedlichen Prinzipien und Technologien, untereinander, sowie gegenüber Dolby Atmos.

4.1. Auro 3D

Auro 3D ist ein 2005 ursprünglich aus Belgien stammendes¹⁰⁹ 11.1 bzw. 13.1 Surround System, das kanalbasiert arbeitet. Es baut auf existierende 5.1 Konfigurationen auf und soll durch das Hinzufügen einer „Höhen-Ebene“ (Height Layer) und einer Deckenebene (Top Layer) (Abb. 4.1.1) - vom Entwickler Barco auch „Voice Of God“¹¹⁰ genannt - den vollständigen 3D-Raumklang ermöglichen.

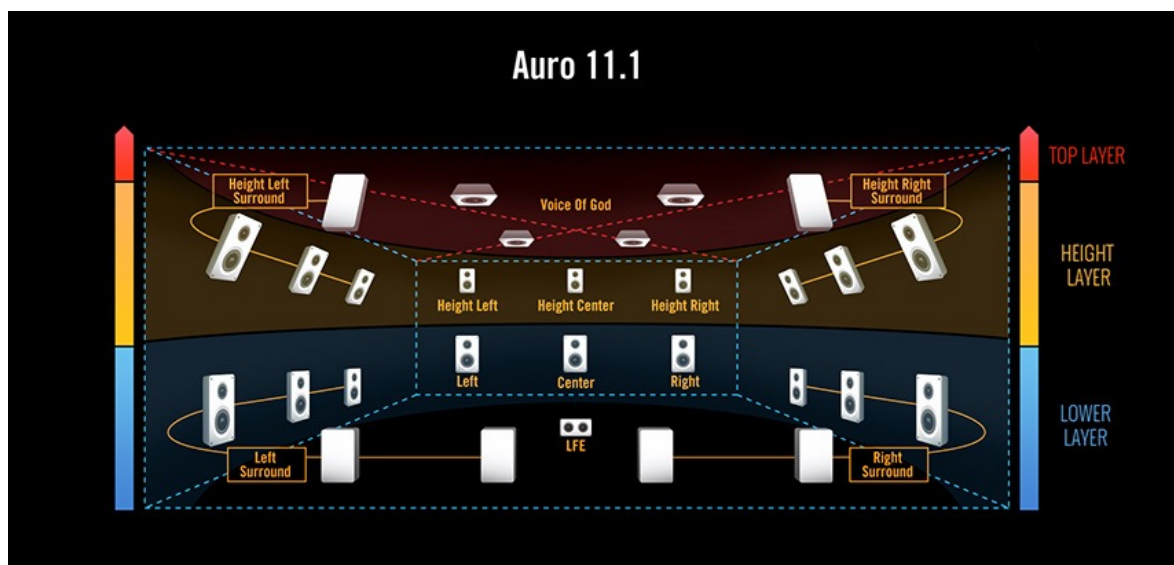


Abb. 4.1.1 - Auro 3D schematisch Dargestellt

Das System entstand aus der Annahme heraus, dass ein Raumklang nur dann realitätsnah abgebildet werden kann, wenn man komplexe Deckenreflektionen und Raumantworten (Raumreflektionen) mit einbezieht.¹¹¹

¹⁰⁹ Barco, Auro 3D System, <http://www.auro-3d.com/system/concept/>, (03.01.2014)

¹¹⁰ Barco, Auro 3D System, <http://www.auro-3d.com/system/concept/>, (03.01.2014)

¹¹¹ Digitalfernsehen.de, Voigt, Jens, 3D Sound mit Auro 3D (02.01.2014)

Technisch werden zur Verteilung des Klangs auf die auszusteuernenden Lautsprecher keine Audio-Objekte genutzt, sondern das Maximum an klassischen 10 Spuren (9.1 Surround), die anhand eines für Auro 3D entwickelten Kompressionsverfahrens (Auro 3D Octopus) in ein herkömmliches 5.1 DCP „versteckt“ werden.¹¹² Dies bedeutet, dass weltweit jedes System, welches auf 5.1 oder 7.1 Basis arbeitet, die Dateien auslesen kann, jedoch für ein vollständiges Auro 3D Erlebnis eine Auro 3D Abspielkonfiguration benötigt wird, damit die in der DCP versteckten Kanäle „wiedergefunden“ werden können.¹¹³

Dies funktioniert im Detail wie folgt: Indem von einer 24 bit Tonspur nur 20 bit genutzt und in den restlichen 4 bit - in denen sonst nur unwesentliche Informationen gelagert werden oder gar nur „rauschen“¹¹⁴ - werden die entsprechenden „Höhen-Informationen“ anhand von Audio oder Metadaten verschachtelt.¹¹⁵ Das grundlegende Prinzip beruht dabei auf der zu Beginn erwähnten Matrizierung, wie sie Dolby bereits im Kino genutzt hat.¹¹⁶

Im heutigen digitalen Zeitalter ist dies mit RAID Systemen vergleichbar, wo sich aus zusätzlichen Daten immer das Ausgangsmaterial herstellen lässt. Es findet also in einer sonst verlustfreien Datei eine verlustbehaftete Komprimierung statt, die - laut Auro 3D - in der Praxis nicht hörbar sei.¹¹⁷ Das in der Audio-Post-Produktion benötigte Tool zur Positionsbestimmung der Audioelemente und -spuren nennt sich „Auro-Panner“ und bietet die Möglichkeit, die Kanäle nach den gegebenen Möglichkeiten im Raum zu verteilen und die Positionen per Keyframing zu animieren und automatisieren (Abb. 4.1.2).

In der Wiedergabe bietet Auro gegenüber Atmos nicht die Flexibilität Lautsprecher einzeln anzusteuern. Hier greift das klassische Prinzip der Lautsprecher-Zonen, sprich das Audiosignal wird in seiner Summe auf die maximal 14 (13.1) verfügbaren Ausgänge verteilt. Kosten für die Ausstattung der Kinosäle dürften ähnlich wie bei Dolby Atmos ausfallen, da die Menge an zusätzlichen

¹¹² vgl. Barco, Auro 3D Whitepaper, 2011, S. 2

¹¹³ vgl. Barco, Auro 3D Whitepaper, 2011, S. 3

¹¹⁴ vgl. audiovision.de, Auro-3D Audio, 2010 (09.01.2014)

¹¹⁵ vgl. Barco, Auro 3D Whitepaper, 2011, S. 9

¹¹⁶ vgl. Audio Vision, Auro-3D Audio, 2010

¹¹⁷ vgl. Barco, Auro 3D Whitepaper, 2011, S. 13



Abb. 4.1.2 - Auro 3D „Auro-Panner“

Lautsprechern in etwas der, der Atmos-Aufrüstung entspricht. Dennoch könnte Auro 3D für Heimkinoanwendungen interessant werden, da durch das Verschachteln der zusätzlichen Rauminformationen in eine standardisierte PCM auch BluRay Spezifikationen mit dem Surround Sound konform wären. Fehlt nur noch die entsprechende Hardware.

4.2. IOSONO Sound

IOSONO Sound ist ein ebenfalls im Jahre 2005, gemeinsam mit dem Fraunhofer Institut für Digitale Medien Technologie in Deutschland (Ilmenau) entwickelte Technologie, die nach dem Prinzip der Wellenfeldsynthese arbeitet. Der Grundgedanke dabei: es soll kanalbasierte Surround Formate ersetzen und „sweet spots“ eliminieren.¹¹⁸ Im Gegensatz zu den bisher diskreten, für die einzelnen Kanäle zum Einsatz kommenden Lautsprecher, nutzt die IOSONO Technologie so genannte „Panels“, also ein komplettes Modul, bestehend aus vielen Einzelteilen. Solch ein Panel ist mit bis zu 8 Lautsprechern ausgestattet und umgeben den gesamten Kinosaal. So können sich bei einem „klassischem“ Kinosaal schon 80 Lautsprecher an den Wänden befinden (Abb. 4.2.1).¹¹⁹

¹¹⁸ vgl. Gamesaktuell.de, Kierzeder, Marc, Haben Dolby und co. bald ausgedient?(10.01.2014)

¹¹⁹ vgl. soundandvision.de, Wilkinson, Scott, IOSONO Lautsprecher Panel (10.01.14)



Abb. 4.2.1 - Lautsprecherpanel bestehend aus einer unterschiedlichen Anzahl an einzelnen Lautsprechern

Bei der Erstellung des für Wellenfeldsynthese kompatiblen Tons, werden mit einem speziellem Plugin namens „IOSONO Spatial Audio Workstation“ (Abb. 4.2.2) so genannte „Audio Szenen“ nach dem nun von Atmos bekannten, objekt-basiertem Prinzip erzeugt. Solch eine Audio Szene ist aus unterschiedlichen Objekten aufgebaut, wie „virtuellen Quellen“ (überall platzierbar), „bewegte Quellen“ (bewegen sich durch Hörbereich) oder auch „ebene Wellen“ (Erzeugung von diffusem Schall, also Atmosphäre). Auch hier werden, wie bei Atmos, die Steuerungsdaten in einer Datei gespeichert, sogenannten XML Dateien. Bei der Wiedergabe sind IOSONO eigene Cinema Prozessoren notwendig. Sie werten die in der XML gespeicherten Informationen aus und verteilen die Signale entsprechend eines vom Fraunhofer Institut entwickeltem Algorithmus auf die Lautsprecherpanels unabhängig von der Größe des Raumes und nah an dem vom Toningenieur erschaffenen Original.

Dadurch, dass Wellenfeldsynthese eine akustische Abbildung eines Raumes schafft, die mit der Wahrnehmbarkeit einer dreidimensionalen Holographie aus dem visuellen Bereich vergleichbar ist, kann sich ein Rezipient völlig frei im Hörraum bewegen, ohne dass der räumliche Klang verloren geht.¹²⁰ Es können auch auch Objekte akustisch so positioniert werden, dass sie eindeutig VOR den Lautsprechern wahrgenommen werden und nicht dahinter also als tonausgebender Lautsprecher an sich¹²¹, da sie eben nur „Impulse“ der virtuellen Eben weitergeben. Dies ist ganz klar ein Vorteil gegenüber Auro, Atmos und natürlich 5.1 bzw. 7.1.

¹²⁰ vgl. Niemand, 2002

¹²¹ vgl. Ion, 2009, S. 8-10

Aber die Wellenfeldsynthese hat auch ihre Nachteile: Neben den (noch) hohen Kosten¹²² vor allem für Betreiber von Kinos, die ihre Säle den Anforderungen der Wellenfeldsynthese entsprechend mit einer Vielzahl an völlig neu positionierten Lautsprechern ausstatten müssen, hat die Wellenfeldsynthese derweilen zusätzlich noch mit hohen Übertragungskapazitäten (und somit hohen Rechenkapazitäten), hohem Stromverbrauch und einer noch unbefriedigten Klangfarbe zu kämpfen.¹²³ Außerdem ist die Wahrnehmung der Klänge nur auf direkter Höhe der Lautsprecherebene möglich.

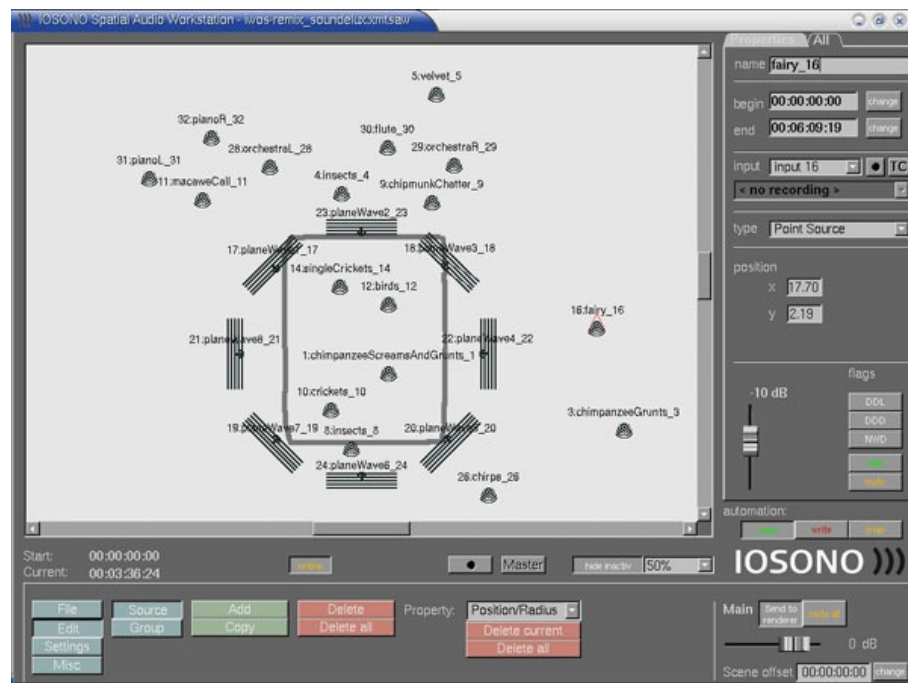


Abb. 4.2.2 - IOSONO „Spatial Audio Workstation“

Für den Heimkinobereich scheint Wellenfeldsynthese somit ungeeignet. Es gab 2006 einen Versuch, ein eigens vom Fraunhofer Institut entwickeltes Lautsprecher System am Markt zu etablieren, der jedoch scheiterte.¹²⁴ Auch hier sind die Gründe technische Anforderungen und Kosten. Im Automobilbereich scheint Wellenfeldsynthese jedoch Anklang zu finden, denn Audi verbaut bereits in diversen Konzept-Autos, wie beispielsweise dem Q7 Concept Car, bis zu 62 Lautsprecher rund um den Innenraum und berichtet von „atemberaubenden Effekten und Möglichkeiten“. ¹²⁵

¹²² vgl. BLN.FN, Brosseder, Sarah, Wellenfeldsynthese (02.01.2014)

¹²³ vgl. Schraffenberger/Studen, 2009, S. 43

¹²⁴ vgl. golem.de, Donath, Andreas, 2005, (04.01.2014)

¹²⁵ vgl. Fraunhofer-Institut.de, Audi Sound Concept, S. 2 (09.01.2014)

5. Zusammenfassung und Ausblick

Dolby Atmos überschreitet die Grenzen der früheren Sound Systeme. Es existiert nun eine reelle Möglichkeit, dass der Sound endlich als vollwertige Ergänzung neben dem bisher schon starken Partner „Bild“ angesehen werden kann. Atmos transformiert die Zuschauersäle in Umgebungen die nun „entdeckt“ werden wollen, in denen die Leinwand nur noch als eine Dimension der einfachen bis komplexen Erzählung von Dramaturgie dient. Im Kino ist es nicht mehr nur eine Ebene, das Bild, das betrachtet und der Ton sekundär wahrgenommen wird.

Es stellt eine ausgeklügelte Weise der Tonwiedergabe da, die dem Zuschauer eine Hemisphäre Hörumgebung bietet. Gerade in Hinblick auf stereoskopische Wiedergabe bedeutet dies Kombination aus Bild und Atmos, den richtigen Weg in die Nutzung vom umfassenden, narrativen Potential. Andererseits kann man aber auch sagen, dass die grundlegende Idee von Atmos bzw. des objektbasierten Audios bereits um einiges älter ist, denn dieses Prinzip stammt ursprünglich aus der Welt der Video- bzw. Computerspiele. Man könnte sagen, dass es aufgrund der zunehmenden Komplexität des Geschehens auf der Leinwand das Einführen des Verfahrens seitens Dolby eine Notwendigkeit wurde.

Dennoch: Das fundamentale Ziel, höherer Flexibilität und Audio-Auflösung und das Entfernen von technischen Audio-Kanal- und Lautsprecher-Positions-Beschränkungen, wurde in der Theorie erreicht.

Doch auch wenn Atmos aufregende Möglichkeiten mit sich bringt, müssen sich Filmemacher und Kinos nicht unwesentlichen Herausforderungen stellen. Wie es die Vergangenheit und Entwicklung der Filmgeschichte gezeigt hat, werden sich Studios mit Sicherheit auch in Zukunft mit finanziellem und zeitlichen Druck auseinandersetzen müssen, die die neue Komplexität der zu erstellenden Atmos Versionen mit sich bringen. Filmemacher müssen eine Balance finden zwischen den klassischen Möglichkeiten und Stärken des Bewegtbildes und den Neuen des Tons, des Dolby Atmos, und diese miteinander kombinieren. Die Zuschauer müssen „abgeholt“ und in den Film mit einbezogen werden, nicht rein durch

großspurige Effekte aus großen Action-Blockbuster-Filmen, sondern auch im Detail, Film- und Genre-übergreifend das Potential ausschöpfen. Für einige Filmemacher wird Atmos sicherlich nur als weiterer Eintrag auf der Liste neuer, technischer Innovationen erscheinen, die rein als Erlebnissteigerung von Effekten genutzt wird, auf Kosten der Dramaturgie. Andere wiederum werden wohl auch an den Grundsatz glauben, dass bessere Wiedergabetechnologien automatisch einen besseren Film ausmachen.

Toningenieure, Sound-Designer, Regisseure aber auch Autoren sollten sich in absehbarer Zeit mit der Materie auseinandersetzen und verstehen, wie Dolby Atmos funktioniert, um das Potential der starken Kombination aus Bewegtbild und Atmos grundsätzlich in ihren Filmen anwenden zu können. Denn Film kann durch Atmos nun in einem Umfang bearbeitet werden wie Bewegtbild und ermöglicht den einzelnen Gewerken früher in der Entstehung eines Films ihre Kompetenzen zu verschmelzen.

Interessant wäre hier in Zukunft auch zu beobachten, wie sich Dolby Atmos in den Heimkinobereich einbinden lässt. Während Dolby Digital und ähnliche Formate schon seit Jahren Standard in jeglichen heimischen A/V-Receiver darstellen, würde Atmos eine interessante Alternative darstellen. Zwar möchte Dolby durch Atmos ein herausstechendes Feature für konventionelle Kinos gegenüber den Heimkinos zu Verfügung stellen, dennoch, durch die grundsätzliche Möglichkeit durch Metadaten die Audiokanäle bzw. Objekte in Echtzeit zu skalieren, wäre eine Umsetzung in das heimische Wohnzimmer möglich. Voraussetzung hierfür wäre eine entsprechende räumliche Ausstattung, also das Einbauen von Deckenlautsprechern und zusätzlichen Surround Lautsprechern, sowie eine passende technische Ausstattung. Bisherige Receiver aber auch BluRays und BluRay-Abspielgeräte unterstützen, nach bisherigen Standards, solche Möglichkeiten nicht. Während die Abspielsoftware im Player oder auch am Computer durch Updates für kommende Techniken kompatibel gemacht werden könnte, müsste die Hardware, also die technische Ausstattung, eine Neuauflage erleben. Vielleicht ist es für den Heimanwender auch günstiger zehn oder mehrere kleine Lautsprecher in Regalen zu verteilen, als auf ein optimal eingerichtetes 5.1 oder 7.1 System achten zu müssen.

Zusammenfassend bleibt also festzuhalten, dass Dolby Atmos ein kraftvolles Werkzeug und nicht nur eine Evolution in der Gestaltung des Tons, sondern effektiv in der Gestaltung eines Films darstellt. Es liegt somit an den kreativen Gewerken, ob in naher Zukunft daraus vielleicht sogar eine Revolution werden könnte.

6. Literaturverzeichnis

Printmedien:

Dickreiter, Michael, Handbuch der Tonstudioteknik; München: K.G. Saur Verlag KG, 1997, 6. Auflage

Heer, D., Projektstudios für Filmsound, Audiopostproduktion und Studioteknik; Hamburg: Diplomier Verlag, 2011

Ion, Alexandra, Klangfeldsynthese, Bachelorarbeit, FS Medientechnik und -design Hagenberg, 01.2009, S. 9

Lensing, Jörg U., Sound-Design, Sound-Montage, Soundtrack-Komposition, Über die Gestaltung von Filmtone; Berlin: Fachverlag Schiele und Schön, 2009, 2. Auflage

Müller, Arnold Heinrich, Geheimnisse der Filmgestaltung, Das Handwerk. Die Regeln der Kunst; Berlin: Fachverlag Schiele und Schön, 2010, 2. Auflage

Rein, Andreas A./Brucker, Wilm, Praxisbuch: Tone; USA/Wilmington: Mediabook Verlag, 2007

Schmidt, Ulrich, Professionelle Videoteknik, Grundlagen, Filmtechnik, Fernsehtechnik, Geräte- und Studioteknik in SD, HD, DI, 3D; Berlin: Springer Verlag, 2013 (2010), 6. Auflage

Seidelmann, Rolf, Surround im Musikstudio; Bremen: Wizoobooks, 2008

Webers, Johannes, Handbuch der Tonstudioteknik; München: Franzis Verlag, 2007, 3. Auflage

Internetquellen:

Adobe Help Center, Bedeutung von Submixes, o.A., http://help.adobe.com/de_DE/premierepro/cs/using/WS1c9bc5c2e465a58a91cf0b1038518aef7-7f23a.html, o.J. (04.01.2014)

Audia Akustik, Unser Gehör, <http://www.audia-akustik.de/de/die-welt-des-hoerens/das-hoeren/modell-des-ohres/index.html>, o.J. (06.01.2014)

Audiomedia, Dolby Atmos, o.A., <http://www.audiomedia.com/special-features/0012/dolby-atmos-&-you/37>, o.J. (02.01.2014)

Audiomountain, Audio File Size Calculations, o.A., <http://www.audiomountain.com/tech/calculations/Calculations.html>, o.J. (28.12.2013)

audiovision.de, Reportage: Auro-3D, o.A., <http://audiovision.de/Reportagen/Reportage-Auro-3D-Audio/Seite-2>, o.J. (03.01.2014)

Barco, Auro 3D System, <http://www.auro-3d.com/system/concept/>, (03.01.2014)

Brosseder, Sarah, BLN.FN, Wellenfeldsynthese - Das akustische Gegenstück im Kino, <http://www.blm.fm/2013/01/ctm-13-wellenfeldsynthese-das-akustische-gegenstueck-zum-3d-kino/>, (02.01.2014)

Böhm, Sebastian, Was ist ein Digital Cinema Package?, o.J., <http://www.dcpmanufaktur.de/faq/was-ist-ein-digital-cinema-package-dcp> (28.12.2013)

Buchholz, Agon S., Cinedat, Eckdaten der DCI-Spezifikationen, http://cinedat.org/technik/dci_spezifikation_fuer_digitales_kino, 2005 (12.12.2013)

Cinemaxx.de, Cinemaxx setzt mit Maximum Sound auf neuen Standard, o.A., http://www.cinemaxx.com/de/presse/meldungen/pressemeldung_002.html, o.J. 03.01.2014

DCP Manufaktur, InterOp und SMPTE – Welchen DCP-Standard soll ich nutzen?, o.A., <http://www.dcpmanufaktur.de/faq/interop-und-smpte-welchen-dcp-standard-soll-ich-nutzen>, o.J. (09.01.2014)

DCP Transition Review, SMPTE 429-3 Standard, http://mkpe.com/digital_cinema/isdcf/transition/2011-3-2-SMPTE-Interop-DCP-Guidelines-with-Accessibility.pdf, (20.12.2013)

dcimovies.com, Digital Cinema Object-Based Audio Addendum, 2013, o.A., http://dcimovies.com/specification/DCI_Object-Based_Audio_Addendum_2013-0909.pdf, (21.12.2013)

Digitalfernsehen.de, Voigt, Jens, 3D Sound mit Auro 3D, <http://www.digitalfernsehen.de/3D-Sound-mit-Auro-3D.67175.0.html>, 2011 (02.01.2014)

Digitalfernsehen.de, Heller, Martin, Objektbasiertes Audio, <http://www.digitalfernsehen.de/Objektbasiertes-Audio.111261.0.html>, 2014 (11.01.2014)

Dolby Cinema Products, DAC3201, Issue June 2013, S. 2, http://www.dolby.com/uploadedFiles/Assets/US/Doc/Professional/DolbyAtmos_CP850_brochure_web.pdf, (29.12.2013)

Dolby Cinema Products, DSS220, o.A., <http://www.dolby.com/us/en/professional/hardware/cinema/cinema-servers/imb-dss220.html>, o.J. (06.01.2014)

Dolby Laboratories, Dolby Atmos Whitepaper, <http://www.dolby.com/uploadedFiles/Assets/US/Doc/Professional/Dolby-Atmos-Next-Generation-Audio-for-Cinema.pdf>, (10.01.2014)

Dolby Laboratories, Dolby Atmos Specifications, http://www.dolby.com/uploadedFiles/Assets/US/Doc/Professional/Dolby_Atmos_Specifications.pdf, (09.01.2014)

EBU/UER, MBWF/RF64, TECH 3306, o.A., <https://tech.ebu.ch/docs/tech/tech3306-2009.pdf>, o.J. (11.01.2014)

FFA.de, Marktdaten Jahresabschluss 2012, o.A., http://www.ffa.de/start/download.php?file=marktdaten/2_Kinojahr_abso/2012_Jahresabschluss.pdf, o.J. (11.01.2014)

Fraunhofer-Institut, IDMT, o.A., http://www.idmt.fraunhofer.de/content/dam/idmt/de/Dokumente/Publicationen/Referenzflyer/Audi_DE.pdf, o.J. (09.01.2014)

Kierzeder, Marc, Haben Dolby und co. bald ausgedient?, <http://www.gamesaktuell.de/Cynamitede-Brands-211869/Specials/Haben-Dolby-Digital-und-Co-bald-ausgedient-Wellenfeldsynthese-und-IOSONO-Sound-716225/>, 2005 (10.01.2014)

golem.de, Donath, Andreas, Wellenfeldsynthese-System für daheim, 2005, <http://www.golem.de/0511/41537.html> (06.01.2014)

GrobiTV, Was ist Dolby Atmos?, o.A. <http://www.youtube.com/watch?v=JdbxoH7lae4>, 2013 (17.07.2013)

Harris, Tom, [HowStuffworks.com](http://www.howstuffworks.com), How Digital Cinema Works, <http://entertainment.howstuffworks.com/digital-cinema7.htm>, o.J. (13.01.2014)

Hemesath, Matthias, Heimkino FAQ, http://www.heimkino-faq.de/?page_id=532, 2010, (31.12.2013)

Hermosa Beach Filmworks, DCP Info, o.A., <http://www.dcpinfo.com>, o.J. (28.12.2013)

HiFi-Forum, Ein Digital-Analog-Wandler, Archiv, o.A., <http://files.hifi-forum.de/joebroesel/dawandler.htm>, o.J. (28.12.2013)

IMDB, Flubber (Movie), o.A. <http://www.imdb.com/title/tt0119137/> (26.12.2013).

IMDB, Tron Legacy (Movie), o.A. http://www.imdb.com/title/tt1104001/?ref_=fn_al_tt_4 (26.12.2013).

IMDB, Fantasia (Movie), o.A. http://www.imdb.com/title/tt0032455/?ref_=fn_al_tt_1 (26.12.2013).

IMDB, Hobbit (Movie), o.A. http://www.imdb.com/title/tt0903624/?ref_=fn_al_tt_3, (04.01.2014).

Indie DCP, CPL, o.A., <http://indiedcp.com/digital-cinema-faq.html>, o.J. (21.12.2013)

Kinokompodium, Ton-Systeme, o.A., http://www.kinokompodium.de/service_ton.htm, o.J. (25.12.2013)

- Korn Manufaktur, Preisliste Filmausbelichtung, 2013, <http://www.korn-manufaktur.de/filmabtastung.html>, (07.01.2014)
- Lenard Audio Institute, Cinema Sound Alignment, o.A. http://lenardaudio.com/education/17_cinema_7.html, o.J. (03.01.2014)
- Lenard Audio Institute, Cinema A chain B chain, Speaker Positions & Surrund Speaker, o.A., http://lenardaudio.com/education/17_cinema_4.html, o.J. (06.01.2014)
- Lorsbach, Hermann, Digital Cinema Services, <http://www.digital-cinema-services.de/preise.html>, o.J. (04.01.2014)
- Media Salles, European Cinema Journal, 01/2013, S. 2ff, <http://www.mediasalles.it/ecjourn.htm>, (04.01.2014)
- Miller, Michael, The History Of Surround Sound, Fantasia, 2004, <http://www.quepublishing.com/articles/article.aspx?p=337317>, (05.12.2013)
- Minuth, Andreas, Ton im digitalen Kino, HDM Stuttgart, <http://www.hdm-stuttgart.de/~curdt/TonImDigitalenKino.pdf>, 2007/2008 (03.01.2014)
- MKPE, Digital Cinema Technologie, o.A., http://mkpe.com/digital_cinema/faqs/tech_faqs.php, o.J. (20.12.2013)
- Movie-College.de, o.A., Tonaufnahme, <http://www.movie-college.de/filmschule/ton/tonaufnahme.htm#Workflow>, o.J. (08.01.2014)
- Niemand, Andreas, Burosch, Wellenfeldsynthese, <http://www.burosch.de/audio-technik/263-wellenfeldsynthese.html>, (05.01.2014)
- Oellers, Helmut, Wellenfeldsynthese, <http://www.holophony.net/Wellenfeldsynthese.htm>, (04.01.2014)
- Rouse, Margaret, Was ist Datenreduktion? <http://www.searchstorage.de/definition/Datenreduktion>, 2010 (07.01.2014)
- RotorFilm, Dolby Atmos Sound Stage, o.A., http://www.rotor-film.de/web/de/Studios/Dolby_Atmos_Sound_Stage, o.J. (08.01.2014)
- Schraffenberger, Anja/Studen, Anita, Klang im Raum, Wellenfeldsynthese, HDM-Stuttgart, S. 43, <http://www.hdm-stuttgart.de/~curdt/wfs.pdf>, (09.01.2014)
- screendaily.com, Romanek, Neal, 2012, Dolby Laboratories acquires immersive audio competitor IMM Sound, <http://www.screendaily.com/news/dolby-laboratories-acquires-immersive-audio-competitor-imm-sound/5044766.article> (05.01.2014)
- soundandvision.de, Wilkinson, Scott, 2009, <http://audiovision.de/Reportagen/Reportage-Auro-3D-Audio/Seite-2>, (09.01.2014)

UCI, Dolby Atmos im Eastgate, o.A., http://www.uci-kinowelt.de/Berlin_am_Eastgate/Programm/NewsEvents/3831/5, o.J. (06.01.2014)

Unitron, Ihr Gehör, o.A., http://unitron.com/content/unitron/de/de/consumer/your_hearing-c/How_We_hear.html, o.J., (02.12.2013)

Vias, Analog-Digital-Wandler, o.A., http://www.vias.org/mikroelektronik/da_converter.html, o.J. (29.12.2013)

Vößel, Dr. Siegfried, Systemspezifikationen Digitales Kino, <http://www.ffa.de>, 2008

Zschiegener, Boolesche Algebra, Uni Giessen, 2002, S. 2
<http://www.uni-giessen.de/~gc1099/dm/DM%20I%20-%20Kapitel%203%20-%20Boolesche%20Algebra.pdf>, (03.01.2014)

7. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1:

Dolby Laboratories, Dolby White Paper, 2013, S. 8

Abbildung 2.2:

o.A., o.J., Multi-Channel Audio, o.V.,

http://www.hovirinta.fi/audio/monikanavatekniikat/multi-channel_audio.htm,
(05.12.2013)

Abbildung 2.3:

Haase, M., Dolby Stereo, Leet-Kultur,

<http://1337kultur.de/tag/fotografie/>, (02.01.2014).

Abbildung 3.0:

Ohraufbau, Audia-Akustik, <http://www.audia-akustik.de/cms/upload/hoeren/ohraufbau.gif> (01.01.2013)

Abbildung 3.1:

Ebs, Binaurale Tonaufnahme, http://de.wikipedia.org/wiki/Binaurale_Tonaufnahme,
(05.01.2014)

Abbildung 3.1.1:

Musicconnection, i16, <http://musicconnection.com/rode-releases-i16-surround-sound-mic-ios/>, (01.01.2014)

Abbildung 3.1.2:

Sound Performance Lab, ASM5, <http://spl.info/produkte/vorverstaerker/atmos/formel-1-in-surround.html>, (02.01.2014)

Abbildung 3.1.3:

MusicApp Blog, iOS DAW, <http://www.musicappblog.com/ios-daw-roundup/>,
(04.01.2014)

Abbildung 3.1.4:

Rotor Film, Dolby Atmos Sound Stage, http://www.rotor-film.de/web/de/Studios/Dolby_Atmos_Sound_Stage, (14.12.2013)

Abbildung 3.1.5:

Eigene Fotografie per Smartphone in Rotor Film Dolby Atmos Soundstage, Oktober 2013

Abbildung 3.1.6:

Schulze, Michael, Mixen und Mastern, <http://mischen-und-mastern.de/2011/10/10/mischen-und-mastern-arbeiten-mit-stems/>, (28.12.2013)

Abbildung 3.1.7:

Jones, Hollin, Cubase 6, <http://www.askaudiomag.com/articles/cubase-6-get-creative-with-group-channels>, (02.01.2014)

Abbildung 3.1.8 & 3.1.9:

Authoring for Dolby Atmos Cinema Sound Manual, 2012, Dolby Laboratories, S. 4

Abbildung 3.1.10:

GrobiTV, Was ist Dolby Atmos?, <http://www.youtube.com/watch?v=JdbxoH7lae4>, (17.07.2013)

Abbildung 3.1.11:

Producers Edge Magazine, Adobe Audition, <http://producersedge.files.wordpress.com>, (02.01.2014)

Abbildung 3.1.12:

Schmidt, Ulrich, Professionelle Videotechnik, Grundlagen, Filmtechnik, Fernsehtechnik, Geräte- und Studioteknik in SD, HD, DI, 3D; Berlin: Springer Verlag, 2013 (2010), 6. Auflage, S. 514

Abbildung 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3, 3.2.4, 3.2.5, 3.2.6 & 3.2.7:

Dolby Laboratories, Dolby Atmos Specifications, S. 4 & 7, http://www.dolby.com/uploadedFiles/Assets/US/Doc/Professional/Dolby_Atmos_Specifications.pdf, (09.01.2014)

Abbildung 3.2.8:

Dolby Laboratories, Dolby Atmos Whitepaper, S. 8, <http://www.dolby.com/uploadedFiles/Assets/US/Doc/Professional/Dolby-Atmos-Next-Generation-Audio-for-Cinema.pdf>, (10.01.2014)

Abbildung 4.1.1:

Barco, Auro 3D Technology, <http://www.barco.com/en/Auro11-1/exhibitors-tab-1>, (29.12.2013)

Abbildung 4.1.2:

Barco, Auro 3D Engine, <http://www.auro-3d.com/buy/>, (08.01.2014)

Abbildung 4.2.1:

Brosseder, Sarah, BLN.FN, Wellenfeldsynthese - Das akustische Gegenstück im Kino, <http://www.blm.fm/2013/01/ctm-13-wellenfeldsynthese-das-akustische-gegenstueck-zum-3d-kino/>, (02.01.2014)

Abbildung 4.2.2:

IOSONO, Spatial Audio Workstation, <http://www.iosono-sound.com/technology-licensing/>, (23.12.2013)

8. Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, Alexander Böhm, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe. Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

21.01.14

Datum

A. Böhm

Unterschrift