

WHITEPAPER

Einführung in das Thema Audio

Akustik-, Lautsprecher- und Audio-Terminologie

September 2024

Inhalt

1	Einführung	3
2	Audiofrequenz	3
	2.1 Hörbare Frequenzen	3
	2.2 Abtastrate	3
	2.3 Frequenz und Wellenlänge	3
3	Akustik und Raumgrößen	4
	3.1 Hall	4
	3.2 Auswirkung der Raumgrößen	4
	3.3 Professionelle Lösungen für eine neutrale Raumakustik	4
4	Schallmessungen	5
	4.1 Menschliche Klangwahrnehmung und Phon	5
	4.2 Watt	6
	4.3 Dezibel	7
	4.4 Schalldruckpegel	7
5	Dynamikbereich, Komprimierung und Lautstärke	8
6	Lautsprecher	9
	6.1 Richtcharakteristik	9
	6.2 Lautsprecherempfindlichkeit	10
	6.3 Integrierter digitaler Signalprozessor	10
	6.4 Lautsprechertypen	11
	6.5 Anordnung der Lautsprecher	16
	6.6 AXIS Site Designer	17

1 Einführung

Die Audioqualität in einem Raum hängt von mehreren Faktoren ab. Zu nennen sind hier die Verarbeitung des Audiosignals, die Qualität der Lautsprecher und seiner Komponenten sowie die Platzierung der Lautsprecher. Auch die Raumeigenschaften wie Reflexion, Absorption und Diffusion wirken sich aus. Wenn Sie schon einmal in einem Konzertsaal waren, ist Ihnen vielleicht aufgefallen, dass die Konstruktion der Decken und Wände auf ein optimales Hörerlebnis ausgelegt sind.

Mit diesem Dokument erhalten Sie einen Überblick über die wichtigsten Audiobegriffe sowie die Eigenschaften, die sich auf die Audioqualität in einem Raum auswirken. Außerdem erläutern wir verschiedene Lautsprechertypen und deren optimale Platzierung für eine Audioanlage.

2 Audiofrequenz

2.1 Hörbare Frequenzen

Theoretisch kann das menschliche Ohr Frequenzen von 20 Hz bis 20 kHz wahrnehmen. Auch wenn die Obergrenze von 20 kHz mit zunehmendem Alter sinkt, können die hohen Frequenzen Audioinhalten mit niedrigeren Frequenzen weiterhin Oberschwingungen und damit „Charakter“ verleihen. Die menschliche Sprache ist komplex. Sie verfügt über viele Harmonien, die bei Frequenzen von etwa 85 Hz (tiefe Männerstimme) bis etwa 8 kHz (Obertöne von Frauenstimmen) geäußert werden. Beim Telefonieren wird in der Regel nur ein Bereich von 300 Hz bis 3,4 kHz genutzt. Die Stimme ist dann zwar hörbar, aber der Ton kommt nicht so klar an wie eine bei vollem Frequenzbereich aufgezeichnete Stimme.

2.2 Abtastrate

Die Abtastrate ist die Anzahl von Audio-„Schnappschüssen“, die pro Sekunde von den analog eingehenden Audiosignalen gemacht werden, um sie digital wiederzugeben. Bei Audiodateien und CDs wird in der Regel eine Abtastrate von 44,1 kHz verwendet, also 44.100 Audiosamples pro Sekunde. Die Abtastrate muss mindestens zweimal so hoch sein wie die höchste eingehende Audiofrequenz, die wiedergegeben werden soll.

2.3 Frequenz und Wellenlänge

Es besteht ein einfaches Umkehrverhältnis zwischen Frequenz (f , in Hz) und Wellenlänge (λ , griechischer Buchstabe Lambda, in m):

$$\lambda = v/f$$

Die Wellenlänge entspricht der Schallgeschwindigkeit ($v = 340$ m/s in der Luft), geteilt durch die Frequenz. Für eine schnelle Umrechnung zwischen Wellenlänge und Frequenz stehen auch frei zugängliche Onlinetools zur Verfügung. Einige Beispiele für Audiowellenslängen: Eine Frequenz von 20 Hz entspricht einer Wellenlänge von etwa 17 m, während eine höhere Frequenz von 20 kHz einer kürzeren Wellenlänge von etwa 1,7 cm entspricht. Wir können also eine Vielzahl unterschiedlicher Schallwellenlängen hören.

3 Akustik und Raumgrößen

3.1 Hall

In einem komplett leeren Raum kommt es zu einem Hall bzw. einer Tonverzögerung. Das liegt daran, dass Audiowellen auf allen flachen Oberflächen hervorragend reflektiert werden. Durch Gewebe und unebene Oberflächen wie Sofas, Gardinen und Teppiche entsteht im Raum weniger Hall. Der Ton wird aufgrund der dämmenden Wirkung etwas weniger laut wahrgenommen.

Schallwellen werden oft mehrfach reflektiert, bevor sie unsere Ohren erreichen. Da wir wissen, dass die Schallgeschwindigkeit in der Luft etwa 340 m/s beträgt, können wir den Abstand messen, den ein Hall hinter sich gebracht hat. Wenn wir den Hall beispielsweise 0,25 s nach dem Ursprungston hören, hat der Schall etwa 85 m ($0,25 \text{ s} \times 340 \text{ m/s}$) zurückgelegt. Mit jedem Hall verklingt der Ton ein wenig mehr, bis er nicht zu mehr zu hören ist.

3.2 Auswirkung der Raumgrößen

Die Größe des Raums hat eine große Auswirkung auf das Hörerlebnis. Bei Wellenlängen bis 17 m beim tiefsten Bass werden hörbare Schallwellen in einem kleinen Raum an der Wand reflektiert, bevor die Wellen sich richtig entwickelt haben. Dies führt zu Resonanzen und damit verbundenen stehenden Wellen, wodurch einige Frequenzen verstärkt (höhere Lautstärke) und andere abgeschwächt werden (geringere Lautstärke). Um Basstöne ohne Störung zu hören, ist ein ziemlich großer Raum nötig.

Die Wirkung von Resonanzen auf die erlebte Audioqualität steigt mit der Tonlautstärke. Bei höherer Lautstärke erzeugen Reflexionen stärkere Interferenzen mit dem ursprünglichen Ton.

Bei niedrigen Frequenzen in kleinen Räumen kann man sagen, der Raum dominiert den Klang, wohingegen bei höheren Frequenzen der Lautsprecher den Klang dominiert. In kleinen Räumen liegt die Schröderfrequenz oft bei etwa 300 Hz – bei dieser Frequenz geht der Schall also von der Wellen- in die Strahlform über.

3.3 Professionelle Lösungen für eine neutrale Raumakustik

Um störenden Hall in großen oder leeren Räumen zu reduzieren, können Akustikplatten an Decken, Wänden oder beidem angebracht werden. Die Platten bestehen aus schalldämmenden Materialien. Sie erzeugen in Räumen wie Einkaufszentren, Auditorien, Büros und Konferenzräumen eine neutralere Akustik. Ein ähnlicher Effekt lässt sich auch mit Gardinen oder anderen Einrichtungstoffen erzielen.

Akustikplatten sind in der Regel bei Frequenzen über 300 Hz recht effektiv. Bei niedrigen Frequenzen sinkt das Absorptionsvermögen stufenweise.



Figure 1. Vorhänge und andere Gewebestoffe können die Raumakustik deutlich verbessern.

4 Schallmessungen

In diesem Abschnitt geht es um die menschliche Wahrnehmung von Klängen, die unterschiedlichen Messgrößen für Töne und deren Relation zueinander.

4.1 Menschliche Klangwahrnehmung und Phon

Das menschliche Ohr nimmt zwar alle Frequenzen zwischen 20 Hz und 20 kHz wahr, aber die Sensibilität variiert mit der Frequenz. Töne mit einer bestimmten Schallleistung werden bei unterschiedlichen Frequenzen unterschiedlich laut wahrgenommen. Der in Phon gemessene Lautstärkepegel berücksichtigt auch die Sensibilität des Gehörs. So wird z. B. ein sinusförmiger Ton von 50 Phon bei allen Frequenzen gleich laut wahrgenommen.

Abbildung 2 unten zeigt die Kurve bei gleicher Pegellautstärke. Eine Linie steht für den Schallpegel, mit dem der Klang bei allen Frequenzen gleich laut wahrgenommen wird. Die unterschiedlichen Linien stehen für verschiedene Phon-Werte.

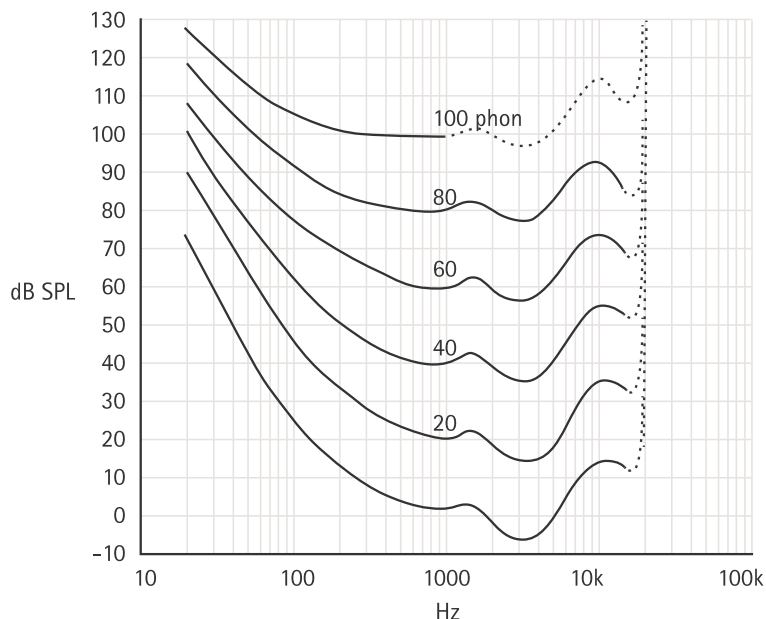


Figure 2. Schalldrücke, die bei verschiedenen Frequenzen erforderlich sind, damit ein Klang bei allen Frequenzen als gleich laut empfunden wird. Die Kurven stammen aus der Norm ISO 226:2003.

Aus den Kurven geht hervor, dass der Schallpegel bei niedrigen Frequenzen erheblich höher sein muss als bei höheren Frequenzen, damit er als ebenso laut wahrgenommen wird. Grund dafür ist, dass das menschliche Ohr für niedrigere Frequenzen weniger sensibel ist. Der Tiefpunkt der Kurven liegt bei etwa 2 bis 5 kHz – das menschliche Gehör ist in diesem Frequenzbereich also am empfindlichsten. In diesem Bereich kann das Ohr ein Gespräch am besten verstehen. In diesem Frequenzbereich bewegt sich auch die menschliche Sprache.

4.2 Watt

Die Leistungseinheit Watt (W) kennen Sie von verschiedenen elektrischen Komponenten wie Leuchtmitteln, Notebook-Ladegeräten und Lautsprechern. Diese Einheit wird jedoch unterschiedlich verwendet. In der Audio-Terminologie kommen z. B. Momentanleistung, Durchschnittsleistung, Effektivwert (RMS) und Spitzenleistung vor.

Ein Verstärker kann so konstruiert sein, dass er kurzzeitig 300 W liefert, etwa wenn eine Trommel, eine Explosion oder ein anderes kurzes und lautes, vorübergehendes Geräusch zu hören ist. Die Momentanleistung steigt also extrem schnell von sehr niedrig zu sehr hoch. Bei kontinuierlicher Verwendung ist derselbe Verstärker aber vielleicht nur auf 50 W ausgelegt, da hierbei sehr viel mehr Wärme entsteht, die sich auf die elektrischen Komponenten und die Verstärkerleistung auswirkt.

Das menschliche Ohr nimmt einen Ton mit 10 W nicht doppelt so laut wahr wie einen Ton mit 5 W. Tatsächlich muss die Schallleistung 10 Mal so hoch sein (50 W), damit man den Ton doppelt so laut wahrnimmt. An dieser Stelle kommen die Dezibel ins Spiel.

4.3 Dezibel

Da ein Klang nicht linear wahrgenommen wird, lässt er sich am besten mit der nichtlinearen Einheit Dezibel (dB) messen und beschreiben. Eine Verdoppelung der Schallleistung (gemessen in W) entspricht einem Anstieg um 3 dB. Eine Verdoppelung der Lautstärke entspricht einem Anstieg um 10 dB. Abb. 3 zeigt bekannte Klangquellen und ihren jeweiligen Leistungspegel in dB.

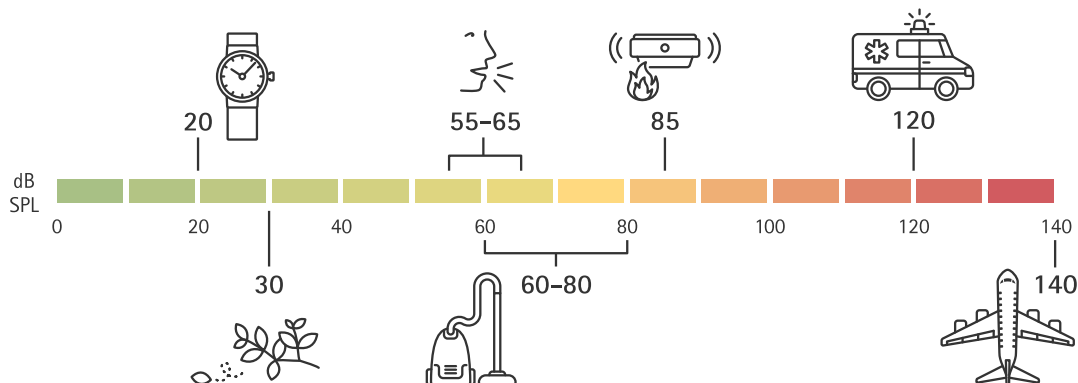


Figure 3. Ungefähre Schallpegel (in Dezibel) geläufiger Audioquellen.

Ein in der gewichteten dBA-Skala angegebener Schalldruckpegel wurde wie in Abschnitt 4.1 beschrieben für die frequenzabhängige Schallwahrnehmung durch das menschliche Ohr kompensiert. In der ungewichteten dB-Skala wird z. B. ein Pegel von 100 dB bei 100 Hz nur als 80 dB bei 1 kHz wahrgenommen, während 100 dBA bei allen Frequenzen als gleich laut empfunden werden.

Die Einheit Dezibel bezieht sich häufig auf eine relative Veränderung der Lautstärke. Für absolute Werte ist dagegen die Einheit dB SPL vorgesehen. Ein Wert von 0 dB SPL ist der leiseste Ton, den das menschliche Ohr wahrnehmen kann.

4.4 Schalldruckpegel

Der Schalldruckpegel (SPL) ist der Effektivwert der über einen bestimmten Zeitraum gemessenen Schalldrücke in dB. Der SPL-Wert gibt also nicht die konstante Durchschnittslautstärke, sondern das Mittel aus den kurzzeitigen Scheitelwerten an.

Liegen keine anderen Angaben vor, wird der für einen Lautsprecher angegebene Schalldruckpegel für einen Ton mit 1 kHz in einem Abstand von 1 m gemessen.

Der Schalldruckpegel einer Audioquelle nimmt mit dem Abstand von der Quelle ab. Der Schalldruckpegel beginnt bei 0 dB in 1 m Entfernung von der Schallquelle und nimmt pro Verdoppelung des Abstands um

6 dB ab (siehe Abbildung 4). Genauer geht der Schallpegel eines bestimmten Lautsprechers aber aus seiner Richtcharakteristik hervor (siehe Abschnitt 6.1).

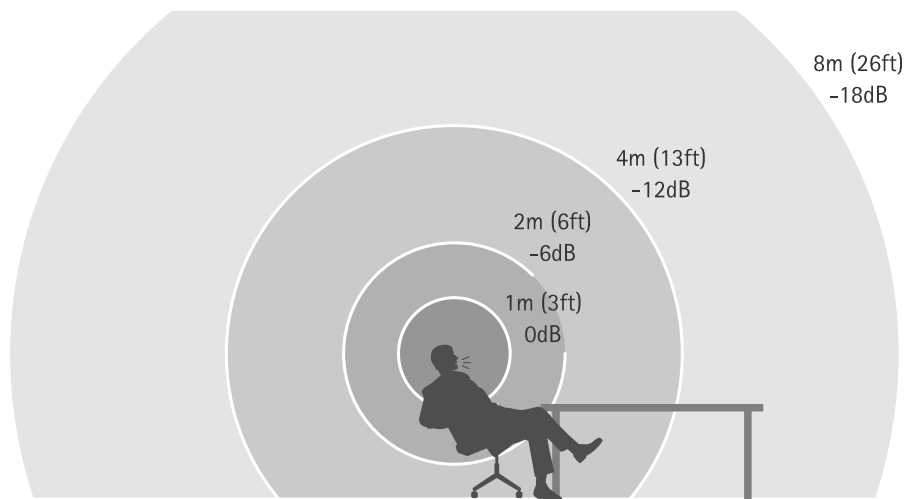


Figure 4. Der von einer Audioquelle ausgehende Schalldruckpegel nimmt pro Verdoppelung des Abstands von der Quelle um 6 dB ab.

5 Dynamikbereich, Komprimierung und Lautstärke

Die Aufzeichnung verfügt über einen großen Aussteuerungsbereich – es gibt also große Unterschiede zwischen dem leisesten und dem lautesten Teil.



Figure 5. Visualisierung einer Aufnahme mit großem Aussteuerungsbereich, ohne Komprimierung.

Die leisesten Teile sind lauter, während die lauten Teile unverändert oder weniger laut sind. Die Unterschiede zwischen Spitzen und Tälern sind geringer, weshalb wir die Aufnahme als lauter wahrnehmen. In Abbildung 6 ist der Aussteuerungsbereich kleiner.



Figure 6. Visualisierung derselben Aufnahme wie oben, allerdings nach der Komprimierung.

Häufig wird der Aussteuerungsbereich in Audiosystemen für Restaurants, den Einzelhandel und ähnliche öffentliche Umgebungen komprimiert, in denen relativ leise Hintergrundmusik läuft. Durch

die Komprimierung wird nicht nur die Lautstärke konstanter, sondern auch die leiseren Teile der Musik gegenüber den Hintergrundgeräuschen besser hörbar.

6 Lautsprecher

Je nach Zweck haben Lautsprecher unterschiedliche Formen. Die Komponente, die den Klang überträgt, also der Lautsprecher selbst, ist normalerweise konisch geformt. Wenn hohe Frequenzen wiedergegeben werden sollen, kann sie aber auch andere Formen haben. Bei manchen Lautsprechern erfolgt die Schallausbreitung in einem sehr schmalen Bereich, um in einer Richtung einen hohen Schalldruck zu erzielen. Andere sind so konstruiert, dass sich der Schall möglichst weit ausbreitet. Die Fähigkeit eines Lautsprechers, ein Audiosignal zu rekonstruieren, hängt von dessen Frequenz ab.

6.1 Richtcharakteristik

Das Polardiagramm in Abbildung 8 zeigt, wie sich verschiedene Frequenzen unterschiedlich von einem Beispiellautsprecher ausbreiten, der sich in der Mitte des Diagramms befindet. Man sieht, dass niedrigere Frequenzen eine breitere Streuung haben (selbst hinter dem Lautsprecher, bei 180°), während höhere Frequenzen stärker gerichtet sind.

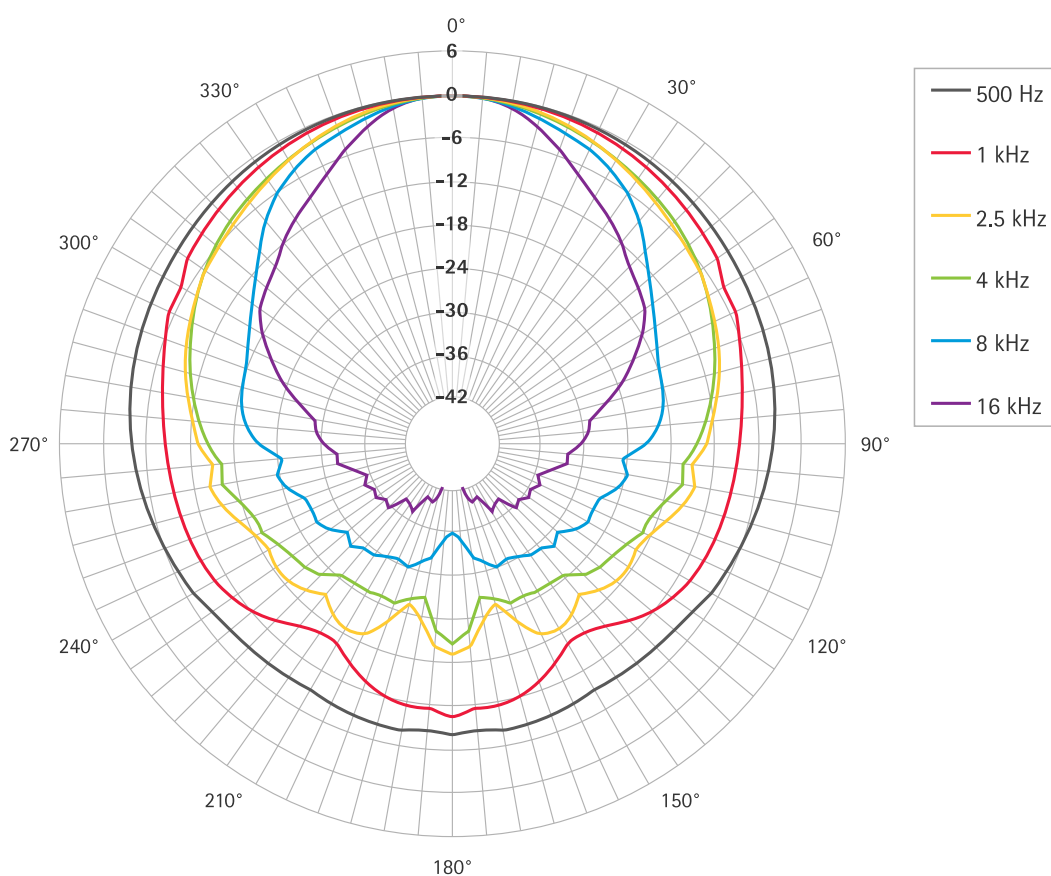


Figure 7. Polardiagramm mit der Schallausbreitung von einem generischen Beispiellautsprecher (der sich in der Mitte des Diagramms befindet). Niedrigere Frequenzen haben eine breitere Streuung (selbst hinter dem Lautsprecher, bei 180°), während höhere Frequenzen stärker gerichtet sind.

6.2 Lautsprecherempfindlichkeit

Die Empfindlichkeit des Lautsprechers ist seine Fähigkeit, bei einer bestimmten Leistung Klänge wiederzugeben. Die Bestimmung der Empfindlichkeit erfolgt normalerweise durch Einspeisung eines Audiosignals von 1 W (normalerweise bei 1 kHz). Anschließend wird der Schalldruckpegel in dB SPL beim Abstand von 1 m gemessen. Für Lautsprecher typisch sind Werte zwischen 85 und 92 dB SPL. Je höher die Empfindlichkeit, umso lauter der vom Lautsprecher wiedergegebene Ton bei Einspeisung mit einer bestimmten Leistung.

Bei analogen Lautsprechern gilt seine Empfindlichkeit normalerweise als Qualitätsmaßstab. Eine geringere Empfindlichkeit ist ein Hinweis auf einen weniger starken Magneten bzw. eine kleinere und preisgünstigere Spule. Daher ist ein 10-Zoll-Lautsprecher im Hinblick auf die Audioqualität nicht zwingend besser als ein 8-Zoll-Lautsprecher.

Bei digitalen Lautsprechern ist der Verstärker jedoch in den Lautsprecher integriert. Die Empfindlichkeit des Lautsprechers ist kein entscheidender Faktor für seine Qualität.

6.3 Integrierter digitaler Signalprozessor

Alle Lautsprecher von Axis verfügen über einen integrierten Verstärker und einen digitalen Signalprozessor (DSP) zur Vorkonfiguration der Klangqualität. Diese sorgen dafür, dass sich die Lautsprecher auch ohne besondere Audioexpertise für eine hohe Klangqualität konfigurieren lassen. Der DSP analysiert und verarbeitet Audiosignale so, dass die Sprachverständlichkeit optimiert wird.

Mithilfe des integrierten DSP filtern die Lautsprecher von Axis Hintergrundrauschen heraus, gleichen die Audiofrequenzen aus und erzielen so die optimale Klangqualität. Außerdem wird der Dynamikbereich der Audiosignale komprimiert. Ein Audiosignal weist häufig Hoch- und Tiefpunkte in der Lautstärke auf, die die Dynamikbereichssteuerung ausbalancieren kann. So wird der Klang stets mit der idealen Lautstärke wiedergegeben.

Der DSP kompensiert leise Töne, die für das menschliche Ohr bei geringer Lautstärke weniger gut hörbar sind. Er erhöht die Frequenz dieser Töne, damit keine Inhalte untergehen. Darüber hinaus verarbeitet, speichert und überträgt er Töne digital von der Quelle zum Lautsprecher. So wird die Klangqualität verbessert, die Signalstärke beibehalten und letzten Endes der Klang für die Lautsprecher optimiert. Die Klangprofile für Hintergrundmusik und Sprache sind vordefiniert – die Audioqualität braucht also nicht manuell gesteuert zu werden.

6.4 Lautsprechertypen

Es gibt verschiedene Formen, Schalldrücke und Montagemöglichkeiten: Einige Lautsprechertypen eignen sich optimal für die Übertragung von klaren und hörbaren Durchsagen in lauten Außenbereichen, während andere in kleinen Räumen besser funktionieren.



Figure 8. Axis Lautsprecher.

6.4.1 HiFi-Lautsprecher

Bei HiFi-Anlagen sind sogenannte 2- oder 3-Wege-Lautsprecher üblich. Diese Lautsprecher verwenden verschiedene Lautsprechertreiber, um möglichst viele Frequenzen zwischen 20 Hz und 20 kHz exakt wiederzugeben. Ein Treiber kann für die Wiedergabe von Tönen bis 500 Hz zuständig sein, ein zweiter für Frequenzen von 500 Hz bis 9 kHz und ein dritter für Frequenzen oberhalb von 9 kHz. Diese Frequenzen werden als Grenzfrequenzen bezeichnet. HiFi-Lautsprecher sind darauf ausgelegt, Töne bei großer Lautstärke sehr genau wiederzugeben.

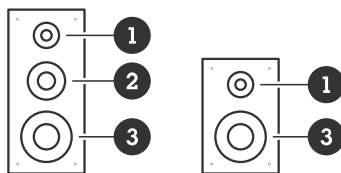


Figure 9. HiFi-Lautsprecher. Hochtontreiber (1), Mitteltontreiber (2) und Tieftontreiber (3).

6.4.2 Hornlautsprecher

Ein Hornlautsprecher wird ganz anders eingesetzt als ein HiFi-Lautsprecher und muss keinen großen Frequenzbereich abdecken. Sein Zweck besteht im Gegenteil darin, die Lautstärke jener Frequenzen zu maximieren, für die das menschliche Ohr am empfindlichsten ist, damit er eine Mitteilung (zum Beispiel

eine menschliche Stimme oder eine Sirene) möglichst klar übertragen kann. Der Schalltrichter lenkt den gesamten Schall in eine Richtung, wodurch der Schalldruck noch verstärkt wird.



Figure 10. Netzwerk-Lautsprecher

6.4.3 Mehrzwecklautsprecher

Mehrzwecklautsprecher lassen sich einfach integrieren und verfügen über All-in-One-Lösungen für Live- oder aufgezeichnete Durchsagen, mit denen Sicherheits- oder Warnhinweise wiedergegeben werden können. Auch für die Wiedergabe von Hintergrundmusik sind Mehrzwecklautsprecher geeignet. Das Sortiment von Axis umfasst verschiedene Mehrzwecklautsprecher:

6.4.3.1 Gehäuselautsprecher

Ein Axis Netzwerk-Gehäuselautsprecher liefert einen mittleren Schalldruckpegel. Er eignet sich für die meisten Indoor-Bereiche, ist aber nicht die beste Wahl für sehr laute Umgebungen. Er kann auch in teilweise offenen Bereichen eingesetzt werden, also unter einem Dach, das ihn vor starkem Regen schützt.

Gehäuselautsprecher lassen sich horizontal oder vertikal an einer Wand oder Decke sowie mit einem Zubehörsatz zur abgehängten Montage anbringen.



Figure 11. Gehäuselautsprecher.

6.4.3.2 Deckenlautsprecher

Netzwerk-Deckenlautsprecher von Axis liefern einen mittleren Schalldruckpegel und eignen sich für weniger laute Innen- oder Außenbereiche wie Krankenhäuser, Ladenlokale oder Bürogebäude. Er kann unauffällig in eine abgehängte Decke integriert werden.



Figure 12. Deckenlautsprecher.

6.4.3.3 Hängelautsprecher

Hängelautsprecher von Axis liefern einen mittleren Schalldruckpegel und eignen sich besonders gut für weniger laute Innenbereiche mit hohen Decken. Sie sind in zwei Größen erhältlich, und die Kabellänge lässt sich an die jeweilige Deckenhöhe anpassen.



Figure 13. Hängelautsprecher.

6.4.3.4 Kompaktlautsprecher

Ein Netzwerk-Kompaktlautsprecher von Axis liefert einen relativ niedrigen Schalldruckpegel und eignet sich vor allem für ruhigere Innenbereiche. Das kleine und unauffällige Gerät passt in kleine Räume oder Flure, in denen es an der Wand oder Decke montiert werden kann. Es bietet eine große Abdeckung, wodurch Sie mit weniger Lautsprechern auskommen. Der Kompaktlautsprecher verfügt über einen integrierten PIR-Sensor zur Bewegungserkennung, der so eingerichtet werden kann, dass der Lautsprecher bei sich nähernden Personen automatisch eine Audionachricht abspielt.



Figure 14. Kompaktlautsprecher.

6.4.3.5 Soundprojektor

Ein Netzwerk-Soundprojektor liefert einen hohen Schalldruckpegel und einen natürlichen, satten Klang. Damit werden Durchsagen mit größtmöglicher Verständlichkeit und Hintergrundmusik mit gutem Klang wiedergegeben. Ein Soundprojektor kann im Freien oder in lauten Innenraumbereichen eingesetzt und an einem Mast, einer Wand oder einer Decke montiert werden. Mit der vandalismusgeschützten Konstruktion

eignet er sich für leicht zugängliche Standorte mit erhöhtem Vandalismusrisiko. Sein schlankes, minimalistisches Design fügt sich außerdem perfekt in die Umgebung ein.



Figure 15. Soundprojektor.

6.5 Anordnung der Lautsprecher

Es gibt viele Möglichkeiten, die Lautsprecher anzuordnen. Generell gilt, dass der Schall möglichst immer in den Raum gerichtet werden sollte. Sie sollten also versuchen, die Lautsprecher bei einem rechteckigen Raum so an den kürzeren Wänden zu platzieren, so dass der Schall entlang der längeren Wände verläuft. So kann sich der Schall möglichst weit im Raum ausbreiten, bevor er von den Wänden reflektiert wird. Es wird jedoch davon abgeraten, einen Lautsprecher in einer Ecke aufzustellen, da dies zu einer ungleichmäßigen Verstärkung der Bässe führen würde.

6.5.1 Cluster-Montage

Wenn Sie eine einfache und kostengünstige Installation bevorzugen, können Sie die Lautsprecher in Clustern installieren. Dies minimiert den Verkabelungsaufwand, ist aber nicht unbedingt die beste Methode, um eine gute Schallverteilung zu erreichen.

6.5.2 Wandmontage

Wenn die Abmessungen des Raums es zulassen und Sie nichts gegen zusätzliche Kabel haben, wird eine an der Wand montierte Lösung wahrscheinlich für eine bessere Klangverteilung sorgen. Bei der gleichen Anzahl von Lautsprechern wie im Beispiel für die Cluster-Platzierung könnte die Installation wie in der folgenden Abbildung aussehen. Wenn der Raum jedoch sehr groß ist, kann es sein, dass die Reichweite der Lautsprecher zu gering ist.

6.5.3 Deckenmontage

Wenn der Raum über eine abgehängte Decke verfügt oder die Möglichkeit besteht, eingebaute Deckenlautsprecher anzubringen, bietet sich die Deckenmontage als unauffällige Lösung an. Bei dieser

Montageart ist jedoch die Deckenhöhe von entscheidender Bedeutung. Je niedriger die Decke ist, umso mehr Lautsprecher benötigen Sie, um einen bestimmten Bereich abzudecken.

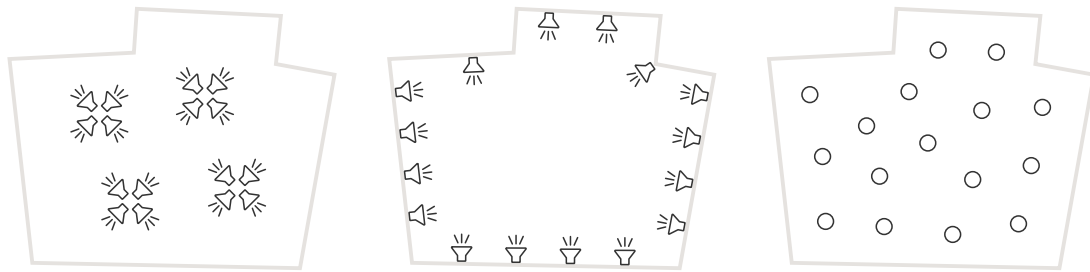


Figure 16. Cluster-, Wand- und Deckenmontage von Lautsprechern.

6.6 AXIS Site Designer

Der AXIS Site Designer (<https://sitedesigner.axis.com>) ist ein nützliches Online-Tool zur Planung und Dimensionierung einer Audio- oder Video-Installation. Es zeigt Ihnen z. B., welche und wie viele Lautsprecher Sie für die jeweiligen Standortbedingungen brauchen und wo sie optimal platziert werden.

Über Axis Communications

Axis ermöglicht eine intelligente und sichere Welt durch Lösungen zur Verbesserung der Sicherheit und Geschäftsperformance. Als Unternehmen für Netzwerktechnologie und Branchenführer bietet Axis Lösungen in den Bereichen Videosicherheit, Zutrittskontrolle sowie Intercoms und Audiosysteme. Sie werden verstärkt durch intelligente Analyseanwendungen und unterstützt durch gute Schulungen.

Axis beschäftigt rund 4.000 engagierte Mitarbeiter in über 50 Ländern und arbeitet weltweit mit Technologie- und Systemintegrationspartnern zusammen, um den Kunden Lösungen anbieten zu können. Axis wurde 1984 gegründet und der Hauptsitz befindet sich in Lund, Schweden