



FOTO: IMAGO

## Live-Mixing-Workshop – Teil 6

## Wer viel misst ...

... misst Mist. Trotzdem gibt es, ausgestattet mit den richtigen Hilfsmitteln und etwas Know-how, ein paar Methoden und Kniffe, mit denen ihr den Sound eures Beschallungssystems optimieren könnt. Ganz ohne Messen kommt man dabei natürlich nicht aus, hohe Ausgaben für Messequipment stehen allerdings auch nicht an – denn nicht zuletzt sitzen die wichtigsten Messgeräte immer noch rechts und links an eurem Kopf.

### SOUNDCHECK

#### Wissen

##### Phase und Polarität

Diese beiden Begriffe werden häufig verwechselt – was meist kein Beinbruch ist, allerdings recht unprofessionell klingt. Dabei ist es so einfach. Die Phase gibt das Verhältnis von Pegel zur Zeit an, also zwischen zwei unterschiedlichen Größen, die Polarität hingegen gibt das Verhältnis zweier gleicher Größen an – also einen Potenzialunterschied mit Bezug auf den Null-

punkt. Klingt furchtbar trocken, bedeutet aber eigentlich nur eins: Polaritäten kann man einfach umdrehen, Phasen hingegen kann man nur auf der Zeitachse verschieben. Wenn ihr das nächste mal auf dem Mischpultkanal oder der Aktivbox etwas vom „Phasendreher“ lest, dann setzt ein wissendes Lächeln auf, denn eigentlich habt ihr es hier mit einem „Polaritätsdreher“ zu tun.

Jede Menge esoterischer Verklärung kommt meist dann ins Spiel, wenn es um das Thema „Messen“ geht. Dabei gehören zum Beispiel das Einrauschen einer Beschallungsanlage oder das Einpfeifen einer Bühne nicht nur zum Handwerkszeug der großen Profitureen, sondern bringen auch im kleineren Rahmen oft deutliche Verbesserungen. Man muss nur wissen, was man tut – dann wirken bereits kleine Änderungen oft Wunder.

Ihr solltet auch klar unterscheiden, denn beide Vorgehensweisen habe rein gar nichts miteinander zu tun. Während das Einrauschen oder Einmessen der PA vor allem dazu dient, das Beschallungssystem optimal auf die Location und die räumlichen Gegebenheiten einzustellen, versucht man mit dem Einpfeifen etwas ganz anderes zu erreichen – nämlich maximale Sicherheit vor Rückkopplungen. Wie beides nun funktioniert und welche Technik und Know-how dafür notwendig ist, erfahrt ihr hier.

# MUSIC STORE

professional  
www.musicstore.de

**billiger kaufen...frei Haus  
mehrere tausend Gitarren Versandbereit**

Schöner informieren:  
blättern Sie in unserem  
interaktiven Blätterkatalog!  
unter [www.musicstore.de](http://www.musicstore.de)

## SOUNDCHECK

Wissen

### Frequenz und Wellenlänge

Diese beiden Größen hängen eng zusammen, die Verbindung ist die Schallgeschwindigkeit  $c$ , die Formel lautet  $c = \Delta \times f$ . Mit dieser Formel lässt sich schnell und einfach ausrechnen, welche Wellenlänge  $\Delta$  (sprich Lambda) zu einer Frequenz  $f$  gehört. Die Schallgeschwindigkeit  $c$  kann man dabei mit 343 m/s in Luft bei 20° Celsius annehmen.

**Drei Beispiele gefällig?** Die Wellenlänge für 80 Hz, da wo der Bass schön grummelt, entspricht 4,28 Metern. Der Kamerton A, mit 440 Hz bekannt als Pausenton im Fernsehen oder klassischer Stimmungston für Saiteninstrumente bringt es gerade mal auf eine Wellenlänge von 78 Zentimetern und die Frequenz 12 kHz, also da, wo hornbeladene Systeme gerne aggressiv klingen, hat nur noch eine Wellenlänge von 2,8 Zentimetern.

### Sinussweeps und Rauschen in allen Farben

Messen bedeutet zunächst nichts anderes als vergleichen – darum kommen auch beim Einmessen oder Einrauschen einer PA Referenzsignale zum Einsatz. Häufig verwendet wird ein Rauschen, die Farbangabe dabei gibt Auskunft über die Frequenz- und Pegelverteilung. Weißes Rauschen ist dabei über den kompletten Frequenzbereich konstant, rosa Rauschen oder Pink Noise nimmt zu höheren Frequenzen hin stetig ab und klingt damit im Ohr natürlicher – da durch die Empfindlichkeitskurve des menschlichen Gehörs alle Frequenzen etwa gleich laut wahrgenommen werden. Neben dem Rauschen gibt es auch noch weitere Testsignale, zum Beispiel Sinussweeps mit ansteigender Frequenz oder so genannte Burst-Signale, also kurze Rechteckimpulse, die wie ein Knall oder Knacken klingen.

Eine Messung läuft eigentlich stets gleich ab: Man gibt das Test- oder Referenzsignal über die Anlage wieder, nimmt das Ergebnis mit einem möglichst linearen Mikrofon an einem repräsentativen Ort auf und vergleicht das Soll, also das Referenzsignal, mit dem Ist, also dem, was man aufgenommen hat. Dazu stellt unser Analyzer im Idealfall beide Signale als Kurve oder LED-Band wie beim Spectrum Analyzer dar. Jetzt nur noch so lange am Equalizer drehen, bis beide Kurven gleich sind und alles ist prima. Klingt einfach und banal – funktioniert aber mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit nicht! Im Gegenteil, das Ergebnis wird geradezu ermühtend sein. Aber woran liegt's?

### Phase, Wellenlänge und Frequenz, Raum vs. Direktschall, Zeitfenster und Messort

Eine Beschallungsanlage ist ein recht komplexes Gebilde. Bereits kleine Eingriffe oder Veränderungen im Setup haben bereits eine beachtliche Wirkung. Mit einem geeigneten Messsystem lassen sich selbst kleinste Ungereimtheiten aufdecken und auch analysieren, allerdings gibt es noch immer kein System, das klar formulierte Anweisungen gibt, was zu tun ist. Ihr müsst also lernen zu interpretieren, was ihr seht und eure Vorgehensweise abzustimmen. Ausgebuffte Profis erkennen auf Grund der langjährigen Erfahrung bereits mit einem Blick auf die Anzeige, wo eventuell ein Fehler liegt. Nicht umsonst wird der Job des Systemtechnikers heute immer wichtiger.

Die meisten Fehler innerhalb der Übertragungskette lassen sich nämlich nicht durch den Einsatz des Equalizers ausbügeln, sondern werden meist sogar durch exzessiven Einsatz einer Klangregelung nur noch schlimmer. Weitaus häufiger sind es Phasenprobleme, die den Systemtechnikern das Leben schwer machen und dem Publikum den Genuss vermiesen. Dazu kommen so genannte Kammfiltereffekte, Verpolungen und mangel-

Vom Blätterkatalog sind Sie mit nur einem Klick wieder im Shop... Preise topaktuell!



## SOUNDCHECK

## Praxistipp

**Kleiner Fehler – große Wirkung**

An dieser Stelle haben wir euch ein paar Kardinalsfehler aufgelistet – wer sie vermeidet, hat ohne viel Aufwand schon mal einen guten Schritt in Richtung guten Sound geschafft:

- Richtet eure Lautsprecher gewissenhaft aus. Nicht nur die Richtung aufs Publikum ist wichtig, sondern auch die Ausrichtung untereinander. Während Bässe auf Grund der Wellenlängen in ihrem Frequenzbereich eher unkritisch sind, bewirken bereits wenige

Zentimeter vor oder zurück im Hochtonbereich unter Umständen böse Kammfiltereffekte.

- Achtet auf die Polarität. Ein verpolteter Sub kostet euch unter schlechten Umständen mehr als die Hälfte der zur Verfügung stehenden akustischen Leistung, in den Mitten klingen Polaritätsfehler meist hohl und undefiniert, in den Höhen kommt es zu unschönen Kammfiltern.
- Filtert sparsam. Jeder Filter im Signalweg beeinflusst die Phase, in der Summe kommen bis zu eurem Publikum oft beträchtliche Verschiebungen zusammen. In der Praxis ist es zum

Beispiel besser, einen Lowcut am Equalizer zu betätigen, als die untersten Frequenzbänder komplett zu ziehen.

- Sucht Soundfehler nicht nur bei der PA, sondern auch auf der Bühne. Eine brillant eingestellte PA kann und soll das was von der Bühne kommt schließlich verstärken – nicht mehr aber auch nicht weniger. Insbesondere da, wo viele Mikrofone auf engem Raum sind (Drums, Gitarren, Amps), verstecken sich häufig Phasenprobleme, extreme Einstellungen im Kanal-EQ tun dann ihr übriges dazu.

und Abstimmung – gibt es nur, wenn alle Parameter stimmen. Den Anfang macht die Festlegung der Übergangsfrequenzen, danach steht die Anpassung der einzelnen Pegel an und schließlich die Anpassung von Phase und Polarität. Wichtig dabei: Sämtliche Parameter beeinflussen sich gegenseitig, also immer wieder überprüfen. Eine Veränderung der Übergangsfrequenz ändert meist auch die Phasenlage des Systems, unter Umständen müssen auch die Pegel erneut angepasst werden. Immer mit Blick auf den Analyzer. Wie ihr feststellen könnt, müsst ihr hier äußerste Sorgfalt walten lassen.

**Elektronisches Delay contra mechanisches Verschieben**

hafte Kopplung, insbesondere bei teilweise geflogenen Systemen. Dass ein Equalizer da die falsche Wahl ist, dürfte einleuchten, manchmal lassen sich viele dieser Probleme bereits rein mechanisch durch Ausrichten oder schlichtes Verschieben lösen, oft sind aber auch elektronische Mittel gefragt, zum Beispiel Delays zur Zeitanpassung der einzelnen Wege.

**Wie kommt man an die Werte?**

**Der erste und wichtigste Schritt der Bestandsaufnahme ist bereits die Aufstellung des eingesetzten Messmikrofonen.** Ganz gleich, ob am Ende der Kette ein Spectrum Analyzer oder ein rechnerbasiertes Messsystem steht, auch hier kommt es, wie überall sonst auch auf der Bühne, auf die Quelle an. Erstes Ziel ist es, möglichst nur die erste Wellenfront mit dem Messmikrofon aufzunehmen und Raumreflexionen möglichst vollständig auszublenden. Eine einfache, aber bewährte Methode dafür ist die Ausrichtung des Messmikros möglichst nah an eine schallharte Fläche, also auf den Boden oder auf eine Wand. Genau wie bei einem Grenzflächenmikrofon kommt es dabei zwar zu einer Überhöhung des Bassanteils, dafür werden aber Kammfiltereffekte effektiv ausgeschaltet. Wer hier sauber arbeitet, hat es im späteren Mixprozess leicht-

er. Dann lassen sich die Instrumente besser im Mixdown integrieren.

**Weiterhin ist es wichtig, möglichst nur den Direktschall aufzunehmen,** also den Anteil, der von der PA abgestrahlt wird und die Raumantwort möglichst auszublenden. Sonst kann anhand der Messung nicht unterschieden werden, welchen Anteil am Ergebnis die PA und welchen Anteil die Raumreflexionen haben. Audio Analyzer ermöglichen das durch eine so genannte Fensterung. Vereinfacht gesagt nimmt das Messmikrofon hier nicht dauernd auf, sondern nur für ein bestimmtes Zeitfenster. Abhängig von der Entfernung zwischen PA und Mikrofon und dem Frequenzbereich und damit der Wellenlänge ist dieses Fenster kürzer oder länger.

**Hohe Frequenzen haben kurze Wellenlängen, das Zeitfenster kann damit sehr klein ausfallen.** Tiefe Frequenzen hingegen haben große Wellenlängen, das Zeitfenster für eine komplette Schwingung muss also deutlich größer sein. An dieser Stelle unterscheiden sich Spectrum Analyzer und Audio Analyzer übrigens, denn nur sehr wenige Spectrum Analyzer können so eine Fensterung bieten. Selbstverständlich sollten die Werte nicht nur an einem Ort, sondern an mehreren, repräsentativen Punkten im Publikumsbereich aufgenommen werden.

**Das Ziel heißt kohärente Kopplung**

**Unter dem Begriff „Kohärenz“ versteht man das zeitgleiche Auftreten von Ereignissen.** Kleines Beispiel gefällig? Wenn Drummer und Bassist auf die Eins spielen können, ist das schon mal ein Anzeichen für Kohärenz innerhalb der Band; für ein Beschallungssystem heißt das vereinfacht ausgedrückt, alle Treiber in einem Frequenzbereich müssen phasengleich arbeiten. Insbesondere im Bereich rund um die Übergangsfrequenzen ist das besonders wichtig, denn sonst kommt es dort zu Auslöschungen – den so genannten Kammfiltereffekten. Eine vollständige Addition der Pegel – und damit das Optimum in Sachen Lautstärke

**Häufig lassen sich Phasenprobleme durch einfaches Verschieben der Boxen beseitigen.** Stehen zum Beispiel bei einem geflogenen System Subwoofer und Top nicht direkt übereinander, kann es eventuell einfacher sein, ganz einfach die Bässe etwas zu verschieben, anstatt zum elektronischen Delay zu greifen. Andererseits ist so was alleine aus optischen oder räumlichen Gründen nicht immer möglich, dann bietet sich der Griff zum Delay an. Viele Controller zum Beispiel haben bereits „Short Delays“ an Bord, mit denen „Verschiebungen“ um wenige Zentimeter schnell und einfach möglich sind. Zielführend sind auf jeden Fall beide Methoden.



Analyzer und EQs zum Einmessen: Samson D-Class



Beim Einpfeifen der Monitore muss die Front-PA gemutet werden.

### „Mut zum Feedback“ oder: Wozu eigentlich einpfeifen?

In einer ganz anderen Liga spielt das sogenannte „Einpfeifen“. Denn während wir beim Einmessen der PA Wert auf optimale Übertragung und bestmöglichen Sound legen, zählt beim Einpfeifen die maximale Rückkopplungssicherheit, neudeutsch gerne als „Gain before Feedback“ bezeichnet. Puristen behaupten, dieses Vorgehensweise wäre nur bei unzureichenden Monitoren notwendig.

Tatsache ist jedoch, dass eine sauber eingepfeifte Bühne immer noch für drei bis vier dB mehr Pegel auf den Wedges gut ist – und selbst wenn man die nicht braucht, ist es immer ein gutes Gefühl, etwas sichere Reserve auf der Bühne zu haben. Erfreulicherweise benötigt man fürs Einpfeifen keinerlei teures Equipment, sondern lediglich ein paar gute Ohren und einen funktionierenden Gehörschutz. Unterstützung kann man sich in Form eines Spectrum Analyzers holen, der in den jeweiligen Monitorweg geschaltet wird und schon kanns losgehen. Die ganze Prozedur hat pro Weg nur fünf Schritte:

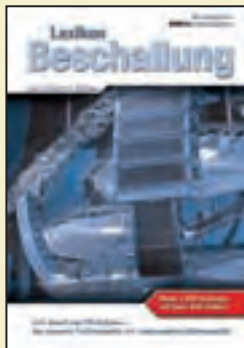
1. Schickt erst mal alle raus, die nicht unbedingt gebraucht werden. Insbesondere auf der Bühne wirds beim Einpfeifen unangenehm laut!
2. Stellt das Mikrofon – idealerweise das des Sängers oder der Sängerin – auf eine repräsentative Position auf der Bühne. Am besten da, wo sich besagte Person vornehmlich aufhält, zum Beispiel direkt vor den Monitoren. Optional könnt ihr auch jemanden bitten, sich mit dem Mikrofon auf der Bühne aufzuhalten – aber Vorsicht: Für besagte Person ist Gehörschutz absolute Pflicht!

3. PA muten und die Lautstärke im entsprechenden Monitorweg langsam erhöhen, bis ihr eine Rückkopplung provoziert. Fahrt langsam hoch, dann entsteht kein infernalisches Geheue, sondern ihr hört zunächst ein leises, schwebendes Ankoppeln.
4. Kopplungsfrequenz identifizieren – hier hilft ein gutes Gehör, Übung/Erfahrung oder die Anzeige des Spectrum Analyzers – und am Equalizer absenken. Vermeidet drastische Eingriffe am Equalizer, sonst lauft ihr Gefahr, das Signal „totzufiltern“. Dieses Ergebnis klingt nach einem brachial lauten Telefon und taugt nicht mehr zur Kontrolle. Meist reichen drei bis vier dB Absenkung.
5. Wiederholt diesen Vorgang zwei bis drei mal, danach solltet ihr die heißen Frequenzen eliminiert haben, ohne den gesamten Monitor-sound zu sehr verbogen zu haben. Vergleicht nun die Gain-Einstellung und passt den Pegel an, drei bis vier dB an Reserve solltet ihr so gewonnen haben.

**Ein Tipp zum Schluss – an Stelle der Lautstärkeerhöhung könnt ihr Feedbacks auch am Equalizer provozieren.** Zieht dazu beim grafischen Equalizer einfach einzelne Frequenzbänder hoch und überprüft, ob es dabei zu einer Rückkopplung kommt. Wenn ja, dann absenken und weitersuchen.

◆ Uli Hoppert

### Lexikon Beschallung – von Jan-Friedrich Conrad



Wer noch mehr über Beschallung erfahren möchte, dem sei Jan-Friedrich Conrads Beschallungs-Lexikon ans Herz gelegt. Dieses Buch bringt euch auf den aktuellen Stand der Dinge in Sachen Beschallungstechnik und ist ein unentbehrliches Nachschlagewerk für jeden Beschallungstechniker. Von den Grundlagen der Raumakustik und des Lautsprecherbaus über Mitkopplung und Laufzeitverzerrung bis hin zu Themen wie digitale Live-Mischpulte oder Lautsprechermanagement erfahrt ihr alles, was man wissen muss, um einen Top-Sound zu mischen.

Das „Lexikon Beschallung“ von Jan-Friedrich Conrad ist im Fachhandel oder im Internet unter [www.ppvmedien.de](http://www.ppvmedien.de) für 28 € erhältlich.

# billiger kaufen... frei Haus

## mehrere tausend Instrumente Versandbereit



Der Music Store...ca. 13.000m<sup>2</sup> Lager,  
Service-, Demofläche

