



Ein Audio-3D-Lautsprecher-Setup für alle:  
Eine Lösung für Auro-3D, Dolby Atmos und DTS:X

## One-for-all-Setup-Guide Version 5.0

Autor und Copyright  
Holger Baier

Zur öffentlichen Verwendung in der Facebook-Gruppe "Heimkino und 3D-Sound"

Kommerzielle Verwendung nur mit schriftlicher Genehmigung des Autors

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	2
2	Auro-3Ds "vertikales kohärentes Klangfeld rund um den Hörer"	3
3	Inwiefern unterscheidet sich die vertikale Kohärenz von der horizontalen Kohärenz?	4
4.	DREI-Ebenen-AURO-3D versus ZWEI-Ebenen-Dolby ATMOS Lautsprecher Layout	5
5.	Das "vertikale Stereofeld im vorderen Bildbereich" als Teil des Formatkonzepts von Auro-3D	6
6.	Rechteckbasierende System-Layouts versus kreisbasierende System-Layouts	8
7.	Die Eindrehung der Höhenlautsprecher	9
8.	Setup mit Front Heights und Rear Heights	12
9.	Die verschiedenen Winkel: Elevationswinkel vs. Lautsprecherausrichtung	13
10.	Der Höhenwinkel bzw. der Elevationswinkel	14
11.1	Appendix: Übersicht aktueller AV-Geräte mit der erweiterten Auro-3D-Version	17
11.2	Appendix: Hilfreiche Informationsvideos	18

# Ein Audio-3D-Lautsprecher-Setup für alle: Eine Lösung für Auro-3D, Dolby Atmos und DTS:X

Eine kurze Einführung von *Holger Baier*

Version 5.0 (zuletzt geändert 14.12.2020)

## 1. Einführung

Für alle experimentierfreudigen Heimkino-Enthusiasten möchte ich hier ein Lautsprecherkonzept vorstellen, welches für den Aufbau der Höherebene eine universelle Lösung bietet, die alle derzeit verfügbaren Audio-3D-Formate wiedergeben kann: Auro-3D, Dolby Atmos und DTS:X (Pro).

Dieses Lautsprecherkonzept kann mit allen derzeit verfügbaren Audio-3D-Formaten verwendet werden, da es sich innerhalb der Spezifikationen jedes dieser drei 3D-Audioformate befindet.

Aufgrund der Verfügbarkeit von weniger Filminhalten in Auro-3D im Vergleich zu Dolby Atmos kann es sicherlich einige Argumente gegen eine Lautsprecheranordnung geben, die nur die Wiedergabe von Auro-3D unterstützt.

Link: [Übersicht Auro 3D-Titel - Film](#)

Link: [Übersicht Auro 3D-Titel - Musik](#)

Vergleicht man Auro-3D-Filme mit Dolby Atmos-Abmischungen, fallen einige Dinge auf, die es näher zu betrachten gilt. Patrick Schappert, ([www.grobi.tv](http://www.grobi.tv)) recherchierte viel zu diesem Thema und bekam von vielen seiner Kunden das Feedback, dass die Sound-Effekte, die von oben in einem Atmos-Film kommen, sehr begrenzt sind. Dies ist bei Auro-3D, das auf einem anderen Ansatz basiert, völlig anders; Auro-3D liefert ein sogenanntes "vertikales kohärentes Schallfeld" (siehe weiter unten), das eine viel natürlichere Nutzung von Klängen in der Höherebene ermöglicht (wie in der Natur, wo sich die meisten Quellklänge und Reflexionen zwischen Ohrhöhe und etwa 30° Höhe befinden, genau dort, wo das vertikale Stereofeld von Auro-3D definiert ist).

Darüber hinaus verfügt Auro-3D über den fortschrittlichsten und sehr leistungsfähigen Upmixer "Auro-Matic®", der neben "DTS Neural:X", hervorragend für die Wiedergabe von konventionellen Stereo- oder Surround-Formaten über ein 3D-Audio-Lautsprechersystem verwendet werden kann. Aus den vorhandenen Signalen der Kanäle werden dann mit Hilfe bestimmter Algorithmen die zusätzlichen Höheninformationen berechnet und auf die unterstützten Höhenlautsprecher verteilt. Das insgesamt immersive Klangerlebnis ist oft besser und natürlicher als bei nativen Klangmischungen von objektbasierten Formaten. Das Ergebnis ist, wie üblich, stark vom eigenen Hörvermögen abhängig.

Der große Vorteil der Auro-Matic® gegenüber Neural:X ist jedoch die Möglichkeit, das Upmixing in 16 Stufen und durch die Auswahl von bis zu fünf verschiedenen Raumgrößen (Klein, Mittel, Groß, Sprache, Film) zu beeinflussen und anzupassen.

Für mich persönlich ist diese Möglichkeit bereits ein großer Anreiz weiterhin auf Auro-3D bzw. der Auro-Matic zu setzen, da gerade der Upmixer sehr häufig bei mir zum Einsatz kommt. Insbesondere wenn die native Spur nicht die gewünschten oder erwarteten Effekte in der Höherebene bietet, kann die Auro-Matic noch für einige überraschende Effekte sorgen. Ob man das mag, ist wie oben schon erwähnt, eine Frage des Geschmacks; mir persönlich gefällt das ausgezeichnet.

## 2. Auro-3Ds "vertikales kohärentes Klangfeld rund um den Hörer"

Alle Auro-3D-Lautsprecherlayouts bis Auro 26.1, so wie sie von seinem Erfinder Wilfried Van Baelen entworfen wurden, basieren auf einem "vertikalen, kohärenten Klangfeld rund um den Hörer". Hunderte von Tests wurden 2005 von ihm durchgeführt, um besser zu verstehen, wie für unser Gehirn diese "Kohärenz" in der vertikalen Achse völlig anders funktioniert als in der horizontalen Achse. Dies ist darin begründet, dass unser Hörsystem horizontal ausgerichtet ist (wir sind sehr empfindlich bezüglich Laufzeitunterschiede zwischen linkem und rechtem Ohr). Der Mensch ist nicht mit einem Ohr auf dem Kopf ausgestattet, um die vertikalen Zeitunterschiede zu erfassen. Dadurch ist unser Gehirn weniger empfindlich gegenüber Geräuschen von oben; zusätzlich befinden sich dort auch nicht die wichtigsten Schallquellen und deren 3D-Reflexionen.

Van Baelens Forschungsergebnis wurde in einem Übersichtsbild dargestellt, das im Workshop "Surround Sound with Height" (unter der Leitung von Kimio Hamasaki, Erfinder des 22.2 NHK-Formats) auf der AES Convention in Paris und San Francisco 2006 und auch auf anderen Conventions wie der Tonmeister Tagung 2008 (Leipzig Deutschland) diskutiert wurde.

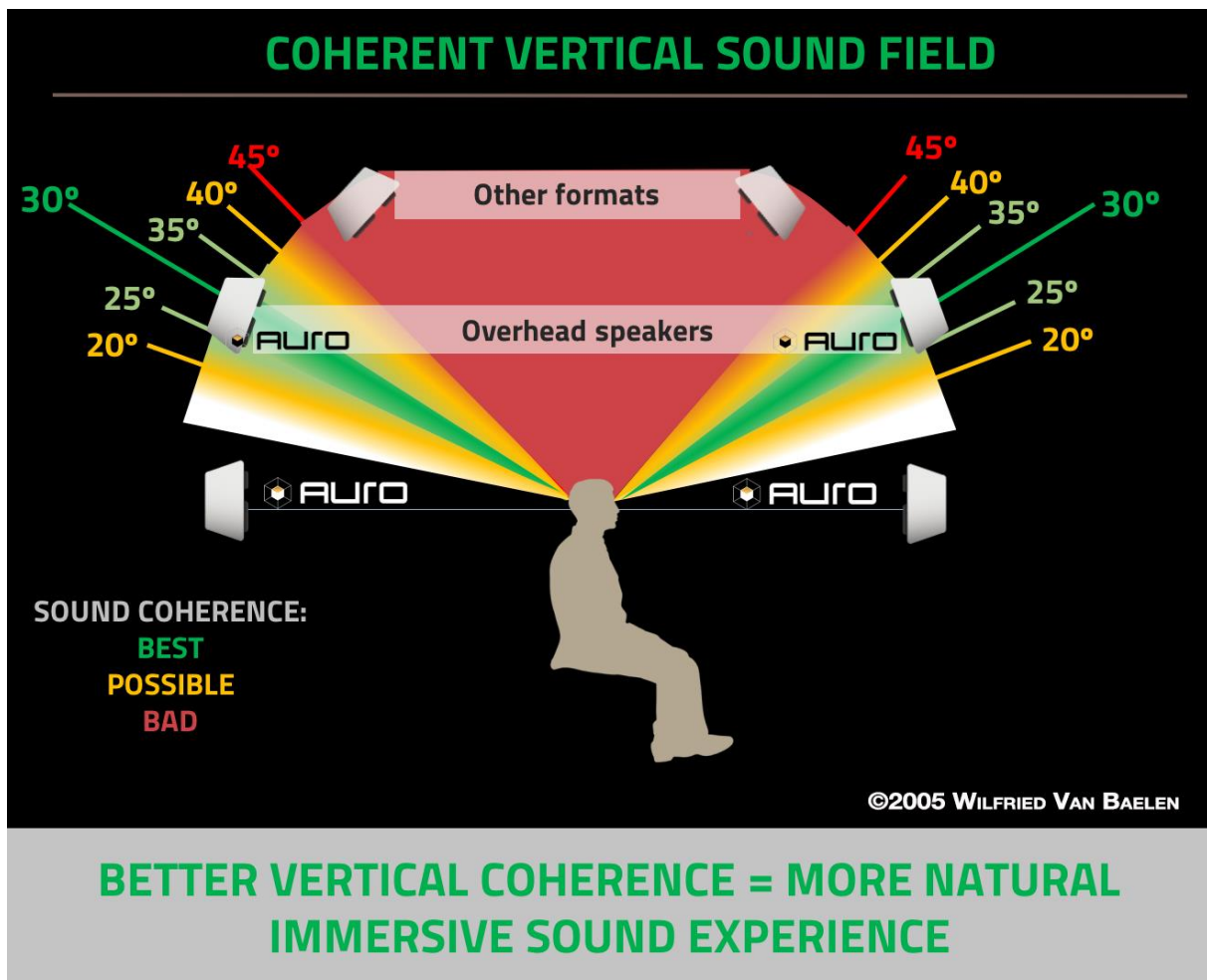


Bild 1 – Das vertikale kohärente Klangfeld

Wenn der Winkel von zwei übereinander angeordneten Lautsprechern zu groß ist, verliert er seine vertikale Kohärenz, was bedeutet, dass der von den beiden Lautsprechern kommende Klang als zwei verschiedene Quellen wahrgenommen wird, auch wenn es eine natürliche Kohärenz im Ausgangsmaterial gibt (wie z.B. bei natürlichen Umgebungs-Geräuschen usw.)

### 3. Inwiefern unterscheidet sich die vertikale Kohärenz von der horizontalen Kohärenz?

Sitzt man im Sweet-Spot einer typischen horizontalen Stereolautsprecheraufstellung in einem 60°-Winkel, so kann der Klang so empfunden werden, als würde er von links nach rechts wandern oder von einer Stelle kommen, an der kein Lautsprecher installiert ist. Dies wird als "Phantomquelle" bezeichnet. Unser Hörsystem ist horizontal ausgerichtet, daher ist der Mensch auch sehr empfindlich für Laufzeitunterschiede zwischen dem linken und dem rechten Ohr. Wilfried erwähnte in seinem Vortrag, dass die Laufzeit eines Impulses an unseren Ohren bis zum Kortex in unserem Gehirn (an dem die Informationen des linken und rechten Ohrs zusammentreffen) nur 4 bis 5 Mikrosekunden (Millionstelsekunden) beträgt. Laut ihm entspricht das der gleichen Wellenlänge wie bei einer 200kHz bis 250kHz Abtastung. Der Mensch kann also Laufzeitunterschiede (räumliche Informationen) bis zu 200kHz wahrnehmen, was bei jungen und alten Menschen fast gleich zu sein scheint.

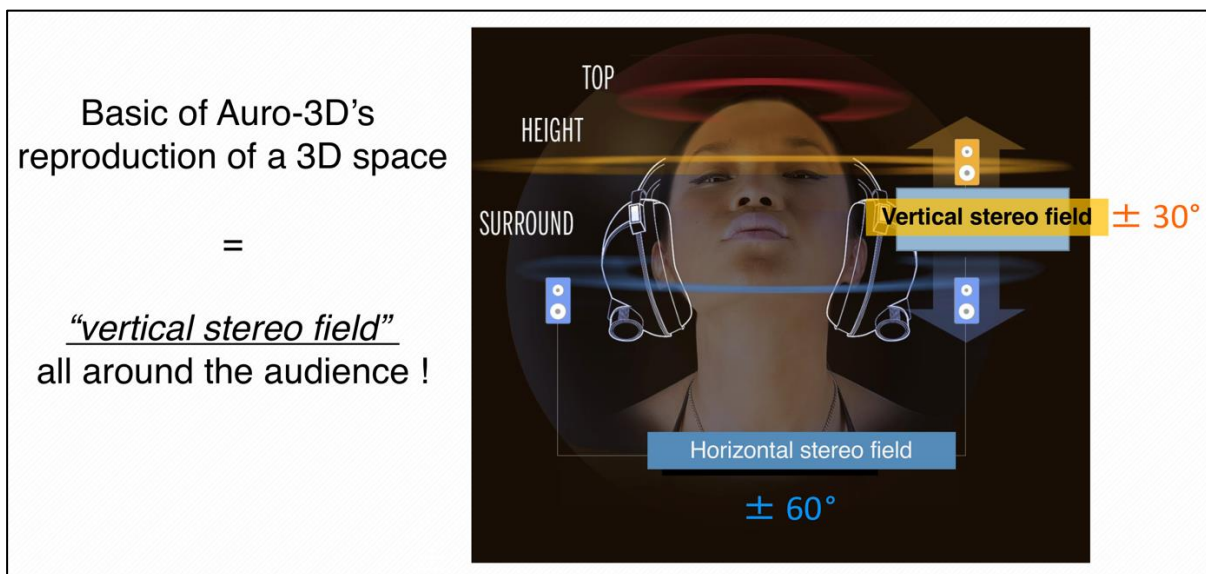


Bild 2 – Die Ausbildung des vertikalen Stereofeldes

Wilfrieds Forschung führte ihn zu einem besseren Verständnis der Kohärenz in der vertikalen Achse und wie eine solche Kohärenz wie ein "vertikales Stereofeld" erreicht werden kann. Die Ergebnisse waren die Grundlage für all seine Lautsprecher-Layouts, die auf der effizientesten Weise den natürlichsten immersiven Klang erzeugen. Mehr Lautsprecher bedeutet nicht, dass der Klang natürlicher ist, eher das Gegenteil ist der Fall, denn mehr Lautsprecher bedeuten auch mehr potenzielle Kammfilterung, was zu einer geringeren Wiedergabe der Klangfarbe führt, die immer noch der wichtigste Faktor bei Klangqualitätstests ist.

***“Selbst mit einer Million Lautsprecher um unseren Kopf herum werden wir nicht in der Lage sein, natürlichen Klang zu erleben. Die Kunst besteht darin, diese natürliche immersive Klangillusion so effizient wie möglich zu erzeugen, und das ist der Grundgedanke hinter meinem Konzept des Auro-3D-Formats und seiner Technologie”.***

(zitiert von Wilfried Van Baelen während des Workshops "Surround with Height", AES Paris & San Francisco in 2006)



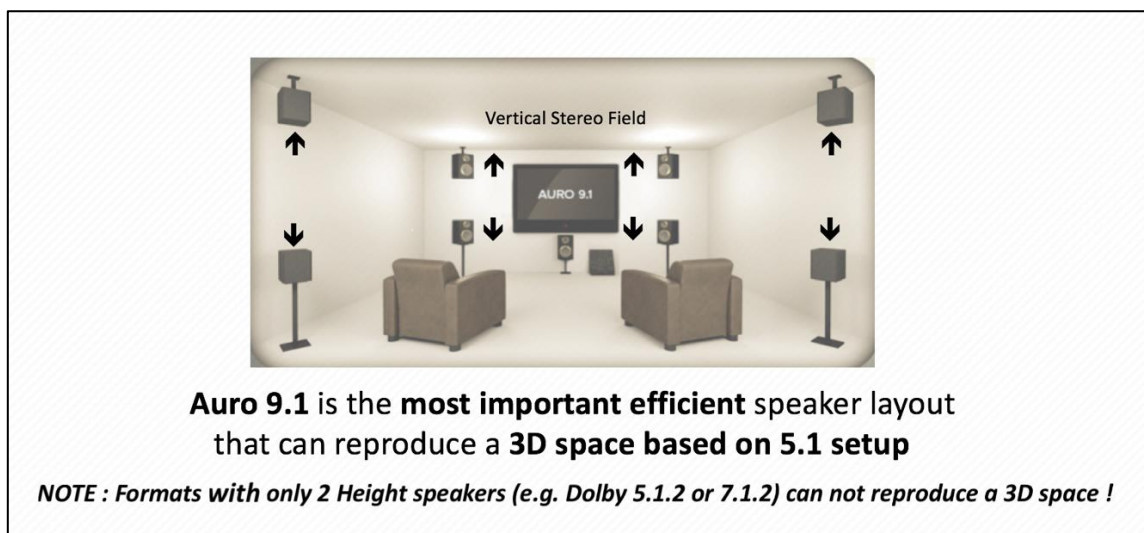


Bild 3 – Auro 9.1 Lautsprecher-Layout

#### 4. DREI-Ebenen-AURO-3D versus ZWEI-Ebenen-Dolby ATMOS Lautsprecher Layout

Obwohl Wilfried Van Baelen mit seinen Auro-3D-Lautsprecher-Layouts, die er bereits auf den AES-Kongressen 2006 (Paris und San Francisco) vorstellte, viele andere inspirierte, kamen später leider andere Anbieter auf den Markt mit anderen Lautsprecher-Layout-Vorschlägen, was zu einer Nicht-Kompatibilität zwischen den verschiedenen Systemen führte. Dolby Atmos kam mit einem 2-Layer-System (während Auro-3D auf einem 3-Layer-System basiert), wobei die Lautsprecher von Dolby über Kopf (fast direkt über Kopf) platziert wurden. Diese Lautsprecheraufstellung von Dolby erzeugt allerdings eine schlechte Kohärenz in der vertikalen Achse, was bedeutet, dass selbst wenn die Klangquellen in einem kohärenten natürlichen Klangfeld (wie z.B. Umgebungsgeräusche) aufgenommen werden, diese als zwei verschiedene Quellen wahrgenommen werden und nicht als die natürliche Kohärenz, die wir in der Natur zu erleben gewohnt sind.

Der effizienteste Weg, die vertikale Achse nach Wilfrieds Forschung aufzuteilen, ist die Verwendung von drei Layern. In kleinen Räumen kann dies hingegen auch mit zwei Layern erreicht werden, wobei der dritte Layer als Phantomquelle der quadrophonen Heights-Ebene von Auro erzeugt werden kann.

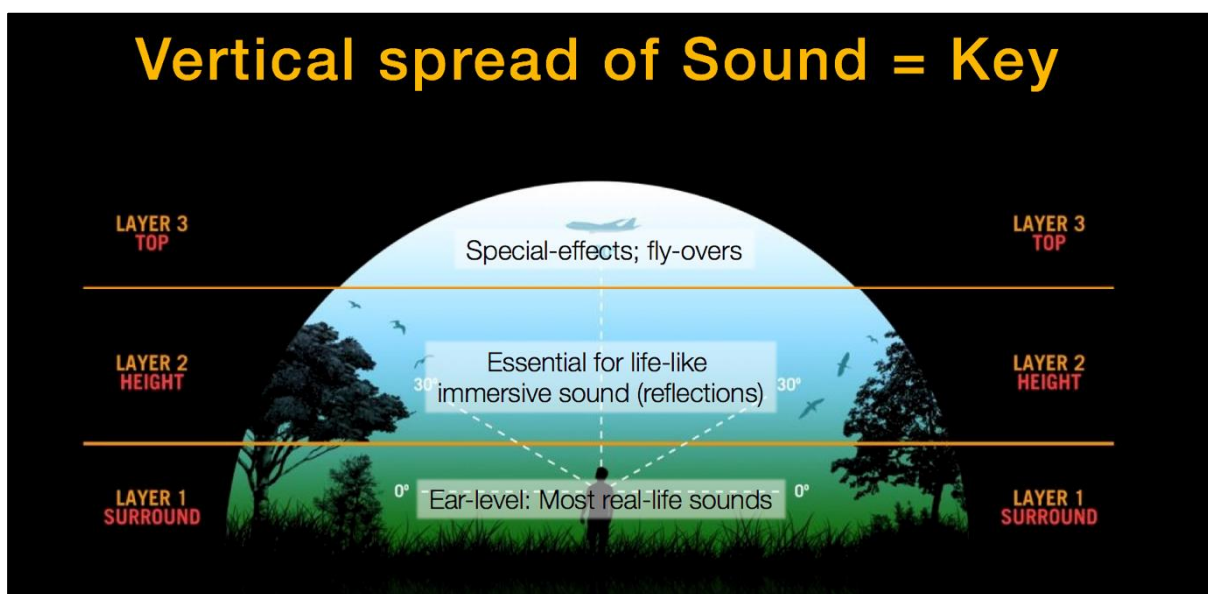


Bild 4 – Soundverteilung in der Vertikalen

Diese Schallausbreitung in der vertikalen Achse führte zu der von ihm entwickelten Lautsprecheranordnung für Kinosäle (Auro 11.1 bis AUROMAX 26.1). Es erzeugt kohärente Schallfelder in der vertikalen Achse vor und rund um das Publikum, wodurch auch ein viel größeres Sweet-Spot-Erlebnis entsteht.

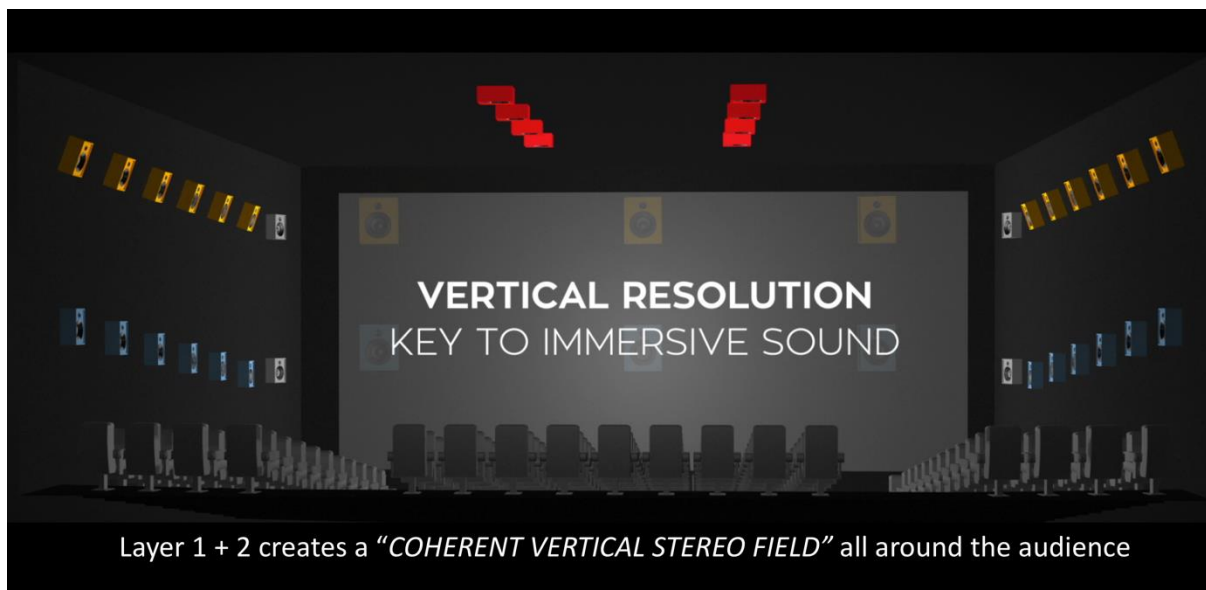


Bild 5 – Vertikale Auflösung

#### 5. Das "vertikale Stereofeld im vorderen Bildbereich" als Teil des Formatkonzepts von Auro-3D

Auro-3D besitzt auch ein "kohärentes vertikales Stereofeld im vorderen Bildbereich", das einzigartig für das Auro-3D-Format ist. Es ermöglicht mehr Tiefe und Transparenz, die von den Kanälen im vorderen Bildbereich ausgehen, sowie mehr Kohärenz mit den Objekten auf dem Bildschirm oder Leinwand. Die meiste Schallenergie kommt von den Kanälen im vorderen Bildbereich, so dass es wirklich Sinn macht, den besten Bildschirmklang zu erzielen, der auf diesem vertikalen Stereofeld auf dem Bildschirm basiert. Dadurch wird zusätzlich mehr "Platz" für Dialoge geschaffen, was deren Verständlichkeit verbessert, was ebenfalls wichtig ist, da die Dialogspur in Filmen mit immersiven Sound immer noch das Rückgrat einer jeden Abmischung ist.

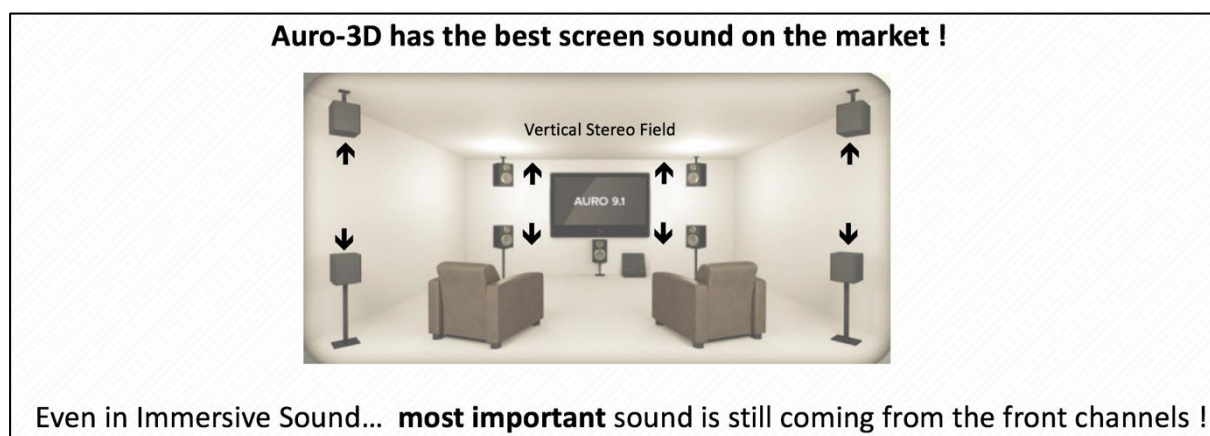


Bild 6 – Nutzung der Front-Kanäle

Das gleiche Konzept des "vertikalen Stereofeldes um das Publikum" gilt für Auro-3D im Heimkino. Selbst eine Auro 9.1-Lautsprecheranordnung vermittelt die vollständige Kompatibilität des immersiven Erlebnisses eines großen Kinosaals in ein kleines Heimkino oder sogar einen Fernseher.

Wilfried erwähnte, dass selbst in Kinosälen, in denen ein 30°-Winkel in der vertikalen Achse für die Bildschirmkanäle meist unmöglich ist, ein 10°-Winkel mit 2 Ebenen auf dem Bildschirm besser ist als die traditionelle eine Ebene (wie Dolby Atmos und DTS:X). Die Transparenz, die durch die vertikale Ebene des Tons auf dem Bildschirm erzeugt werden kann, ist einfach erstaunlich. Einige wichtige Ingenieure in Hollywood haben festgestellt, dass einer der größten Vorteile des Auro-3D-Formats darin besteht, dass es den Klang auf der Leinwand verbessert, da nun Hunderte von Klängen aus nur wenigen Kanälen kommen, was zu einer starken Kammfilterung und Maskierung von Klängen führt. Die Verteilung dieser Klänge schafft mehr Transparenz und erleichtert es unserem Gehirn, das komplexe Klangfeld zu analysieren. In komplexen Actionszenen werden oft viele Details des Musikstücks von den lauten Soundeffekten überdeckt. Die Fähigkeit, diese Klänge zu verteilen, erzeugt mehr Emotionen, da die Musik mehr Klarheit hat und mehr Wirkung erzielt.

**Wenn man also denkt, dass man durch die Platzierung der Höhenlautsprecher zwischen den empfohlenen Dolby-Atmos-Spezifikationen (45 bis 55°) und den Auro-3D-Spezifikationen (25 bis 35°) einen guten Kompromiss für beide Formate erreicht, macht man einen Denkfehler, denn:**

- 1) man zerstört die vertikale natürliche Kohärenz und erreicht somit keinen natürlichen, immersiven Klang, wie es von den Machern von Auro-3D-Inhalten beabsichtigt ist.
- 2) man wird kein kohärentes Klangfeld um den Bildschirm herum haben, was zu sehr lustigen Effekten führen kann. Die Geräusche, die eigentlich für den oberen Teil des Screens gedacht waren, könnten plötzlich zu sehr nach „von oben“ klingen (dies kann z.B. bei Musik sehr seltsam sein, die oft in den Heights-Kanälen von Auro-3D sehr präsent ist).

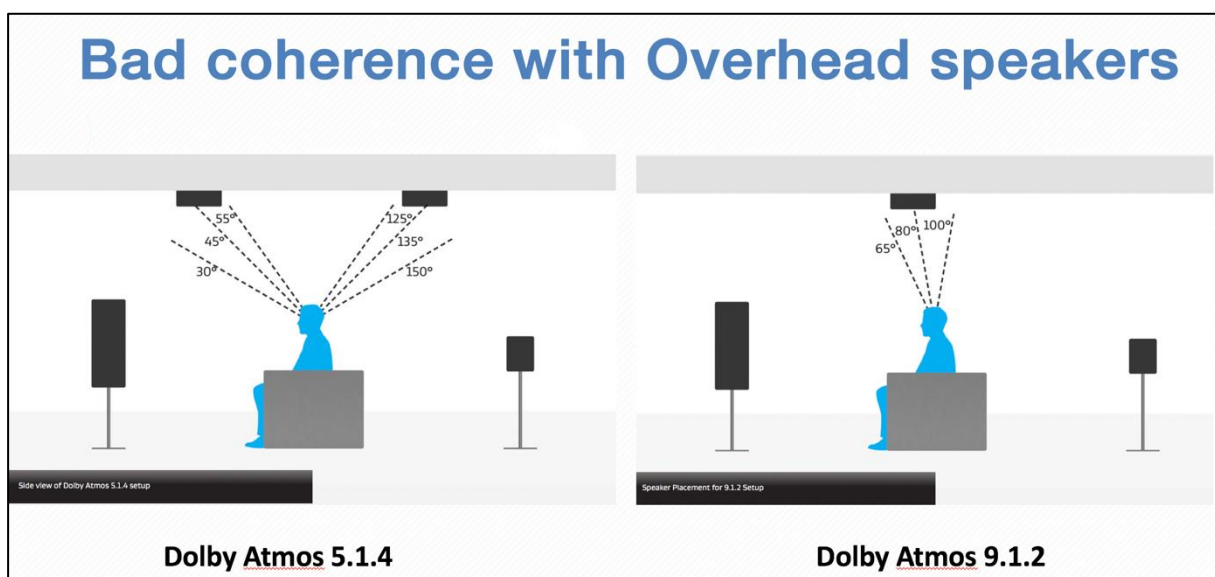


Bild 7 – Dolby Atmos Layouts mit Top-Lautsprechern

Wenn nur zwei Overhead-Lautsprecher verwendet werden, geben die Spezifikationen von Dolby einen idealen Winkel von 80° an. Bei der Verwendung von vier Overhead-Lautsprechern liegen die Winkel idealerweise zwischen 45 und 55° vorne und 125° und 135° hinten. Die gute Nachricht ist, dass Dolby seine Spezifikationen später um den 30°-Winkel erweitert hat, wie er von Auro-3D bekannt ist (siehe gestrichelte Linie im 5.1.4-Design).

**Man beachte auch, dass Formate mit nur zwei Overhead-Lautsprechern (wie Dolby/DTS 5.1.2 oder 7.1.2 oder 9.1.2) NICHT in der Lage sind, einen 3D-Raum zu reproduzieren, für den mindestens Auro 8.0 erforderlich ist (zwei quadrophonische Ebenen übereinander mit einem Winkel von idealerweise 30° über der Ohrhöhe der unteren Ebene), was einem Würfel mit einem Lautsprecher in jeder Ecke entspricht (Anmerkung: der "Würfel" wird für das Auro-Logo verwendet).**



## 6. Rechteckbasierende System-Layouts versus kreisbasierende System-Layouts

Zusätzlich liegt der Unterschied auch im Aufbau; Dolby Atmos-Lautsprecherlayouts basieren auf einer rechteckigen Form, während Auro-3D auf einem Kreis basiert (wie es durch den 5.1 ITU-Standard definiert wurde).

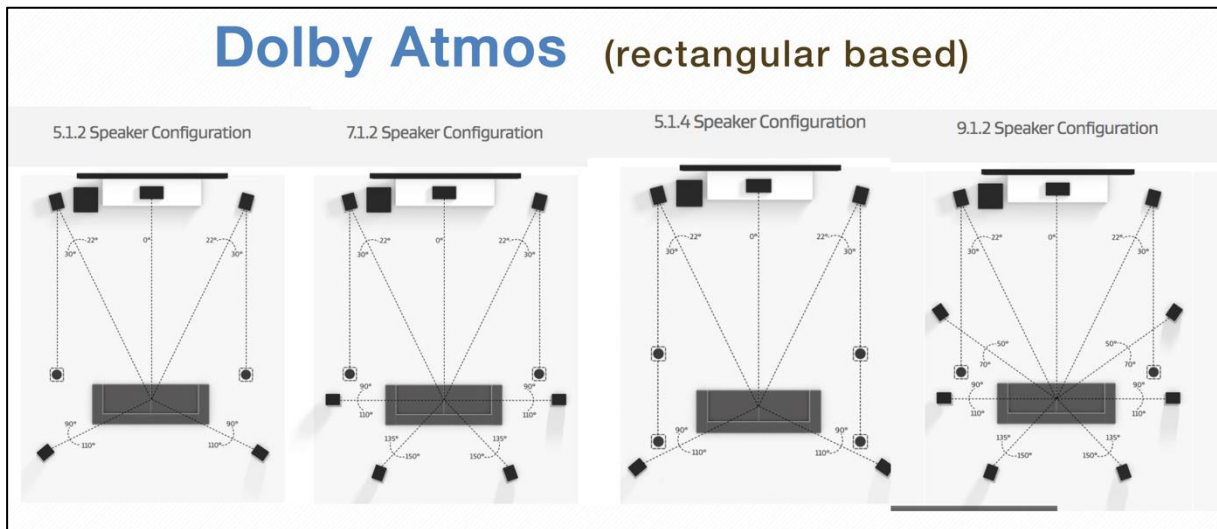


Bild 8 – Layout basierend auf einer Rechteck-Basis: Dolby Atmos

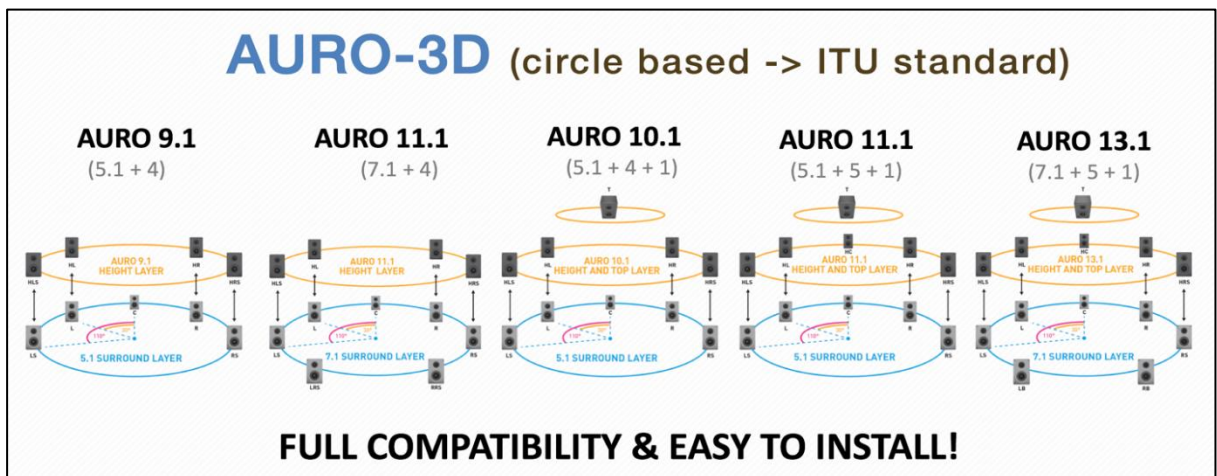


Bild 9 – Layout basierend auf einer Kreis-Basis: Auro-3D

## 7. Die Eindrehung der Höhenlautsprecher

Ein weiterer Unterschied zwischen Dolby Atmos und Auro-3D ist die Ausrichtung bzw. Eindrehung der Höhenlautsprecher (Heights oder Overhead). Dolby Atmos richtet die vertikalen Richtungen der Lautsprecher auf den Kopf des Zuhörers aus, während sich bei Auro-3D der Kreuzungspunkt direkt über dem Kopf des Zuhörers befindet, um mehr räumliche Wirkung sowie einen größeren Sweet-Spot zu erzeugen (mehr Menschen können das gleiche immersive Klangerlebnis hören, so wie von den Machern beabsichtigt).

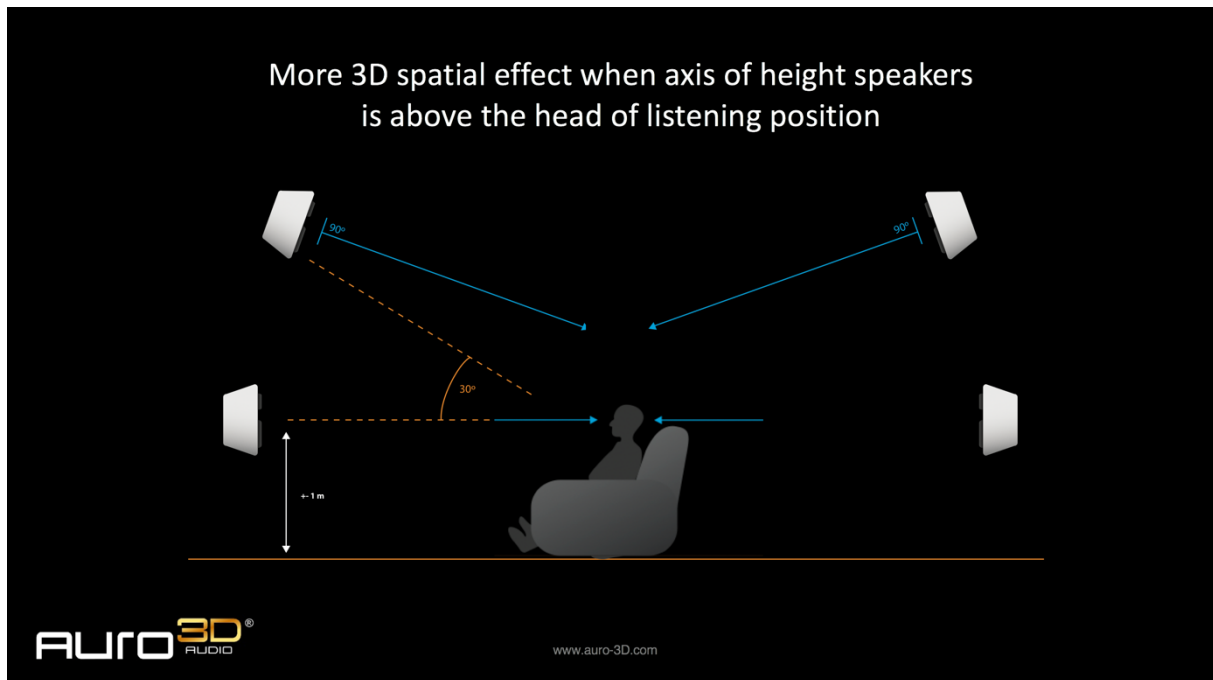


Bild 10 – Kreuzungspunkt der Hörachsen oberhalb der Hörposition bei Auro-3D

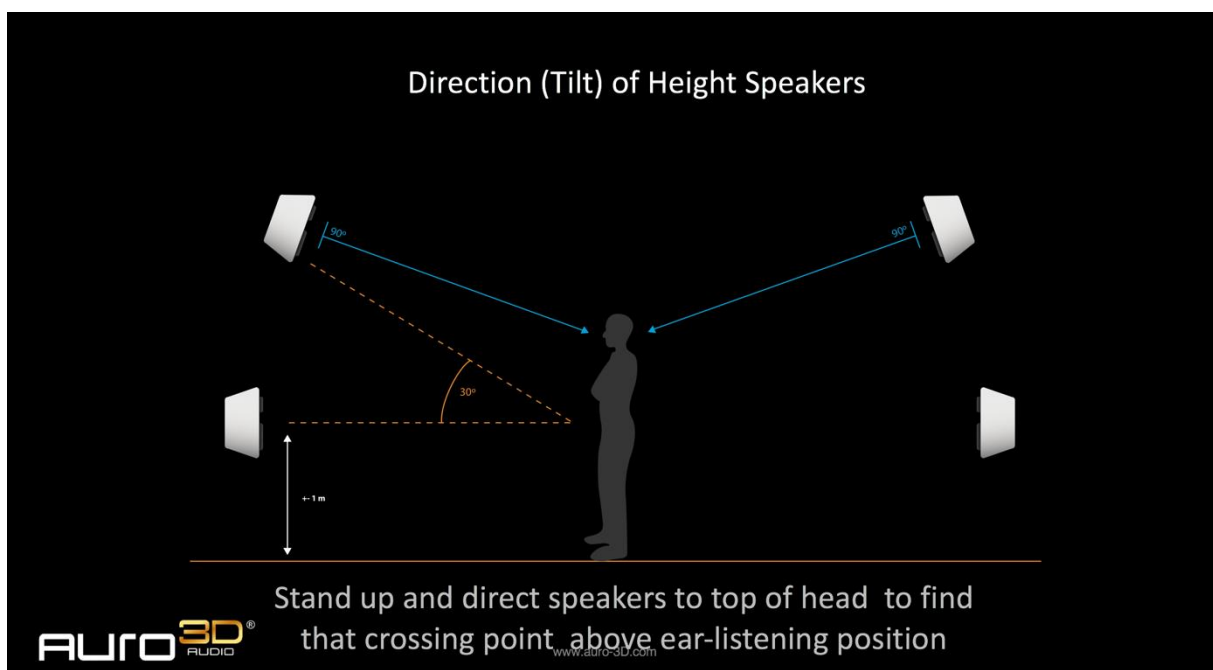


Bild 11 – Ausrichtung anhand einer stehenden Person bei Auro-3D

Auro-3D ist idealerweise mit einem 5.1-Setup in der unteren Ebene und mit Front Heights und Surround Heights in der oberen Ebene aufgebaut. Die Heights-Lautsprecher werden klassischerweise senkrecht über den Lautsprechern der unteren Ebene montiert.

**Für den Hörplatz sollte unter Berücksichtigung der oben genannten Hinweise möglichst ein Höhenwinkel von 30° eingehalten werden. Aber 30° auf ITU (Abstand der einzelnen Lautsprecher ist gleich) ergibt einen kleineren vertikalen gleichen Winkel, wenn man in 2/3 Position des Raumes sitzt (so wie es für viele Heimkino-Räume typisch ist).**

**Aus dem oben genannten Grund erlaubt Auro-3D, die Height-Front-Lautsprecher an der Decke zu platzieren, solange der Abstand des Height-Lautsprechers zur Hörposition nicht kürzer ist als der Abstand des Frontlautsprechers auf Ohrhöhe. Auf diese Weise wird das "vertikale Schallfeld auf der Leinwand" so gut wie möglich beibehalten.**

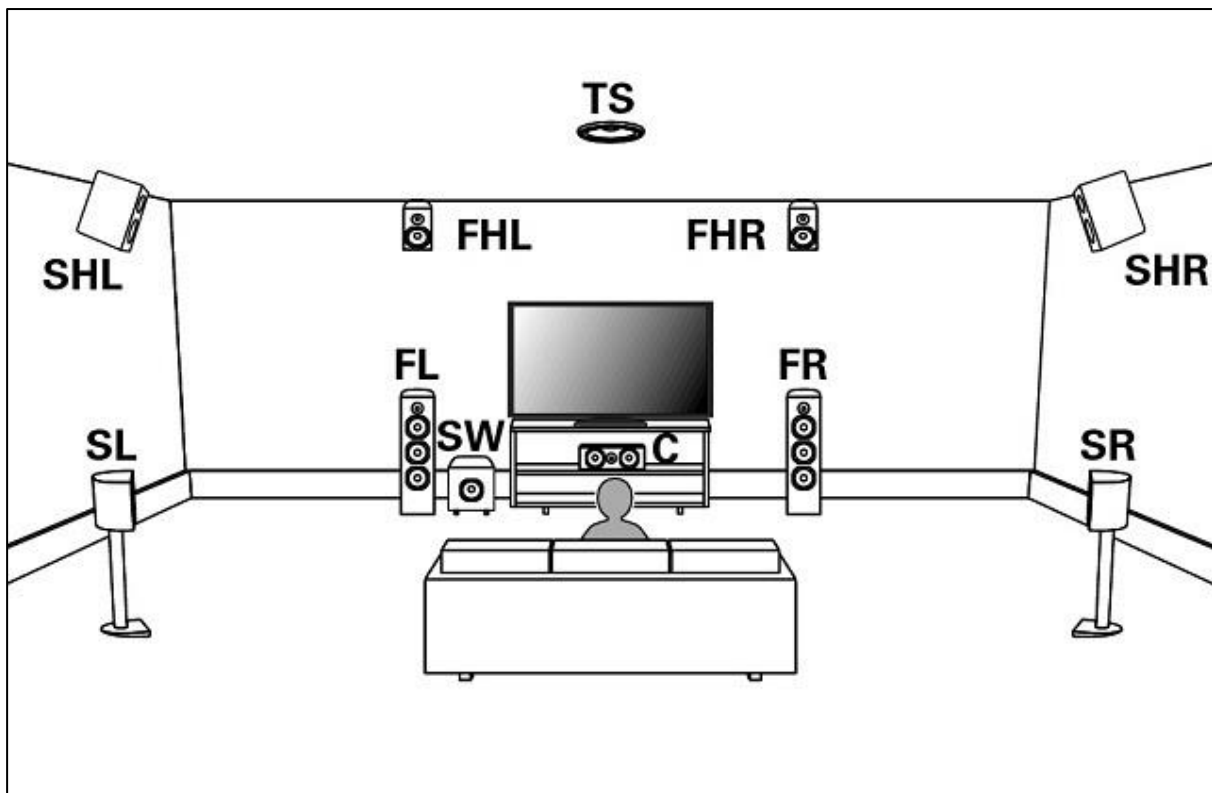


Bild 12 - 5.1.4 Auro-3D-Setup mit Surround Heights - © D&M Holdings Inc. All Rights Reserved.

Wie bei den anderen 3D-Audioformaten Dolby Atmos und DTS:X sind die von Auro-3D unterstützten Lautsprecherkonfigurationen in den White Papers und Installationsleitfäden einsehbar:

Link: [AURO-3D HOME THEATER SETUP Installation Guidelines](#)

Link: [Dolby Atmos® Home Theater Installation Guidelines](#)

Link: [Trinnov Guide: Recommended Loudspeaker Positions For Screen Loudspeakers](#)

Die nachträgliche Aufweitung des Auro-3D Standards von Surround Heights auf Rear Heights ist hier allerdings noch nicht aufgenommen.

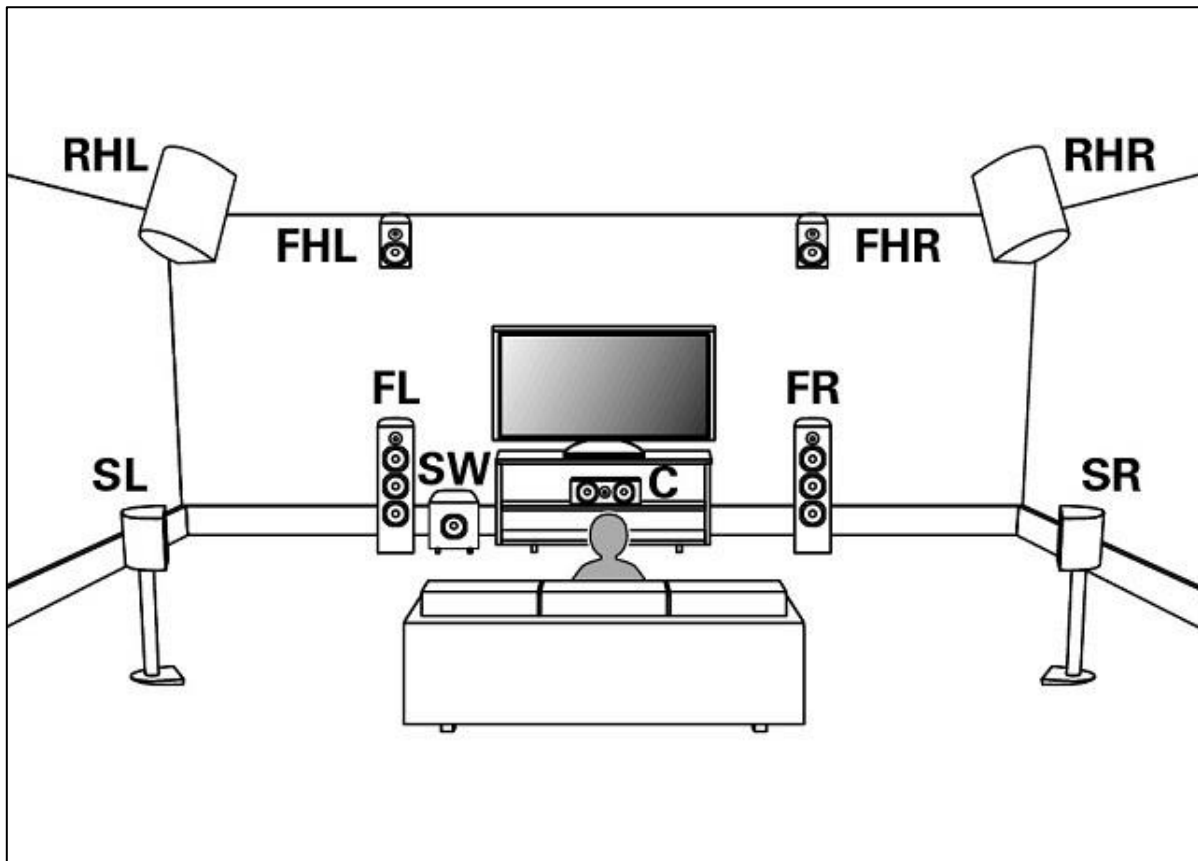


Bild 13 - 5.1.4 Auro-3D Setup mit Rear Heights - © D&M Holdings Inc. All Rights Reserved.

Neben dieser klassischen 9.1 bzw. 10.1 (mit zusätzlichen Top Surround/Voice of God) Auro-3D-Version existiert noch eine erweiterte Auro-3D-Variante, die auch ein 7.1-Setup in der Basis einschließlich der Surround Back Kanäle unterstützt. In der Höhenebene kommt zu den vier Heights-Lautsprechern und dem Voice of God noch ein zusätzlicher Center Height-Lautsprecher hinzu, der das gesamte Setup auf 13.1 bzw. 7.1.6 erweitert.

Zusätzlich erhält der Auro-Matic-Upmixer die beiden neuen Einstellungsmodi "Speech" und "Movie". Die Auro-Matic kann nun auch erstmals auf natives Auro-3D angewandt werden (9.1, 10.1), um alle verfügbaren Lautsprecher zu nutzen. Somit ist maximal 13.1 möglich. Die Funktion ist natürlich für Puristen auch deaktivierbar.

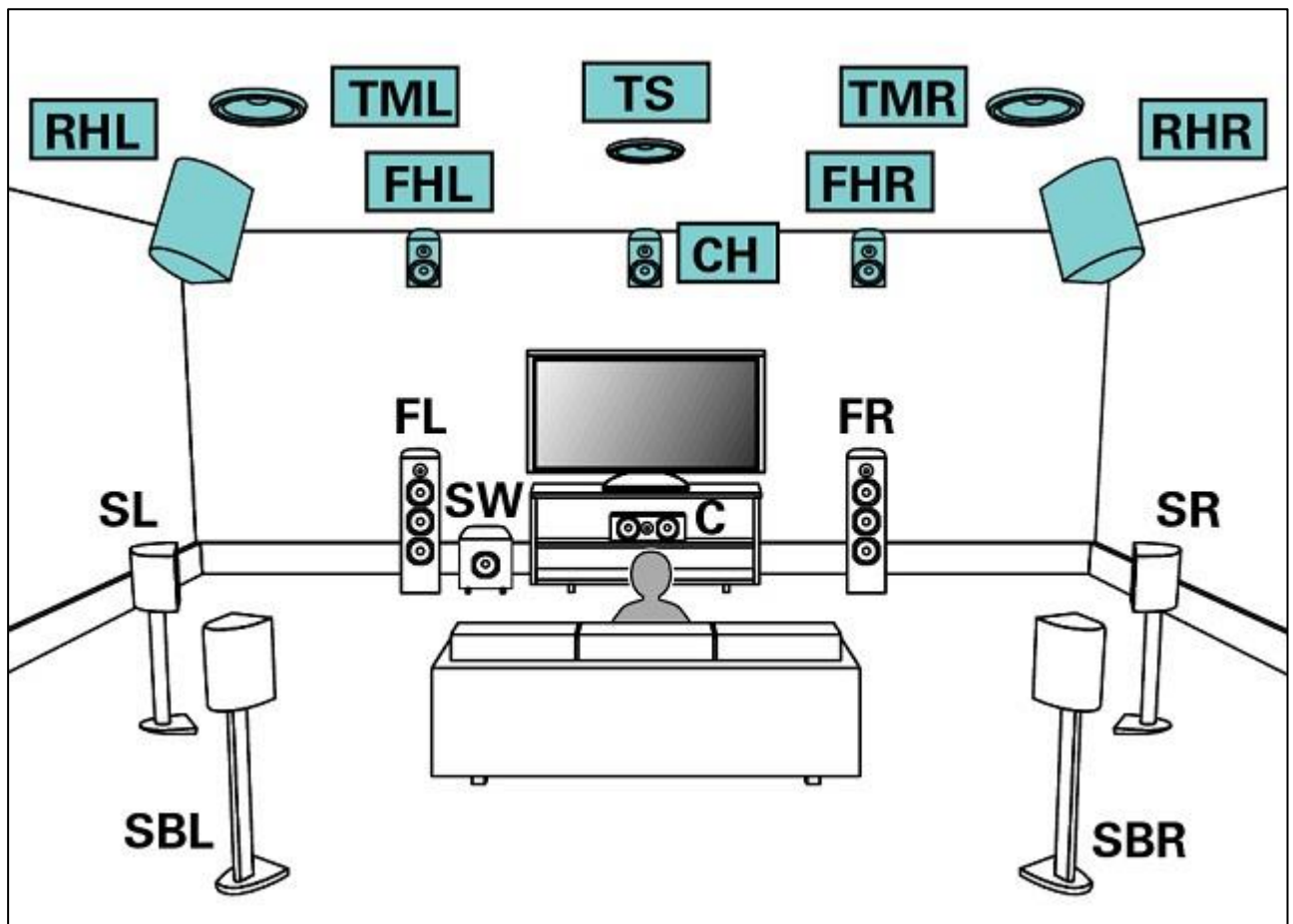


Bild 14 - 7.1.6- Auro-3D-Setup mit Rear Heights - © D&M Holdings Inc. All Rights Reserved.

Dieses "große" Auro-3D ist derzeit nur in einigen wenigen AV-Boliden verbaut, z.B. im [Denon AVC-X8500H](#), in der [Marantz AV8805-Vorstufe](#) oder in den deutlich teureren [Trinnov Altitude AV-Soundprozessoren](#).

Seit 2020 wird das 7.1.6-Auro-3D-Layout auch vom Denon AVC-X6700H und dem Marantz SR8015 unterstützt.

## 8. Setup mit Front Heights und Rear Heights

Da ich aber dabei nicht auf die Möglichkeit verzichten wollte, auch natives Dolby Atmos wiedergeben zu können, musste ein Setup aufgebaut werden, welches für alle drei Formate definiert ist. Natürlich sind hierbei Kompromisse einzugehen, die aber meiner Meinung nach vertretbar sind und dennoch zu einem hervorragenden Ergebnis führen. Das im folgendem beschriebene Setup ist derzeit so für mein eigenes Heimkino umgesetzt (Link: [\[Baubericht\] Heimkinobau "Binaptikum 4K" - 7.2.4 Keller-Heimkino für Auro-3D, Dolby Atmos und DTS:X](#)). Die Konfiguration wurde mittlerweile auf 7.2.6 erweitert, wiederum mit Auro-3D sowie Dolby Atmos Unterstützung (so wie oben, im Bild 14 - 7.1.6- Auro-3D-Setup mit Rear Heights, dargestellt).

Als Grundlage ist ein Setup mit Front Heights und Rear Heights-Aufstellung zu installieren, welches in allen drei Formaten Auro-3D, Dolby Atmos und DTS:X entsprechende Unterstützung findet. Dank der nachträglichen Auro-3D-Konfigurations-Aufweitung von Surround Heights auf Rear Heights ist nun auch der Parallel-Betrieb mit der bereits definierten Front Heights/Rear Heights-Dolby Atmos-Aufstellung möglich. Dolby Atmos erlaubt zwar auch theoretisch eine 5.1.4-Konfiguration mit Surround Heights im



AVR-Setup, allerdings bleiben dann im Atmos-Betrieb die Surround Heights ungenutzt und Tonausgabe erfolgt lediglich über die Front Heights.

Um möglichst nah am originalen Auro-3D Setup zu bleiben, werden die Elevationswinkel der Heights-Lautsprecher für eine Kompromisslösung auf 30 Grad festgelegt. Wird mehr auf Dolby Atmos wert gelegt, kann der Elevationswinkel zugunsten eines optimalen Atmos-Setups, welches 45 Grad als optimalen Winkel empfiehlt, vergrößert werden. Andere Anwender schlagen hier zum Beispiel Werte von etwa 40 Grad Höhenwinkel vor.

Standardmäßig sind die Heights-Lautsprecher laut Auro-3D-Vorgabe genau senkrecht über den Front Lautsprechern und Surround Lautsprechers der unteren Ebene zu positionieren. Leider sind an dieser Stelle bei normaler Deckenhöhe dann nur Elevationswinkel von 20 Grad und weniger für die Front Heights an der Sitzposition möglich.

Abhilfe schafft ein Verschieben der Front Heights in Richtung der Abhörposition, wodurch sich der Höhenwinkel vergrößert. Die ursprüngliche Wandposition weicht einer Deckenposition. Dabei ist darauf zu achten, dass sich der Abstand „Height-Lautsprecher-Sitzposition“ nur um maximal 10% von der Entfernung „Front-Lautsprecher-Sitzposition“ unterscheiden darf. Beträgt die Entfernung an der Sitzposition zum Front-Lautsprecher z.B. genau 3,0 Meter, dann darf der Height-Lautsprecher minimal 2,70 Meter Entfernung haben (direkte Strecke Ohr zum Lautsprecher). Bezüglich der 10%-Regel siehe auch Auro-3D Installation Guidelines, „3.4.1 Low ceiling“.

In meinem Heimkino wäre bei einer Heights-Positionierung direkt senkrecht über dem Front Lautsprecher lediglich ein Elevationswinkel von etwa 18 Grad möglich, was meiner Deckenhöhe von etwa 2,20 Meter geschuldet ist. Durch Verschieben und Ziehen in den Raum können die Heights aber auf die von Auro-3D geforderten 30 Grad Elevation gebracht werden, wodurch sie dann aber an der Decke positioniert werden müssen.

## 9. Die verschiedenen Winkel: Elevationswinkel vs. Lautsprecherausrichtung

Der *Höhenwinkel* oder *Elevationswinkel* bezeichnet die genaue Position des Lautsprechers in der Höhe gemessen relativ zur Abhörposition.

Vereinfacht dargestellt ist damit der Winkel gemeint, der sich zwischen der Horizontalen (Sicht nach vorne) und der Sichtlinie zum Höhenlautsprecher (Sichtachse zum Höhenlautsprecher nach schräg oben) aufspannt. Details und Berechnung siehe separaten Abschnitt "Der Höhenwinkel bzw. der Elevationswinkel".

Der *Ausrichtungswinkel* eines Lautsprechers ist hingegen strikt vom *Elevationswinkel* zu trennen! Dieser bezeichnet den Winkel, wie stark ein Lautsprecher Richtung Abhörposition abgewinkelt oder eingedreht ist. Diese Abwinkelung ist natürlich auch von der Abstrahlcharakteristik des Lautsprechers abhängig. So gibt es sehr breit abstrahlende Chassis oder Chassis mit starker Bündelung. Auch umschaltbare Höhen-Lautsprecher sind hier zu erwähnen (z.B. [Dali Alteco C-1](#))

Abwinkelung und Chassis-Abstrahlungswinkel können auch addiert werden. Einen Elevationswinkel, der nur die Höhenposition des Lautsprechers festlegt, können diese nicht beeinflussen, vergrößern oder gar ersetzen!

Der Ausrichtungswinkel der Höhenlautsprecher am Beispiel von Auro-3D ist klar im Setup-Guide festgelegt. Die Hörachsen der Hochtöner von Front Heights und Rear Heights mit Elevationshöhe von 30 Grad sind so in Richtung der Hörposition ausgerichtet, dass diese sich auf Ohrhöhe einer aufrecht stehenden Person am Hörplatz kreuzen. In sitzender Position entspricht dies demnach einem Kreuzungspunkt, der sich ca. 20-30cm über dem Kopf befindet.

## 10. Der Höhenwinkel bzw. der Elevationswinkel

Der bereits oben erwähnte Höhenwinkel bzw. Elevationswinkel ist beim Aufbau der oberen Ebene sehr wichtig. Dies trifft sowohl für Dolby Atmos und noch viel mehr für Auro-3D zu. Während Dolby Atmos mit Top-Lautsprechern auf 45 Grad Elevation arbeitet, sind bei Auro-3D 30 Grad Elevation vorgesehen.

Im folgendem wird der Elevationswinkel am Beispiel von Auro-3D näher erläutert:

Das menschliche Gehör kann Geräusche von vorne viel besser als von oben bzw. hinten verorten. Es ist äußerst wichtig, dass die untere Ebene noch gut von der oberen Ebene akustisch unterschieden werden kann. Auro-3D arbeitet hier mit einem Elevationswinkel von 30 Grad für die Heights-Lautsprecher. Unterschreitet dieser Elevationswinkel 15 Grad, so befindet sich ein zu großer darüber. Wenn der Winkel zu klein ist, kann es zu einer stärkeren Kammfilterung kommen, insbesondere wenn die ursprünglichen Content-Aufnahmen auf einem zusammenhängenden vertikalen Schallfeld von etwa 30° basierten. Wenn nur 15 Grad in den vorderen Screen-Kanälen möglich sind, dann wird mindestens eine dritte Ebene benötigt, um ein immersives 3D-Klangerlebnis zu erzeugen.

Aus dem Bild unten wird deutlich, dass man den Elevationswinkel  $\alpha$  (im Bild orange dargestellt) berechnen kann, wenn man die Differenz aus Deckenhöhe/Sitzhöhe  $h$  ermittelt und dann noch die Entfernung in der Waagerechten zur Lautsprecherposition  $d$  besitzt.

Der Elevationswinkel  $\alpha$ , der für die Hörposition gilt (aufgespannt zwischen den Schenkeln  $d$  und  $c$ ), ist dabei identisch zu seinem Wechselwinkel  $\alpha'$ , der sich an der Decke am Höhenlautsprecher befindet (aufgespannt zwischen den Schenkel  $b$  und  $c$ )

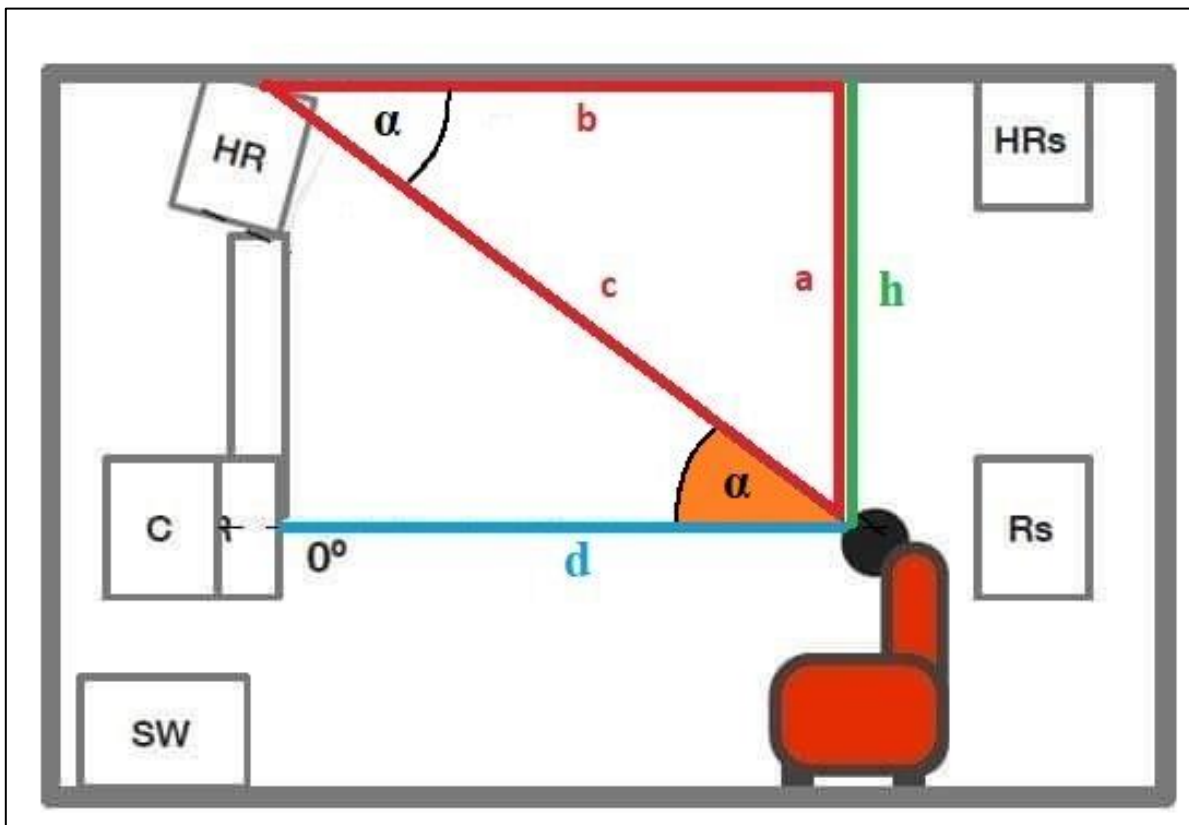


Bild 15 - Berechnung des Elevationswinkels

*Hinweis: Zur Vereinfachung wurde darauf verzichtet, die genaue Position des Hochtöners im Höhenlautsprecher als Winkel-Bezugspunkt zu nehmen. Wer es hingegen absolut genau berechnen möchte, muss die Distanz Hochtöner-Decke noch von der Höhe  $h$  (bzw. der Strecke  $a$ ) abziehen.*

Es gilt:

Elevationswinkel  $\alpha$  (bei zwei gegebenen Katheten  $a$  und  $b$ ) (rotes Dreieck, rote Beschriftung):

$$\alpha = \arctan(a / b)$$

Sind  $a$  und  $b$  dabei gleich lang, erhält man als Elevationswinkel 45 Grad (welches die Vorgabe für Dolby Atmos ist).

Formt man nun die Gleichung um, um den Abstand  $b$  zu erhalten, wie nah die Heights an den Sitzplatz herangezogen werden müssen

$$b = a / \tan(\alpha)$$

erhält man bei gegebener Elevation von 30 Grad für das Beispiel Auro 3D:

$$b = a / \tan(30^\circ)$$

Da die Deckenhöhe eigentlich immer unveränderbar ist, z.B. 2,40m, und sofern sich dann die Ohren in sitzender Position auf z.B. 110cm Höhe befinden:

Abstand zur Decke  $h=130\text{cm}$

$$b = 130\text{cm} / 0,57735 = 225\text{cm}$$

Folglich müssen die Lautsprecher auf 2,25m an die Sitzposition heran gezogen werden, um diese auf 30 Grad Elevation zu bringen.

Um sehr schnell ein Auro-3D-Setup auf korrekte Elevationswinkel zu überprüfen bzw. um den idealen horizontalen Abstand der Heights-Lautsprecher zur Hörposition zu finden, kann man folgenden Schnell-Check anwenden:

1. Bevorzugte Abhörposition sitzend einnehmen (Sweetspot).
2. Entfernung der Ohren senkrecht nach oben zur Decke ausmessen und diesen WERT notieren
3. Den WERT in folgende Gleichung einsetzen und ausrechnen:  
ERGEBNIS = WERT geteilt durch 0,57735
4. ERGEBNIS ist nun die gesuchte horizontale Entfernung vom Hörplatz zum Lautsprecher an der Decke (gemessen an der Decke!)

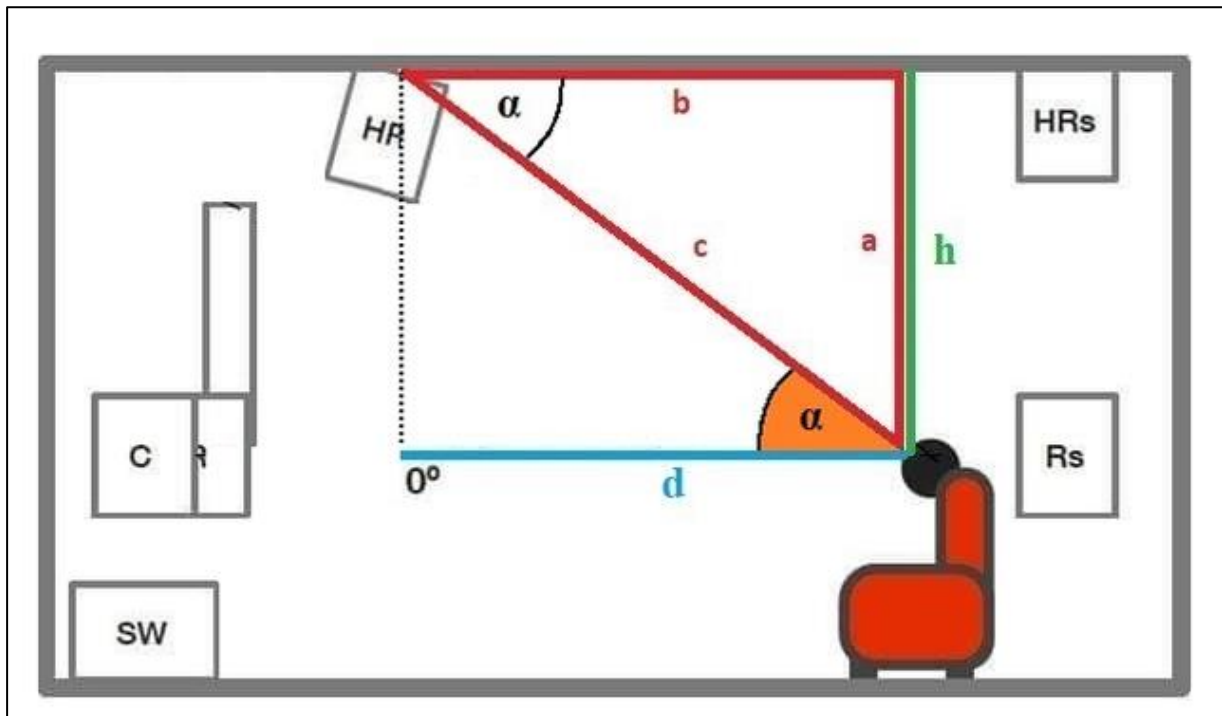


Bild 16 – Neue Heights-Position, um den bevorzugten Elevationswinkel einzuhalten

Zur Verdeutlichung zeigt das folgende Bild die Strecken **c** und **d** und den Elevationswinkel  $\alpha$  im dreidimensionalen Raum im Vergleich mit der 2D-Darstellung des oberen Bildes:

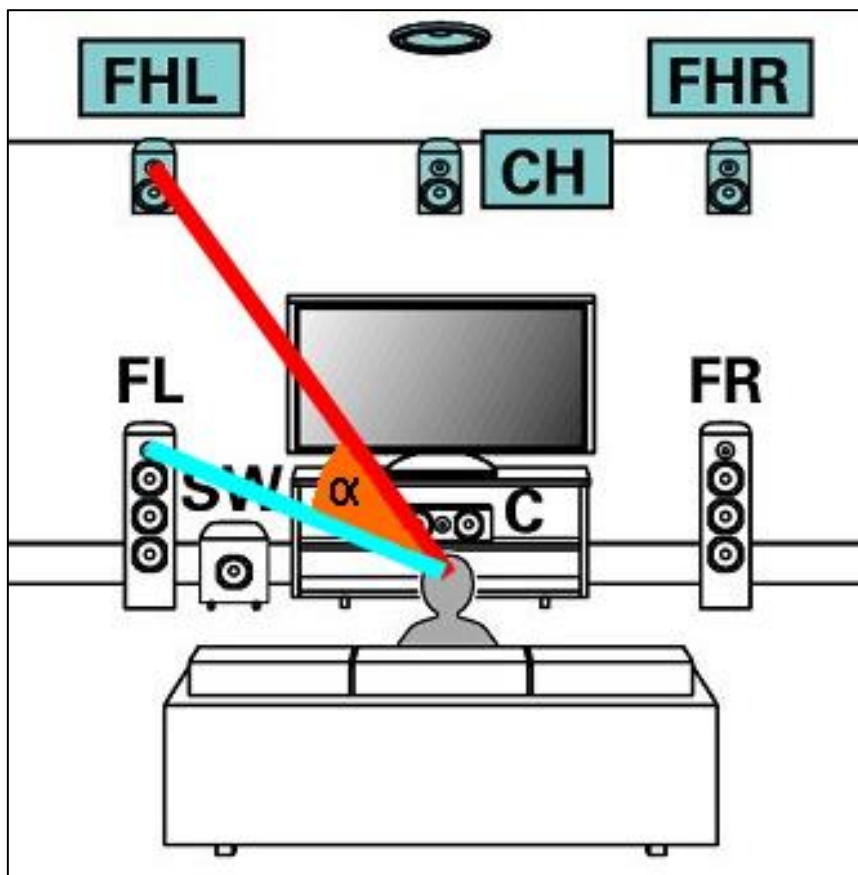


Bild 17 – Der Elevationswinkel im dreidimensionalen Raum

### 11.1 Appendix: Übersicht aktueller AV-Geräte mit der erweiterten Auro-3D-Version

Da es auch immer wieder zu Fragen bezüglich Auro-3D-tauglicher Geräte kommt, hier einmal eine Übersicht zu den AV-Geräten, welche aktuell Auro-3D in der erweiterten Version unterstützen. Vorjahresmodelle sind nicht berücksichtigt.

Hierbei ist zu beachten, dass es grundsätzlich zwei verschiedene Versionen von Auro-3D gibt, die sich in der Anzahl der unterstützten Lautsprecher unterscheiden:

Standard-Auro-3D: maximal 9.1/10.1 als 5.1.4 bzw. 5.1.5

Erweitertes Auro-3D: maximal 13.1 als 7.1.6

Das Standard-Auro-3D unterstützt weder Surround Backs noch Center Height.

Das erweiterte Auro-3D ist in folgenden AV-Geräten verbaut:

#### **Denon**

AVC-X8500H (13-Kanal Processing)  
AVC-X8500HA (13-Kanal Processing)  
AVC-X4700H (11-Kanal Processing, entweder 7.1.4 oder 5.1.5)  
AVC-X6700H (13-Kanal Processing)  
AVC-A110 (13-Kanal Processing)

#### **Marantz**

SR7015 (11-Kanal Processing, entweder 7.1.4 oder 5.1.5)  
SR8015 (13-Kanal Processing)  
AV8805 (13-Kanal Processing)  
AV7706 (11-Kanal Processing)

#### **Arcam**

AVR10 (12-Kanal Processing, entweder 7.1.4 oder 5.1.5)  
AVR20 (16-Kanal Processing)  
AVR30 (16-Kanal Processing)  
AV40 (16-Kanal Processing)

Natürlich unterstützen die hochpreisigen Vorverstärker-Boliden von Trinnov, Stormaudio, Datasat, Lyngdorf, JBL Systems usw., ebenfalls das erweiterte Auro-3D.

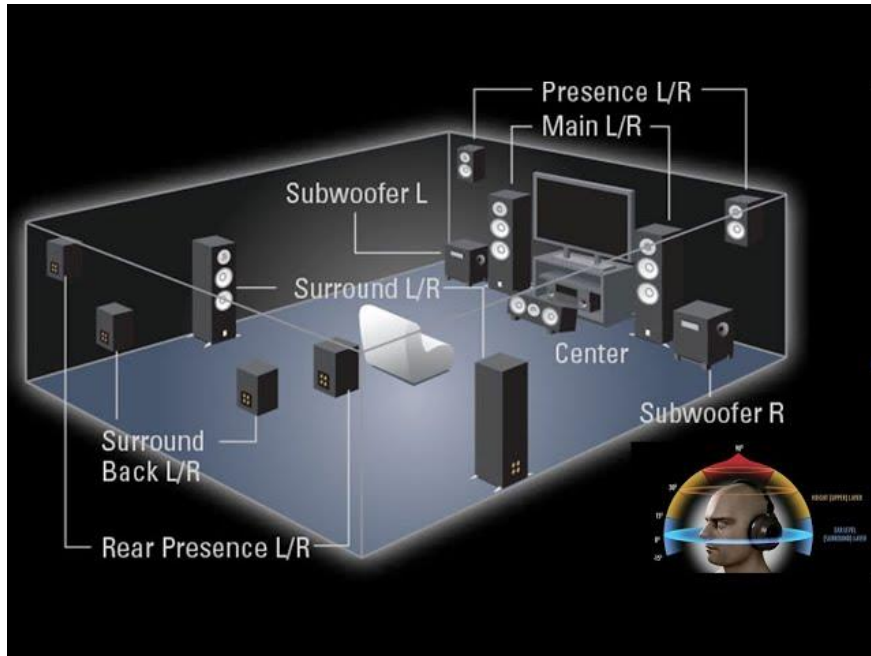
Bei Denon/Marantz ermöglichen erst die neuen DSP-Chips, die ursprünglich ausschließlich im X8500H und AV8805 verbaut waren, die Unterstützung der Surround Back-Kanäle.



## 11.2 Appendix: Hilfreiche Informationsvideos

1. Großartiges Interview zum Thema von Patrick Schappert (Grobi.TV) mit der amerikanischen Seite Audioholics:

Link: [Overcoming Problems with Bad Immersive Audio Mixes](#)



2. Vortrag von Roland Krüger (Sound United)

Link: [Von Dolby Atmos bis Auro3D - alles unter einem Hut mit einer Lautsprecherkonfiguration](#)



3. Aktuelles und sehr interessantes Video von Wilfried van Baelen zu Auro-3D, immersiven Formaten, objekt- und kanalbasierenden Formaten und zu aktuellen und zukünftigen Projekten.

Link: [Wilfried Van Baelen explains everything around the concept and use of the Auro-3D format](#)



4. GROBI-TV: Live Chat mit Wilfried van Baelen

Link: [GROBI-TV: Live Chat with Wilfried Van Baelen](#)

