



**Der große Ratgeber für
Architekten, Planer, Betreiber und Nutzer**



Messeneuheiten 2009

für Beschallungs- und Konferenztechnik

DMS 700 – Digitales Mikrofon System

Fixinstallationen: Beste Audioqualität, ein ultra-breiter UHF Einstellbereich und eine geheime Verschlüsselung für sensible Audioübertragungen zählen zu den herausragenden Features.

AKG's revolutionäres DMS 700 wurde entwickelt, um die geforderte Kanalanzahl in jeder Situation zu bieten. Die neue intuitive Bedienung und eine noch nie dagewesene Audioqualität unterstützen das Arbeiten mit dem Mikrofonsystem. Es ist das erste professionelle digitale Funkmikrofonsystem, das sowohl die amerikanische FCC als auch die europäischen ETSI Richtlinien erfüllt und somit weltweit eingesetzt werden darf.

Die Schaltbandbreite von bis zu 155 MHz von Sendern und Empfängern gibt dem Anwender die notwendige Flexibilität, um jederzeit freie Frequenzen für den reibungslosen Betrieb zu finden. Das digitale Audiosignal wird bei der Übertragung in keiner Weise verzerrt und auch bei schlechter Empfangsleistung ist kein Aufrauschen wie bei analogen Systemen hörbar.



DHT 700



DPT 700



DSR 700

CS 5 Konferenzsystem

Mit der neuen digitalen Konferenzanlage CS 5 hat AKG ein System geschaffen, das sich sowohl für den Einsatz als überschaubare Diskussionsanlage als auch als komplexes Konferenzsystem eignet und diese Anforderungen selbstverständlich erfüllt. Durch die Konzentration auf möglichst wenige, dafür aber vielseitige Systemkomponenten bietet die neue AKG CS 5 Konferenzanlage maximale Flexibilität bei einem herausragendem Preis-/Leistungsverhältnis.

Aus Kosten- wie auch aus Planungsgründen stand die beliebige Erweiterbarkeit ganz oben auf der Prioritätenliste der Entwickler. Abhängig von Ihrem Bedarf können Sie das System ganz einfach um zusätzliche Sprechstellen erweitern und dabei alle Komponenten, die schon im Einsatz sind, weiterverwenden.

Für optimale Sprachverständlichkeit, hohen Komfort sowie ermüdungsfreies Arbeiten sorgt die bewährte Akustik der AKG Discreet Acoustics Modular Serie. So lässt sich für den jeweiligen Einsatzzweck die Bestückung der Sprechkapsel aus fünf verschiedenen Modellen wählen.

Die Möglichkeit, dass eine Sprechstelle simultan von zwei Personen genutzt werden kann, führt nicht nur zu einer deutlichen Reduktion der Kosten, sondern schafft auch Platz auf den Konferenztischen – ein angenehmer Nebeneffekt.

Mit perfekter Sprachverständlichkeit, individuellen Planungsmöglichkeiten für spezielle Anforderungen, hoher Betriebssicherheit während des Einsatzes sowie der Möglichkeit der Konferenzleitung und der Dokumentation der Ergebnisse – wie beispielsweise bei Abstimmungen – erfüllt die neue AKG CS 5 alle Voraussetzungen für die perfekte Konferenz. Erfolg ist eben eine Frage der Verständigung.



CS 5 VU



CS 5 BU (Base Unit)

Editorial

Erfolg ist eine Frage der Verständigung

Die Bedeutung des gesprochenen Wortes gewinnt auch im digitalen Zeitalter zunehmend an Bedeutung: In Business-Meetings, bei Konferenzen oder Tagungen, bei öffentlichen Veranstaltungen – wie zum Beispiel in Gerichtsgebäuden oder im Parlament – nimmt moderne Beschallungstechnik einen zentralen Stellenwert ein.

Das Wichtigste dabei: perfekte Sprachverständlichkeit, individuelle Planungsmöglichkeiten für spezielle Anforderungen sowie eine hohe Betriebssicherheit während des Einsatzes.

Die gezielte und richtige Mikrofonauswahl erfährt dabei eine ganz besondere Bedeutung. Das Mikrofon wandelt die gesprochene Sprache in ein elektronisches Signal und stellt auch das erste Glied der elektronischen Übertragungskette dar. Jeder Qualitätsverlust, der hier passiert, kann zu einem späteren Zeitpunkt fast nicht mehr – oder nur mit verhältnismäßig großem Aufwand – korrigiert werden. Aus diesem Grund ist es so wichtig, der Mikrofonauswahl, deren Platzierung im Raum sowie der Anwendung von Richtcharakteristiken große Aufmerksamkeit zu widmen. Dadurch verbessert sich nicht nur die Sprachqualität deutlich, auch die Investitionskosten für die gesamte Installation können auf diese Weise gesenkt werden.

Die Planung einer Konferenzanlage setzt ausführliche Gespräche mit allen Beteiligten voraus: Architekten und Planern, Akustikern, Betreibern und Nutzern sowie dem Bedienungspersonal. Nur so können die individuellen Bedürfnisse, die rechtlichen und planerischen Rahmenbedingungen sowie die Erfahrungen und Bedürfnisse aus der Praxis in Erfahrung gebracht werden.

Die vorliegende Planungsunterlage bietet eine Hilfestellung zur Bewältigung dieser Aufgabe. Sie beinhaltet viele Tipps und sofort verwertbare Tricks für die Praxis, ohne dabei spezifische technische Vorkenntnisse vorauszusetzen.

Falls Sie Fragen haben, die über den Inhalt dieser Unterlage hinaus gehen, schreiben Sie bitte eine E-Mail an hotline@akg.com oder besuchen Sie uns im Internet unter www.akg.com. Dort finden Sie einen Pool an fachspezifischen Informationen, der laufend aktualisiert und erweitert wird.

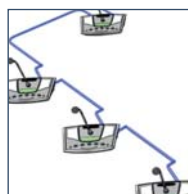
Inhaltsangabe



Optimale Sprachverständlichkeit

- > **Verhältnis Nutzschaal/Störschaal** S. 04
- > **Entstehung Feedback** S. 05
- > **Richtwirkung** S. 08
- > **Zusammenfassung** S. 10

Der Hauptzweck eines Besprechungsraumes ist es, optimale Rahmenbedingungen für die Sprachverständlichkeit zu schaffen. Um dieses Ziel zu erreichen, ist die richtige Mikrofonauswahl entscheidend.



Intelligente Signalverarbeitung

- > **Funkmikrofonanlagen** S. 11
- > **Automatische Mikrofonmischer** S. 13
- > **Diskussionsanlagen** S. 14
- > **Konferenzanlagen** S. 15
- > **IR-Sprachverteilungsanlagen** S. 16

In einer Konferenzanwendung müssen viele unterschiedliche Signale verarbeitet werden wie: Audio, Funk, Infrarot, Dolmetschersignale oder externe Zuspelungen. Eine exakte Recherche ist die Basis für eine optimale Planung.



Praktische Anwendungen

- > **Übersicht Anwendungen** S. 17
- > **Rednerpult** S. 18
- > **Mikrofonabnahme des Publikums** S. 19
- > **Mobile Anwendung** S. 20
- > **Anlagenplanung** S. 21

Egal um welche Anwendung es sich handelt: Ein möglichst kurzer Abstand zwischen Schallquelle und Mikrofon schafft stabile akustische Verhältnisse.

Glossar

- > **Erklärung technischer Fachbegriffe** S. 24
- > **Planung Checklists** S. 20

Hilfreiche Erklärungen zu Fachbegriffen sowie Checklisten als Hilfe zur Planungsvorbereitung.

Optimale Sprachverständlichkeit

Wenn es einmal pfeift, ist es schon zu spät!

Der **primäre Zweck von Konferenzräumen** ist die **Erleichterung der Sprachverständlichkeit** für die teilnehmenden Personen. Im Idealfall wird das Signal der sprechenden Person von allen anderen im Raum anwesenden Personen akustisch perfekt verstanden.

In der Praxis befinden sich jedoch in einem Konferenzraum **mehrere Schallquellen**, die miteinander **im Wettbewerb** stehen, wie zum Beispiel: **Sprachsignale**, **Lüftergeräusche** (Beamer, Overheadprojektoren, Computer oder Air-Conditioning-Anlagen), **Nebengeräusche von Konferenzteilnehmern** (Absetzen von Getränken, Sesselrücken, Räuspern, Husten), **Raum-Reflexionen** (Wände und Decken) sowie **Umgebungsgeräusche** (Trittschall oder Verkehr).



Im **menschlichen Wahrnehmungsprozess** werden die Luftdruckschwankungen der Schallwellen über die Sinne aufgenommen und in neuronale Aktivität von Gehirnzellen umgewandelt. Diese **Information** wird mittels selektiver Wahrnehmung bewertet, organisiert und **weitergeleitet (Nutzinformation)** oder sofort verworfen und **nicht weitergeleitet (Störinformation)**, wie zum Beispiel Umgebungsgeräusche.

Dieser Wahrnehmungsprozess funktioniert aber nur, solange der **Nutzschall deutlich lauter ist als der Störschall**. **Unterhalb** einer bestimmten Grenze – wenn Störschall und Nutzschall weniger als ca. **25 dB** weit auseinander liegen – bekommt das menschliche Gehirn **Probleme beim Differenzieren dieser beiden Signale**. Die **Sprachverständlichkeit verringert sich**, das Arbeiten wird anstrengender und die Konzentrationsfähigkeit für die Konferenzteilnehmer leidet. Unter solchen Umständen erfüllt der Konferenzraum seinen ursprünglichen Zweck nicht mehr zufriedenstellend. Nun muss die geeignete Technik aushelfen, um das Problem zu lösen: Hier beginnt die Aufgabe einer Beschallungsanlage.

Perfekte Sprachverständlichkeit ist die **zentrale Anforderung** an eine **Konferenz- oder Diskussionsanlage**. Weder eine technische Übertragungsanlage noch ein Mikrofon verfügt über den komplizierten Bewertungsalgorithmus

des menschlichen Gehirns von **Nutzinformation** und **Störinformation**.

Jede akustische Information wird aufgenommen und akustisch verstärkt, unerheblich, ob es sich um ein **Nutzsignal** oder ein **Störsignal** handelt.

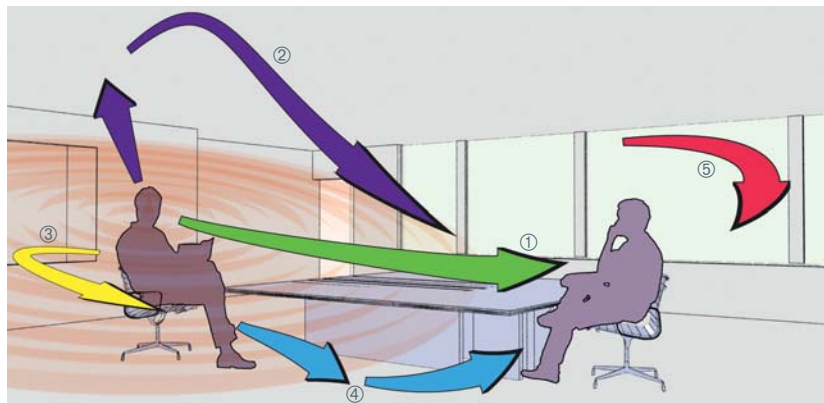
Deshalb ist es **wichtig**, über die **psychoakustischen Grundlagen von Stör- und Nutzschall Bescheid zu wissen**, um dieses Wissen bei der **Planung von Konferenzanlagen** auch entsprechend einsetzen zu können.

Für die **Optimierung der Sprachverständlichkeit** bedarf es unbedingt eines Lautstärke-**Mindestabstandes zwischen Stör- und Nutzschall**. Die **generelle Erhöhung der Lautstärke alleine ist kein taugliches Mittel**, um die Sprachverständlichkeit zu optimieren. Hier ist vor allem eines zu beachten: **Je lauter das Nutzsignal im Verhältnis zum Störsignal ist, desto deutlicher wird es auch verstanden! In der Praxis** müssen alle Anstrengungen unternommen werden, um dieses Ziel zu erreichen. Deshalb hat es bei der Planung auch **oberste Priorität!**

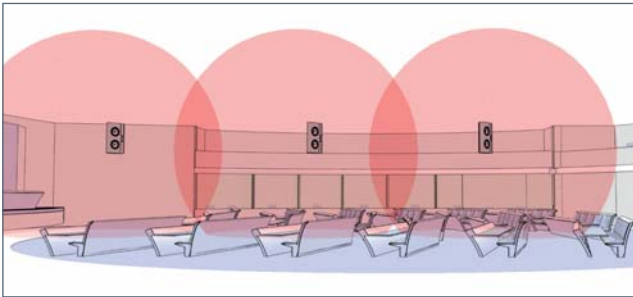
In der Theorie wäre die Reduktion des Störschalles **ganz einfach** zu erzielen: Eine gute Raumdämmung sowie besonders leise Lüfter bei Projektoren und Computern sorgen automatisch für eine Erhöhung des Nutzschalls. In der Praxis gibt es aber eine weitere, nicht so offensichtliche Störschallquelle: den Nachhall. **Tatsächlich erzeugt jeder Raum** – mehr oder weniger – **Reflexionen**, abhängig von der akustischen Dämmung des Raumes. Diese Reflexionen erzeugen ein **diffuses Schallfeld**, das wie der Störschall **die nützlichen Signalanteile überdeckt** und die **Sprachverständlichkeit reduziert**.

Der simple Gedanke, durch Maximieren der Verstärkung den unerwünschten Nachhall einfach übertönen zu können, funktioniert ganz und gar nicht! Warum?

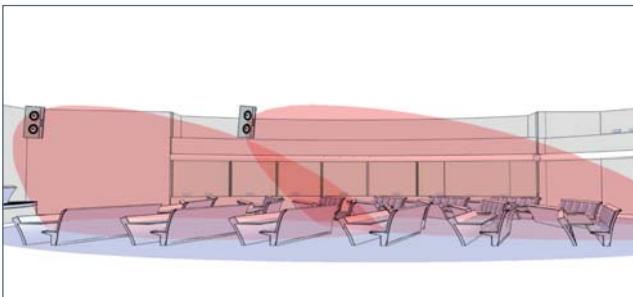
Das Einbringen **zusätzlicher Schallenergie in den Raum erhöht** die Energie der Reflexionen und somit auch den Nachhall. **Je lauter also das Nutzsignal aufgedreht wird, umso lauter werden auch die Störsignale!**



① Direktschall; Reflexionen über: ② Decke; ③ Wände; ④ Böden; ⑤ glatte Flächen (Fenster)



Ungerichtete Lautsprecher: Der Schall verteilt sich gleichförmig im Raum und produziert viel Nachhall.



Mit gerichteten Lautsprechern kann der Raum gezielt beschallt und die Energie reduziert werden.

Aus dieser Erkenntnis erklärt sich, warum es so wichtig ist, schon bei der Planung mit Richtcharakteristiken bei den Mikrofonen sowie mit gerichteten Lautsprechern zu arbeiten. Dazu müssen wir kurz einige physikalische Grundlagen streifen.

Das **Abstandsgesetz** besagt: „Mit jeder Entfernungsverdopplung nimmt der Schalldruck um 6 dB ab – der Schalldruckpegel halbiert sich.“ Anders formuliert bedeutet dies: **Der Schalldruck vor dem Mikrofon verdoppelt sich, wenn sich die Distanz zwischen Schallquelle und Mikrofon halbiert.**

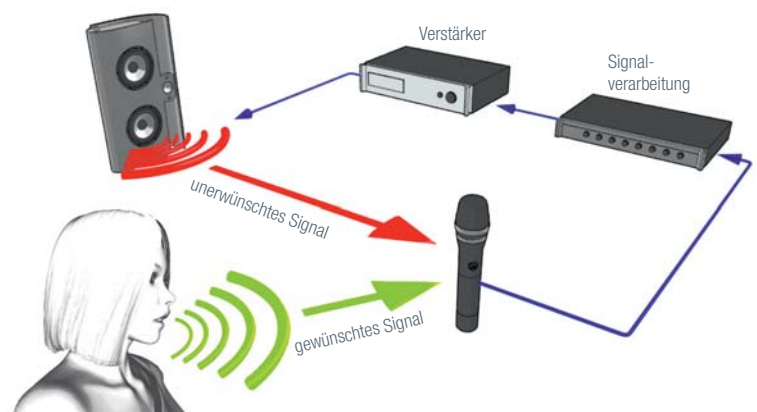
Das **Abstandsgesetz** hat unmittelbare Auswirkungen auf die **Akustik eines Raumes**: Sowohl auf **die Differenz zwischen der Pegelhöhe des Direktschalls** als auch auf **die Pegelhöhe des Nachhalls**. Der **Direktschallpegel reduziert sich pro Verdopplung der Entfernung um die Hälfte**. Der Nachhallpegel im Raum bleibt hingegen weitgehend konstant, da die Höhe des Nachhallpegels durch das Raumvolumen sowie durch die Raum-Absorption bestimmt wird. Dies hat zur Folge, dass die **Verständlichkeit des Direktschalls mit wachsender Entfernung zur Schallquelle abnimmt**, da sie **vom Nachhallfeld überdeckt** wird.

Aufgrund des Abstandsgesetzes macht es bezüglich der Lautstärke in der Praxis keinen Unterschied, ob ein Verstärker um 6 dB lauter aufgedreht wird oder die Entfernung der Hörposition zum Lautsprecher halbiert wird.

Der entscheidende Unterschied zwischen diesen beiden Möglichkeiten ist folgender: Wird das Signal um 6 dB lauter aufgedreht, wird gleichzeitig die Energie des Schalls im Raum erhöht und damit auch der Nachhall. **Wird jedoch einfach die Distanz zum Lautsprecher verkürzt**, bleibt die Energie im Raum gleich und **das Verhältnis von Nutzsignal zu Störsignal verbessert sich** prompt zu Gunsten einer **erhöhten Sprachverständlichkeit**.

Auf dieser Basis arbeiten auch **Lautsprecher mit Richtwirkung**. Anstatt die Schallenergie unkontrolliert in alle Richtungen gleich stark abzustrahlen, wird die **Abstrahlung in eine Richtung gebündelt** – also **exakt dorthin**, wo die **Beschallung auch erwünscht** ist. Dadurch werden gleich **zwei positive Effekte** erreicht: Einerseits erscheint es den Personen, die in der Vorzugsrichtung sitzen, als wären sie **näher zum Lautsprecher** gewandert. Andererseits wird die Schallenergie gezielt zum Publikum gesendet und es steht **nicht mehr so viel Energie für Raumreflexionen und Nachhall** zur Verfügung. Auf Seiten der Quelle einer Beschallungsanlage (beim Mikrofon) kann man sich derselben Effekte auf zwei Arten bedienen: Ungerichtete Mikrofone nehmen Schall aus allen Richtungen gleich auf, somit auch Reflexionen und Umgebungsgeräusche. Diese Störgeräusche werden ebenso stark verstärkt wie der Nutzschaall, wodurch die Sprachverständlichkeit drastisch minimiert wird. **In der Folge führt diese Verstärkung der Reflexionen und des Schalls aus den Lautsprechern über das Mikrofon zum akustischen Supergau: Rückkoppelung oder Feedback!**

Nun beginnt für das Signal eine verhängnisvolle Reise durch die Komponenten der Beschallungsanlage: Der Schall wird vom Mikrofon aufgenommen, im Verstärker lauter gemacht und vom Lautsprecher abgestrahlt. Dann wird das verstärkte Signal wiederum in die Kette der Verstärkungskomponenten über das Mikrofon eingespeist und begibt sich ein weiteres Mal in die „Feedback-Schleife“.

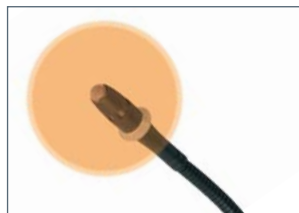


Um Feedback zu reduzieren/vermeiden, muss der Abstand zwischen Schallquelle und Mikrofon möglichst kurz gehalten werden, wobei gleichzeitig der Abstand zwischen Lautsprecher und Mikrofon maximiert wird.

Ein langsam ansteigender **pfeifender oder schwirrender Ton** ist das erste Anzeichen für eine instabile Beschallungsanlage. Das Endergebnis ist oft ein ohrenbetäubendes, schmerzhaftes Pfeifen. Die Sprachverständlichkeit ist nach einem „**ordentlichen Feedback**“ oft für längere Zeit durch Ohrensausen beeinträchtigt.

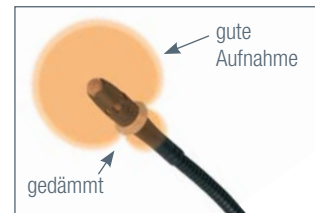
Der Einsatz eines **gerichteten Mikrofons** kann hier mehrfach **Abhilfe** schaffen: Störende Umgebungsgeräusche werden dadurch gedämpft, dass der **Schall** aus anderen Richtungen als der **Vorzugsrichtung weniger intensiv aufgenommen** wird. Gleichzeitig verkürzt sich durch die Richtcharakteristik auch der „**Besprechungsabstand**“ und der **Nutzschallpegel erhöht sich**. Das gewünschte Ergebnis: Die Beschallungsanlage muss weniger laut aufgedreht werden. Dadurch wird gleichzeitig weniger Schall vom Lautsprecher durch das Mikrofon abgenommen und es steht weniger Energie für Reflexionen zur Verfügung. Die **Sprachverständlichkeit** hat sich somit **deutlich erhöht**. Dies ist auch eine Schleife – allerdings keine Feedback-Schleife, sondern der Idealfall einer „Feedback-Vermeidungs-Schleife“!

Ein ähnlicher Effekt entsteht, wenn die **Anzahl der gleichzeitig offenen Mikrofone verringert** wird, zum Beispiel durch Reduktion von vier offenen Mikrofonen (um die Hälfte) auf zwei offene Mikrofone. In der Gesamtsumme der Mikrofonsignale, die in einem Mischpult oder Automixer zusammengesetzt werden, verringert sich der Anteil des Umgebungsschalls sowie des Lautsprechersignals um 3 dB. Bei einer weiteren Reduktion von zwei auf ein offenes Mikrofon wird nochmals eine Reduktion um 3 dB erreicht!



Kugelcharakteristik:

Der Schall wird aus allen Richtungen gleich stark abgenommen.



Hyperniere:

Der Schall wird stärker aus der Vorzugsrichtung abgenommen, störende Umgebungsgeräusche gedämmt.

Das bedeutet: Bei **vier gleichzeitig offenen Mikrofonen** setzt – im Vergleich zu einem einzigen offenen Mikrofon – die **Rückkopplung um 6 dB früher** ein. Egal, wie leistungsfähig die Beschallungsanlage ist, mit vier offenen Mikrofonen kann sie nur mehr halb soviel Schalldruck im Saal erzeugen als mit einem einzigen offenen Mikrofon (bei Vermeidung einer Rückkopplung).

Für das komfortable **Management offener Mikrofonkanäle** wurde daher der **automatische Mikrofon-Mixer** entwickelt (siehe Seite 13). Dieser sorgt dafür, dass nur die tatsächlich benötigte Anzahl von Mikrofonen gleichzeitig aktiviert wird. Somit wird auch das Feedback-Potenzial eines Konferenzraumes drastisch reduziert. Nach eben diesem Prinzip sollte daher auch schon bei der Planung vorgegangen werden: **Die Anzahl der gleichzeitig offenen Kanäle muss immer so gering wie möglich gehalten werden!**

ZUSAMMENFASSUNG:

Warum die Auswahl der Mikrofone alles entscheidet:

> Der **Hauptzweck eines Konferenzraums** ist es, **optimale** Rahmenbedingungen für die **Sprachverständlichkeit** zu schaffen. Eine **gute Raumakustik** ist dabei **zentrale Voraussetzung**. Damit die Beschallungsanlage auch die **gewünschten Ergebnisse** liefert, muss der **Nachhall so gering wie möglich** gehalten werden. Dies wird durch den **gezielten Einsatz von gerichteten Mikrofonen und Lautsprechern** sowie der entsprechenden **Positionierung im Raum** erreicht. Aber auch die akustische Dämmung von Wänden und Decke spielt eine maßgebliche Rolle.

> **Folgende Punkte sind dabei von höchster Bedeutung:**

- Der **Nutzsignalpegel** muss **deutlich höher** sein als der **Störsignalpegel**.
- Der **Direktschallpegel** muss **deutlich höher** sein als der **Nachhallpegel**.

Die **Höhe des Nachhallpegels** wird durch die **Höhe des verstärkten Nutzsignals** bestimmt.

> Eine **Erhöhung des Direktschallpegels** durch mehr Energiezufuhr **bewirkt** daher auch immer **eine Erhöhung des Nachhallpegels** – schließlich wird dieser ja direkt vom Direktschallpegel gespeist.

> Das Mikrofon ist das erste und wichtigste Glied der Übertragungskette jeder elektronischen Beschallungsanlage. **Die richtige Wahl des Mikrofons** ist somit eine – wenn nicht sogar **die wesentlichste – Hauptentscheidung** in der Planung. Die **richtige Bauform** (siehe nächstes Kapitel) sowie die **passende Richtcharakteristik von Mikrofonen und Lautsprechern** sorgen dafür, dass der Anteil des **Direktschalls gezielt erhöht** und der **Umgebungsschall minimiert** wird.

Die richtige Mikrofonauswahl

Für jede Anwendung die passende Lösung!

Die Leistungsfähigkeit jeder Beschallungsanlage wird von der Wahl der Mikrofone entscheidend beeinflusst. **Das Mikrofon** ist der **erste Kontaktpunkt** zwischen dem **abzunehmenden Signal** und der **elektronischen Übertragungskette**. Jeder Qualitätsverlust bei der Umwandlung von Sprache in ein elektrisches Signal kann später nicht mehr – oder nur mit extrem hohem Aufwand – kompensiert werden. Ein schlecht abgenommenes Signal am Anfang der Übertragungskette wird auch verstärkt über Lautsprecher nicht besser klingen.

Oft werden Mikrofone jedoch lediglich als Designelemente angesehen oder sogar als lästiges Beiwerk. Diese komplette Fehleinschätzung kommt teuer und schränkt die Leistungsfähigkeit jeder Anlage massiv ein. Sämtliche andere Komponenten der Übertragungstechnik wie Mischpulte, Verstärker und Lautsprecher können ihren Zweck dann nicht widmungsgemäß erfüllen. Im schlimmsten Fall wird so der eigentliche Zweck eines Konferenzraumes ad absurdum geführt.

Falsche Mikrofonwahl führt zu **schlechter Sprachverständlichkeit** und damit zu einem **schlechten Gesamtergebnis**. Es lohnt sich also, etwas Zeit für das Verständnis der technischen Daten von Mikrofonen und deren praktische Auswirkungen aufzubringen. Schließlich gibt es Mikrofone in unterschiedlichsten Ausführungen, Bauformen und Designs. Mit dem **richtigen Know-how** lässt sich für **jede Beschallungssituation** ein **optisch attraktives und optimal funktionierendes Mikrofon** auswählen.

Mikrofone sind elektroakustische Wandler, die Luftschwingungen (Schallwellen) in elektrische Signale übersetzen. Zwei Wandlerprinzipien haben sich über die Jahre für den professionellen Beschallungssektor durchgesetzt: **Dynamische Mikrofone** und **(Elektret-)Kondensatormikrofone**.

Für den Planer von Beschallungsanlagen ist es wichtig zu verstehen, wodurch sich diese beiden Bauweisen im praktischen Einsatz unterscheiden. Optisch sind Kondensatormikrofone meist viel kleiner (und leichter) als dynamische Mikrofone. Bei allen kleinen Mikrofonen wie Headset- und Ansteck-Mikrofonen kommt daher üblicherweise die Kondensatortechnik zur Anwendung. Mikrofone, die **hohen mechanischen Belastungen** sowie einem **hohen Schalldruckpegel** ausgesetzt werden, sind im Allgemeinen in **dynamischer Bauweise** ausgeführt, weil die hier eingesetzte Mikrofonkapsel mechanisch weit robuster ist als eine Kapsel in Kondensatorbauweise. Dynamische Mikrofone kommen vor allem als **handgehaltene Mikrofone** zum Einsatz.

Kondensatorkapseln werden hingegen wegen ihren **besonders kleinen Abmessungen** immer häufiger auch bei Schwanenhalsmikrofonen verwendet. Das optische Erscheinungsbild ist hier ein wesentliches Auswahlkriterium. Dabei ist zu beachten, dass Kondensatormikrofone mit einer Speisespannung versorgt werden müssen: Dies erfolgt meist über **Phantomspeisung** vom Mischpult über das Mikrofonkabel. Dynamische Mikrofone kommen hingegen ohne diese Speisespannung aus.

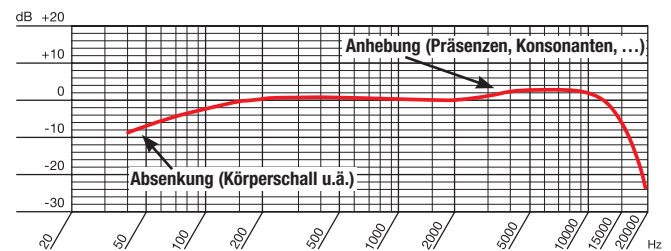
Kondensatormikrofone kommen oft **für die Abnahme von leisen Schallquellen** zum Einsatz. Sie verfügen über eine **höhere Empfindlichkeit** und sind damit bei gleicher Verstärkung **lauter** als ein dynamisches Mikrofon.

Die Empfindlichkeit ergibt sich aus der Ausgangsspannung des Mikrofons bei einem bestimmten Schalldruck (mV/Pa). Ein empfindliches Mikrofon ist also lauter und benötigt weniger Verstärkung im Mischpult oder Verstärker. Dadurch verursachen empfindliche Mikrofone auch **weniger Rauschen**.

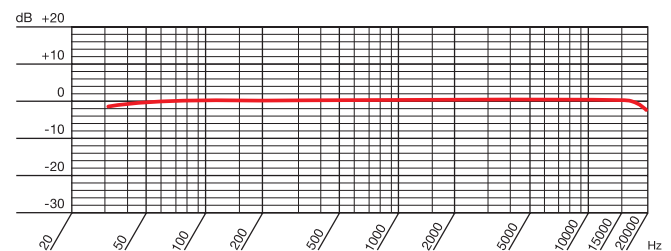
Mikrofone sind im Regelfall nicht für alle Frequenzen gleich empfindlich. Der Frequenzgang zeigt den Zusammenhang zwischen Empfindlichkeit und Tonhöhe des Signals. Im Idealfall wäre ein Mikrofon für das gesamte Frequenzspektrum gleich empfindlich. In der Praxis gibt es allerdings physikalische Grenzen.

Bei der Abnahme von Sprache mit den heutigen hochqualitativen Mikrofonen (Kondensator wie dynamisch) sind diese Grenzen (im obersten und untersten Frequenzbereich) irrelevant. Denn diese liegen außerhalb des Frequenzspektrums der menschlichen Stimme.

In manchen Fällen ist es sogar von Vorteil, wenn ein Mikrofon keinen nahezu linearen Frequenzgang aufweist: So wird eine **Optimierung des Frequenzganges** vorgenommen, um gewisse Bereiche im Frequenzspektrum bewusst zu senken oder andere gezielt anzuheben. Die Hauptinformation eines Sprachsignals liegt im Bereich von 300 Hz bis 3.200 Hz. In diesem Bereich verhalten sich Mikrofone meist linear. Die für die **Sprachverständlichkeit** notwendigen Konsonanten bewegen sich innerhalb des Frequenzbereichs von 2,5 kHz bis 15 kHz. Deshalb wird bei sprachoptimierten Mikrofonen die Empfindlichkeit für diese Frequenzen gezielt erhöht.



Sprachoptimierter Frequenzgang



Extrem linearer Frequenzgang

Die Empfindlichkeit von Mikrofonen ist nicht für alle Richtungen gleich (*siehe das Thema „Polardiagramme“ weiter unten*). Seitliches Besprechen eines Mikrofons dämpft die oberen Frequenzbereiche, die für die Sprachverständlichkeit und Präsenz der Stimme besonders wichtig sind. Deshalb sind bei Mikrofonen, die von ungeschulten Rednern oft von der Seite besprochen werden, Überhöhungen dieses Frequenzbereichs besonders hilfreich. Natürlich haben auch extrem linear abgestimmte Mikrofone ihre Einsatzbereiche: Je geschulter ein Sprecher ist, desto linearer sollte der Frequenzgang eines Mikrofons sein.

Weiters kann der Frequenzgang so gestaltet werden, dass die **Übertragung von Körperschall und Handgeräuschen im Bereich der tiefen Frequenzen stark reduziert wird**. Durch diese Maßnahme lassen sich auch störende **Poppgeräusche** (explosive Laute mit großen Frequenzanteilen unter 150 Hz) gut reduzieren. Besonders für Mikrofone mit Richtwirkung ist solch eine Absenkung notwendig, da bei diesen der „**Nahbesprechungseffekt**“ eintritt. Bei der Annäherung des Mundes zum Mikrofon kommt es besonders in den tiefen Frequenzen zu einer starken Pegelanhebung. Geübte Sprecher oder Sänger verwenden diesen Effekt, um ihrer Stimme mehr Charakter zu verleihen. Leider erhöhen sich dadurch auch die Poppgeräusche. In der Praxis empfiehlt es sich daher, den unteren Frequenzbereich durch einen – meist im Vorverstärker des Mikrofons eingebauten – Filter zu reduzieren (Trittschallfilter).





Die Wahl der richtigen Richtcharakteristik entscheidet oft über die Gesamtperformance einer Beschallungsanlage. Das Polardiagramm gibt Auskunft über die **Richtwirkung eines Mikrofons**. Diese funktioniert praktisch so wie das Anlegen der Handfläche an das Ohr. Der Schall aus bestimmten Richtungen wird abgeschirmt und aus anderen Richtungen bevorzugt aufgenommen.

Somit werden zwei Vorteile erzielt: **Die Richtcharakteristik** nimmt das **Nutzsignal** (Sprache) bevorzugt auf und unterdrückt die Abnahme des Störsignals aus der Umgebung des Sprechers. Dadurch wird die Gefahr von **Rückkopplungen minimiert** und die **Sprachverständlichkeit verbessert**.

Beim Polardiagramm für eine **nierenförmige Richtcharakteristik** ist deutlich zu sehen, aus welcher Richtung der Schall bevorzugt aufgenommen wird (0°) und aus welcher Richtung Schall mehr oder weniger gedämpft wird (180°). Ein derartiges Mikrofon wird bevorzugt in Situationen eingesetzt, wo sich eine **Störquelle oder der Lautsprecher unmittelbar gegenüber dem Sprecher** befinden. Die Hyperniere hat ihre größte Dämpfung bei ca. 125° – ein guter Winkel, um Reflexionen nicht aufzunehmen, die zum Beispiel vom Boden oder der Tischplatte kommen.

Die **Hyperniere** ist neben einem Richtrohr (Keule) die **Richtcharakteristik mit der größten Front-/Rück-Dämpfung** (Bündelungsmaß). Im Verhältnis zu einer Kugelcharakteristik nimmt die Hyperniere **vielmehr Nutzsoll** als Umgebungsgeräusche auf. Somit wird sie bevorzugt in Räumen mit hohen Störgeräuschen eingesetzt. Das Diagramm rechts oben zeigt einen Vergleich der unterschiedlichen Richtcharakteristiken.

In der Praxis ist die **Richtwirkung nicht für alle Frequenzen gleich ausgeprägt**: In den höheren Frequenzbereichen wirkt sie stärker als bei den

CHARAKTERISTIK	KUGEL	NIERE	SUPER-NIERE	HYPER-NIERE
Polar-diagramm				
Maximale Dämpfungsrichtung	–	180°	120°	110°
Rückdämpfung (bez. auf 0°-Empfindlichkeit)	0	25 dB	12 dB	6 dB
Störgeräuschunterdrückung (bez. auf Kugelchar.)	100%	33%	27%	25%
Bündelungsgrad (bez. auf Kugelcharakter)	1	1.7	1.9	2

Bässen. Für die Planung einer Anlage ist dies insofern von Bedeutung, da tiefe Frequenzen mehr Umgebungsschall aufnehmen und somit eine Absenkung der tiefen Frequenzen sehr sinnvoll ist.

Neben den technischen Eigenschaften spielt für die Mikrofonauswahl auch die Bauform eine wichtige Rolle: Auch die beste Kondensatorkapsel hilft nichts, wenn das handgehaltene Mikrofon von einem nervösen Sprecher während der Präsentation als Zeigestab verwendet wird.

Im günstigsten Fall kommt es nur zu starken Lautstärke-Schwankungen, im schlimmsten Fall zeigt der Sprecher mit dem Mikro auf Lautsprecher oder Publikum und produziert das allseits gefürchtete Feedback-Pfeifen. Hier wäre der Einsatz eines **Ansteckmikrofons** oder **Headsets** die beste Alternative. Welches Mikrofon für welche Applikation die optimale Lösung darstellt, lässt sich durch gezieltes Hinterfragen der Anwendung recht einfach herausfinden.



Das **CK 77 WR** ist wegen seiner kugelförmigen Richtcharakteristik sehr klein und gegen Feuchtigkeit (Schweiß) und Körperschall besonders gut geschützt.



Das **CK 55** mit nierenförmiger Richtcharakteristik ist deutlich größer als das CK 77 WR, da gerichtete Mikrofone immer etwas größer in der Bauform gefertigt werden müssen.



Das Headset **HC 577** bietet höchste Übertragungsqualität durch den besonders knappen Besprechungsabstand zwischen Mikrofon und Schallquelle.

Für **mobile Anwendungen** (Sprecher bewegt sich im Raum) ist die Verwendung eines Funksenders die beste Lösung. Statt an ein Kabel wird das Mikrofon hier an eine Funkübertragungsstrecke „angesteckt“. Beim Handmikrofon ist der Sender direkt im Mikrofon eingebaut: Dies ist dann praktisch, wenn das Mikrofon durch das Publikum gereicht werden soll. Bei Ansteckmikrofonen oder Headsets kommt hingegen ein Taschensender zum Einsatz.

Je näher sich das Mikrofon beim Mund befindet, desto weniger empfindlich ist es für Rückkopplungen. Der **Einsatz von Headsets** minimiert außerdem das Entstehen von Handgriffgeräuschen und verhindert schwankende akustische Pegel durch eine **konstante Distanz zwischen Kapsel und Schallquelle**. Daher kommen Headsets auch bei TV-Talk-Shows immer öfter zum Einsatz. Falls Headsets aus optischen Gründen unerwünscht sind, ist ein Ansteckmikrofon mit Richtwirkung (Niere) die zweitbeste Wahl.

Durch die Auswahl verschiedener Längen und dem flexiblen Gelenk lässt sich der Schwanenhals an jeder Sprecherposition optimal anpassen.



Grenzflächenmikrofone eignen sich für den unauffälligen mobilen Einsatz sowie als Fixinstallation.



Für Anwendungen mit vielen wechselnden Sprechern sowie einem fixen Mikrofonplatz (zum Beispiel Rednerpult) sind **Schwanenhalsmikrofone** besonders gut geeignet: Hier sieht der Redner, wo hineingesprochen werden muss. Außerdem ist das Mikrofon im Regelfall nahe genug beim Mund, um eine gute Sprachverständlichkeit zu gewährleisten. Durch die Wahl eines Mikrofons mit **geeigneter Richtcharakteristik** kann die Verständlichkeit und das „Gain before Feedback“ (maximale Verstärkung vor Einsetzen der Rückkopplung) nochmals optimiert werden.

Schwanenhalsmikrofone gibt es in unterschiedlichen Längen. So wird gewährleistet, dass der Redner in einer angenehmen Position und idealem Abstand vor dem Mikrofon steht (oder sitzt). Sie sind in unterschiedlichen Farben erhältlich und dadurch leicht an die architektonischen Vorgaben adaptierbar. Verschiedene Montagemöglichkeiten sorgen für eine gute Körperschallentkopplung (beispielsweise beim Einbau in ein Möbelstück). Es gibt auch Schwanenhalsmikrofone in mobilen Ausführungen für den schnellen Auf- und Abbau.

In manchen Fällen ist es erwünscht, dass das Mikrofon optisch gar nicht wahrgenommen werden kann. Hier kann als Alternative zum Schwanenhalsmikrofon (z.B. in ein Rednerpult) ein **Grenzflächenmikrofon** unauffällig **eingebaut** werden. Grenzflächenmikrofone können nahezu unsichtbar am oder in einem Tisch angebracht werden und nehmen alle **Signale oberhalb der „Grenzfläche“** (in diesem Fall der Tischplatte) **in annähernd halbkugelförmiger Richtwirkung** auf. Beim Einbau dieser Mikrofone ist zu beachten, dass die umgebende Fläche groß genug ist, um die untere Grenzfrequenz zu gewährleisten.

Praktisch gesehen unterscheiden sich Grenzflächenmikrofone von Schwanenhalsmikrofonen durch eine höhere Empfindlichkeit gegenüber Störgeräuschen auf der Tischplatte (Klopfen, Rascheln mit Unterlagen, ...) sowie die größere Entfernung der Kapsel zur Nutzschallquelle. Oft werden auch Unterlagen auf ein Grenzflächenmikrofon gelegt, wodurch seine Funktion erheblich eingeschränkt wird. Speziell in Raumbereichen, die von Lautsprechern beschallt werden, ist der Einsatz von Grenzflächenmikrofonen aufgrund der erhöhten Feedbackgefahr nur sehr eingeschränkt zu empfehlen. Eine exakte akustische Planung ist hier unverzichtbar, wobei gegebenenfalls auf spezielle Grenzflächenmikrofone mit bevorzugter Einsprechrichtung ausgewichen werden kann.

Selbst kaum sichtbare Grenzflächenmikrofone werden manchmal noch als zu auffällig empfunden oder die baulichen Maßnahmen erlauben es nicht, die Verkabelung zu den „Rednerplätzen“ zu verlegen. Hier kann auf **Hängemikrofone** oder in die Decke eingebaute Grenzflächenmikrofone zurückgegriffen werden (**Overhead-Mikrofonie**).



Hängemikrofone **HM 1000** (Kugel) und **CHM 21** (Niere)

Diese Lösung kann allerdings aus akustischer Sicht niemals optimal gestaltet werden. Insbesondere beim Einsatz von Lautsprechern (meist an Wänden oder Decken montiert) sind diese oft näher beim Mikrofon als die eigentliche Schallquelle. Darüber hinaus sind alle anderen (Stör-)Schallquellen mindestens so nahe am Mikrofon wie die Nutzschallquelle. Aus Sicht einer ambitionierten Beschallungsanlage ist dies das Worst-Case-Szenario in punkto Feedback-Empfindlichkeit und Sprachverständlichkeit.

ZUSAMMENFASSUNG:

Für jede Situation das richtige Mikrofon:

- > Mikrofone gibt es in den **unterschiedlichsten Ausführungen**, Bauformen und Designs.
- > Als **elektroakustische Wandler** übersetzen sie Schallwellen in elektrische Signale.
- > Es gibt zwei Grundtypen: **Dynamische Mikrofone** und (Elektret-) **Kondensator-Mikrofone**.
- > Dynamische Mikrofone sind weit **robuster** als Kondensator-Mikrofone – diese sind hingegen **kleiner** und werden als Headsets, Ansteck- oder Schwanenhalsmikros verwendet.
- > Kondensator-Mikrofone benötigen eine **Speisespannung**, dynamische kommen ohne diese aus.

Durch die **Wahl der Richtcharakteristik** kann Schall aus bestimmten Richtungen **abgeschirmt** und aus anderen Richtungen **bevorzugt aufgenommen** werden:

- **Niere:** Bei Störschallquelle oder wenn der Lautsprecher gegenüber dem Sprecher ist.
- **Hyperniere:** Bei Störschall von unten (Boden, Rednerpult, Tischplatte).
- **Superniere:** In Räumen mit hohen Störgeräuschen aus allen Richtungen.

- > Für **mobile Anwendungen** ist die **Verwendung eines Funksenders** die beste Lösung.
- > **Headsets** garantieren einen konstanten Pegel, **Ansteckmikros** minimieren Handgriffgeräusche.
- > Für **wechselnde Sprecher** an einem fixen Mikrofonplatz sind **Schwanenhalsmikrofone** eine gute Wahl – diese gibt es in unterschiedlichen Längen.
- > Soll **kein Mikrofon zu sehen** sein, können **Grenzflächenmikrofone** eingebaut werden. Diese sind allerdings ebenso wie Hängemikrofone **anfälliger für Störgeräusche**.

Intelligente Signalverarbeitung

Automatisierte Lösungen sind heute Standard

Wie wichtig es ist, ein **Audiosignal** schon an der Quelle möglichst **direkt und unverfälscht** abzunehmen, wurde in den beiden vorigen Abschnitten ausführlich behandelt. Nun widmen wir uns dem Thema der **Signalverarbeitung**, wo **intelligente Systeme** heute zu den **Standardlösungen** zählen. Abhängig von der Art der Anwendung, können die Mikrofonsignale drahtlos und kabelgebunden an die Mischer weitergeleitet und dort verarbeitet werden.

Funkmikrofon-Anlagen:

Funkmikrofon-Anlagen werden dann benötigt, wenn verkabelte Mikrofone aus optischen oder praktischen Gründen nicht zum Einsatz kommen können. Hier werden Lavalier- oder Headset-Mikrofone eingesetzt, die nur **in Verbindung mit einem Funksender** verwendet werden können. Die Verwendung eines kabelgebunden Mikrofons wird ebenso nicht empfohlen, wenn ein Mikrofon zwischen Rednern oder im Publikum weitergereicht werden soll.

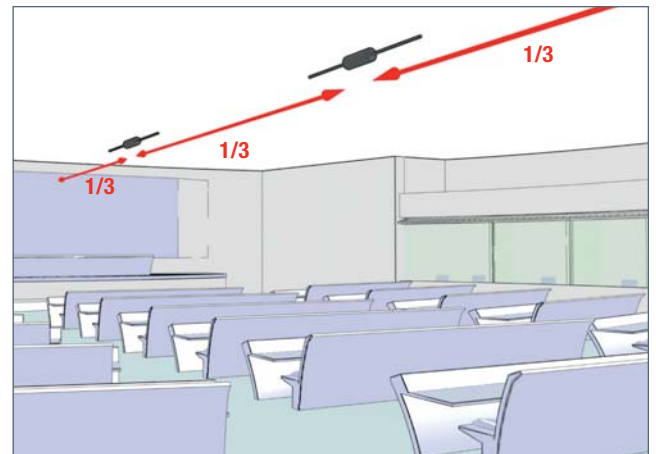
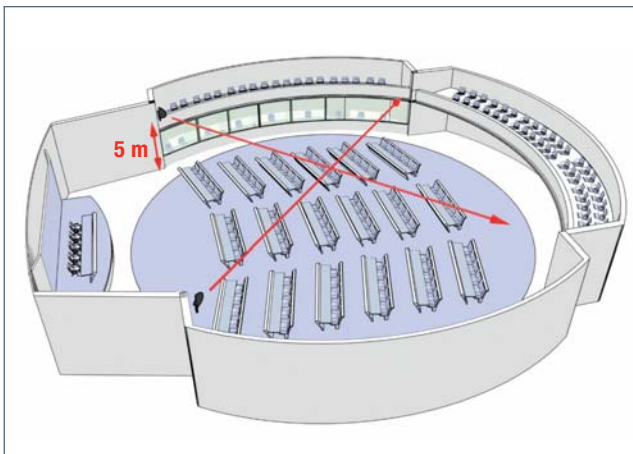
Generell bestehen Funkmikrofon-Systeme immer aus mindestens einem Sender und einem Empfänger. Bei mehreren gemeinsam zu betreibenden Funkmikrofonen ist zu beachten, dass **jeder Sender** einen eigenen **Empfänger mit der passenden Frequenz** benötigt. Dieser Sender kann als Handmikrofon oder als Taschensender ausgeführt sein. An einen Taschensender können unterschiedliche Mikrofon-Typen angesteckt werden. Beim Handsender stehen eine dynamische oder eine Kondensator-Kapsel und unterschiedliche Richtcharakteristiken zur Auswahl.

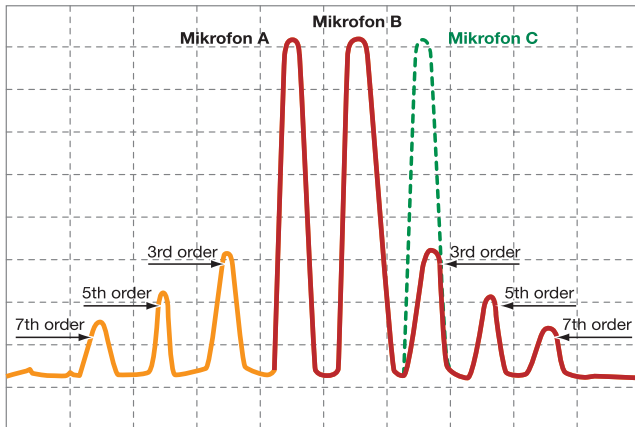
Die Auswahlkriterien bezüglich Mikrofon-Typ und Richtcharakteristik unterscheiden sich beim Einsatz einer Funkanlage nicht von der Wahl der verkabelten Variante. Lediglich der erhöhten Mobilität des Sprechers muss Rechnung getragen werden. Da sich der **Sprecher im Raum frei bewegen** kann, besteht natürlich die **Gefahr**, dass er sich in den **Abstrahlbereich von Lautsprechern** oder anderen Störquellen begibt. Hier kann mit der Wahl der entsprechenden **Richtcharakteristik** der Gefahr von Rückkopplungen (Feedback) vorgebeugt werden.

Es gibt Funkmikrofone mit analoger oder digitaler Übertragungstechnik. Moderne digitale Systeme verfügen über eine **digitale Verschlüsselung**, die eine **hohe Abhörsicherheit** gewährleisten (Funkwellen können Wände durchdringen und ein unverschlüsseltes Signal könnte so von einem Empfänger außerhalb des Raumes mitgehört werden). Speziell im Konferenzbereich ist die Verschlüsselung von hoher Bedeutung. Digitale Systeme bieten weiters klare Vorteile bezüglich Audioqualität und Übertragungssicherheit.

Die **Antenne ist das „Ohr“ eines Funksystems**. Entsprechend wichtig ist es, nicht nur die **Antenne richtig zu positionieren**, sondern auch jene Antenne auszuwählen, die dem **jeweiligen Einsatzzweck** am besten entspricht. Nicht jedes gesendete Signal kommt auch beim Empfänger gut an: **Reflexionen und Abschattungen** (zum Beispiel durch Metallgitter-Konstruktionen) **schwächen den Pegel des Funksignals** ab oder können es sogar gänzlich auslöschen (**Drop Outs**). Auch durch die Körper der anwesenden Personen kann das Signal gedämpft werden. Funkwellen verhalten sich ähnlich wie Lichtwellen, sie unterscheiden sich nur durch die Wellenlänge. Deshalb sollte darauf geachtet werden, dass immer eine **direkte Sichtverbindung zwischen Sender und Empfänger** besteht.

Weiters können Störungen durch **Interferenzen** und **Intermodulation** auftreten. Diese entstehen, sobald ein Drahtlos-Empfänger **gleichzeitig** von **mehreren HF-Signalen unterschiedlicher Frequenz** „bestrahlt“ wird. Interferenzen sind Störungen durch andere Quellen, wie zum Beispiel





Fernsehsender, Handys oder WLAN-Netze. Bei gleichzeitigem Einsatz **mehrerer Funkmikrofone** kann es aber auch zu systeminternen Störungen, so genannten **Intermodulationen** kommen.

Dies kann beim gleichzeitigen Einsatz mehrerer Funkmikrofone schwerwiegende Auswirkungen haben, da diese Intermodulationsprobleme mit der Anzahl der simultan verwendeten Funkmikrofone steigen. Durch Addition, Vervielfachung oder Subtraktion der von den Funksendern benötigten Frequenzen entstehen neue Frequenzprodukte, die auch die **Ursache für zusätzliche Störungen** darstellen. Für den störungsfreien Betrieb einer Funksystem-Mehrkanalanlage ist ein **kompetentes Frequenzmanagement**, wie es in allen AKG Funkmikrofon-Systemen integriert ist, **absolut notwendig**. Damit werden die gleichzeitig zum Einsatz kommenden Funkfrequenzen aufeinander abgestimmt.

(Detaillierte Informationen zu Frequenzmanagement sowie AKG Funkmikrofon-Systemen finden Sie unter www.ake.com sowie im kostenlosen Funkmikrofon-Planungshandbuch.)

Intermodulation

Beim gleichzeitigen Einsatz von mehreren Funkquellen entstehen Intermodulationsprodukte im Frequenzspektrum. Würde eine 3. Funkquelle (Mikrofon) zum Beispiel auf derselben Frequenz wie die Frequenz der Produkte der 3. Ordnung der Mikrofone A und B arbeiten, kommt es mit hoher Wahrscheinlichkeit zu Störungen bedingt durch Intermodulation. Deshalb ist es unbedingt notwendig, vor jeder Aufführung alle Funkfrequenzen zu prüfen, die zum Einsatz kommen sollen.

Dies kann mithilfe des Auto-Setup-Modus vollständig automatisiert ausgeführt werden.



DMS 700 – Digital Microphone System

ZUSAMMENFASSUNG:

Perfekte Übertragung per Funk

- > **Funkmikrofon-Systeme** bestehen aus **Sender** und **Empfänger**. Zwischen Sender und Empfänger sollte eine **direkte Sichtverbindung** bestehen.
- > Der Sender kann als **Handmikrofon** oder als **Taschensender** ausgeführt sein. An einen Taschensender können unterschiedliche **Mikrofon-Typen** angesteckt werden.
- > Beim **Handsender** stehen eine **dynamische oder Kondensator-Kapsel** und **unterschiedliche Richtcharakteristiken** zur Auswahl, um Rückkopplungen zu vermeiden.
- > Es gibt bei Funkmikrofonen **analoge und digitale Übertragungstechnik**. Digitale Verschlüsselung gewährleistet hohe **Abhörsicherheit**.
- > Für den **störungsfreien Betrieb** einer Funksystem-Mehrkanalanlage ist ein kompetentes **Frequenzmanagement absolut notwendig**.

Automatische Mikrofon-Mischer:

In „geführten“ Konferenzen sorgt der Vorsitzende der Konferenz, ein Techniker hinter einem Mischpult oder die intelligente Elektronik einer Konferenzanlage für eine **Begrenzung der gleichzeitig offenen Mikrofone**. In kleineren Anlagen fehlt dieses regulierende Element oft. Neben den akustischen Problemen, die durch zu viele gleichzeitig offene Mikrofone hervorgerufen werden, können sich bei ungeführten Besprechungen noch weitere unangenehme Effekte einstellen.

Die **Begrenzung der offenen Mikrofonkanäle** ist deshalb notwendig, da sich jedes zusätzlich eingeschaltete Mikrofon destabilisierend auf die Beschallungsanlage auswirkt: Die **Feedbackneigung steigt**, der Anteil der Störgeräusche erhöht sich um jeweils 3 dB. Würde eine unbegrenzte Anzahl an Sprechern gleichzeitig in ihr offenes Mikrofon sprechen, wäre die **Diskussion** klarerweise völlig **unverständlich**.

Durch den **Einsatz eines automatischen Mikrofon-Mischers** kann eine ganze Reihe von **Problemen vermieden** werden. So passiert es zum Beispiel häufig, dass ein Redner nach Beendigung seines Beitrags vergisst, sein Mikrofon zu deaktivieren (auch verfügen nicht alle Mikrofone über einen Ein-/Aus-Schalter). Ziemlich peinlich wirkt es auch, wenn der Sprecher vergisst, sein Mikrofon zu aktivieren, bevor er zu sprechen beginnt.

Ein **Automixer** funktioniert als „**elektronischer Schalter**“: Nur bei Erfüllung bestimmter Eingangs-Parameter wird das anliegende Mikrofonsignal zum Verstärker weitergeleitet. Ansonsten herrscht Stille. Auf diese Weise **differenziert** der Automixer zwischen **aktiven und inaktiven Mikrofonen**, er dreht die inaktiven Mikrofone ab (oder leiser) und **optimiert** so den **Gesamtpegel** der Anlage.

In seiner einfachsten Variante verfügt ein Automixer über ein **Noise Gate**. Dieses sorgt dafür, dass das Mikrofon-Signal erst bei Überschreitung einer bestimmten Lautstärke (Pegelgrenze), dem Threshold-Pegel, zum Ausgang durchgeschaltet wird. Dies ist sehr einfach und äußerst effektiv. Ohne zusätzliche Elektronik würden hier allerdings alle Mikrofone durchgeschaltet, bei denen das Signal diese Schwelle überschreitet. Im schlimmsten Fall würde in einem kleinen Raum ein lautes Lüftergeräusch ausreichen, um alle Mikrofone gleichzeitig einzuschalten. Diese würden dann das Störgeräusch laut übertragen, wodurch auch die Feedbackanfälligkeit des Systems augenblicklich stark ansteigen würde.

Soweit sollte es gar nicht kommen. Deshalb sind **gute Automixer** mit einem speziellen **NOM-Absenkungs-Algorithmus** (Number of Open Mics Limit) ausgestattet. Mit dieser NOM-Absenkung wird der **Pegel** der gleichzeitig offenen Mikros **automatisch so angepasst**, dass der **Gesamtpegel stabil** gehalten wird. So kann das System durchgehend ohne Feedback arbeiten.

Intelligente Mischer verfügen zusätzlich über einen Algorithmus, der nicht nur die Lautstärke, sondern auch den Signalverlauf beurteilt. Solch ein „**Noise Detect**“-Algorithmus kann feststellen, dass alle Mikrofone das gleiche



Hintergrund-Geräusch aufnehmen. Deshalb **schaltet** er nur jenes **Mikrofon durch**, das **wirklich gebraucht wird**. Mit einem ähnlichen Algorithmus kann bei einem Rednerpult mit mehreren Mikrofonen immer nur das direkt besprochene Mikrofon durchgeschaltet werden. Diese Funktion ist unter „**Best Mic On**“ bekannt und **verhindert** einen unerwünschten **Kammfilter-Effekt**.

Die „**Last Mic On**“-Funktion sorgt hingegen dafür, dass jeweils das letzte besprochene Mikrofon geöffnet bleibt, um etwas **Raumgeräusch** über die Lautsprecher **zuzulassen**. Dies wird **akustisch** als **angenehm empfunden** – im Gegensatz zu den ständig „atmenden“ Geräuschen durch Auf- und Abschalten der Mikrofone.

Noch eleganter arbeiten Automixer, die auf das komplette Ein-/Ausschalten der Mikrofone vollständig verzichten. Stattdessen dämpfen sie die Signale der inaktiven Mikrofone, so wird die Arbeitsweise des Mixers akustisch überhaupt nicht mehr wahrgenommen. In vielen Fällen können den Mikrofonen noch zusätzlich Prioritäten zugeschrieben werden: Beispielsweise, dass der Geschäftsführer immer sprechen darf. Moderne Automixer verfügen darüber hinaus auch über einfache Klangregelungseffekte.

ZUSAMMENFASSUNG:

Intelligente Elektronik für optimale Kommunikation

- > Die Anzahl offener Mikrofonkanäle muss begrenzt werden, um Feedback zu vermeiden. Der **automatische Mikrofon-Mischer** fungiert als **Regulator** beim Mikrofon-Management und optimiert den Gesamtpegel der Anlage.
- > Ein Automixer schaltet Mikrofone ab einer bestimmten Lautstärke über ein **Noise Gate** frei. Mittels **NOM-Absenkungs-Algorithmus** wird eine Aktivierung durch Störgeräusche vermieden und der **Gesamtpegel stabil** gehalten.
- > Der „**Noise Detect**“-Algorithmus schaltet nur jenes Mikrofon durch, das gebraucht wird und **verhindert** so einen unerwünschten **Kammfilter-Effekt**.
- > Die „**Last Mic On**“-Funktion sorgt dafür, dass ein Mikrofon geöffnet bleibt, um etwas Raumgeräusch zuzulassen. Moderne Automixer **dämpfen** Mikrofon-Signale und verfügen auch über einfache **Klangregelungseffekte**.

Leistungsstarke Konferenztechnik

Automixer, Konferenzenanlagen, Infrarot-Sprachverteilungsanlage

Automixer können viel mehr, als nur das Management der offenen Mikrofonkanäle bewerkstelligen. So kommen sie neben klassischen Diskussionsanwendungen auch in Rundfunk-Studios und für Multimedia-Anwendungen zum Einsatz. Durch das Zusammenschalten mehrerer Geräte (Kaskadieren) lässt sich die Anzahl der Mikrofonkanäle erweitern, meist aber werden sie einzeln als Stand-Alone-Mixer betrieben.

Höheren Bedienungskomfort und **ausgeklügelte Features** bieten Diskussionsanlagen: Diese hoch spezialisierten Systeme sind schon für einige wenige bis zu mehrere hunderte Mikrofone konfigurierbar. Dabei sind die **Mikrofone üblicherweise in die Sprechstelle integriert**; diese kann auch über **Lautsprecher** und **Voting-Tasten** verfügen. Die hoch spezialisierte Elektronik ist für die Diskussions-Anwendung optimiert und beinhaltet wie der Automixer die Funktionen Noise-Gate und NOM-Limit.

Professionelle Diskussionsanlagen können aber noch viel mehr: So werden die **Sprechstellen über Spezialkabel in Form von geschlossenen Ringen** oder über **mehrere Zweige** (Stichleitungen) zusammengeschaltet. Dies reduziert den Verkabelungsaufwand und **erhöht die Übertragungssicherheit**. Mobile Anlagen können so auch schneller auf- und abgebaut werden.

Die **Sprechstellen einer Diskussionsanlage** verfügen über ein Mikrofon in Form eines **Schwanenhalses** oder einer **Grenzfläche**. Die Auswahl des Mikrofon-Typs und der Richtcharakteristik erfolgt nach den planerischen Notwendigkeiten. Für die Planung von **mobilen Anwendungen** ist es wichtig, soviel Information wie möglich über die räumlichen Gegebenheiten in Erfahrung zu bringen. Viele Entscheidungen können trotzdem erst vor Ort getroffen werden, da die Möglichkeiten zur Aufstellung der Komponenten der Beschal-

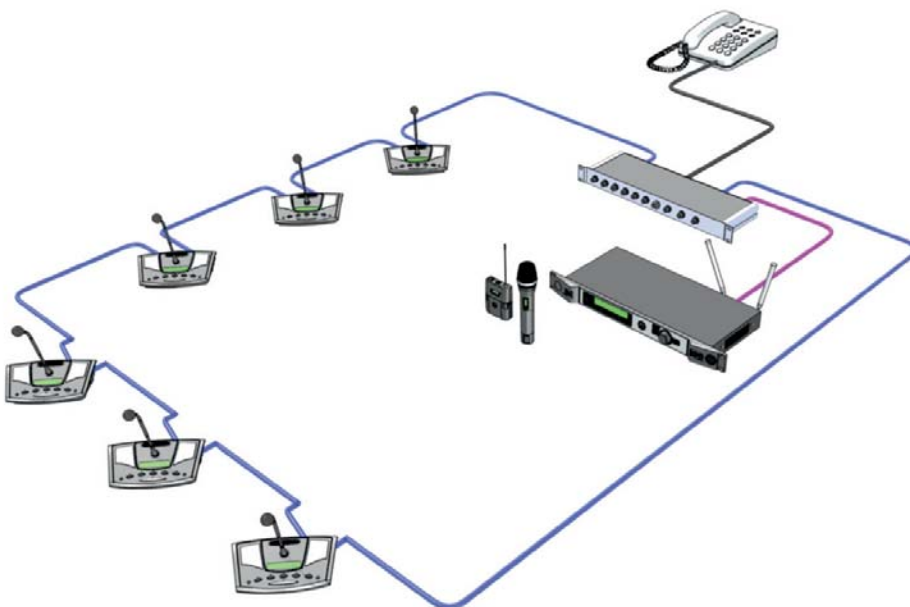
lungsanlage eingeschränkt sind. Hier sollte von vornherein **ausreichendes Equipment** vorbereitet werden.

Diskussionsanlagen, bei denen die **Länge des Schwanenhalses** sowie die **Richtcharakteristik der Mikrofone frei wählbar** sind, bieten **erhebliche Vorteile**: Diese lassen sich im Falle von akustischen Schwierigkeiten noch schnell austauschen. Ein in den Sprechstellen eingebauter Lautsprecher bringt neben dem Kostenvorteil auch einen akustischen Vorteil: So kann auf externe Lautsprecher verzichtet werden und es muss bei der Planung keine besondere Rücksicht auf die Lautsprecher-Positionierung und damit auf die Feedback-Problematik genommen werden. Bei mobilen Anlagen bieten die integrierten Lautsprecher noch dazu den Vorteil, dass die Anlage extrem schnell zusammengestellt werden kann.

Ein weiterer wichtiger Punkt beim Betrieb von Diskussionsanlagen ist die zu erwartende **„Mikrofon-Disziplin“ der Konferenzteilnehmer**. Je mehr Sprecher sich an der ungeführten Diskussion beteiligen, desto unübersichtlicher kann die Diskussion ablaufen. Für den Fall, dass mehrere Teilnehmer gleichzeitig sprechen und dabei die anderen übertönen wollen, ist die **Begrenzung der offenen Mikrofone** (NOM Numbers of Open Microphones) **unbedingt notwendig**. Anders als beim Automixer wird hier nicht der Pegel abgesenkt, sondern kein zusätzliches Mikrofon mehr aufgeschaltet, sobald das gewünschte Limit an offenen Mikrofonen erreicht ist.

Der Automatik-Modus ist heutzutage für kleinere Diskussionsanlagen Standard. Hier kann an der Zentraleinheit die Anzahl der gleichzeitig offenen Mikrofone (NOM) eingestellt werden. Die Teilnehmer können ihre Mikrofone über eine Taste auf der Sprechstelle selbst einschalten, solange das NOM-Limit noch nicht erreicht wurde. Nach Erreichen des Limits werden weitere Teilnehmer in eine Warteliste aufgenommen und das Mikrofon automatisch aufgeschaltet, sobald ein anderer Teilnehmer sein Mikrofon abschaltet.

Gut ausgestattete Sprechstellen verfügen über eine **Priorität-Funktion**: Die Mikrofone dieser Sprechstellen können immer – auch über das NOM-Limit hinaus – aufgeschaltet werden. Von solchen (Präsidenten-)Sprechstellen können auch alle anderen Mikrofone ausgeschaltet werden. Die Zuteilung der Sprechberechtigungen kann auch durch einen Vorsitzenden oder Techniker verwaltet werden. Bei derartigen Anwendungen können sich die Teilnehmer mit einer Taste der Sprechstelle anmelden; der Diskussionsleiter erteilt oder entzieht ihnen das Wort. So wird gewährleistet, dass nicht mehr Teilnehmer als erwünscht gleichzeitig sprechen.



Konferenzanlagen:

Bei größeren internationalen Veranstaltungen kommen **Konferenzanlagen** zum Einsatz. Diese sind **Diskussionsanlagen mit erweiterter Funktionalität**, wie **Protokollierungs- und Abstimmungsfunktionen**. Sie werden über einen **PC gesteuert**, der auch eine Datenbank sämtlicher Delegierten verwaltet. So können sehr komfortabel Rednerlisten erstellt, Abstimmungen durchgeführt und die gesamte Konferenz auch protokolliert werden.

Wenn mehrere hundert Delegierte aus den verschiedensten Ländern zu einer Konferenz zusammenkommen, werden **simultane Übersetzungen** benötigt. Hier erfüllt die Konferenzanlage neben der Diskussionsverwaltung auch die Funktion einer **Dolmetscheranlage**. Im Optimalfall ist die Dolmetscheranlage **in die Konferenzanlage integriert** und **exakt auf die Bedürfnisse** der Übersetzer **zugeschnitten**.

Dolmetscher können wählen, ob sie die **Originalsprache eines Delegierten** (FLOOR-Sprache) oder den **Sprachkanal eines anderen Dolmetschers** (RELAIS-Sprache) hören wollen. Wird die Originalsprache nur von einem einzigen Dolmetscher verstanden, so müssen alle anderen Dolmetscher automatisch dessen Übersetzung empfangen. Die **sorgfältige Planung der**

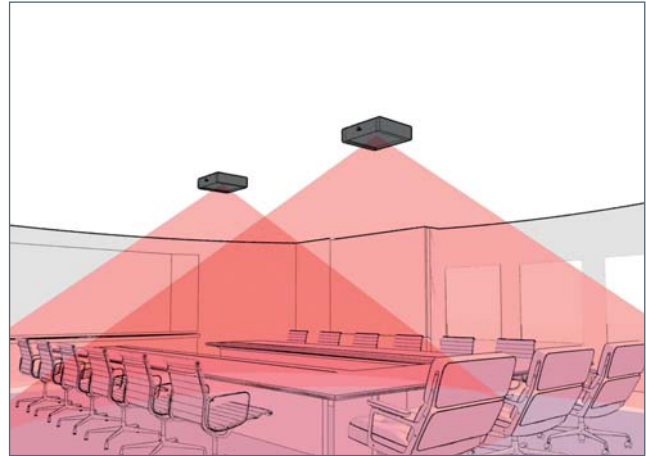
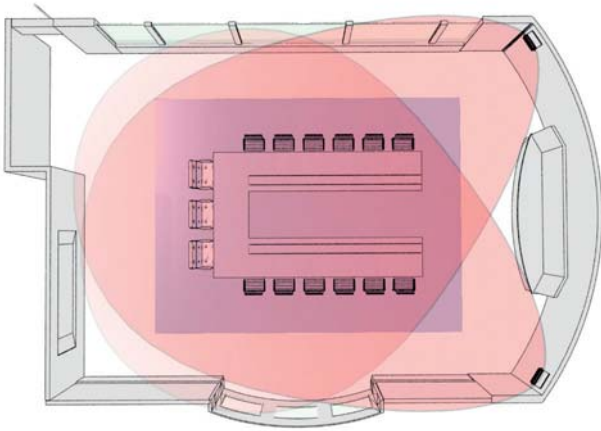
benötigten Sprachkanäle ist daher eine **Grundvoraussetzung für** das klaglose **Funktionieren einer Konferenz-/Dolmetscheranlage**.

Die Aufgabe eines Konferenzdolmetschers ist sehr anstrengend und verantwortungsvoll. Deshalb sollte die benötigte Technik seine Arbeit unterstützen, ohne seine Aufmerksamkeit zusätzlich zu beanspruchen.

Mit Hilfe einer **Sprachverteilungsanlage** werden die Übersetzungen der Dolmetscher zu den Delegierten weitergeleitet. Derartige Konferenzanlagen werden auch zur Unterstützung von Personen mit eingeschränktem Hörvermögen eingesetzt. Das **Signal** kann dabei **über Verkabelung, Induktionsschleifen, Infrarot oder Funk verteilt werden**. Aufwändiger in der Installation sind fix verkabelte Anlagen bzw. Anlagen mit Induktionsschleifen. Da diese auch die Mobilität der Delegierten einschränken, wird bei modernen Konferenzanlagen Infrarot- oder Funkübertragung bevorzugt.

Besonders praktisch ist der in die Sprechstelle integrierte Empfang der Dolmetscherkanäle. Dieser ermöglicht dem Delegierten die freie Auswahl der Übersetzung und das Abhören der Sprache über Kopfhörer.





Infrarot-Sprachverteilungsanlagen:

Infrarot-Sprachverteilungsanlagen gewähren den **Delegierten volle Mobilität im Konferenzraum**. Diese Anlagen können auch **besonders schnell auf- und abgebaut** werden – das macht sich im Konferenzalltag schnell bezahlt!

Im Gegensatz zu Funkanlagen können die **Signale einer IR-Anlage** einen geschlossenen Konferenzraum nicht verlassen. Sofern keine Fenster oder Türen im Konferenzbereich geöffnet sind, kann das Signal **nicht abgehört** werden.

IR-Anlagen benötigen **keine Funkzulassungen**, auch Störungen durch andere Funksender wie Mobiltelefone sind auszuschließen. Hingegen können starke Sonneneinstrahlung, gedimmte Leuchtstoffröhren, Energiesparlampen oder Blitzlichter die Übertragungsqualität beeinträchtigen. Deshalb muss

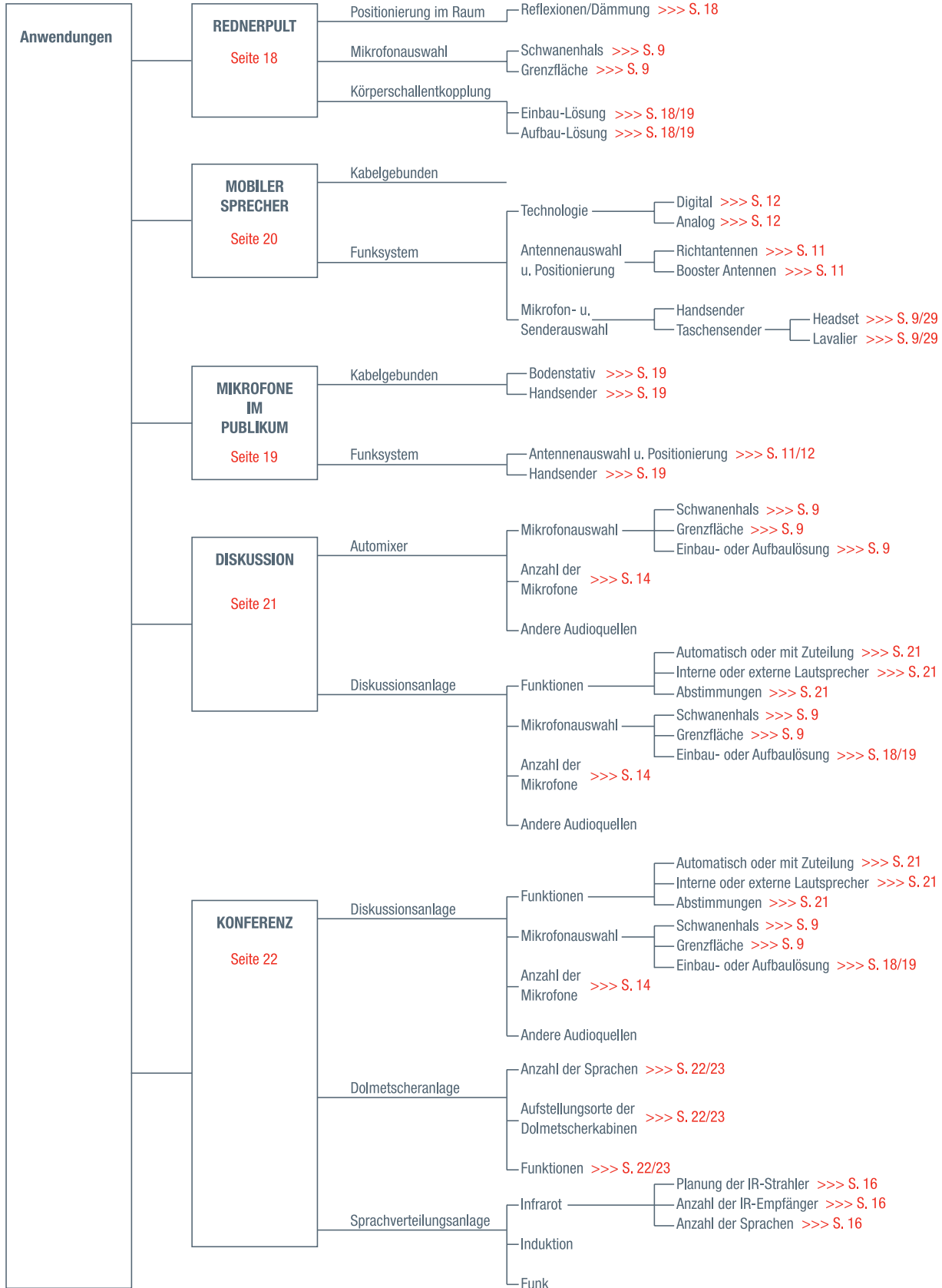
besonderes Augenmerk auf andere Lichtquellen (Störlicht) gelegt werden. Infrarot-Anlagen bestehen aus einer Zentraleinheit. Diese moduliert die von den Dolmetschern kommenden Signale und leitet sie in die richtigen Sprachkanäle weiter. Über Koax-Kabelverbindungen wird dieses Signal an die IR-Sender übermittelt und von ihnen mittels Infrarot-Dioden in den Raum gestrahlt. Über einen mobilen, batteriebetriebenen Empfänger können die Delegierten und das Publikum die gewünschte Sprache auswählen und über Kopfhörer abhören. Bei der **Planung einer IR-Anlage** ist darauf zu achten, dass der **Konferenzraum ausreichend mit infrarotem Licht (Nutzlicht) versorgt** wird. Um dieses Ziel zu erreichen, muss man Abstrahlwinkel und Reichweite des IR-Systems kennen. Nach dem Studium der technischen Daten lässt sich die notwendige Anzahl der Infrarot-Sender grafisch darstellen.

ZUSAMMENFASSUNG:

Ausgeklügelte Technik hilft der Verständigung

- > Professionelle **Diskussionsanlagen sind hoch spezialisierte Systeme** und bieten hohen **Bedienungskomfort**. Sie sind für hunderte von Mikrofonen konfigurierbar. Über Spezialkabel werden Sprechstellen in Form von geschlossenen Ringen oder über mehrere Zweige (Stichleitungen) zusammengeschaltet, um die **Übertragungssicherheit** zu erhöhen.
- > Die **Sprechstellen** verfügen über **Schwanenhals- oder Grenzflächen-Mikrofone**, deren Richtcharakteristik frei wählbar ist. **Eingebaute Lautsprecher** sind kostengünstig und weniger anfällig für Feedback.
- > Beim **Automatik-Modus** wird die Anzahl der gleichzeitig offenen Mikrofone (NOM) zentral eingestellt. Über die **Priorität-Funktion** können bestimmte Mikrofone immer aufgeschaltet und alle anderen ausgeschaltet werden.
- > **Konferenzanlagen** sind Diskussionsanlagen mit erweiterter Funktionalität, wie **Protokollierungs- und Abstimmungsfunktionen**. Sie werden über einen PC gesteuert, der auch eine **Datenbank** sämtlicher Delegierten verwaltet.
- > Die Konferenzanlage kann auch als **Dolmetscheranlage** dienen. Die Dolmetscher können zwischen **verschiedenen Sprachkanälen** wählen. Die Übersetzungen werden über eine **Sprachverteilungsanlage** zu den Delegierten weitergeleitet.
- > Das Signal kann über **Verkabelung, Induktionsschleifen, Infrarot oder Funk** verteilt werden. Moderne Konferenzanlagen verwenden bevorzugt **Infrarot- oder Funkübertragung**.
- > **Infrarot-Sprachverteilungsanlagen** benötigen keine Funkzulassungen, sind weniger störungsanfällig, abhörsicher und gewähren volle Mobilität. Ihre Signale gehen über Koax-Kabelverbindungen an die Sender und werden mittels Infrarot-Dioden abgestrahlt.

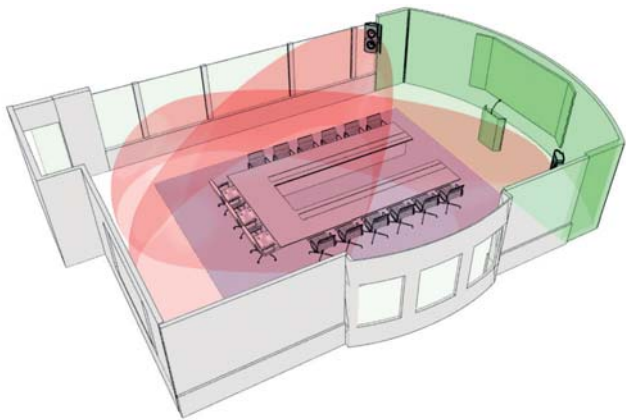
Für die Planung von praktischen Anwendungen bietet diese Übersicht eine Orientierungshilfe:



Anwendungen:

Rednerpult

Beschallungsanlagen mit Rednerpulten sind **leicht planbar** und **einfach einzusetzen**. Die Positionen von Rednerpult und Lautsprechern sind bekannt und verändern sich normalerweise während der Veranstaltung nicht (im Gegensatz zu einem Redner mit Funkmikrofon). Das Risiko eines überraschenden Feedbackproblems wird dadurch minimiert.



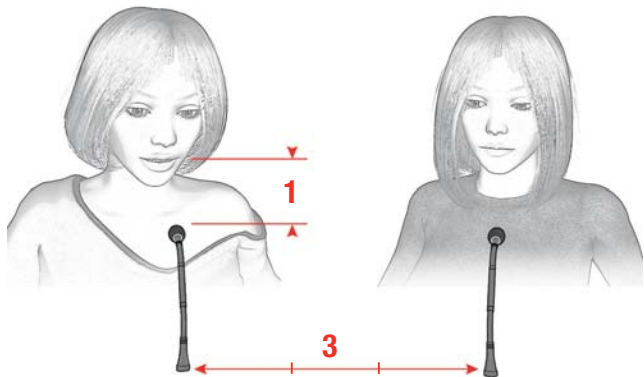
Für eine **perfekte Sprachverständlichkeit** müssen folgende Punkte beachtet werden: Die **Lautsprecher** dürfen **niemals** so positioniert sein, dass sie direkt **ins Mikrofon** strahlen. Das Rednerpult sollte nicht vor stark reflektierenden Flächen (Fenster, Betonwände) aufgestellt werden, um **Reflexionen zu vermeiden**, die eine Feedback-Schleife auslösen könnten. Eine **gepolsterte Wand ist als Hintergrund** weit besser geeignet. Die Mikrofone werden auf das Rednerpult gestellt oder sie sind sogar fix installiert. In beiden Fällen muss auf gute **Körperschallisolierung** geachtet werden, da sonst jede Berührung des Rednerpults (besonders Klopfgeräusche) über das Mikrofon-Gehäuse aufgenommen und über die Anlage wiedergegeben wird.

Für den Fix-Einbau von Mikrofonen in Rednerpulte wird eine breite Palette von Lösungen angeboten. Die **richtige Gummimischung des Dämpfungselements** ist besonders wichtig: Zu geringe innere Dämpfung bei Tischstativ oder Einbau **entkoppelt die Schallübertragung** nicht ausreichend. Abgesehen von der Körperschall-Entkopplung ist auch auf die direkte Übertragung von Störgeräuschen – wie das Rascheln mit Unterlagen – zu vermeiden. Dies erfolgt durch den gezielten Einsatz von Mikrofonen mit Richtcharakteristik.

Bei Rednerpulten werden zwei Mikrofon-Bauformen verwendet: **Grenzflächenmikrofone** und **Schwanenhalsmikrofone**. Erstere zeichnen sich durch eine **extrem diskrete Optik** aus und können **nahezu unsichtbar** in ein Rednerpult eingebaut werden. Die Planung aus optischen Gesichtspunkten schafft jedoch akustische Probleme: Da die Grenzfläche das Rednerpult selbst ist, werden Störgeräusche – wie Blättern in den Unterlagen – besonders stark übertragen. Auch ist der Mund des Sprechers relativ weit vom Mikrofon entfernt, die Arbeitsunterlagen hingegen befinden sich unmittelbar neben oder im schlimmsten Fall sogar auf dem Mikrofon. Ein **Schwanenhalsmikrofon** bringt für den Einsatz

bei Rednerpulten erhebliche Vorteile: Das Mikrofon befindet sich **nahe beim Mund** und auch ein ungeübter Sprecher sieht auf den ersten Blick, wo sich das Mikrofon befindet. Dieser Vorteil darf nicht unterschätzt werden, da die meisten Redner keine besondere Erfahrung im Umgang mit Mikrofonen haben und daher nicht wissen, in welche Richtung sie sprechen sollen. Auch ermöglicht der adjustierbare Schwanenhals eine **exaktere Positionierung**, durch Mikrofone mit **starker Richtwirkung** wird der **Nutzschall-Anteil** noch **weiter erhöht**.

Manche Redner bewegen beim Vortrag den Kopf stark hin und her: Es wird immer wieder versucht, dies durch die Aufstellung von **zwei Mikrofonen in geringem Abstand** zueinander zu kompensieren. Dies sollte jedoch **tunlichst unterlassen** werden, weil dadurch eine Reihe von Problemen auftreten: Die Mikrofone sind in diesem Fall vom Redner ungefähr so weit entfernt wie zueinander. Da der Redner so gut wie nie exakt in der Mitte beider Mikrofone steht, kommt der Schall leicht zeitversetzt – jedoch mit nahezu gleichem Pegel – bei den beiden Mikros an. Dies führt im Mischpult zu teilweisen **Auslöschungen im Audiosignal** – dem sogenannten **Kammfiltereffekt**. Besonders ausgeprägt ist dieser im Bereich von 1 bis 2 kHz (8 bis 15 cm Wegunterschied). Das führt im Sprachbereich zu einem hohlen Klangbild, beeinflusst die Verständlichkeit negativ und erhöht die Feedbackneigung der Anlage deutlich.



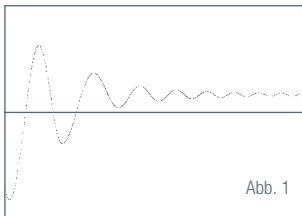
Zur Vermeidung dieser Störungen gibt es zwei Optionen: Soll tatsächlich der Aufnahmebereich (wegen Kopfbewegungen) erweitert werden, so muss der **3:1-Regel** Rechnung getragen werden. Diese besagt, dass zwei benachbarte Mikrofone mindestens drei Mal soweit voneinander entfernt sein müssen, wie die Schallquelle zu einem der beiden Mikrofone. Dies **gilt auch für Diskussionsanlagen**, deren Sprechstellen in **engem Abstand** zueinander platziert sind.

Werden hingegen zwei Mikrofone verwendet, um **Ausfallsicherheit** (Redundanz) zu gewährleisten, sollten die **Mikrofonkapseln** so nahe wie möglich beieinander – **optimalerweise übereinander** – befestigt werden. So reduzieren sich die unerwünschten Kammfiltereffekte auf den extrem hochfrequenten Bereich, wo sie nicht mehr wahrgenommen werden. Auf jeden Fall gilt: Bei zwei Mikrofonen sollte ein **Automixer verwendet** werden – die bessere Lösung ist jedoch ein einziges **gerichtetes Schwanenhalsmikrofon**.

Mikrofonabnahme des Publikums

Optimaler Schutz vor Körperschall

Im Gegensatz zu herkömmlichen Gummimischungen (Abb. 1), wo Schwingungen nur sehr langsam gedämpft werden, schluckt die spezielle AKG-Gummimischung (re.) Schwingungen quasi sofort (Abb. 2).



ZUSAMMENFASSUNG:

Ein bewährter Klassiker: das Rednerpult

- > Beschallungsanlagen mit Rednerpulten sind **leicht planbar** und **minimieren Feedback**.
- > Die Lautsprecher dürfen **nicht direkt ins Mikrofon** strahlen. Das Rednerpult sollte **nicht vor stark reflektierenden Flächen** aufgestellt werden.
- > Hochwertige **Isolation** der Mikrofone **gegen Körperschall** verwenden.
- > Durch **Richtmikrofone** wird die **Übertragung von Störgeräuschen vermieden**.
- > Bei Rednerpulten werden **Grenzflächen- und Schwanenhalsmikrofone** verwendet:
 - **Grenzflächenmikrofone** können nahezu unsichtbar eingebaut werden – dies schafft jedoch **akustische Probleme**.
 - **Schwanenhalsmikrofone** können nahe beim Mund positioniert werden, was **akustisch von großem Vorteil** ist.
- > Bei der Verwendung von **zwei Mikrofonen** muss **wegen Kopfbewegungen** der **3:1-Regel** Rechnung getragen werden.
- > Bei der Verwendung von **zwei Mikrofonen** sollten diese **zur Ausfallsicherheit so nahe wie möglich beieinander** befestigt und ein **Automixer** verwendet werden. Die bessere Lösung ist jedoch ein einziges **stark gerichtetes Schwanenhalsmikrofon**.

Sollen **Beiträge aus dem Publikum** aufgenommen werden, so bieten sich zwei Möglichkeiten an: Die aus **akustischer** Sicht **optimale** Variante ist die **Aufstellung eines oder mehrerer Mikrofonstative im Saal**. Diese können an ausgesuchten Stellen im Konferenzraum platziert werden, wodurch die **Feedbacksicherheit erhöht** wird. Hand- oder andere Störgeräusche werden so vermieden.

Komfortabler für die Teilnehmer ist das **Weiterreichen eines Funkmikros**, womit direkt vom Sitzplatz aus gesprochen werden kann. Das **Signal** dieses Mikrofons sollte unbedingt von einem **Tontechniker** oder einem **Automixer kontrolliert** werden, damit störende Handling-Geräusche zumindest z.T. ausgeblendet werden.

Solange sich der Einsatz von **Funkmikrofonen** auf den **Bühnenbereich beschränkt**, ist die Anwendung relativ **unproblematisch**, da eine **vollständige Antennenausleuchtung** leicht zu bewerkstelligen ist. Dieser abgegrenzte Bereich kann auch leicht von direkten Störquellen freigehalten werden.

Die **Anwendung im Publikumsbereich** eines großen Konferenzsaals erfordert ein **anspruchsvolleres Antennennetzwerk**, welches schon in der Planung berücksichtigt werden muss. Der menschliche Körper absorbiert Funkwellen hervorragend, eine gute Antennenpositionierung (**Richtstrecke ist Sichtstrecke!**) **vermeidet Drop-Outs und Abschattungen**.

Funkmikrofone reagieren **empfindlich** auf Einstreuungen anderer Funkwellen. Gerade im Publikum sind derartige Störquellen gehäuft vorhanden: Computer, Handys, Funk-Mäuse, Bluetooth-Signale oder W-LAN-Netzwerke. Diese lästigen Hochfrequenzsender befinden sich näher bei den Mikros (Empfängern) als die Antennen (Sender) selbst und verursachen deshalb besonders starke Störungen. Nur ein **professionelles Frequenz-Management** kann diese **Einstreuungen vermeiden**, indem diese Frequenzbereiche konsequent gemieden werden!

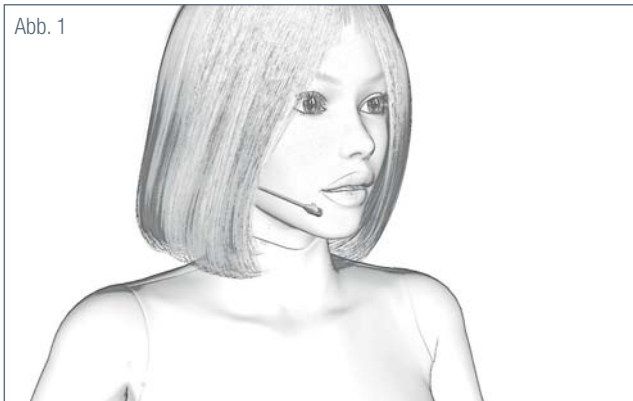
Sollten alle genannten Anwendungen nicht möglich sein, kann als **letztes Mittel** auf **abgehängte Mikrofone** oder **Richtmikrofone aus größeren Distanzen** zurückgegriffen werden. Dies verursacht **in der Praxis** jedoch **erhebliche Probleme** und erfordert eine kontrollierte Aktivierung (Automixer, Techniker).

ZUSAMMENFASSUNG:

Stimmen aus dem Publikum – ideal verstärkt

- > **Optimale Variante** ist die Aufstellung eines oder mehrerer **Mikrofon-Stativ** im Saal.
- > **Komfortabler** ist das **Weiterreichen eines Funkmikros**: Dessen Signal sollte unbedingt von einem **Tontechniker** oder **Automixer** kontrolliert werden.
- > Eine **gute Antennenpositionierung** („Richtstrecke ist Sichtstrecke!“) **vermeidet Drop-Outs und Abschattungen**.

Anwendungen: Mobile Sprecher



Eine weitaus größere Herausforderung als die Abnahme eines Redners hinter einem Pult stellen **sich frei im Raum bewegende Vortragende** dar. Es gibt drei verhängnisvolle Standardsituationen, mit denen der leidgeprüfte Techniker immer wieder konfrontiert wird.

Die **Position vom Redner zum Lautsprecher ist nicht fixiert**: Unvermittelt taucht er vor der Box auf und verursacht lautes **Feedback-Pfeifen**.

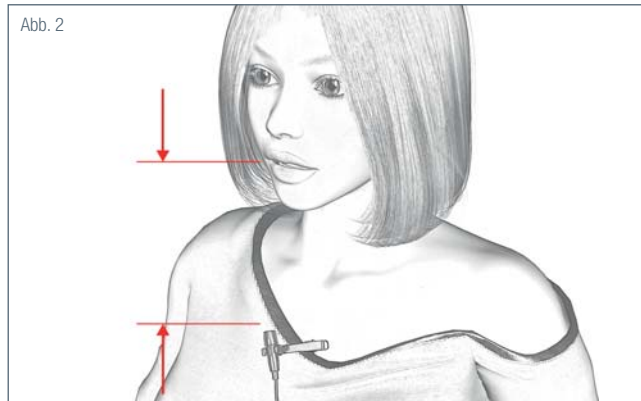
Die **Position des Mikros zur Schallquelle** (Mund) ist **nicht fixiert**: Der Vortragende geht mit einem Handmikrofon vor Projektionsleinwand auf und ab. Wie viele Sekunden werden wohl vergehen, bis er das **Mikrofon** das erste Mal **als Zeigestab** verwendet und **nicht mehr hörbar** ist?

Die **Position des Mikros in der Hand des Sprechers ist nicht fixiert**: Beim Austeilen von Unterlagen **wird das lästige Mikrofon beiseite gelegt**. Dies ergibt zwei laute Störgeräusche: Zuerst, wenn das Mikrofon auf die Tischplatte knallt. Danach, wenn es vom Tisch auf den Boden fällt.

Handmikrofone sind im **Konferenzeinsatz** schon an sich ein **Drama**: Sie sollten **nur zum Herumreichen im Publikum** oder als Ersatz für ein Schwanenhalsmikrofon (auf einem Tisch- oder Bodenstativ) verwendet werden.



Die Abnahme von mobilen Sprechern erfolgt am besten mit Taschensendern (Abb. 3) in Kombination mit Headsets oder Lavaliermikrofonen oder mit einem handgehaltenen Drahtlosmikrofon (Abb. 4).



In allen **anderen Fällen** sollten **Headsets** (Abb. 1) **oder Ansteckmikrofone** (Abb. 2) mit angeschlossenem Funksender zum Einsatz kommen. Dadurch hat der Redner die **Hände frei**, und der **Besprechungsabstand** zum Mikrofon (und damit auch der Pegel) bleiben **konstant**.

Ein noch besseres Ergebnis wird mit einem **gerichteten Mikrofon** erzielt: Dadurch wird auch der **Umgebungsschall gedämpft**. Dies sorgt für **maximale Feedbacksicherheit** bei **optimaler Sprachverständlichkeit**.

Einziges Wermutstropfen ist hierbei die Optik. Auch wenn diese Mikrofone in hautfarbener Ausführung erhältlich sind, so wollen viele Sprecher nicht mit einem ungewohnten Fremdkörper vor ihrem Gesicht auftreten.

Die Alternative dazu ist ein Ansteckmikrofon (Abb. 2); seine Nachteile liegen jedoch auf der Hand: Der Besprechungsabstand erhöht sich, das Nutzsignal wird leiser, das Störsignal lauter. Deshalb muss die Anlage lauter aufgedreht werden und die Feedbackneigung steigt. An der Kleidung angebrachte Mikrofone übertragen auch Reibungsgeräusche am Mikrofongehäuse oder Kabel (bekannt aus Funk und Fernsehen).

ZUSAMMENFASSUNG:

Mobile Mikrofon-Abnahme – eine Herausforderung

- > Die **beste Option** bei Anwendungen mit bewegten Rednern ist das **Headset**, am besten mit einem gerichteten Mikrofon.
- > Die **zweitbeste Möglichkeit** ist das **Ansteck-Mikrofon**, auch hier empfiehlt sich ein gerichtetes Polardiagramm.

Planung

einer Diskussions- oder Konferenzanlage

Bei der **Planung von Besprechungs- oder Konferenzräumen** müssen jeweils **mehrere Themenkreise** behandelt und in eine **vernünftige Relation** zueinander gestellt werden. Grundsätzlich müssen die Voraussetzungen und Anforderungen aus **architektonischer Sicht** geklärt werden. Dürfen die Mikrofone, Lautsprecher und Sender sichtbar sein oder wird eine versteckte Montage bevorzugt? Aus dieser Frage ergibt sich zwingend, welche Bautypen und Richtcharakteristiken eingesetzt werden können.

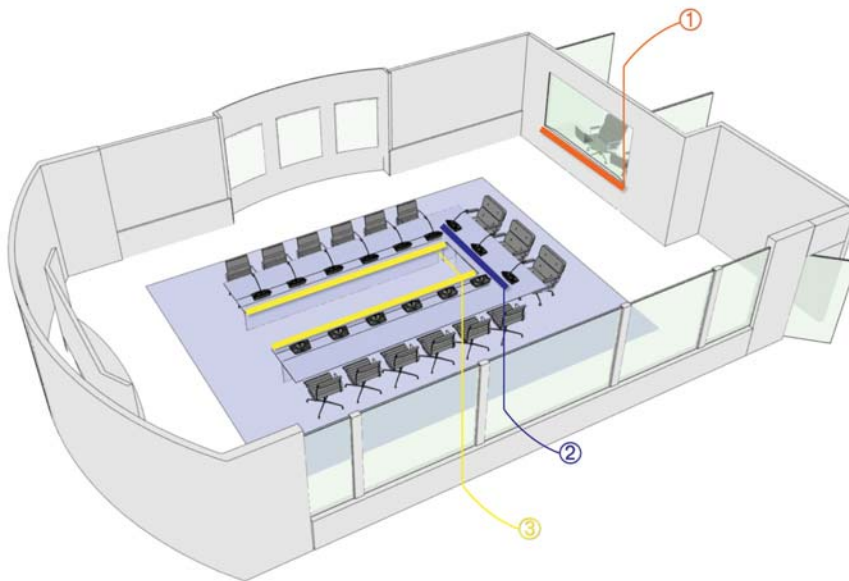
Als nächstes sind die geplanten **Funktionen der Anlage** zu definieren: Werden die Mikrofone automatisch oder manuell aktiviert? Welche Anzahl und Funktionsweise (mobil oder stationär) ist erwünscht? Sollen Abstimmungen durchgeführt werden? Sind Lautsprecher im Raum platziert oder Teil der Sprechstelle? Aus welchen externen Quellen sollen Zuspielungen erfolgen? Sind Dolmetscher-Kanäle vorgesehen?

Abhängig vom **verfügbaren Budget** kann nun festgelegt werden, ob wirklich jeder Konferenzteilnehmer über ein eigenes Mikrofon verfügen muss bzw. wie viele Mikrofonkanäle gleichzeitig betrieben werden sollen. Nachdem deren Anzahl bestimmt wurde, kann in der Folge Typ und Leistungsumfang der

Steuereinheit ausgewählt werden (Automixer, Diskussions- oder Konferenzanlage). Gleichzeitig erfolgt die Planung der Anzahl der zusätzlich notwendigen Kanäle wie zum Beispiel: Zuspielung Musik, Computer, DVD, Telefon- oder Videokonferenzanlagen.

Um all diese Informationen in Erfahrung zu bringen, sollten **ausführliche Gespräche mit allen Beteiligten** geführt werden: **Architekten und Planer** wissen Bescheid über Statik, Baupläne, Farbauswahl und Design. **Akustiker** messen die Nachhallzeit sowie den zu erwartenden Störschallpegel des Raumes. Sie erkennen auch auffällige akustische Phänomene wie Flatterechos und spezifizieren schalldämmende Flächen. Mit **Betreibern und Nutzern** sollte Art und Organisation der Meetings, gewünschte Interaktionsmöglichkeiten sowie Anzahl und Qualifikation der Teilnehmer geklärt werden. Das **Bedienungspersonal** ist eine wichtige Informationsquelle für typische Veranstaltungsabläufe und deren Strukturierung; sie kennen auch am besten die Ursachen bisheriger Probleme.

In bestimmten Fällen stellen **mobile Diskussionsanlagen** eine kompakte und kostengünstige Alternative dar. Sämtliche Komponenten eines Mobilsystems sind perfekt aufeinander abgestimmt, die Anlage kann mit wenigen Handgriffen zusammengebaut werden. Eine einfache mobile Anlage kann schon mit **einen Grenzflächenmikrofonen** erreicht werden. Diese werden gleichmäßig über den Konferenztisch verteilt und mit einem Automixer kontrolliert.



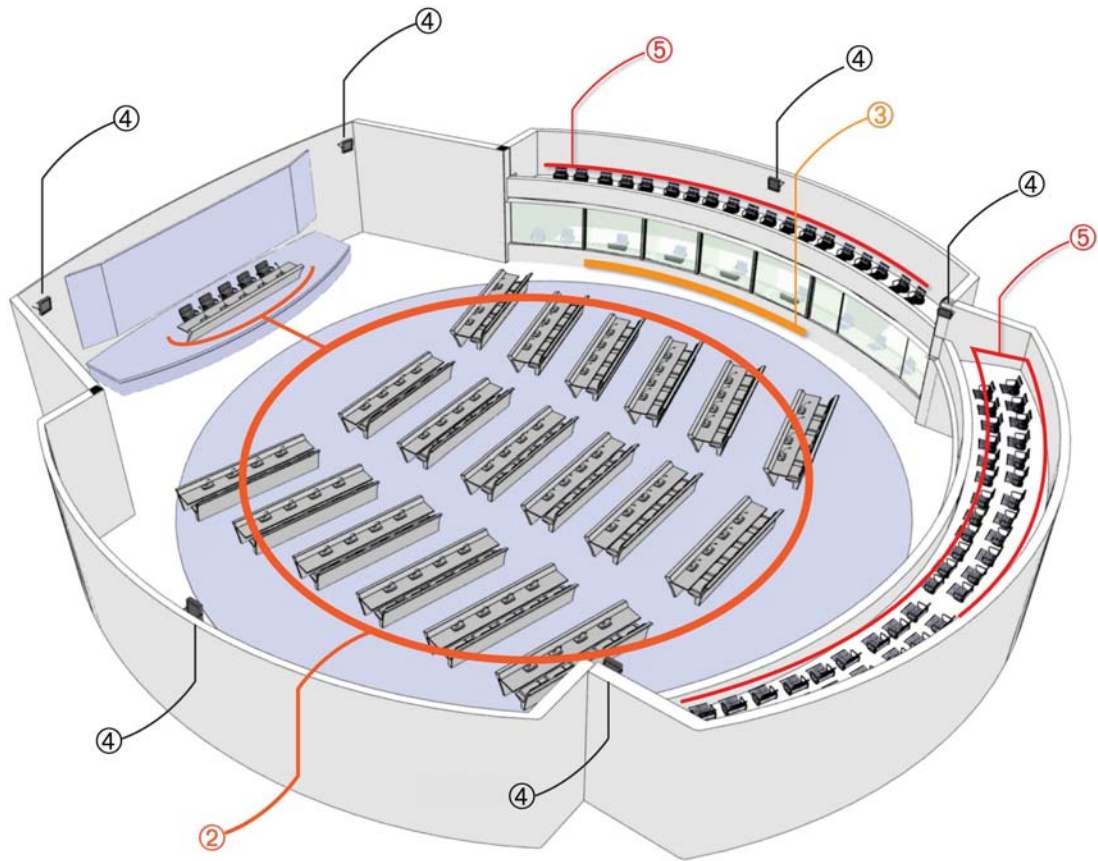
Diskussionsanlage – Mit so wenigen Komponenten kann eine Diskussionsanlage schon betrieben werden:

- 1 Basis-Steuereinheit
- 2 Sprechstelle des Diskussionsleiters
- 3 Sprechstelle der Delegierten

Eine Diskussionsanlage bietet schon mit wenigen Komponenten besonders viel

Bedienungskomfort und technische Raffinessen. Das Beste daran: Sollte die Anlage zu einem späteren Zeitpunkt erweitert werden, so ist dies mit einer professionellen Diskussionsanlage in der Kombination mit den bestehenden Komponenten problemlos möglich!

Über die Basis-Steuereinheit erfolgt das gesamte Management der Anlage. Die Anzahl der Personen, die gleichzeitig sprechen können, kann definiert und beliebig konfiguriert werden (NOM). Die Sprechstelle des Diskussionsleiters steuert mit der Ordnungsruf Taste die Diskussion und kann ebenso Abstimmungen (Votings) oder Prioritäten der Sprecherreihenfolge festlegen. Über die Sprechstellen der Delegierten nehmen diese an der Diskussion sowie an den Abstimmungen teil.



Konferenzanlage – Eine professionelle Konferenzanlage lässt sich nahezu beliebig erweitern:

- 1 Basis-Steuereinheit
- 2 Sprechstelle des Diskussionsleiters
- 3 Dolmetscher-Sprechstelle
- 4 Infrarot-Sender
- 5 Infrarot-Empfänger

Die ausbaufähige Konferenzanlage ist jeder Herausforderung gewachsen und erfüllt von den technischen Möglichkeiten her alle Wünsche. Im Technikraum befindet sich die Basis-Steuereinheit, gemeinsam mit der Veranstaltungstechnik für Videozuspielung, Licht oder Telefonkonferenzschaltung. Neben den Standardfunktionen im Einsatz als Diskussionsanlage bietet die Erweiterung als Konferenzanlage deutlich mehr Personen die Möglichkeit, an der Veranstaltung als Zuhörer teilzunehmen, ohne dabei selber zu sprechen. Mit den Infrarot-Sendern kann das übersetzte Signal kabellos an die Infrarot-Empfänger gesendet werden und dort simultan in mehreren Sprachen angewählt werden.

Aus akustischen Gründen (Besprechungsabstand, Umgebungsgeräusche) liefern **Sprechstellen mit Schwanenhälsen** noch **bessere klangliche Ergebnisse**. Es empfiehlt sich, für jeden Teilnehmer ein eigenes Mikrofon einzuplanen. **In die Sprechstellen integrierte Lautsprecher** reichen unter bestimmten Umständen als Beschallungsanlage völlig aus. Dadurch erübrigen sich weitere Komponenten wie Mischpult, Verstärker oder externe Lautsprecher.

Bei der Planung von Konferenzräumen, bei denen die Bestuhlung sowie die Positionierung der Besprechungstische fix vorgegeben ist, empfiehlt sich der **permanente Einbau der Mikrofone oder Sprechstellen**. Die **Verkabelung** wird dabei „unsichtbar“ verlegt und ist viel **besser geschützt**, zum Beispiel gegen Kabelbruch oder versehentliches Abstecken von Mikrofonen durch einen Teilnehmer.

Um die Übertragung von **Körperschall** zu **unterbinden** ist eine **gute Entkoppelung** der Mikrofone/Sprechstellen von der Tischplatte wesentlich. Bei der akustischen Planung muss bei der Anordnung der Mikrofone/Sprechstellen in Bezug auf die Lautsprecher darauf geachtet werden, dass akustische Einstreuungen (Feedback) vermieden wird. Dies ist im Nachhinein oft nur schwer und mit hohem finanziellen Aufwand zu beheben. Der Einsatz von Diskussionsprechstellen mit integriertem Lautsprecher stellt in diesem Falle oft die beste Lösung dar.

Bei **internationalen Konferenzen** sind die Anforderungen an Planung und Technik weitaus höher. Den komplexeren Abläufen in Organisation und Struktur muss durch entsprechende **Planungsvorgaben** Rechnung getragen werden.

Hier werden **Dolmetscher benötigt**, für die entsprechende Ressourcen baulicher, akustischer und technischer Art bereitgestellt werden müssen.

Abhängig davon, wie viele Sprachen zum Einsatz kommen, müssen **ausreichend viele Dolmetschkanäle und -kabinen** eingeplant werden. Für jede Sprache wird ein eigener Raum benötigt. Für die **Sprachverteilungsanlage** wird ein **Kanalplan** erstellt um festzulegen, wie die Zuteilung der einzelnen Sprachen auf die verschiedenen Kanäle erfolgen soll.

Bei der **Detailplanung** einer Konferenz muss **eine Leitsprache** bestimmt werden, da nicht davon auszugehen ist, dass alle Dolmetscher sämtliche im Plenum verwendete Sprachen beherrschen. Ein Dolmetscher wird zum Leitdolmetscher gewählt und dessen Übersetzung dient allen anderen Dolmetschern als Basis zur weiteren Übersetzung (Relais-Übersetzung). Professionelle Konferenzanlagen verfügen über ein **Konferenzmanagement-Programm**. Mit dessen Hilfe wird die Konferenz vorgeplant und eine Teilnehmerdatenbank angelegt. Den einzelnen Delegierten wird Sprechberechtigung oder Rang der Priorität zugewiesen; ebenso wird ihre Abstimmungskompetenz definiert. Diese Software wird auch zum Protokollieren des Konferenzablaufs eingesetzt (Rednerlisten, Wahlergebnisse, ...).

Große Konferenzen erfordern darüber hinaus auch **externe Zuspielungen aus unterschiedlichen Quellen** sowie die Integration von verschiedenen Impulsgebern (Kamerasteuerung, AMX/Crestron-Anbindung, Soundweb Integration, ...). Zu diesem Zweck erfolgt eine Einbindung in eine größere Mediensteuerungsanlage.

ZUSAMMENFASSUNG:

Gute Planung ist das Um und Auf für jede Anlage

> Am Anfang einer Planung müssen **ausführliche Gespräche mit allen Beteiligten** aus den Themenkreisen **Architektur, Akustik, Funktionalität** sowie aus **budgetärer Sicht** eingeholt werden, wie zum Beispiel:

- **Art und Organisation** der Meetings
- gewünschte **Interaktionsmöglichkeiten**
- **Anzahl und Qualifikation** der Teilnehmer
- **typische Veranstaltungsabläufe** und deren Strukturierung

> **Mobile Diskussionsanlagen** sind u. U. eine **kompakte und kostengünstige Alternative**.

> Dolmetscher brauchen ausreichend viele **Dolmetschkanäle und -kabinen**: für jede Sprache einen Raum. Für die **Sprachverteilungsanlage** wird ein **Kanalplan** erstellt.

> Professionelle Konferenzanlagen verfügen über ein **Konferenzmanagement-Programm**.

> Große Konferenzen erfordern externe **Zuspielungen aus unterschiedlichen Quellen**: Zu diesem Zweck erfolgt eine Einbindung in eine größere **Mediensteuerungsanlage**.

Glossar

Begriffserklärung von A bis Z

Abgesetzte Antennen

sind Antennen, die nicht direkt an die Antenneneingangsbuchse des Empfängers angeschlossen sind, sondern über ein Antennenkabel mit dem Empfänger verbunden sind.

Abschattung

Dämpfung einer drahtlosen Übertragungsstrecke durch einen die Sichtverbindung zwischen Sender und Empfänger unterbrechenden Gegenstand.

Antennenkabel

sind Leitungen, die speziell für die Hochfrequenzübertragung ausgelegt sind. Sie sind die Verbindungsleitungen zwischen abgesetzter Antenne und Empfänger. Typisch ist der koaxiale und symmetrische Aufbau. Trägerfrequenz- und qualitätsabhängig besitzen sie einen Dämpfungsfaktor angegeben für 100 m Antennenkabelänge.

Antennensplitter

sind elektrische Netzteile, speziell für hochfrequente elektrische Signale entwickelt, die es ermöglichen, ein Antenneneingangssignal ohne wesentliche Verluste in mehrere Antennenausgangssignale umzusetzen. Man unterscheidet zwischen „aktiven“ (mit Verstärkerstufe) und „passiven“ (ohne Verstärkerstufe) Antennensplitter.

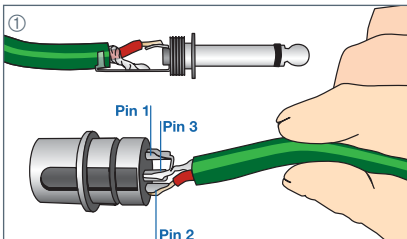
Anpassung

Mikrofone werden im Leerlauf betrieben. Diese Bedingung ist dann erfüllt, wenn die Eingangsimpedanz der Vorverstärker oder Mischpulte mindestens das 2- bis 5-Fache der Nennimpedanz des Mikrofons beträgt. Dieser Wert ist als empfohlene Abschlussimpedanz in den technischen Daten des jeweiligen Mikrofons angeführt.

Anschluss von AKG-Mikrofonen

Alle erwähnten Handmikrofone sind niederohmig (200 bis 600 Ohm) und besitzen einen symmetrischen Ausgang mit 3-poligem XLR-Stecker. Die Anschlussbelegung gemäß IEC 268-12 ist Pin 1 (Anschlussstift) Masse. Pin 2 Audio inphase. Pin 3 Audio. Sie sind problemlos an alle Mischpulte, Aufnahmegeräte usw. anzuschließen.

Bei Anschluss an einen Eingang mit Klinkenbuchse ist das Mikrofonkabel wie folgt zu beschalten: der Masseanschluss des Klinkensteckers wird mit dem Drahtschirm verbunden, der Drahtschirm wird am XLR-Stecker mit Pin 1 und Pin 3 verbunden. Die Tonader verbindet Pin 2 und die Spitze des Klinkensteckers. In den USA wird meist Pin 1 mit Pin 2 verbunden. Werden mehrere Mikrofone verwendet, sollten die Kabelbeschaltungen einheitlich sein, sonst drohen Phasenprobleme.



Sehr alte Verstärkungsanlagen besitzen z.T. hochohmige Mikrofoneingänge. Wenn hier das Signal der niederohmigen Mikrofone nicht stark genug ist, bringt man einen 1:10-Übertrager

am Verstärkungseingang an. Lange Mikrofonkabel bringen bei hochohmigem Betrieb Höhenverluste mit sich. Dasselbe gilt, wenn man ein Mikrofon an den hochohmigen Eingang eines Gitarrenverstärkers anschließt.

Anschluss von Kondensatormikrofonen

Kondensatormikrofone brauchen eine Betriebsspannung (Ausnahme: batteriebetriebenes C 1000 S). Sonst muss diese Spannung über das Mikrofonkabel zugeführt werden (Phantomspannung). Dabei gibt es folgende Möglichkeiten:

- 1) Mischpult mit Universal-Phantomspannung (9 – 52 V).
- 2) Nachträglicher Einbau von Phantomspannung ins Mischpult oder Aufnahmegeräte.

Diese Modifikation ist einfach, womöglich sollten die Klinkeneingangsbuchsen gegen XLR getauscht werden. Stereoklinkenbuchsen sind möglich, bieten aber Verwechslungsgefahr mit Send/Returns oder ähnlichem. Im Netzteil wird eine stabilisierte Gleichspannung zwischen 9 und 52 V gesucht. Alle modernen AKG-Kondensatormikrofone akzeptieren jede dieser Spannungen. Der Stromverbrauch für die Phantomspannung, ca. 1 mA pro Mikrofon, ist vernachlässigbar.

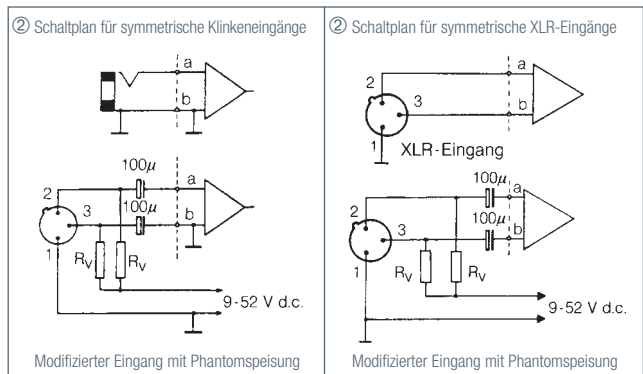
Die Widerstände R_v sind folgendermaßen standardisiert (nach IEC 268-15):

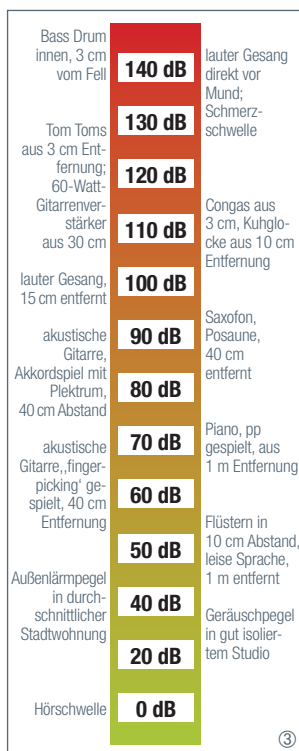
Spannung	Wert
12 V (± 2 V)	680 Ohm $\pm 10\%$
24 V (± 4 V)	1,2 kOhm $\pm 10\%$
48 V (± 4 V)	6,8 kOhm $\pm 10\%$
als Paar: max. 0,4% Abweichung!	

- 3) Netzspeisegeräte N 62 E, N 66 E werden zwischen Mixer und Mikrofon geschaltet.
- 4) Batteriespeisegerät B 18 ist ideal für Außenaufnahme.

BNC

ist eine speziell für Hochfrequenzleitungen geeignete Stecker-/Buchsen-Bauform.





Deep Fade

Sehr tiefer Einbruch des Empfangspegels durch eine Auslöschung des Trägers bei der Mehrweg-Übertragung.

Diversity

ist eine Empfängertechnik, die man einsetzt, um auch unter schwierigen Bedingungen einen einwandfreien Empfang sicherzustellen. Sie basiert auf dem Einsatz von mehreren Empfangsantennen; auch in Verbindung mit mehreren Empfängern für nur eine Trägerfrequenz.

Down Time

Zeit, während der ein System gestört ist.

Drop-Out

Signal-Ausfall durch die Rauschsperrung oder Störgeräusche.

Druckempfänger

Setzt man eine Membran nur einseitig, also an der Vorderseite, dem Schallfeld aus und schließt die andere Seite von der Außenluft ab, wird die Bewegung der Membran nur durch den Schalldruck hervorgerufen. Dieser Schalldruck ist eine ungerichtete (skalare) Größe und das Mikrofon besitzt demnach nach allen Richtungen die gleiche Empfindlichkeit. Man bezeichnet das als kugelförmige Richtcharakteristik.

Booster

ist ein spezieller Verstärker für hochfrequente Signale. Er wird dem Senderausgang nachgeschaltet, um höhere Strahlungsleistungen zu erreichen (Sonderverwendungen).

Bündelungsgrad

Ein Maß für die Richtwirkung ist die aus einem diffusen Schallfeld aufgenommene Schallenergie bzw. der Bündelungsgrad, welcher angibt, um wieviel Schallenergie ein Richtmikrofon weniger aufnimmt als ein Mikrofon mit kugelförmiger Richtcharakteristik.

dB SPL

(Decibel Sound Pressure Level) Maß für den Schallpegel über den Bezugsschalldruck von 20 μ Pascal (entspricht circa der menschlichen Hörschwelle). Ein Schallpegelunterschied von 6 dB wird etwa als doppelte Lautstärke empfunden.

Druckgradientenempfänger

Setzt man hingegen sowohl die Vorder- als auch die Rückseite einer Membran dem Schallfeld aus, entsteht die bewegende Kraft aus der Differenz des Schalldruckes vor und hinter der Membran (Druckgradient). Die Größe der antreibenden Kraft ist abhängig vom Abstand des vorderen und rückseitigen Schalleintrittes, von der Frequenz und vom Schalleinfallswinkel und ist damit eine gerichtete Größe, die zur Erzeugung von Richtcharakteristiken herangezogen werden kann. Durch entsprechende Dimensionierung der Schallwege können Nieren-, Achter- oder Hypernierencharakteristiken erzeugt werden.

Dynamisches Mikrofon

(Tauchspulenmikrofon)

Eine von Schallwellen über eine Membrane angetriebene Spule schwingt zwischen den Polen eines Magneten. Durch diese Spulenbewegung entsteht eine dem Schalldruck proportionale elektrische Spannung. Dynamische Mikrofone verarbeiten hohe Schalldrücke verzerrungsfrei und sind sehr robust und benötigen keine Versorgungsspannung. Die dynamischen AKG-Mikrofone sind durch ein „D“ vor der Typennummer gekennzeichnet.



Elektret-Kondensatormikrofon

Elektret-Kondensatormikrofone sind Mikrofone nach dem Kondensatorwandlerprinzip, bei denen eine bleibende elektrische Ladung in einer speziellen Kunststoffschicht, ähnlich dem Magnetismus, durch ein Polarisierungsverfahren erzeugt wird. Befindet sich diese geladene Kunststoffschicht auf der feststehenden Elektrode, spricht man von „Back-Plate“-Technik.

Elektrische Impedanz

Die elektrische Impedanz – auch Quellimpedanz bezeichnet – gibt den auf 1 kHz bezogenen Wechselstromwiderstand an. Da dieser frequenzabhängig ist, kann er – über den gesamten Übertragungsbereich gemessen – geringfügig vom Bezugswert abweichen.

Elektromagnetisches Wellenspektrum

Amplituden-Frequenzgang elektromagnetischer Energie.

Empfindlichkeit (Leerlauf-Übertragungsfaktor)

Ausgangsspannung des Mikrofons bei einem bestimmten Schalldruck. Ein empfindliches Mikrofon klingt bei gleicher Verstärkung lauter (und ist natürlich im selben Maß rückkopplungsgefährdeter). Höhere Empfindlichkeit (Kondensatormikrofone) ist notwendig, um bei größeren Mikrofonabständen und leisen Schallquellen den Mixer gut auszusteuern. Die Empfindlichkeit wird in mV/Pa angegeben, in den USA auch in dBV (0 dBV = 1 V/Pa). Sie wird immer bei 1.000 Hz gemessen.

ERP (Effectively radiated power)

Äquivalente Strahlungsleistung eines Senders.

Glossar

Begriffserklärung von A bis Z

Ersatzgeräuschpegel

Kondensatormikrofone besitzen infolge des Vorverstärkers ein geringes Eigenrauschen, das am Mikrofonausgang als störende Ausgangsspannung in Erscheinung tritt. Diese vom Vorverstärker hervorgerufene Eigenstörspannung wird als Geräuschspannung mittels genormter Filter gemessen, wobei das Messergebnis als Ersatzgeräuschpegel in dB angegeben wird. Beispielsweise bedeutet 20 dB Ersatzgeräuschpegel, dass das Eigenrauschen des Mikrofons ebenso laut wie ein Geräusch mit 20 dB SPL ist (s. dB SPL). Ein niedriger Wert für den Ersatzgeräuschpegel bedeutet ein geringes Eigenrauschen des Mikrofons.

Heute ist nur noch der Begriff Ersatzgeräuschpegel in Gebrauch, daher gilt der Begriff Ersatzlautstärke als veraltet. Nach den Normen IEC 268-1, DIN 45405 und DIN 45412 erfolgt die Bewertung der Eigenstörspannung entweder nach dem Filter gemäß CCIR 468-3 (DIN 45405) mit Angabe des „quasi Spitzenwerts“ oder nach IEC 651 (DIN 45412) nach der A-Bewertungskurve mit Angabe des Effektivwerts.

Für den Studiobereich wird nur noch die Bewertung nach CCIR vorgenommen, weil die A-Bewertung mit ihrem sehr niedrigen Wert als nicht praxisgerecht betrachtet wird. In den USA allerdings wird auch heute noch die A-Bewertung akzeptiert.

Far-Near Difference

Unterschied zwischen dem kürzesten und größten Bühnen-Antennen-Abstand.

Feedback (Rückkopplung)

Das Ausgangssignal wird zum Eingang zurückgeführt.



Frequenzgang

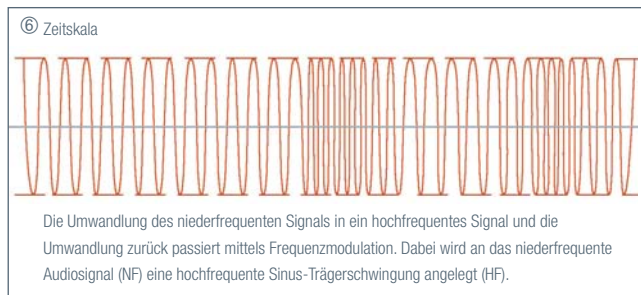
Mikrofone sind nicht für alle Tonhöhen gleich empfindlich. Der Frequenzgang zeigt den Zusammenhang zwischen Empfindlichkeit und Tonhöhe. Als Bezugs- wert dient die Ausgangsspannung bei 1.000 Hz (= 0 dB). Gemessen wird der Frequenzgang bei gleichbleibendem Schalldruck von etwa 20 Hz (tiefster Ton) bis 20.000 Hz (über der Hörgrenze des menschlichen Ohres).

Frequenzmanagement

Organisation der Frequenz-Ressourcen.

Frequenzmodulation

Informationsübertragung durch das Ändern einer Trägerfrequenz.



Geräuschpegelabstand

Als Geräuschpegelabstand bezeichnet man die Differenz zwischen dem Bezugsschalldruckpegel von 94 dB (1 Pascal Schalldruck) und dem Ersatzgeräuschpegel. Im Gegensatz zum Ersatzgeräuschpegel bedeutet ein niedriger Wert hier stärkeres Rauschen des Mikrofons und damit geringere Aussteuerungsfähigkeit.

Grenzschalldruckpegel

Maximaler Schalldruck (Lautstärke), den ein Mikrofon verarbeiten kann, ohne einen bestimmten Klirrfaktor k (1 %) zu überschreiten, d.h. zu verzerren. Wird immer bei 1.000 Hz gemessen.

Hallradius

Wird z.B. von einem Lautsprecher ein Signal in einem Raum abgestrahlt, so unterscheidet man an jedem geometrischen Ort im Raum zwischen direkt empfangenem Schall und von den Wänden reflektierendem Schall.

Unter Hallradius versteht man die Entfernung der Schallquelle, an der die direkte Schallintensität und die reflektierte Schallintensität gleich ist. Außerhalb des Hallradius bleibt der Schalldruck im Raum praktisch konstant. Man spricht hier von einem Diffusschallfeld.

Impulsverhalten (Ein- und Ausschwingverhalten)

Die Fähigkeit des Mikrofons, plötzlichen Schallereignissen zu folgen. Abhängig ist diese Eigenschaft u.a. von der Masse der Membran, der Dämpfung des Wandlers u.a.m.

Intercept Point

Der IP 3 ist z.B. der Reziprokwert des Koeffizienten dritter Ordnung des nicht-linearen Übertragungspolynoms eines Verstärkers, sowie ein Maß für die Intermodulationsfestigkeit des Verstärkers.

Interferenz

Störung durch fremde Signale.

Interferenzempfänger

Dem Bündelungsgrad eines Richtmikrofones sind physikalische Grenzen gesetzt. Eine größere Bündelung kann erreicht werden, wenn vor die Membran ein Rohr angebaut wird (Richtrohr), das eine Vielzahl von Schalleintrittsöffnungen aufweist, die in verschiedenen geometrischen Abständen zur Membran angeordnet sind. Bei seitlichem Schalleinfall treten durch Interferenz Auslöschungen des Schalldruckes auf, die zu einer keulenförmigen Richtcharakteristik führen.

Intermodulation

Eine multiplikative (nicht-lineare) Verknüpfung von Signalen mit unterschiedlicher Trägerfrequenz, wobei durch Verknüpfung Signale mit ganz neuen Frequenzen – den sogenannten Intermodulationsprodukten – erzeugt werden.

Klimatische Bedingungen

Dynamische Mikrofone sind im allgemeinen unter extremen klimatischen Bedingungen funktionstüchtig: Temperaturen von -25 °C bis $+70\text{ °C}$ und hohe Luftfeuchtigkeit werden verkraftet. Kondensatormikrofone hingegen sind empfindlicher gegen Feuchtigkeit und Betauung. Betauung tritt immer dann auf, wenn ein Gegenstand feuchter und kälter als seine Umgebung ist. Tautropfen im Kapselbereich oder im hochohmigen Verstärkerteil können „Prasselgeräusche“ verursachen.

Grundregel für die Aufbewahrung von Kondensatormikros:

- 1) Das Mikrofon trocken und warm lagern. Es sollte nie kälter als die Umgebung sein. Wurde es etwa im kalten PKW transportiert, vor Einsatz in warmem Raum aufwärmen.
- 2) Das beige packte Silicagel entzieht Feuchtigkeit. Wird es in der geschlossenen Verpackung weiter aufbewahrt, behält es seine Wirkung. Auf einer Heizplatte kann es regeneriert werden.
- 3) Bei Regen (Open-Air-Betrieb) Kondensatormikrofone sorgfältig abdecken.

Klirrfaktor

Der Klirrfaktor ist ein Maß für nichtlineare Verzerrungen, die auftreten, wenn z.B. eine Sinusschwingung durch Übersteuerung verformt wird. Es entstehen damit Oberwellen, die ein Vielfaches der Grundschwingung betragen.

Kondensatormikrofon

Eine wenige tausendstel Millimeter dünne Folie (Membran) bewegt sich in geringem Abstand von einer festen Metallplatte (Gegenelektrode). Beide „Elektroden“ bilden einen „Kondensator“, der mit einer Gleichspannung („Polarisationsspannung“) aufgeladen wird oder selbst permanent geladen ist. Treffen nun Schallwellen auf die Membran, so ändert sich die Kapazität des Kondensators im Rhythmus der Schallwellen und somit auch die abgegebene elektrische Spannung. Fast alle Kondensatormikrofone benötigen eine Impedanzwandlerstufe (Vorverstärker) zur Anpassung der sehr hochohmigen Kondensatorkapsel an niederohmige Verstärkereingänge. Kondensatormikrofone haben meist einen ebenen Frequenzgang, hohe Empfindlichkeit und gutes Impulsverhalten. Sie brauchen eine eigene Spannungsversorgung. Alle AKG-Kondensatormikrofone sind mit einem C vor den Typennummern gekennzeichnet.

Körperschall

Ein Mikrofon nimmt Schall nicht nur über die Luft auf, sondern auch durch mechanische Anregung. Das kann durch Anstoßen an das Mikrofon oder den Mikrofonständer genauso geschehen, wie durch Hantieren mit dem Mikrofon (Griffgeräusche) oder dem Anschlusskabel. Diese Störgeräusche werden durch besondere Konstruktion – Doppelmembrantechnik (z.B. CK 77 WR), elastische Aufhängung, Kompensationssystem oder Bassabsenkung – bedämpft.

Limiter

ist eine Schaltung, die verhindert, dass an nachfolgende Schaltkreise ein zu hohes elektrisches Signal gelangt, das dann zu einer Übersteuerung und damit zu Verzerrungen führt.

Magnetfeldstörfaktor/Brummeinstreuungsempfindlichkeit

Verstärker, lange Netzkabel, vor allem Lichtanlagen induzieren durch ihre Magnetfelder Brummeinstreuungen in Mikrofone. Das Maß für die Empfindlichkeit des Mikrofons für solche Einstreuungen ist der Magnetfeldstörfaktor. Er liegt für dynamische Mikrofone mit Brummkompensation bei $3\text{ }\mu\text{V}/5\text{ }\mu\text{T}$, ohne Brummkompensation bei $30\text{ }\mu\text{V}/5\text{ }\mu\text{T}$ und bis zu $10\text{ }\mu\text{V}/5\text{ }\mu\text{T}$ bei Kondensatormikrofonen. In der Praxis sind jedoch Einstreuungen in das Mikrofonkabel wesentlich kritischer. Besonders gefährdet davon sind asymmetrische Leitungen und Mixereingänge.

Mehrkanalsystem

Darunter versteht man mehrere drahtlose Mikrofone, die, zu einem System zusammengefasst, simultan im selben Raum betrieben werden.

Memory-Effekt

Kapazitätsverlust beim Aufladen eines nicht ganz entladenen Nickel-Cadmium-Akkus.

Modulation/Demodulation

Ein sinusförmiger Träger mit konstanter Frequenz und Amplitude, der zur Zeit Minus-Unendlich beginnt und bei Plus-Unendlich endet, enthält keine Information. Ändert man aber die Träger-Amplitude oder -frequenz zu irgendeinem Zeitpunkt (z.B. sprunghaft), so wird dem Träger ein Event – man sagt Information – aufgeladen. Diesen Vorgang nennt man Modulation. Die empfangsseitige Detektion des Unterschieds bzw. Events bezeichnet man als Demodulation.

Nahbesprechungseffekt

Bei Richtmikrofonen ändert sich die Ausgangsspannung bei geringer werdendem Abstand bei tiefen Frequenzen viel stärker als im übrigen Frequenzbereich. Der Grund liegt darin, dass die Membran durch die Druckdifferenz zwischen ihrer Vorder- und Rückseite bewegt wird und diese Druckdifferenz mit der Krümmung der Wellenfronten zusammenhängt. Diese als Nahbesprechungseffekt bekannte Erscheinung wird schon bei einigen 100 Hz hörbar und kann bei extrem nahen Besprechungsabständen bis zu 15 dB bei 50 Hz gegenüber 1 kHz ansteigen. Dieser Wert entspricht ca. der 6-fachen Normalausgangsspannung.

Noise Burst

Kurzes Aufrauschen im Nutzsinal durch Transienten-Störung (z.B. Zündfunken).

Glossar

Begriffserklärung von A bis Z

Noise Skirt

Das ideale Trägerspektrum ist eine Linie. Durch das unvermeidliche bei der Träger-Aufbereitung den schaltenden Signalen überlagerte Rauschen entsteht ein Zittern der Schaltflanken, wobei sich dieses Zittern schließlich als Frequenzmodulation des Trägers mit einem Rauschen manifestiert. Dem Träger entspricht dann spektral keine Linie mehr, sondern ein von der Sollfrequenz nach beiden Seiten abnehmendes Rauschspektrum, das wegen seiner Form als „Noise-Skirt“ bezeichnet wird.

NOM (Number of Open Mics Limit)

Gute Automixer mit einem speziellen NOM-Absenkungs-Algorithmus (Number of Open Mics Limit) ausgestattet. Mit dieser NOM-Absenkung wird der Pegel der gleichzeitig offenen Mikros automatisch so angepasst, dass der Gesamtpegel stabil gehalten wird. So kann das System durchgehend ohne Feedback arbeiten.

Phantomspannung (IEC 268-15/DIN 45596)

Kondensatormikrofone benötigen eine Speisespannung. Man unterscheidet zwischen Tonaderspeisung und Phantomspeisung. Bei der Tonaderspeisung wird die Versorgungsspannung auf die beiden symmetrischen Tonleitungen aufgeschaltet, die Abschirmung ist spannungslos. Die Tonaderspeisung ist nicht für dynamische Mikrofone kompatibel, die Schwingspule wird, da sie bei dieser Speisetechnik stromdurchflossen ist, zerstört.

Bei der Phantomspeisung liegt der Minuspol an der Abschirmung, der Pluspol wird über Entkopplungswiderstände auf die symmetrischen Tonadern verteilt. Da beide Tonadern auf gleichem Potential liegen, fließt kein Strom über die Schwingspule. Dynamische Mikrofone können damit, ohne Schaden zu nehmen, an Leitungen mit Phantomspeisung angeschlossen werden. Sind die Verstärkereingänge geerdet oder keine Eingangübertrager vorhanden, müssen entweder Kondensatoren oder zusätzliche Transformatoren in die NF-Leitungen eingefügt werden, um eine Beeinträchtigung der Eingangsstufe durch Leckströme zu verhindern.

Polung von Mikrofonen

Werden gleichzeitig mehrere Mikrofone für eine Aufnahme eingesetzt, müssen sie gleiche Polung haben. Das bedeutet, dass bei der Bewegung in die gleiche Richtung die Ausgangsspannungen auch gleiche Polarität haben. Ist das nicht der Fall, dann kommt es bei der Zusammenschaltung (= Mischen) der Mikrofonausgänge zu Auslöschungen, speziell im tieffrequenten Übertragungsbereich, und damit zu Klangverfärbungen.

Poppergeräusche

Um die wenig beliebten Poppergeräusche auf der Bühne zu vermeiden, sollte man Folgendes beachten:

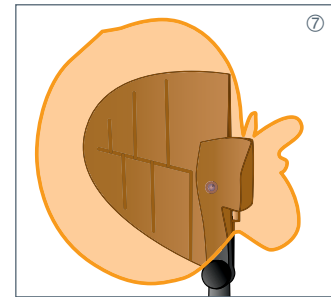
- Am Mikrofon vorbeisprechen
- Interessanterweise ist im Abstand von etwa 5 cm vom Mikrofon der Poppeffekt am stärksten. Wählen Sie daher einen größeren oder geringeren Abstand.
- Eventuell zusätzlichen Schaumstoffwindschutz benutzen.

Reflexion

Spiegelung eines Signals an einem Hindernis.

Richtantennen

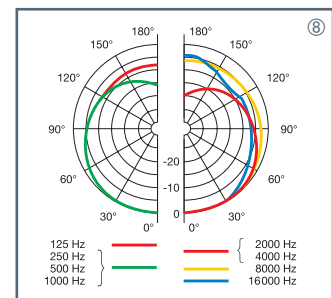
sind Antennen, die in eine Richtung hochempfindlich sind. Sie werden speziell dort verwendet, wo eine Montage der Empfangsantennen im Aktionsbereich der Sender nicht möglich ist und damit aus größeren Entfernungen der Aktionsbereich der Sender abgetastet werden muss (zum Beispiel Freilichtbühnen).



Richtcharakteristik

Die Eigenschaft des Mikrofons, Schall aus einer bestimmten Richtung stärker aufzunehmen, wird durch die Richtcharakteristik ausgedrückt. Nur Kugelmikrofone, das heißt Mikrofone mit Kugelcharakteristik „hören“ nach allen Seiten gleich, alle anderen bevorzugen Schall aus einer Richtung (Richtmikrofone). Um diese Richtwirkung grafisch darstellen zu können, verwendet man Polardiagramme.

Die dreidimensionale „Höreigen-schaft“ des Mikros wird in einer einzigen Kurve ausgedrückt. Es genügt, sie von 0° - 180° (eine Hälfte des Polardiagramms) zu zeichnen, da sie für 180° - 360° spiegelbildlich gleich ist. Dadurch kann man die Richtwirkung für verschiedene Frequenzen darstellen (strichlierte, punktierte, ausgezogene Linien).



Für 125 Hz (ausgezogene Linie) beträgt die Schallabschwächung (verglichen mit 0°) bei 150° -17 dB, bei 8.000 Hz (strichpunktiierte Linie, rechts) beträgt sie bei 150° -10 dB. Diese 150° von der Mikrofonachse gelten für links, rechts, oben und unten (siehe Abb. 8).

Rückkopplungen

Nimmt ein Mikrofon vom Lautsprecher verstärkten Schall auf, wird dieser nochmals verstärkt, wieder aufgenommen usw. und es kommt zur bekannten akustischen Rückkopplung (meist schrilles Pfeifen, manchmal „Wummern“) im unteren Mittenbereich.

Rückkopplungen in kleinen Räumen sind meist durch Reflexionen bedingt. Hier hilft akustisches Dämmen der Wände. Auf der Bühne werden Rückkopplungen bei korrekter P.A.-Aufstellung von den Monitorboxen verursacht.

Mit sehr guten Hypernierenmikros (z.B. D 3800) kann man manchmal ein paar dB „gain-before-feedback“ gewinnen. Die Monitore werden bei solchen Mikrofonen leicht seitlich der Mikrofonachse (135°) postiert, um hier die optimale Ausblendung des Schalls zu nutzen.

Schaltflanke (transient)

Zeitlicher Spannungs- und Stromverlauf während des Ein- oder Ausschaltens einer Spannungs- oder Strom-Quelle, wie z.B. eines von einem Impuls-Signal gesteuerten Transistors.

Signal-Noise Ratio (Signal-Rausch-Abstand)
Verhältnis des Nutzsignals zum Grundrauschen.

Signaldämpfungsverluste

Ohmsche-, Dielektrische- und Strahlungsverluste eines Kabels.

Squelch

ist ein Schaltkreis, der den Empfänger bei schwachem Empfangssignal abschaltet und so die dann auftretenden Störgeräusche und das Eigenrauschen bei ausgeschaltetem Sender nicht wirksam werden lässt. Die Ansprechschwelle kann mit dem Squelchregler in einem vorgegebenen Bereich eingestellt werden.

Symmetrische/unsymmetrische Mikrofonschaltung

Mikrofone können elektrisch an Verstärker entweder symmetrisch oder unsymmetrisch geschaltet werden.

Bei der symmetrischen Schaltung sind beide Adern des Mikrofonkabels gegenüber dem Kabelschirm elektrisch gleichwertig, dadurch können bei längeren Mikrofonleitungen äußere Störungen (z.B. Brummeinstreuung) in den nachgeschalteten Verstärker nicht wirksam werden, weil sie auf beide Kabellösungen einwirken und sich in der Differenz aufheben.

Bei der unsymmetrischen Schaltung führt nur eine Leitung das Mikrofonsignal, als Rückleitung wird der Kabelschirm verwendet. Der Kabelschirm ist mit dem Nullpotential (Verstärkermasse) verbunden. Diese Schaltung kann zu verschleppten Nullpotentialen führen und damit zu Brummen.

Tone Coded Squelch

Der Audiopfad wird nur dann durchgeschaltet, wenn ein schmaler Filter einen systemspezifischen Ton aus dem demodulierten Signal herausfischt. Dieser Ton liegt oberhalb der 20 kHz Hörschwelle und wird senderseitig dem Audio-Signal beigemischt.

Übersprechen

Wenn Signale eines Übertragungskanal in einen anderen Kanal gelangen, so bezeichnet man dies als Übersprechen.

Übertragungsbereich

Ist der innerhalb der oberen und unteren angegebenen Grenzfrequenz liegende ausnützbare Frequenzbereich.

UHF

steht für „ULTRA HIGH FREQUENCY“.

Verzerrungen

Dynamische Mikrofone verzerren praktisch nicht. Genauer gesagt sind ihre Verzerrungen bei sehr hohen Schalldrücken (130 dB SPL) nicht mehr messbar, da Lautsprecher solche Lautstärken nicht mehr unverzerrt produzieren können. Wir haben daher keinen Grenzschalldruckpegel für dynamische Mikrofone angegeben. Kondensatormikrofone hingegen übersteuern wegen eingebautem Vorverstärker eher bei hohen Lautstärken.

Für Abnahme lautstarker Instrumente wie Drums oder Trompete im Nahbereich (wenige cm) sollte die Empfindlichkeit des Mikrofons abgesenkt werden: beim C 535 EB mittels Schalter.

Vokalmikrofon

Mikrofone, die speziell für Vokalanwendung auf der Bühne entwickelt wurden. Sie besitzen einen integrierten Popschutz, Körperschallunterdrückung gegen Hand- und Stoßgeräusche und sind besonders robust gebaut, um auch einen Sturz vom Stativ sicher zu überstehen. Um die Stimme gegenüber der Instrumentalmusik mehr hervorzuheben, sind die oberen Mitten (3 - 8 kHz) oft angehoben (Präsenzhebung).

Für Aufnahmen der Stimme im Studio ist ein größerer Mikrofonabstand (über 30 cm) ideal; hier werden dann meist Kondensatormikrofone eingesetzt.

Wellenlänge

Der Abstand zwischen zwei benachbarten Bergen oder Tälern einer sinusförmigen Wellenbewegung.



Keule

Achter

Kugel

Niere

Hyperniere

Checklists

Fragen zur Planung einer Besprechungsanlage

Um Ihnen die Planung einer Beschallungsanlage zu erleichtern, haben wir eine Reihe von Fragen zusammengestellt. Diese sollen in der Recherche als Gedankenstütze dienen und in der Kombination mit den Inhalten dieses Ratgebers nützliche Dienste leisten.

1.) Fragen zur Art der Veranstaltung:

- > Wie viele Teilnehmer hat eine typische Veranstaltung?
- > Soll jeder Teilnehmer ein eigenes Mikrofon bekommen?
- > Wie viele Mikrofone werden in Summe benötigt?
- > Wie viele Mikrofone sollen davon stationär, wie viele mobil zum Einsatz kommen?
- > Welche Audioquellen sollen zugespielt werden?
(Sprache, Live-Musik, Zuspelung, Telefonkonferenz, Videokonferenz ...)
- > Ist die Bestuhlung bei allen Veranstaltungen immer ident?
- > Finden gleichzeitig mehrere Veranstaltungen in benachbarten Räumen statt?
- > Wie viele Sprachen werden gesprochen?
- > Wird eine Simultanübersetzung benötigt, wenn ja wie viele Sprachen?
- > Gibt es einen bei der Veranstaltung anwesenden Tontechniker?
- > Gibt es einen Vorsitzenden (Konferenzleiter)?
- > Sollen Abstimmungen durchgeführt werden?
- > Gibt es einen typischen Ablauf einer Veranstaltung)?
Wie schaut dieser aus?

3.) Fragen zur Wahl der Mikrofone:

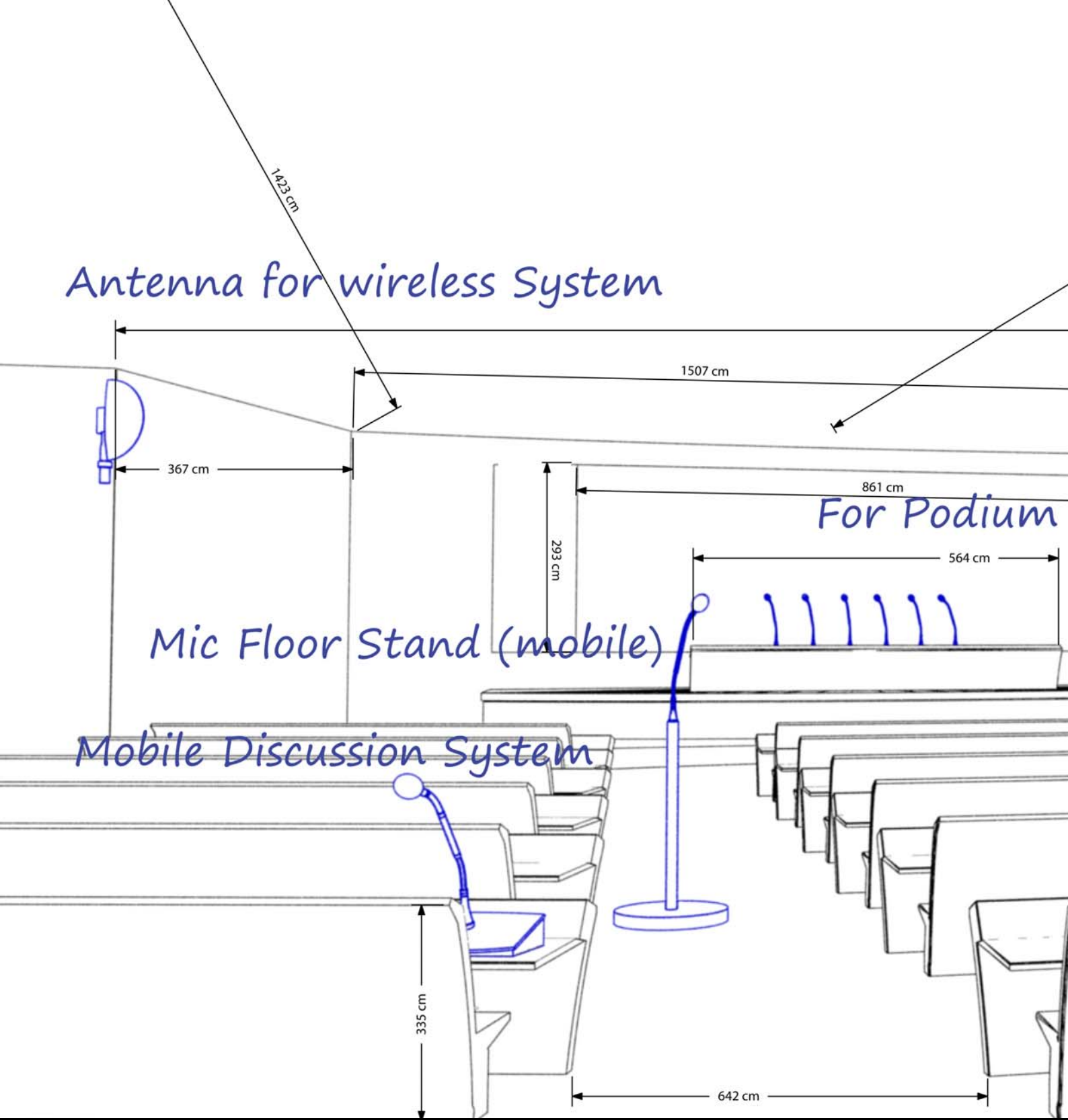
- > Dürfen die Mikrofone, Lautsprecher und Sender sichtbar sein oder wird eine versteckte Montage bevorzugt?
- > Welche Bautypen und Richtcharakteristiken von Mikrofonen können eingesetzt werden?
- > Welche Art der Montage wird bevorzugt (fix, mobil)?
- > Gibt es ein Rednerpult?
- > Besteht die Notwendigkeit für ein Funkmikrofonsystem?
(bewegte Redner oder Publikumsmikrofon)
- > Können Headsets oder Lavaliermikrofone verwendet werden?
- > Welche mechanischen Ansprüche werden an die Mikrofone gestellt?
- > Welche optischen Ansprüche werden an die Mikrofone gestellt?
- > In welchen Bereichen des Raumes sollen Mikrofone eingesetzt werden?
- > Soll jeder Teilnehmer über ein eigenes Mikrofon verfügen?
- > Sollen die Mikrofone über Bedienelemente verfügen?
(Ein-/Ausschalter, Abstimmknöpfe, ...)?

2.) Fragen zum Raum und zur Raumakustik:

- > Welche Raumbereiche sind aktiv, welche passiv?
- > Gibt es richtige Pläne des Raumes von einem Architekten?
(Papier, elektronisch)
- > Gibt es statische Einschränkungen zum Beispiel für die Befestigung von Lautsprechern oder Infrarot-Sendern?
- > Gibt es Vorgaben/Einschränkungen in Bezug auf das Design und/oder die Farbwahl der Komponenten?
- > Wo sind die Lautsprecher montiert?
Welche Abstrahlcharakteristik haben diese?
- > Wo sollen/dürfen weitere Lautsprecher montiert werden?
- > Wo werden Mikrofone benötigt?
- > Sind der/die Besprechungstische fix eingerichtet oder ist der Raum flexibel gestaltbar und für unterschiedliche Anwendungen vorgesehen?
- > Sind die aktiven und passiven Raumbereiche fix oder wird der Raum bei jeder Veranstaltung anders genutzt?
- > Welche schalldämmenden Maßnahmen wurden getroffen?
- > Welche Störschallquellen gibt es?
(Projektoren, Computer, Klimaanlage, ...)
- > Wie hoch ist der zu erwartende Störpegel durch die Störschallquellen?
- > Gibt es akustisch kritische Bereiche?
(Reflexionen durch harte Wände, Fenster, glatte Flächen, ...)
- > Wie hoch ist die Nachhallzeit?
- > Wie ändert sich die Nachhallzeit durch die Anwesenheit von den Teilnehmern?
- > Gibt es störende Reflexionen im Raum (Flutterecho, ...)?
- > Welche Verstärkung ist notwendig (Necessary acoustical gain, NAG)?

4.) Fragen zur Bedienung:

- > Werden die Veranstaltungen betreut durch einen Techniker oder durch einen Automixer?
- > Welche Einrichtungen zur internen Kommunikation werden benötigt?
- > Wie sind die Sicht- und Hörbedingungen auf den Plätzen der Technik, Regie sowie der Dolmetscher?
- > Gab es bisher typische Probleme, welcher Art waren diese?



www.ake.com

AKG Acoustics GmbH

Lemböckgasse 21-25, A-1230 Wien/AUSTRIA, phone: + 43 1 86654 0

e-mail: sales@ake.com

AKG Acoustics, U.S.

8500 Balboa Boulevard, Northridge, CA 91329, U.S.A., phone: +1 818 920 3212

e-mail: akeusa@harman.com

For other products and distributors worldwide visit www.ake.com

Specifications subject to change without notice.

H A Harman International Company

