

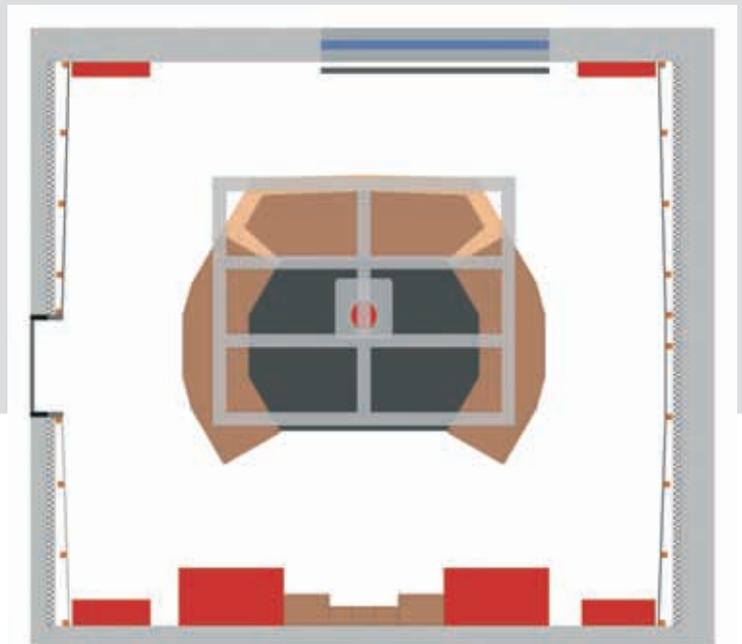
# Angewandte Raumakustik

## Optimierung eines Tonstudios

### Teil 3: Planung und Ausführung

Von Werner Schwierzock

Im ersten Teil hatte ich beschrieben, welche Eigenschaften eines Raumes den Akustiker interessieren. Dabei habe ich erläutert, wie unser Tonstudio vor der Umgestaltung aussah. In der zweiten Folge ging es darum zu beschreiben, was wir verändern wollen, damit der Raum für die Nutzung akustisch optimiert wird. Diese Ausgabe behandelt die Planung und Ausführung der gemeinsam mit dem Auftraggeber aufgestellten Ziele. Wesentliches Ziel ist es zuerst einmal, in allen Frequenzbereichen die passende Nachhallzeit einzustellen, um störende Raumeinflüsse zu vermeiden. Wie schon beschrieben, müssen die Maßnahmen für tiefe, mittlere und hohe Frequenzen angepasst werden.



Grundriss mit raumakustischen Maßnahmen

Lassen Sie sich nicht täuschen von scheinbar einfachen und schnellen Raumakustiklösungen. Durch ein paar Quadratmeter Schaumstoffmatten lässt sich noch lange keine brauchbare Raumakustik herstellen. Insbesondere bei tiefen Frequenzen sind diese Matten wirkungslos und bewirken im Gegenteil, dass der Nachhallzeitverlauf völlig verbogen wird und der Raum für unseren Zweck daher nicht zu gebrauchen wäre. In unserem Raum haben wir uns für eine Lösung entschieden, welche mehrere Aspekte kombiniert. So planen wir nun an den beiden Seitenwänden über die gesamte Oberfläche freistehende Ständerwände mit Gipskartonbeplankung mit unterschiedlichen Wandabständen.

Was erreichen wir damit? Dieses System wirkt akustisch als Plattenresonator und kann damit zur Nachhallzeitreduzierung bei tiefen Frequenzen eingesetzt werden. Die Resonanzfrequenz bestimmen wir durch das Verhältnis von Masse (Gewicht der Gipskartonplatten) und der Feder (dahinterliegendes Luftvolumen mit Bedämpfung). Damit dieses System nicht nur bei einer Frequenz wirksam wird, variieren wir den Wandabstand (also die Federwirkung) und die Anzahl der Platten (eben die Masse). Wenn derartige Vorsatzschalen an Außenwänden montiert werden, muss zwingend der Tauwasserschutz beachtet werden, da ansonsten in der Wand Feuchtigkeit und damit letztendlich Schimmel entstehen kann. Oft kann dieses Problem durch die Anbringung einer Dampfbremsfolie gelöst werden, ohne genaue Kenntnis der bauphysikalischen Zusammenhänge sollte man dies jedoch nicht planen bzw. durchführen.

Da diese Wandkonstruktion auch in vier senkrechten und vier waagerechten Raumkanten liegt, erzielen wir eine größtmögliche Wirksamkeit. Aber auch an anderen Stellen der Wände gibt es Schalldruckmaxima, die wir mit dieser flächigen Konstruktion ebenfalls abdecken. Die Schrägstellung der Wände hat zudem noch einen weiteren Vorteil: Sie bewirkt zusätzlich, dass Flatterechos, die zwischen glatten, parallelen Flächen entstehen können, vermieden werden, da die beiden Seitenwände nun nicht mehr parallel sind.

Sehen wir uns nun die Rückwand an. Diese ist durch einen in den Raum ragenden Kaminschacht geprägt. Also nutzen wir dies und gliedern die Rückwand in unterschiedlich tiefe Regal- bzw. Schrankflächen auf. Dadurch erhalten wir zudem weitere Tieftonabsorber, aber – und darum geht es hier vor allem – wir erreichen mit dieser Gestaltung, dass die ehemals glatte Rückwand nun eher diffus reflektierend wirkt. Die Aufbauten haben zum

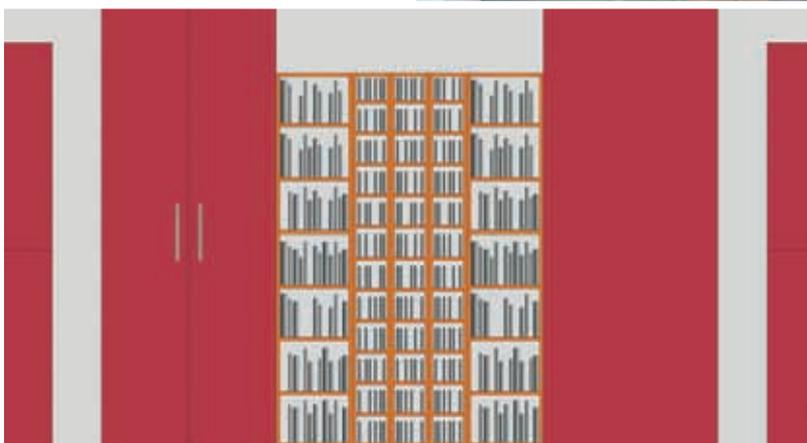
einen große Abmessungen, wirken also auch bei tieferen Frequenzen, und enthalten zum anderen auch kleine Gegenstände, die ihre Wirkung bei höheren Frequenzen entfalten können. Es entsteht also eine relativ breitbandig diffus reflektierende Rückwandfläche. Und nicht zuletzt bekommen wir auch genügend Stellfläche für alles, was so gebraucht wird.

Jetzt zur Decke. Diese vollständig massive und glatte Betondecke führt zu erheblichen Störungen, so dass wir Folgendes planen: Der mittlere Deckenteil bekommt eine hochabsorbierende Unterdecke, die, akustisch gesehen, aus verdichteten Polyesterfaserplatten mit einer Materialdicke von 80 mm und einem Luftraum von ca. 50 mm besteht. Zusätzlich erzielen wir damit einen Beitrag zur Regulierung der Nachhallzeit bei mittleren und hohen Frequenzen, und wir verhindern wirkungsvoll frühe energiereiche Reflexionen von den Lautsprechern über die Decke zum Hörplatz. Da wir an anderer Stelle genügend Tieftonabsorber unterbringen, macht es auch nichts aus, dass wir die Abhängehöhe nicht größer machen können. Gerade die Decke ist für den Akustiker in vielen Fällen eine sehr wichtige Fläche für die raumakustische Gestaltung und sollte in jede Planung einbezogen werden.

*„Lassen Sie sich nicht täuschen von scheinbar einfachen und schnellen Raumakustiklösungen. Durch ein paar Quadratmeter Schaumstoffmatten lässt sich noch lange keine brauchbare Raumakustik herstellen.“*



Vorsatzschale mit Hohlraumbedämpfung

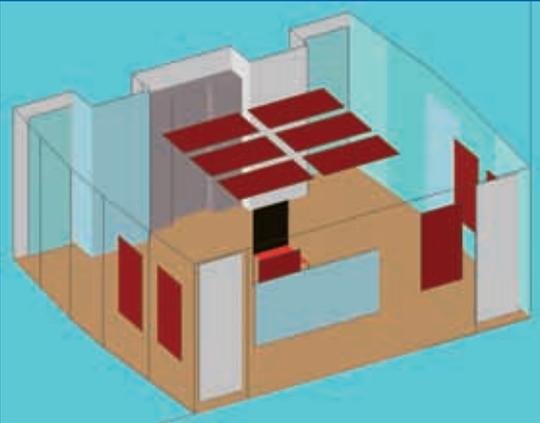


Ansicht Rückwandfläche



Montage des Akustiksegels

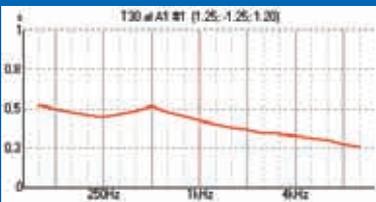
# Raumakustische Simulationsprogramme



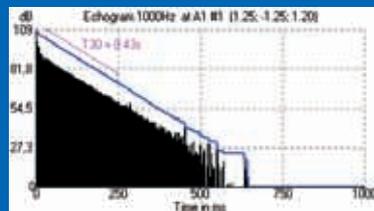
Darstellung der Raumboflächen im Simulationsmodell (Abb. 5)

Die heute erhältlichen raumakustischen Simulationsprogramme arbeiten entweder mit dem Spiegelschallquellen- oder einem Ray-Tracing-Verfahren, gelegentlich auch mit beiden. Damit lassen sich unter gewissen Voraussetzungen Erkenntnisse über die akustischen Eigenschaften eines Raumes gewinnen. Im Allgemeinen wird ähnlich einem CAD-Programm zuerst ein dreidimensionales Modell eines Raumes erstellt. Den einzelnen Raumboflächen werden danach die absorbierenden und in einigen Fällen auch diffusierenden Eigenschaften zugeordnet. Jetzt braucht es nur eine oder mehrere Schallquellen und Empfänger, und es können Berechnungen durchgeführt werden. Dabei müssen alle Daten frequenzabhängig angegeben werden, um brauchbare Ergebnisse zu erhalten. Zu beachten ist aber auch, dass erst unter gewissen Randbedingungen richtige Ergebnisse erwartet werden können. So ist z. B. eine Randbedingung in kleineren Räumen bei tiefen Frequenzen nicht mehr gegeben. In unserem Fall können daher die Ergebnisse unserer Simulationen erst oberhalb etwa 200 Hz verwendet werden. Kennt man die Grenzen derartiger Programme, können diese in der täglichen Arbeit sinnvoll eingesetzt werden, insbesondere dann, wenn wir die Vor- und Nachteile verschiedener Gestaltungsvarianten vorab durchspielen möchten. Grundsätzlich ersetzt kein Programm die Erfahrungen des Akustikers, sondern dient diesem als Hilfsmittel bei der Planung.

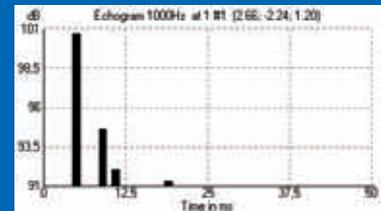
In unserem Modell arbeiten wir nach dem Ray-Tracing-Verfahren mit etwa 200.000 Teilchen, die wir in den Raum senden und am Hörplatz in einer so genannten Zählkugel auswerten. Mit der daraus gebildeten Impulsantwort lassen sich verschiedene Nachhallzeiten, Schallpegelverteilungen und die zeitliche Struktur der Reflexionen abbilden.



Ergebnisse der Nachhallzeitberechnung im Simulationsmodell (Abb. 6)



Ergebnisse der Impulsantwort im Simulationsmodell – gesamter Zeitbereich (Abb. 7)



Ergebnisse der Impulsantwort im Simulationsmodell – frühe Reflexionen (Abb. 8)

Bleibt noch die vordere Wand. Hier gibt es ein Fenster und ansonsten eine glatte Wandoberfläche. An dieser Fläche können wir noch ergänzende Absorber platzieren. Diese bestehen zum einen aus Plattenresonatoren, diesmal in Kastenform, und aus weiteren Mittel-/Hochtonabsorbern aus dem gleichen Material, wie wir es an der Decke verwenden. Diese werden nach einer akustischen Zwischenmessung passend ausgelegt.

Nach der Fertigstellung der neuen Seitenwände, der Rückwand und der Deckensegel ergab diese Messung, dass noch etwas mehr Tieftonabsorber und Mittel-/Hochtonabsorber benötigt werden, um die gewünschten Nachhallzeiten bei allen Frequenzen zu erreichen. Diese modularen kastenförmigen Systeme lassen sich für alle Frequenzen herstellen und auch nachträglich vor Wänden und der Decke montieren. Zusätzlich regulieren wir damit die Struktur der frühen Reflexionen am Hörplatz, indem wir die Mittel-/Hochtonabsorber genau da platzieren, wo diese geometrisch auftreten können.

Für den Fall, dass man keine zusätzlichen porösen Absorber für die Regulierung der Nachhallzeit braucht, kann man auch schallstreuende Elemente verwenden. Dadurch kann eine harte Reflexion ebenfalls verhindert werden. Absorption und Diffusion wurden ja grundsätzlich schon im zweiten Teil behandelt.

Vom Boden schließlich bleibt in unserem Fall nicht viel übrig, da einen Großteil der Fläche das Regiemöbel einnimmt. Kommen wir also gleich zu diesem. Auch hier waren Änderungen notwendig. Die obere Platte wurde bereits bei der Bestandsaufnahme als kritisch hinsichtlich der Erzeugung früher Reflexionen erkannt. Die Größe dieser Platte musste also deutlich reduziert werden, damit die Schallabstrahlung der dahinter platzierten Lautsprecher nicht zu sehr beeinflusst wird.

Jetzt bleibt aber immer noch die Arbeitsfläche mit den Monitoren, der Computertastatur und dem Keyboard. Diese lässt sich leider nicht gänzlich vermeiden, da wir ja

auch Flächen zum Arbeiten brauchen. Grundsätzlich ist das in allen Studios ein echtes Problem, da entweder Tischflächen oder das Regiepult zwischen Lautsprechern und Hörplatz liegen. Es entstehen also immer mehr oder weniger starke Überlagerungen des reflektierten Schallfeldes mit dem direkten Schallfeld und somit auch Veränderungen des Frequenzganges und der zeitlichen Struktur des Signals. Mit den hier beschriebenen Maßnahmen erreichen wir unterm Strich die gewünschten Nachhallzeiten in den einzelnen Frequenzbereichen, und wir vermindern weitestgehend störende Reflektionen an Wand- und Deckenflächen.

Als hilfreiches Mittel der Planung werden heute auch raumakustische Simulationsprogramme eingesetzt. Damit lassen sich bei richtiger Anwendung größere Fehler vermeiden und auch ohne großen Zusatzaufwand verschiedene Varianten der Gestaltung vorher durchspielen. Der hauptsächlichste Aufwand besteht im Erzeugen eines Raummodells und der Definition von raumakustischen Eigenschaften für die einzelnen Raumboberflächen. Wie genau man diese eingibt, hängt von der zu lösenden Aufgabe ab und variiert demnach. Keines der Programme kann aber ohne Fachwissen und einige Erfahrung sinnvoll benutzt werden (siehe Textkasten).

In unserem Simulationsmodell kann nun die Nachhallzeit berechnet werden, und es lässt sich zeigen, dass der gewünschte Mittelwert von 0,4 Sekunden und ein über alle Frequenzen ausgewogener Verlauf voraussichtlich erreicht werden kann (Abb. 6 & 7). Berechnet wurde in unserem Raum die Zeit T30, das heißt, es wird ein Pegelabfall von 30 dB genommen. Da die Nachhallzeit aber als der Abfall definiert wird, in dem der Pegel um 60 dB abnimmt, wird dieser Wert einfach verdoppelt. Außerdem kann festgestellt werden, ob und welche störenden Reflektionen an einer bestimmten Stelle auftreten (Abb. 8).

Zusätzlich kann mit einigen Programmen auch eine Auralisation, ein Hörbarmachen der späteren Akustik, realisiert werden. Dabei wird ein trockenes Sprach- oder Musikbeispiel, also ein ohne Raumanteil aufgenommenes Signal, mit der Impulsantwort des Raumes gefaltet. Das Ergebnis klingt dann weitestgehend so, als wäre es im realen Raum aufgenommen worden.

Nachdem nun klar ist, was getan werden muss (und auch zum Teil schon getan wurde), werden wir uns im vierten und letzten Teil den fertigen Raum ansehen. Hier werde ich dann die tatsächlich gemessenen Daten und Ergebnisse des Umbaus erläutern. ■

Anzeige

# SESSIONMIX

High performance · High quality potentiometer · High headroom · High dynamic range



## Lieferbare Modelle:

- SessionMix 6
- SessionMix 8
- SessionMix 12
- SessionMix 12DSP
- SessionMix 16DSP
- SessionMix 20DSP
- SessionMix 12DSPA\*

(\* siehe Abbildung links)



Mehr Info: [www.dap-audio.info](http://www.dap-audio.info) · email: [sales@highlite.nl](mailto:sales@highlite.nl) · Telefon: +31-(0)45-5667701