

Audioqualität als Entwicklungsziel

Wie wir einen klaren und verständlichen Klang in
unseren Audioprodukten sicherstellen

Dezember 2024

Zusammenfassung

Die Lautsprecher von Axis werden nach strengen Verfahren mit einer sorgfältigen Komponentenauswahl, systematischen Tests und präziser Abstimmung entwickelt und konstruiert. Während des gesamten Prozesses gehen Hardware- und Software-Entwicklung Hand in Hand. Wenn die Lautsprecher in ein Audiosystem integriert sind, können die Benutzer von einer robusten, cybersicheren Lösung profitieren, die auch die Fernüberwachung des Gerätezustands umfasst.

Bei der Entwicklung eines Lautsprechers wägen wir viele Faktoren sorgfältig ab, darunter:

- Treibereigenschaften. Der Treiber ist das elektromechanische Bauteil, das elektrische Audiosignale in Schallwellen umwandelt. Wichtige Spezifikationen betreffen den Frequenzgang, die Verzerrung und die Leistungsbelastbarkeit.
- Hardware-Design für die richtige Schallverteilung.
- Digitale Signalverarbeitung, um die richtigen Klangeigenschaften zu erzielen. Diese werden in der Software des Lautsprechers durch die Regelung des Dynamikbereichs und per Lautheitskompensation optimiert.
- Mechanische Konstruktion für ein robustes Produkt. Dazu müssen Kunststoffe, Schaltkreise und Treiber entsprechend ausgewählt werden.
- Minimierung des Stromverbrauchs durch die Wahl von Verstärkern, die perfekt auf den Treiber abgestimmt sind.
- Durchdachte Konstruktion für eine einfache Installation des Produkts.

Akustische Messungen in unseren Forschungs- und Entwicklungslaboren helfen bei der Feinabstimmung der kritischen Komponenten. Ergänzend zu unseren objektiven Messungen führen wir auch Hörtests nach strengen wissenschaftlichen Standards durch, um die subjektiven Aspekte der Klangqualität zu bewerten. Außerdem verbringen die Produkte von Axis während der Entwicklung mehr als ein Jahr in firmeninternen Testumgebungen, in denen auch die Qualität der Hardware strengstens überprüft wird.

Inhalt

1	Einführung	4
2	Vorteile von Netzwerk-Audio	4
2.1	Aktivlautsprecher	4
2.2	Digitales Audio	5
2.3	Power over Ethernet	5
2.4	Fernüberwachung des Systems	5
2.5	Cybersicherheit	5
3	Audioqualität hängt von System- und Produktqualität ab	6
4	Die Auslegung von Produkten auf einen hervorragenden Klang	6
4.1	Verstehen der Variablen, die die Qualität beeinflussen	7
4.2	Vorkonfigurierter Klang	8
4.3	Umfassende Tests	8

1 Einführung

Netzwerk-Audiolösungen von Axis bieten einen kristallklaren Klang und sind leicht zu installieren und zu warten. Unsere hochwertige Hardware und vorkonfigurierte digitale Signalverarbeitung sorgen dafür, dass der Klang für Ihre Anwendung optimal abgestimmt ist.

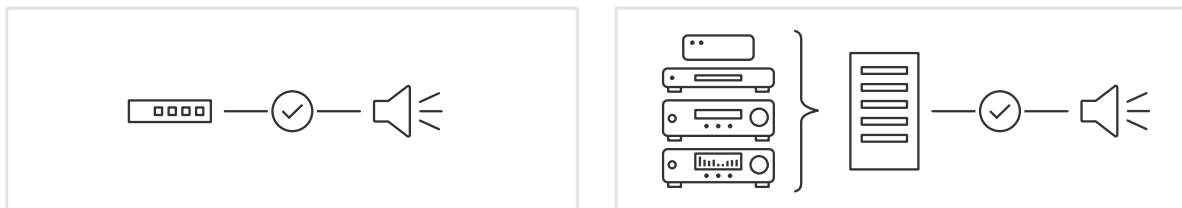
In diesem Whitepaper stellen wir unsere Lösungen für eine herausragende Audioqualität in unseren Lautsprechern vor. Es beleuchtet unsere strengen Prozesse bei Entwicklung und Auswahl der Komponenten sowie unsere gründlichen Tests und die präzise Abstimmung der Software. Darüber hinaus wird der Zusammenhang von Audio-, Hardware- und Systemqualität erklärt.

2 Vorteile von Netzwerk-Audio

Mit Netzwerk-Audio von Axis können Sie Lautsprecher an Ihr IP-Netzwerk anschließen und ein dezentralisiertes Audiosystem ohne Hauptgerät einrichten. Das System ist flexibel und leicht erweiterbar. Darüber hinaus fungiert jeder Lautsprecher als eigenständige smarte Audioeinheit. Sie können unsere Mehrzweck-Lautsprecher auf unterschiedliche Weise einsetzen und ganz an Ihre Bedürfnisse anpassen.

2.1 Aktivlautsprecher

Die Lautsprecher von Axis sind aktiv, d. h. sie verfügen über einen integrierten Verstärker sowie über Software zur digitalen Signalverarbeitung (digital signal processing, DSP). Unser Designprozess umfasst die individuelle Anpassung des Klangs an die jeweilige Anwendung sowie die Gewährleistung eines optimalen Klangbilds, unabhängig vom verwendeten Audioinhalt. Die DSP-Vorkonfiguration erfolgt in unseren hochmodernen Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen und umfasst die Einstellung der Klangbalance (Wiedergabe verschiedener Frequenzen) und des Dynamikbereichs. Diese Einstellungen werden auch in Abhängigkeit vom Ausgangspegel eines Lautsprechers dynamisch angepasst. Auf diese Weise stellen wir sicher, dass Sie ein Produkt mit hervorragender Verständlichkeit erhalten, damit z. B. Durchsagen deutlich zu hören sind.



Netzwerk-Audio und traditionelle Audiosysteme

Links: Netzwerk-Lautsprecher sind komplette Audiosysteme.

Rechts: Herkömmliche Lautsprecher benötigen zusätzliche Hardware.

Bei einem großen System mit Axis Lautsprechern benötigen Sie keine Tonregie mit Mischpult, Verstärker, Equalizer und Kompressor. Alle diese Funktionen sind stattdessen in die Lautsprecher integriert. Im Vergleich zu einem herkömmlichen Audiosystem wird weniger Audioausrüstung benötigt, was den Platzbedarf und die Wartung minimiert. Der Klang ist auch zuverlässiger, da das Signal nicht durch mehrere Geräte geleitet werden muss, bevor es den Lautsprecher erreicht. Sie brauchen auch keine Programmierer oder Tontechniker, um das System zu konfigurieren, anzupassen und zu testen. Sie erhalten trotzdem einen klaren Klang, da alle Komponenten bereits aufeinander abgestimmt sind.

Darüber hinaus verwenden die meisten unserer Mehr-Wege-Lautsprecher aktive Frequenzweichenfilter, die uns eine präzise Wiedergabe des Audiosignals mit höherer Genauigkeit und Detailtreue ermöglichen. Das Audiosignal wird vor der Verstärkung geteilt. Das erlaubt uns die Optimierung der integrierten Verstärker, so dass sie perfekt auf unsere Treibereinheiten abgestimmt sind. Im Gegensatz zu passiven Filtern, die Ineffizienzen verursachen und die Signalqualität beeinträchtigen können, sorgen unsere aktiven Filter außerdem für eine saubere und korrekte Signalübertragung, was zu einer verbesserten Dynamik, geringeren Verzerrungen und einem detailreicheren, angenehmeren Hörerlebnis führt.

2.2 Digitales Audio

Das Audiosignal wird auf dem gesamten Weg von der Quelle der Aufzeichnung bis zur Schnittstelle zwischen dem integrierten Verstärker und den Anschlüssen der Treiber digital übertragen. Digitales Audio ist gegen elektrisches Rauschen oder elektrische Störungen immun, so dass es nicht zu Verzerrungen aufgrund abgestrahlter Immissionen kommt. Außerdem ist es als digitales Signal resistent gegen Energieverluste durch störende Effekte wie Kapazitäts- und Induktivitätsbelastungen, die bei langen Kabelstrecken auftreten können. Das Ergebnis ist ein starkes und intaktes Signal, das von der Kabellänge unbeeinträchtigt bleibt und Ihnen die Freiheit gibt, Ihre Lautsprecher dort zu platzieren, wo Sie sie brauchen.

2.3 Power over Ethernet

Die Lautsprecher von Axis sind per Power over Ethernet (PoE) mit dem Standardnetzwerk verbunden, was sowohl die Stromversorgung als auch die Konnektivität gewährleistet. Sie benötigen weder Netzkabel noch eine separate Audioverkabelung.

2.4 Fernüberwachung des Systems

Unsere Lautsprecher dienen verschiedenen Zwecken in unterschiedlichen Anwendungen. Für kritische Anwendungen wie Warnungen im Notfall und zur Verbrechensabschreckung ist die Zuverlässigkeit der Lautsprecher unerlässlich. In diesem Zusammenhang geht es bei der optimalen Audioqualität nicht nur darum, einen ausgewogenen Klang zu liefern, sondern auch darum, die einwandfreie Funktion der Lautsprecher und des gesamten Systems zu gewährleisten. Dank der Fernüberwachung des Systemzustands und der integrierten Testfunktionen der Axis Lautsprecher wissen Sie immer, dass alle Ihre Geräte einwandfrei funktionieren, mit dem Netzwerk verbunden sind und so klingen, wie sie es sollen. Sie können die Lautsprecher in großen, kritischen Systemen einsetzen und sich ihrer ordnungsgemäßen Funktion sicher sein, ohne diese vor Ort überprüfen zu müssen.

2.5 Cybersicherheit

Für die Sicherheit der Daten und Systeme in Ihrem Netzwerk ist es wichtig, vernetzte Geräte und Software-Dienste vor Cyberbedrohungen zu schützen. Bei Axis sehen wir uns in der Verpflichtung, die Cybersicherheit bei unseren Angeboten zu gewährleisten. Unsere Audiogeräte verwenden dasselbe Betriebssystem wie unsere Kameras und basieren auf 40 Jahren Erfahrung in der Entwicklung von Netzwerkgeräten nach den hohen Standards, die für ein Sicherheitssystem entscheidend sind. Die Produkte und Dienstleistungen sowie Technologien und Tools von Axis greifen bewährte Verfahren auf und unterstützen diese. Hier erfahren Sie mehr: www.axis.com/de-de/about-axis/cybersecurity.

3 Audioqualität hängt von System- und Produktqualität ab

Während des gesamten Entwicklungsprozesses eines Audioprodukts von Axis steht die Qualität im Mittelpunkt. Jeder Qualitätsaspekt wird streng überwacht. Dies beginnt bereits bei der Festlegung der gewünschten Spezifikationen für ein neues Produkt und endet erst, wenn das fertige Produkt gründlich getestet und bewertet wurde. Auch die von uns beauftragten Zulieferer müssen strenge Qualitätsanforderungen erfüllen.

Unser Engagement für Qualität geht über die Entwicklung einzelner Produkte hinaus. Wir stellen sicher, dass sie verbunden und funktionsfähig bleiben, indem wir sie in ein intelligentes System integrieren, das jedes Gerät überwacht. Die Ausfallsicherheit des Systems ist entscheidend für die Audioqualität. Sollte ein Lautsprecher vom Netzwerk getrennt werden, wäre er trotz seines hochwertigen Klangs nicht mehr betriebsfähig. Ein robustes System benachrichtigt den Betreiber, wenn ein Gerät getrennt oder beschädigt ist.

Verschiedene Aspekte der Produktqualität haben direkten Einfluss auf die Audioqualität. So ist z. B. die Fähigkeit eines Lautsprechers, in einem breiten Spektrum von Temperaturen und Umgebungsbedingungen zu funktionieren, nicht nur ein konstruktiver Aspekt, sondern entscheidend für eine zuverlässige und qualitativ hochwertige Audiowiedergabe. Eine verlässliche Konstruktion schützt Lautsprechertreiber und -elektronik für eine langfristige Funktion ohne Verschlechterung.

4 Die Auslegung von Produkten auf einen hervorragenden Klang

Die Netzwerk-Audioprodukte von Axis werden von der Planungsphase bis zum abgeschlossenen Produkt vollständig im eigenen Haus spezifiziert und entwickelt. Unsere Ingenieure konzipieren Hard- und Software so, dass sie perfekt aufeinander abgestimmt sind. Möglich wird das durch die umfangreichen Investitionen von Axis in Forschung und Entwicklung.

Der Entwicklungsprozess beginnt mit dem Verständnis der Bedürfnisse unserer Kunden unter Berücksichtigung der Art der wiederzugebenden Inhalte, der akustischen Umgebung und des Kontextes, in dem das Produkt eingesetzt werden soll. Dieser umfassende Ansatz ermöglicht es uns, eine maßgeschneiderte Lösung zu erstellen, die den spezifischen Anforderungen entspricht.

Ausgehend von einer klaren Vorstellung der Kundenbedürfnisse entwickeln wir anschließend ein Designkonzept mit Hilfe moderner Modellierungs- und Simulationsverfahren. Unser Team wählt sorgfältig ein akustisches Design und kombiniert es mit einem Treiber, der für die einzigartigen Eigenschaften des Produkts optimiert ist. Sowohl die innere als auch die äußere Struktur des Produkts spielen eine entscheidende Rolle bei der Definition der endgültigen Klangqualität.

Sobald das Konzept fertiggestellt ist, gehen wir von der Entwurfsphase zum Prototypenbau über. Von den ersten handgefertigten Geräten bis hin zur Qualifizierung für eine Großserienproduktion wird jeder Prototyp einer strengen Bewertung mittels objektiver Messungen unterzogen, um sowohl die Integrität des Designs als auch der Montage sicherzustellen.

Sobald ein validiertes und reproduzierbares Design entwickelt wurde, nutzen wir die digitale Signalverarbeitung, um das volle Potenzial unseres Designs auszuschöpfen.



Axis Lautsprecher in unseren Forschungs- und Entwicklungslaboren.

4.1 Verstehen der Variablen, die die Qualität beeinflussen

Die Klangqualität eines Lautsprechers wird durch eine Vielzahl von Faktoren bestimmt. Die Auslegung eines Lautsprechers und die Anpassung des Klangs an seine Anwendungen bilden einen komplexen Prozess, bei dem wir viele Aspekte sorgfältig abwägen:

- **Treibereigenschaften.** Der Treiber ist das empfindliche elektromechanische Bauteil, das das elektrische Audiosignal in Schallwellen umwandelt. Wichtige Spezifikationen eines Treibers betreffen den Frequenzgang, die Verzerrung und die Leistungsbelastbarkeit.
- **Schallverteilung.** Die Art und Weise, wie sich der Schall in der Umgebung ausbreitet, hängt weitgehend von der Konstruktion der Hardware ab. Die Art der beabsichtigten Anwendung bestimmt die Wahl zwischen einer stark streuenden Konstruktion, die für eine breite Verteilung in Beschallungsanlagen geeignet ist, und einer schwach streuenden Lösung, die ideal für die Bündelung von Schallwellen ist.
- **Maximaler Schalldruckpegel.** Dieser wird in dB SPL gemessen, wobei der Grenzwert von 20 μ Pa für das menschliche Gehör als Referenz dient. Wenn wir den angestrebten maximalen Schalldruckpegel wählen, berücksichtigen wir die Position des Hörers und die Hintergrundgeräusche in der Endanwendung.
- **Klangeigenschaften.** Basierend auf den Fähigkeiten der ausgewählten Hardware und des akustischen Designs passen wir die Software-Merkmale (durch digitale Signalverarbeitung) an, um die Leistung des Lautsprechers zu maximieren.
- **Stromverbrauch.** Die PoE-Klassifizierung des Produkts gibt strenge Grenzen für den zulässigen Stromverbrauch vor. Dank perfekt auf das Gerät abgestimmter, energiesparender Verstärker der Klasse D ist der Stromverbrauch unserer Lautsprecher gering.
- **Mechanische Konstruktion.** Axis Lautsprecher sind für extreme Belastbarkeit konzipiert. Die IP- und IK-Klassifizierung eines Lautsprechers gibt an, wie wasserdicht, staubdicht und stoßfest er ist. Bei der

Auswahl der Materialien berücksichtigen wir auch den Umweltaspekt. Unsere Produkte sollen extremen Bedingungen standhalten und gleichzeitig Abfall und ökologische Auswirkungen minimieren.

- **Betriebstemperatur.** Die meisten Axis Lautsprecher sind so ausgelegt, dass sie extremen Temperaturen standhalten. Wir wählen die Kunststoffe und elektronischen Schaltkreise entsprechend aus, ebenso wie die Treiberbauteile wie Schwingspulen, Aufhängungssysteme und Magnete.
- **Optisches Design.** Besonders stolz sind wir auf mehrere preisgekrönte Designs. Ein ansprechendes Design kann dazu beitragen, dass das Audiosystem als Teil des Raums wahrgenommen wird und nicht als störendes Element. Beim optischen Design geht es aber nicht nur um Ästhetik. Eine durchdachte Konstruktion beeinflusst auch die Produktqualität, indem sie für eine einfache, sichere und schnelle Installation sorgt, zum Beispiel durch Einrastmontage oder eine LED, die aufleuchtet, wenn das Gerät korrekt angeschlossen wurde.

4.2 Vorkonfigurierter Klang

Während des gesamten Prozesses gehen Hardware- und Software-Entwicklung Hand in Hand. Wenn das Hardware-Design die Produktionsreife erreicht hat, konzentrieren wir uns auf die Feinabstimmung der Produktleistung durch Software-Optimierung und geben dem Ganzen den letzten Schliff, um optimale Ergebnisse zu erzielen. Wir verwenden digitale Signalverarbeitung, um die Verständlichkeit von Sprache zu verbessern, aber auch um die Wiedergabe von Musik zu optimieren. Eine hohe Klangqualität in beliebigen Umgebungen wird gewährleistet, da die Lautsprecher intern mehrere Verfahren zur Audiooptimierung nutzen:

- **Regelung des Dynamikbereichs.** Das Audiosignal weist häufig Höhen und Tiefen in der Lautstärke auf, für die diese Funktion einen Ausgleich bietet, so dass der Ton mit der perfekten Lautstärke für die Zuhörer wiedergegeben wird.
- **Lautheitskompensation.** Bei geringen Lautstärkepegeln sind bestimmte Frequenzen für das menschliche Ohr weniger wahrnehmbar. Die Lautheitskompensation verstärkt diese Frequenzen, damit dem Zuhörer keine Details entgehen. Dies geschieht bei den Lautsprechern von Axis automatisch und eignet sich besonders gut für Anwendungen mit jeglicher Art der Musikwiedergabe.
- **Frequenzoptimierung.** Das Edge Processing bei Axis Lautsprechern bedeutet, dass sie frequenzoptimiert sind, wodurch jeder Lautsprecher über dieselben Eigenschaften verfügt. Infolgedessen lassen sie sich kombinieren, ohne dass manuelle Abstimmung oder Konfiguration erforderlich ist, und das System lässt sich durch den Anschluss weiterer Axis Lautsprecher problemlos erweitern.

Neben den optimierenden Einstellungen bieten wir mit unseren Audioprofilen eine zusätzliche Verarbeitungsebene. Sie ermöglichen Ihnen die beste individuelle Konfiguration für Ihre Anwendung, egal ob Sie Ihr System für Sicherheitsansagen, für Alarme oder zur Wiedergabe von Hintergrundmusik verwenden.

4.3 Umfassende Tests

Um sowohl die Audio- als auch die mechanische Qualität zu bestätigen, testen wir Prototypen kontinuierlich während des gesamten Entwicklungsprozesses.

4.3.1 Tonqualitätstests

In unseren hochmodernen Forschungs- und Entwicklungslabors werden wichtige akustische Messungen durchgeführt, um die optimale Leistung kritischer Komponenten wie Gehäuse, Gitter und Hohlleiter zu

gewährleisten. Durch die Kombination branchenführender Tools mit unserer eigenen hochspezialisierten Methodik sind wir in der Lage, die Leistung zu optimieren und Innovationen voranzutreiben.



Akustische Messungen in den Forschungs- und Entwicklungslaboren von Axis

Ergänzend zu unseren objektiven Messungen führen wir Hörtests durch, um die subjektiven Aspekte der Klangqualität zu bewerten. Inspiriert durch die Pionierarbeit von Wissenschaftlern wie Floyd Toole und Sean Olive halten sich unsere Hörtests an strenge wissenschaftliche Standards und verwenden Blindtests, um Unvoreingenommenheit und Reproduzierbarkeit zu gewährleisten. Eine Gruppe geschulter Zuhörer bewertet mehrere Designversionen und gibt wertvolles Feedback, das in unsere Entwicklungsentscheidungen einfließt. Wir testen auch ganze Systeme aus mehreren Lautsprechern desselben Typs, um einen guten Klang im Zusammenspiel sicherzustellen.

4.3.2 Hardware-Qualitätstests

Während der Entwicklung werden Axis Produkte über ein Jahr lang in firmeneigenen Testumgebungen eingesetzt, wo sie auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Abnutzung, Wasser und Feuchtigkeit, Vandalismus, extreme Temperaturen, Vibrationen und vieles mehr getestet werden. Die Zertifizierung der Produkte erfolgt nach externen Standards, doch die Tests von Axis gehen über die Qualitätsprüfanforderungen hinaus.

Um sicherzustellen, dass sich unsere Produkte nach der Installation nicht verschlechtern, führen wir zudem hochbeschleunigte Lebensdauertests (highly accelerated life tests, HALT) durch. Das heißt, zur Überprüfung der Zuverlässigkeit eines Produkts wird dieses extremen Bedingungen ausgesetzt, die die Belastungen simulieren, mit denen es während seiner Lebensdauer konfrontiert sein könnte, jedoch in einem höheren Maße, als dies bei der tatsächlichen Nutzung zu erwarten ist. HALT hilft dabei, konstruktive Probleme und potenzielle Schwachstellen zu erkennen, so dass wir das Produkt im Hinblick auf Qualität, Zuverlässigkeit und Lebensdauer weiter verbessern können. Mehr über Hardware-Qualität und -Tests lesen Sie auf whitepapers.axis.com/de-de/tested-without-compromise

Über Axis Communications

Axis ermöglicht eine smartere und sichere Welt durch die Entwicklung von Lösungen zur Verbesserung von Sicherheit und Geschäftsperformance. Als Technologieführer im Bereich Netzwerk-Video bietet Axis Produkte für die Videosicherheit und Zutrittskontrolle, Intercoms, Audiosysteme und intelligente Analyseanwendungen. Die branchenweit anerkannten Schulungen der Axis Communications Academy vermitteln fundiertes Expertenwissen zu den neuesten Technologien.

Das 1984 gegründete schwedische Unternehmen beschäftigt etwa 4.000 engagierte MitarbeiterInnen in über 50 Ländern und bietet mit Technologie- und Systemintegrationspartnern auf der ganzen Welt kundenspezifische Lösungen an. Das Unternehmen Axis wurde 1984 gegründet und hat seinen Hauptsitz in Lund, Schweden.