

studioemagazin



Abenteuer Studiobau

Probleme und Lösungen in der Studioakustik

Schall zu Wärme

Ein Streifzug durch die Welt der Absorber

Die Bahn kommt...

Ein Überblick zum Thema ‚akustische Entkopplung‘ in Tonstudios

Eiertanz

Akustische Lösungswege für die Surroundwiedergabe in Tonstudios

Viele Wege führen nach Rom

Gedanken zur Akustik in Surround-Regien

Form Follows Function

Neue Regieraum- und Studiokonzepte



MediorNet Compact

50G Real-Time Media Network

Synchrones 50G Echtzeitnetzwerk für 3G/HD/SD-SDI Video, Audio, Daten & Intercom zum Preis einer Multiplexing-Punkt-zu-Punkt-Lösung. Flexibles Signalrouting inkl. Punkt-zu-Multipunkt. Integrierter Frame Store Synchronizer, Embedder/De-Embedder, Test Pattern Generator, On-Screen Display & Timecode Insertion an allen Ein-/Ausgängen. Kompatibel mit Artist, RockNet und modularen MediorNet Systemen. www.riedel.net

Besuchen
Sie uns auf der
ISE
Hall 11, Stand C52



Integriertes Echtzeitnetzwerk im Überblick



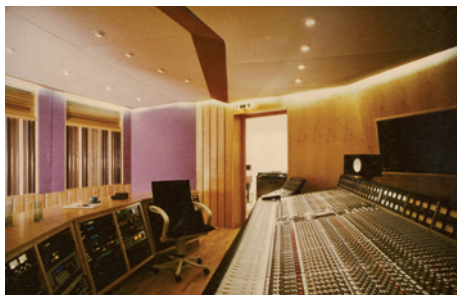
Mark Dittmer (Firehouse Productions) spricht über Rocknet mit Studer Vista 5

4 Editorial

6 Abenteuer Studiobau

**Probleme und Lösungen
in der Studioakustik**

Jochen Veith



42 Eiertanz

**Akustische Lösungswege
für die Surroundwiedergabe
in Tonstudios**

Jochen Veith



Studio Presse Verlag GmbH
Geschäftsführer Fritz Fey

Verlags- und Redaktionsanschrift
Beethovenstraße 163-165
D-46145 Oberhausen
Telefon (0208) 606064
Fax (0208) 601631
E-Mail: info@studio-magazin.de
www.studio-magazin.de

Herausgeber + Chefredakteur
Fritz Fey
fritz@studio-magazin.de

Redaktion
Dieter Kahlen
dieter@studio-magazin.de
Friedemann Kootz
friedemann@studio-magazin.de
Marcus Döring
marcus@studio-magazin.de

Finanzen und Abonnenten
Ulrike Meurer
uli@studio-magazin.de

**Anzeigenleitung und
Druckunterlagen**
Fritz Fey
fritz@studio-magazin.de

Layout
Patrizia Casagrande
patrizia@studio-magazin.de

Titeldesign
Patrizia Casagrande

Bankverbindungen
Geno-Volks-Bank Essen e.G.
Konto: 560 327 301, BLZ 360 604 88
PostGiroamt Essen
Konto: 6072-435

Jahresabonnement Studio Magazin
Inland: 60,- Euro inkl. Versandkosten und MwSt.
Ausland: 75,- Euro inkl. Versandkosten zzgl. MwSt.
Kündigung: 6 Wochen vor Ablauf des
Bezugszeitraumes schriftlich beim Verlag
Der Abonnementspreis wird jährlich im voraus
in Rechnung gestellt

Nachdruck oder Verwendung in elektronischen
Medien, auch auszugsweise, nur mit schriftlicher
Genehmigung des Verlages. Für unverlangt
eingesandte Fotos und Manuskripte wird keine
Haftung übernommen. Namentlich gekennzeich-
nete Beiträge entsprechen nicht unbedingt der
Meinung der Redaktion.

Erfüllungsort und Gerichtsstand
ist Oberhausen

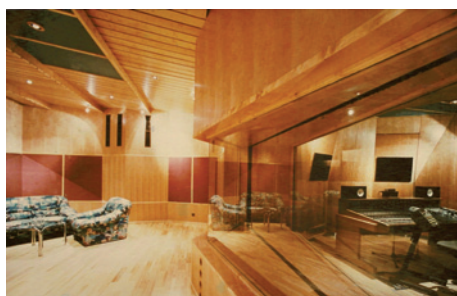
Anzeigen haben keinen Einfluss
auf redaktionelle Inhalte
Copyright beim Verlag

Produktion MedienConcept

23 Schall zu Wärme

**Ein Streifzug durch die Welt
der Absorber**

Jochen Veith



52 Viele Wege führen
nach Rom

**Gedanken zur Akustik
in Surround-Regien**

Jochen Veith



36 Die Bahn kommt...

**Ein Überblick zum Thema
'akustische Entkopplung'
in Tonstudios**

Jochen Veith



58 Form Follows Function

**Neue Regieraum- und
Studiokonzepte**

Jochen Veith



**Jetzt Studio Magazin
Abonnent werden!**



Willkommen in der Welt der Raumakustik

Fritz Fey Chefredakteur Studio Magazin

Dazu muss ich Sie ja eigentlich gar nicht großartig einladen, denn Raumakustik findet überall und zu jeder Zeit statt. Sie umgibt uns ständig und wir nehmen Sie bewusst oder unterbewusst wahr. Manchmal fühlt sie sich behaglich an und manchmal geht sie uns richtig auf die Nerven oder vermittelt uns ein latent unangenehmes Gefühl. In einem Studio dürfen wir uns nicht mit Zufällen räumlicher Gegebenheiten abfinden, sondern müssen die Raumakustik dem Zweck entsprechend kontrollieren in einer Regie anders als in einem Aufnahmeraum. Das Thema Raumakustik gehört zu den am meisten diskutierten in Internetforen. Man findet dort viele falsche, aber auch ebenso viele richtige Informationen, die alle darauf abzielen, ein Studio selbst bauen zu können, ohne die Expertise eines ausgewiesenen Fachmanns in Anspruch nehmen zu müssen. Was richtig und was falsch gewesen ist, weiß man leider erst hinterher. Ob die Heimwerkermethode immer der empfehlenswerte Weg ist, der augenscheinlich vor allem Geld spart, müssen wir an dieser Stelle nicht diskutieren. Öfter als die Betroffenen es wahrhaben wollen, ist es nicht der preiswertere frei nach dem Motto fürs gleiche Geld wäre es auch in richtig gegangen. Fest steht jedenfalls, dass die Kunst der raumakustischen Planung eine sehr komplexe Angelegenheit ist, die nicht nur auf theoretischem Know-how, sondern vor allem auch auf praktischer Erfahrung basiert, über die man als Einsteiger naturgemäß nicht verfügen kann. Wie umfangreich und vielschichtig die Thematik der Planung eines Tonstudios tatsächlich ist, können Sie durch die Lektüre dieser Ausgabe des Studio eMagazins leicht erfassen. Mein guter Freund Jochen Veith hat in den vergangenen Jahren sehr interessante Beiträge für mich und das Studio Magazin verfasst, die zum Teil bis in das Jahr 1995 zurückrei-

chen. In der Natur der Physik liegt begründet, dass sich bestimmte Dinge nicht ändern, so dass neunzig Prozent der hier zusammengefassten Artikel auch heute oder morgen hätten mit fast gleichem Inhalt geschrieben werden können. Einige der beispielhaft angeführten Verfahrenstechniken würde man aus heutiger Sicht sicher anders betrachten, wir wollten aber trotzdem den grundsätzlichen Inhalt der Beiträge nicht verändern, denn schließlich sind dies alles Dokumente aus der Historie eines erfolgreichen Studioplaners und unseres redaktionellen Wirkens. Wenn Sie sich durch das angebotene Material durchgearbeitet haben, werden Sie verstehen, warum man ein Studio nicht mit ein bisschen Mineralwolle oder Schaumstoffmatten herrichten kann. Nicht umsonst entschließen sich immer mehr Studiobetreiber, die Hilfe eines Experten in Anspruch zu nehmen, denn gute Raumakustik ist kein Zufall und auch keine Glücksache. Ich will nicht in Abrede stellen, dass man mit Hingabe, Empirie und großem Zeitaufwand auch im Alleingang eine funktionierende Abhörsituation herstellen kann, verdientermaßen auch mit dem Glück des Tüchtigen. Sinnvoller ist es in jedem Fall, jemanden zu fragen, der etwas von der Materie versteht. Ob das immer der selbsternannte Experte aus einem Internetforum ist, darf man zumindest bezweifeln. Studioakustik kann messtechnisch erfasst werden, wenn man in der Lage ist, die Messergebnisse zu interpretieren und daraus die richtigen Maßnahmen abzuleiten. Insofern ist es keine Glücksache, wenn ein Studio gut funktioniert, sondern die Ursachen hierfür können faktisch nachgewiesen werden. Ich wünsche Ihnen viel Freude bei der Lektüre dieser Studio eMagazin Ausgabe und danke an dieser Stelle nochmals Jochen Veith für sein großartiges Engagement.



Analoge Audio Plug Ins der Spitzenklasse für Frontends • Processing • Stereo Mastering

Stellen Sie Ihren Channel Strip, Ihr Bearbeitungs-Kit oder Ihr Stereo Mastering Setup so zusammen wie Sie möchten. ToolMod bietet Ihnen Module für alle Anwendungen in horizontalen und vertikalen Versionen mit + 30 dBu Headroom und 120 dB Dynamikbereich



Alle ToolMod Komponenten lassen sich auf jede Art zusammenstellen, beliebig erweitern und umkonfigurieren - zu Preisen, die auch in das Budget eines kleineren Studios passen. Zum Beispiel:

Die ToolMod Mic-PreAmps



TM101 Mic-Pre mit Eingangübertrager
Der klassische adt-audio Mikrofonverstärker, der Transparenz und Wärme in einziger Art vereint.
Preis: € 395.00 *)

TM102 diskreter Mic-Pre
Der neutrale Mic-Pre mit diskreter Eingangsstufe und schaltbarer Belastung des Mikrofons
Preis: € 365.00 *)

ToolMod verwendet die gleichen Komponenten, die auch in unseren Produktionsmischpulten eingesetzt werden. Der Verzicht auf eine teure Optik und der Fokus auf die klanglichen und technischen Eigenschaften ermöglichen ein für diese Qualitätsklasse ungewöhnliches Preisniveau.

ToolMod können Sie direkt ab Werk bei uns beziehen:
E-Mail: sales@adt-audio.com
Tel.: +49 2043 51061
www.adt-audio.de
www.adt-audio.com

Die ToolMod Stereo Mastering Geräte



TM222 - der Stereo Mastering Compressor mit zahlreichen Zusatzfunktionen, der mehr als 10 dB Lautheitsgewinn ohne Verlust an Natürlichkeit ermöglicht.
Preis: € 830.00 *)



TM205 der Stereo Mastering Equalizer mit 3 vollparametrischen Bänder für komplexe Bearbeitung von Stereosignalen.
Preis: € 850.00 *)

TM105 der universelle 5-Band EQ
für seidigen Glanz und transparente Bässe
Preis: € 370.00 *)



TM112 der variable Kompressor
für alle Fälle mit Zusatzfunktionen für druckvolle Bässe und extreme Lautheit ohne Pumpen
Preis: € 360.00 *)



TM215 der Stereo Mastering Limiter
Extrem schneller Spitzenbegrenzer für die unhörbare Ausregelung von Peaks.
Preis: € 495.00 *)

TM130 die M/S Matrix
mit Basisbreiten- und Richtungsreglung, kombiniert mit einem elliptischen EQ, für Mastering und Stereo Mikrofone
Preis: € 615.00 *)



ein 1HE-Rahmen mit Netzgerät und Verbindungskabel kosten zusammen €441.00 *)
*) alle Preisangaben verstehen sich zzgl. MwSt. und Versandkosten,



Regie Violet Sound München

Jochen Veith, Illustrationen und Bilder: Jochen Veith

Abenteuer Studiobau

Probleme und Lösungen in der Studioakustik 1995

Jedes Studio-Bauvorhaben ist ein durch außerordentlich individuell bestimmte Faktoren geprägtes Gefüge, in dessen Rahmen persönliche Wünsche und Träume des Bauherrn ebenso wie die Grenzen des physikalisch-technischen Machbaren, die Beschränkungen durch ein vorhandenes Gebäude und auch Kostenbeschränkungen zu einer möglichst idealen Form zusammengeführt werden müssen. Am Anfang eines jeden Projektes kann deshalb nur das persönliche Gespräch mit dem Akustiker stehen, das die unbedingt notwendige Vertrauensbasis für das gemeinsame Unternehmen schaffen und den generellen Projektrahmen abstecken hilft. Dazu gehören allgemeine Diskussionspunkte wie die finanzielle Größenordnung, die Eignung eines bestehenden Gebäudes und sein Umfeld ebenso wie ganz konkrete Details der technischen Ausstattung, der Auswahl der Monitore, der Aufgabenstellung des Studios, der persönlichen Vorlieben bei der Arbeitsweise, der Raumaufteilung oder etwa der Dimensionierung eines Klimasystems. Um einen übergreifenden Einblick in die Planung und den Bau eines Studios zu geben, möchte ich mit Ihnen im Folgenden eine kleine Reise durch die wesentlichen Aspekte, Probleme und Lösungen unternehmen; nicht nur um Ihnen einen besseren Einblick in das komplexe Thema der Studioakustik zu vermitteln, sondern auch, um die Informationsbasis für eine Reihe von speziellen Akustik-Beiträgen zu schaffen, die in dieser Ausgabe des Studio eMagazins als Wissenspaket zusammengestellt wurden.



- ▶ TEC Award 2010
- ▶ m.i.p.a. Award 2010
- ▶ Tech Award 2010
- ▶ KEYS Award 2010



Smart. Sweet. Powerful.



ACM CAD-Simulation Cap a Pie Studios Regensburg

Das 'Interview' mit dem Kunden schafft die Grundlage für das Projekt, an das eine ganze Reihe von Teilaspekten geknüpft ist. Die Frage nach dem finanziellen Rahmen ist am Anfang die wichtigste von allen. Können in diesem Rahmen alle Wünsche des Kunden erfüllt werden? Oft ist bereits ein Gebäude gemietet oder gekauft worden, das auf seine Eignung hin geprüft werden muss. Hier zeigt sich auch schon ein erstes Mal, dass das Einstiegsgespräch gar nicht früh genug angesetzt werden kann. Liegt das Gebäude beispielsweise nur 100 Meter von einer Bahnlinie entfernt, stellt sich das erste eklatante Problem. Lässt sich ein Gebäude überhaupt mit vertretbarem Aufwand gegen derartige äußere Einwirkungen schützen? Die Bodenbeschaffenheit spielt eine Rolle, der Zustand der Bahngeleise, mit welchem Tempo die Züge vorbeifahren. Diese Dinge lassen sich natürlich nur vor Ort klären. Im schlimmsten Fall rät man dem Kunden vom Bau in diesem Umfeld ab, weil die Schallschutz- und Entkopplungsmaßnahmen viel zu teuer würden. Es kann dann jedoch immer noch sein, dass die Miete extrem günstig ist und der Kunde trotzdem Kompromisse in Bezug auf die Lärmentwicklung oder etwa die Deckenhöhe in Kauf nehmen möchte.

Um letztlich zu einer Zusammenarbeit zu kommen, muss der Gesamtaufwand ermittelt werden, den man mit der entsprechenden Erfahrung annäherungsweise bestimmen kann. Das Honorar des Akustikers orientiert sich in der Regel nach HOAI am Bauvolumen, also an den Kosten der den Akustikbau betreffenden Gewerke. Da sich die meisten schon damit verschätzen, was der Bau eines Einfamili-

enhauses kostet, ist dies auch für den Studiobau nicht weiter verwunderlich. Ein wichtiger Punkt ist der Besuch von Studios, die der betreffende Akustiker schon gebaut hat. Das schafft Vertrauen und die Sicherheit, ziemlich genau beurteilen zu können, was man für sein Geld bekommt. Jedem sollte klar sein, dass man dem Akustiker als Kunde mehr oder weniger ausgeliefert ist, im Prinzip wie jedem Fachmann, etwa einem Steuerberater, dessen Qualifikation man auch nicht ohne weiteres nachprüfen kann. Bei größeren Projekten ist in der Regel vor Ort ein Architekt tätig. Mit ihm müssen zunächst einmal statische Aspekte diskutiert werden: Welche Lasten für Vorsatzschalen, Estrich, neue Wände, Deckenabhängungen sind maximal zulässig, sind Weitspannträger erforderlich

usw. Das heißt, schon in einem frühen Stadium muss eine Grobaufteilung der Räume vorgenommen werden. Im Gespräch mit dem Architekten bewegt man sich an ein machbares statisches Konzept heran. Schwere Umbauten oder Neubauten werden Hand in Hand mit dem Architekten entwickelt, die ja auch - nicht zu vergessen - einem baurechtlichen Genehmigungsverfahren unterliegen. Die beste Methode ist die Anfertigung eines neuen Grundrisses, der alles weglässt, was statisch nicht tragend oder notwendig ist. Dies ist auch als eine Art Befreiung zu verstehen, denn man orientiert sich in der Raumaufteilung gerne an vorhandenen Wänden. Tut man dies, wird oft kostbarer Raum verschwendet oder eine Aufteilung verabschiedet, die wesentlich günstiger hätte gestaltet werden können. Eine Wand ist schnell beseitigt. Das muss man sich als Bauherr nur bewusst machen. Die Zusammenarbeit mit Profis ist in diesem Bereich eigentlich unerlässlich, denn ein Studio der Marke Eigenbau kann ungeheuer kostspielig werden, wenn es anschließend nicht richtig funktioniert und mit noch mehr Geldeinsatz repariert oder gar neugebaut werden muss. Profi ist aber leider nicht immer gleich Profi. Es bewegen sich auf dem Markt auch sogenannte Fachfirmen für Trockenbau oder Akustikbau, die entgegen aller Erwartung tatsächlich elementare Fehler machen: zum Beispiel abgehängte Decken mit einer einzigen Gipskartonplatte, die den Dachstuhl in Form eines Hohlraums von vielen Kubikmetern ankoppeln und der als reale Begrenzungsfläche für tiefe Frequenzen wirksam wird. Oder etwa miserable Isolation durch Schallbrücken, Klimaschächte von einem Raum zum anderen ohne Schalldämpf-

fer, totale Überdämpfung von Aufnahmeräumen, Resonanzen in der Regieraumkonstruktion, falsch ausgelegte Resonanz-Absorber und Plattenschwinger, durchgehende Regiefenster-rahmen und so weiter, und so weiter. Oft lässt sich eine solche Installation überhaupt nicht mehr exakt analysieren, weil einfach zu viele Konstruktionsdetails falsch und durch Abdeckungen für eine genauere Untersuchung unzugänglich geworden sind. Hier hilft im Extremfall nur noch der Abriss.

Isolation

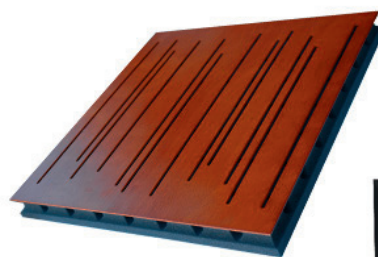
Man muss zunächst feststellen, was außerhalb des Gebäudes an Lärmquellen existiert: Flugverkehr, Bahn, Straßenbahn, U-Bahn, Autoverkehr, Industrie. In der Regel haben wir es hier mit Quellen zu tun, die tieffrequent im Bereich von vielleicht

20 oder 50 Hz störend sind. Bei diesen Frequenzbereichen hilft nur Masse und Geld. Mit dem Kunden zusammen wird dann das Ziel abgesteckt. Dies sollte man auch ruhig schriftlich tun, denn nun werden die Größenordnungen für das angestrebte bewertete Bauschalldämmmaß von außen nach innen und zwischen den einzelnen Räumen festgelegt. In der Regel muss ich dem Kunden den Zahn ziehen, dass Werte von über 100 dB (Einzahlwert) möglich seien. Würde man beispielsweise die ARD-Richtlinien einhalten wollen, sprächen wir von einer Kostengrößenordnung, die sich vielleicht ein Konzern, selten aber ein privater Investor, leisten kann. Werte von $R'w = 55$ bis 68 dB sind als realistisch anzusehen. Zwei entkoppelte schwere Betonwände mit 24 cm Stärke bringen nun mal 'nur' 72 dB, ganz abgesehen von den Türen, Regiefenstern und Nebenwegen.

Akustische Lösungen ...



Bagend e-trap
Aktiver Bassabsorber
für Frequenzen von 20 – 60 Hz
(Modifikation bis 85 Hz möglich)



Vicoustic VariPanel
für flexible Raumakustik

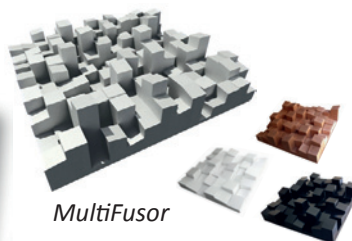


... für Regie- und Aufnahmeräume



WaveWood

Vicoustic Diffusoren

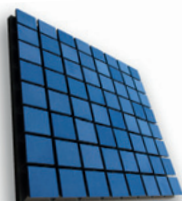
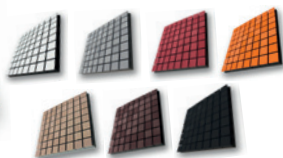


MultiFusor



PolyWood

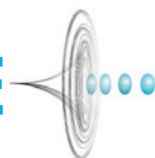
Vicoustic Absorber



FlexiPol



HÖRZONE



Hörzone GmbH
Schwindstraße 1 · 80798 München
Telefon 089.72110 06 · www.hoerzone.de



Koch International, Lienz während der Rohbauphase

In den meisten Fällen bietet sich die Raum-in-Raum-Technik mit einer Vorsatzschale an. Wenn die vorhandenen Wände 52 dB schaffen und auf beiden Seiten eine Vorsatzschale ergänzt wird, kommt man mit der Isolation schon gut zurecht. Bei einer freistehenden, doppelt beplankten Vorsatzschale mit 10 cm Mineralwolle verbessert sich das bewertete Bauschalldämmmaß um bis zu 15 dB. Das ist eine ganze Menge, wenn man die Schallnebenwege ausschließen kann. Spricht man von einem Bauschalldämmmaß von über 72 dB, bedeutet dies eine 36 cm dicke Kalksandsteinwand und entkoppelt davon nochmal eine weitere Kalksandsteinwand von vielleicht 11.5 cm Dicke, dazu noch eine Gipskartonvorsatzschale mit 3 mm Bleieinlage von innen. Also: immenser Platzverbrauch, immense Kosten, um solche Werte zu erreichen. Es gibt natürlich Fälle, wo das einfach sein muss oder der Kunde sich das einfach leisten will. In der Fachliteratur findet man des Öfteren die Empfehlung, dass die Vorsatzschale oder innere Schale unsymmetrisch zur Außenschale verlaufen sollte. Ich bin damit nicht unbedingt einverstanden und folge mit der Vorsatzschale vorzugsweise der bestehenden Wand. Im anderen Fall können sich kritische Hohlräume bilden. Dazu ein Beispiel: Nimmt man einen für tiefe Frequenzen schallharten unsymmetrischen Raum und legt die innere Schale dazu symmetrisch an, bilden sich die durch die Boxen angeregten stehenden Wellen unterschiedlich, also nicht entsprechend der inneren Schale aus. Dadurch entstehen Probleme, die nur ganz schwer oder gar nicht in den Griff zu bekommen sind, denn die wirksame Anordnung von Resonatoren und Absorbern wird ungemein schwierig.

Türen und Regiefenster

Von einem Aufbau mit zwei Türen, einer Tür in der Vorsatzschale und einer in der Wand, versuche ich meistens gleich wegzukommen, denn eine der Türen steht im täglichen Betrieb meistens offen. Stattdessen versuche ich, das Soundlock-Prinzip umzusetzen. Will ich zwei oder drei Räume miteinander verbinden (z. B. Aufnahme, Regie, Flur zum Aufenthaltsraum), baue ich eine Art Schleuse. Würde man über den Flur direkt in die Regie und direkt in die Aufnahme gelangen, müssten jeweils zwei Türen eingesetzt werden, um eine vernünftige Trennung zu erreichen. Und die Leute im Studio müssten auch jedes Mal vier Türen auf- und zumachen. Verwendet man ordentliche Türen, entsteht zudem auch noch ein so hoher Luftstau, dass die Türen nicht komfortabel zu schließen sind. Die bessere Lösung liegt in einem Vorbau mit drei Türen; einer Tür in der Regie, einer in der Aufnahme und einer im Flur. Auf diese Weise erhält man zwischen allen Räumen jeweils zwei Türen, mit einem großen Luftraum dazwischen, der natürlich möglichst absorptiv gestaltet wird. Es gibt dann auch nicht das Problem, dass der Flur durch den Weg von der Regie in die Aufnahme lärmbelastet wird, denn es ist ja die dritte Tür immer noch dazwischen.

Man kann grob drei verschiedene Türkategorien unterscheiden. Die unterste ist allerdings auch schon eine Doppelfalttür mit Bodendichtung, die in der Regel 40 bis 42 dB im Prüfstand erreicht und für rund 1.000 Euro zu haben ist. Die nächste Stufe reicht bis hin zu 45 dB. Hier können mehrschichtige Holztüren mit einer Schwere-Einlage und Holzarge verwendet werden. Inklusiv Einbau muss man etwa 2.000 Euro veranschlagen. Die nächste Stufe sind Stahltüren mit spezieller Verriegelungstechnik, die 51 dB mit einer Höckerschwelle und bis 54 dB mit einer Vollschwelle erreichen. Diese Typen kosten dann allerdings auch schon zweieinhalb- bis dreieinhalb tausend Euro inklusive Einbau. Braucht man drei oder vier Türen dieses Kalibers, sind die ersten Zehntausender schon weg; das vergessen die meisten. Bei den schweren Stahltüren muss natürlich auch die Statik gewährleistet sein. Mit Trockenbau ist das so ohne weiteres gar nicht mehr möglich. In diesem Zusammenhang kommt der Begriff 'Bau- oder Montageschaum' auf den Tisch. Auf keiner meiner Baustellen möchte ich auch nur eine einzige Bauschaumflasche sehen, es sei denn, es handelt sich um speziellen Fugendichtschaum, der je nach Hersteller bis 20 mm Fugendicke eine Grenzschalldämmung von ca. 54 dB ermöglicht, und anschließend mit Silikon abgedichtet wird. Die Schalldämmeigenschaften herkömmlichen Montageschaums gehen stark gegen null, übrigens auch bei Styropor, das zwar gut für die Wärmeisolation, aber als Dämmmaterial vollkommen ungeeignet ist.

Bei den Fenstern ist prinzipiell eine relativ hohe Isolation erreichbar, wenn man es nur richtig macht. Zum Teil ist sogar die Grenzschalldämmung der Wände bis hin zu weit über 60 dB, zum Teil auch über 70 dB erreichbar. Es gibt verschiedene Hersteller von Schallschutzisoliervlas, die mit vergleichsweise dünnen Scheiben schon gute Ergebnisse erzielen. Ihr großes Problem ist jedoch die geringe Masse und die Koppelresonanz, woraus sich geringe Dämmwerte bei tiefen Frequenzen ergeben. Im Extremfall arbeite ich ausschließlich mit Verbund- und Gießharzverbundscheiben, um sehr dicke Scheiben von 20 bis 22 mm mit einer geringen Biegesteifigkeit zu ermöglichen. Dem Problem der Kopplungsresonanz bzw. des Resonanzeinbruchs bei Zweischeibensystemen muss man durch einen großen Abstand und flächenbezogene Masse entgegenwirken, um die Resonanzfrequenz möglichst tief zu halten. Die Schallisolationskurve des dicken Verbundglases weist ganz im Gegensatz zum gängigen Isolierglas ausgezeichnete Ergebnisse in den Tiefen auf, mit teilweise 20 dB und mehr Unterschied. Ein anderer Faktor, der das Schalldämmmaß einer Regiescheibe stark drückt, ist der Koinzidenzeffekt. Wählt man die Scheiben verschieden



Großer Aufnahmeraum Koch International, an der Decke erkennt man das konvexe Akustiksegel



musikelectronic geithain gmbh



bestehend seit
1960

Ihr Spezialist für Studioregelausprecher, Beschallungstechnik und Studioakustik mit Einmessdienst

Koaxial-Studio-Referenz-Regelausprecher
vom Hauptregelausprecher bis zur Ü-Wagen-Regie

- ein kompatibles Klangbild
- mit nierenförmiger Abstrahlcharakteristik im Bassbereich (30Hz - 250Hz)
- Rückwärtsdämpfung: >10 dB

RL 901K tieffrequente Richtcharakteristik im Freifeld
Terzmittenfrequenz

—	32 Hz
- - - - -	80 Hz
.....	125 Hz



musikelectronic geithain gmbh
Nikolaistraße 7
04643 Geithain
Tel.: +49 34341 311-0 <http://www.me-geithain.de>
Fax: +49 34341 311-44 e-mail: info@me-geithain.de









RL 906

RL 904

RL 903

RL 944K

RL 933K

RL 901K

RL 900A



dick, kann man die Koinzidenzeinbrüche der Einzelscheiben verdecken. Vielleicht noch etwas zur Begriffsklärung des Koinzidenzeffekts: Grundsätzlich gilt das Massegesetz, wenn man einen einschaligen Baukörper betrachtet. Je höher die Masse, desto besser die Isolation, die zu hohen Frequenzen mit 6 dB pro Oktave ansteigt. Bei schrägem Schalleinfall ergibt sich abhängig von der Position auf der Platte eine Projektion der Luftwellenlänge. Stimmt die Projektionswellenlänge mit der BiegeWellenlänge der Platte überein, entsteht eine Art Resonanz bei vielleicht 2.000 Hz, bei der die Platte stark durchlässig wird.

Ein einschaliges System muss deshalb immer möglichst schwer und biegeweich sein. Das ist bei einer Scheibe natürlich überhaupt nicht gegeben und der Koinzidenzeinbruch rutscht in einen ganz empfindlichen Bereich hinein. Zwar kann man nicht davon ausgehen, dass der Schalleinfall nur aus schräger Richtung stattfindet - der Koinzidenzeinbruch tritt bei senkrechtem oder lotrechtem Schalleinfall überhaupt nicht auf - doch muss ich immer mit diffusem Schalleinfall kalkulieren. Prinzipiell können Scheiben auch geknickt geklebt eingebaut werden. Sie schwimmen bei meinen Konstruktionen sozusagen in Silikon, um die Scheibe zu beruhigen. Der Zwischenraum wird möglichst stark bedämpft, wobei man den Hohlraum zwischen den Wänden ankoppelt und als Bassfalle oder Druckausgleich nutzt. Wenn man größere Hohlräume ankoppelt, ist auch die Kopplungsresonanz, also die Resonanzfrequenz des Zweischeiben-Systems, nach unten verschoben. Man kann natürlich auch noch eine dritte Scheibe einsetzen, vorzugsweise eine dünnere, die den Koinzidenzeinbruch ganz woanders hat, um die Trennung nochmals zu erhöhen.

Kabinen

Bei den Kabinenherstellern gibt es große Unterschiede. Nur wenige geben, was die Isolation angeht, realistische Werte an. Die schönste Luftschallisolation nützt herzlich wenig, wenn die Körperschallentkopplung nicht in Ordnung ist. Wenn man nicht zu tief in die Tasche greifen will, sind 39 dB schon ein ganz vernünftiger Wert, da ja die Tür eine so große Fläche einnimmt, dass sie ganz entscheidenden Einfluss auf die Gesamtschalldämmung nimmt. Selbst wenn man eine schwere Stahltür mit verstärktem Rahmen einsetzt, wird die Luftschalldämmung deutlich unter 50 dB bleiben. 42 bis 45 dB sind bereits hervorragende Werte.

Will man die gesamte Kabine vom Boden entkoppeln, hängt dies einer solchen Konstruktion immer von der Masse der Kabine und der dynamischen Steifigkeit des Isolationsmaterials ab, davon also, wie tief die Resonanzfrequenz ist. Unterhalb der Resonanzfrequenz passiert gar nichts, bei der Resonanzfrequenz schwingt sich das ganze System auf; und erst eine Oktave über der Resonanzfrequenz fängt die Isolation an, zu höheren Frequenzen steigend. Die Resonanzfrequenz muss also so tief wie irgend möglich liegen. Beispielsweise bei einer Estrichplatte mit einer Mineralwolle darunter kommt man durch die Grenzbelastung der Mineralwolle einfach nicht unter 35 Hz. Das ist schon ein hervorragender Wert. Wenn man tiefer kommen will, muss man auf ein Elastomer zurückgreifen, was uns bis an die 15 Hz herunterbringt. Will man noch tiefer herunter, muss man schon Federköpfe einsetzen. Erst dann lässt sich eine Resonanzfrequenz von vielleicht 7 Hz erreichen. Wenn ich die Kabinen selbst



baue, hat sich ein zweischalig doppelt beplankter Aufbau bewährt. Jede Schale besteht aus 12,5 mm Gipskarton und 22 mm Pressspan. Zwischen den beiden Schalen befinden sich 10 cm Mineralwolle.

Decke

Auch bei der Decke ist das Feder/Masse-System entscheidend. Wenn man eine Vorsatzschale abhängt, bringt das nur etwas, wenn die Resonanzfrequenz möglichst gering ist. Anzustreben wären hier vielleicht Federabhängiger, die von unterschiedlichen Herstellern angeboten werden. Meistens hat man mit großen statischen Problemen zu kämpfen. Irgendwohin muss die Kraft, also das Gewicht der abgehängten Decke, ja abgeleitet werden. Entweder man ent-

scheidet sich für eine überspannende Konstruktion, die das Gewicht zum Boden ableitet (hier erreicht man gute Werte für die Körperschallentkopplung), die andere Möglichkeit ist die Abhängung von der bestehenden Decke. Dann muss man sich unter Umständen vorher ein Gutachten über die Zusammensetzung des Betons einholen, damit man weiß, ob der Beton die Dübel und die Decke das Gewicht hält. Unter Umständen hat man nur ganz wenige Haltepunkte zur Verfügung, um beispielsweise eine doppelt abgehängte, doppelt beplankte Decke abzuhängen, wovon unter Umständen eine Lage mit 3 mm Blei beschwert sein muss, um vernünftige Werte zu erreichen. Eine solche Decke kann leicht 3 bis 4 Tonnen, abhängig von der Raumgröße, wiegen und nur an wenigen Punkten aufgehängt werden, wenn die Umstände es erzwingen.

FOR-TUNE

Vertrieb für professionelle Studiotechnik • Kruppenackerstr. 218 • D-73733 Esslingen/Neckar

Damit jede Silbe sitzt

ADR CONTROL

TANGO SMARTCONSOLE

Tel.: 0711-46915185 • Fax: 0711-46915187 • <http://www.for-tune.de>



Montage der Klimaanlage in der Violet-Regie

Regiekonzept

Obwohl die prinzipielle Idee meines Regieraumkonzeptes immer die gleiche ist, gibt es in der Ausführung immer individuelle Lösungen, die durch äußere Umstände und räumliche Gegebenheiten bestimmt werden. Die wichtigste Frage ist die nach der Aufstellung der Lautsprecher. Soll ein Freifeldkonzept realisiert werden oder sollen die Monitore in die Wand eingebaut werden. Es gibt leidenschaftliche Verfechter des Freifeldsystems. Der wesentliche und meiner Meinung nach einzige wichtige Vorteil liegt in der Flexibilität: Man kann die Monitore beliebig austauschen. Für viele Anwendungen im Nahfeld oder Quasinahfeld ist dieses Prinzip ausreichend. Will man jedoch höhere Ansprüche stellen, kommt man um den Einbau nicht herum. Es gibt so viele Argumente, die dafür sprechen. Was mache ich mit dem Schall, der sich hinter der freistehenden Box entwickelt? Absorbieren, zerstreuen, reflektieren? Reflektieren ist Unsinn wegen der Kammfiltereffekte. Zerstreuen - bis zu welcher unteren Grenzfrequenz? Auch das funktioniert nicht vernünftig. Und auch beim Absorbieren stellt sich die Frage nach der unteren Grenzfrequenz. Wo tritt der Kammfiltereffekt als erstes auf? Also muss man die Lautsprecher so lange in der Gegend herumschieben, bis die Abhörsituation optimiert ist? Natürlich kann man das machen, aber es sind nicht immer ausreichende Möglichkeiten vorhanden, dies zu tun. Es ist nicht so leicht, mal eben anderthalb Meter von jeder Wand wegzukommen. Man verliert zu viel Platz. Mit einer konstruierten Boxenfront mit eingebauten Monitoren kommt man fast immer mit einem geringeren Platzbedarf aus. Man kann die Einbaunischen für die Lautsprecher so gestalten, dass innerhalb kürzester Zeit der Wechsel auf einen anderen Monitor in einem gewissen Größenrahmen möglich ist. Selbstverständlich kann es Schwierig-

keiten geben, wenn der alte Monitor seinen Hochtöner ganz oben und der neue seinen Hochtöner ganz unten hat, aber selbst das lässt sich regeln. Gehen wir im weiteren Verlauf einmal davon aus, dass die Lautsprecher eingebaut werden. Grundidee ist immer die reflexionsfreie Zone. Dieses Prinzip wird heute von den meisten bekannten Akustikern angewandt. Erreicht wird die reflexionsfreie Zone auf der Abhörposition zum einen durch Umleiten des Schalls über die an die Boxenfront anschließenden Seitenwände und deren Anschlusswinkel, zum anderen durch Breitbandabsorption. Bei einigen Untersuchungen hat sich herausgestellt, dass die erste signifikante Reflexion auf keinen Fall zu laut sein darf. Direktschall und Reflexion sollten möglichst unkorreliert sein, sprich möglichst wenig miteinander zu tun haben: Rechte Box auf rechtes Ohr, Reflexion auf linkes Ohr und auf keinen Fall zu stark. In Don Davis Büchern gibt es zum Teil Vorschläge mit Haas-Kickern, bei denen die Reflexion fast so stark wie das Direktsignal ausfällt. Das ist nach meiner Auffassung gefährlich. Ich baue hinten meistens Diffusoren ein und habe überhaupt kein Problem damit. Deshalb sei es so formuliert: Wenn's denn sein muss, kann man hinten Reflexionen bringen, etwa wenn Glastüren für Kabinen oder Maschinenräume notwendig sind. Grundsätzlich ist diese Idee jedoch überholt. Es ist immer eine gefährliche Angelegenheit und eine ausgesprochene Fummelei, so etwas vernünftig hinzubekommen. Bei einem Live End Dead End Konzept besteht im vorderen Bereich der Regie ein Problem darin, dass unwahrscheinlich viel Energie im vorderen Absorptionssumpf verschwindet. Außerdem wirkt die Box akustisch eben genauso klein wie sie ist, da die ausgesendete Wellenfront, wenn sie die Kanten der Box erreicht, schlagartig auf der Achse um 3 dB im Pegel nachlässt. Inzwischen plädieren viele Akustiker für eine reflektive Boxenfront. Das ist eine eindeutige Sache.

Die Decke ist bei mir immer breitbandabsorptiv, um die Reflexionen wegzubekommen, in der Regel bis unter 100 Hz. Ich habe lange experimentiert, bis ich einen vernünftigen Aufbau gefunden hatte, da alles, was ich zuvor gebaut hatte, immer sehr viel Platz verbrauchte. Ich fand schließlich ein Sandwich-Schwingermodul aus Mineralwolle und einer Holzwolle-Leichtbauplatte, die so um die 125 Hz herum schwingt. Eine andere Möglichkeit ist eine spezielle Platte, die aus Mineralwolle mehrschichtig aufgebaut ist und deren Fasern quer liegen, praktisch so, als ob man lauter Lappen aufeinander-schichtet. Zusätzlich ist auch noch ein Glasfaservlies aufgeklebt. Der Vorteil an der Sache ist, dass bei diesem Material eine äußerst günstige Anpassung der Absorberimpedanz stattfindet. Diese Kombination ermöglicht eine Absorptivität bis hin zu sehr tiefen Frequenzen. So etwas kann man ei-



Blick durch die Glasdiffusoren in die große Regie der Cap a Pie Studios in Regensburg



Einer der Federtöpfe, an denen die gesamte Regie im Violet Sound Studio in München hängt

gentlich auch nur im Experiment herausfinden; es gibt kaum eine Chance dies vollständig zu berechnen. Im Schichtaufbau der Decke befindet sich unterhalb der Sandwich-Lage ein Luftspalt für Klima-Luftführung, etwa 10 Zentimeter hoch, und darunter befindet sich nochmals ein 10 cm dicker poröser Absorber aus akustisch wirksamem Schaumstoff. Insgesamt ergibt sich eine günstige Kombination aus Resonanzabsorber und porösem Absorber mit einer Luftführung für die Klimatechnik. Ich arbeite an der Decke inzwischen zu fast 80 Prozent ohne Mineralwolle. Das Sandwich-Modul beinhaltet zwar Mineralwolle, ist aber nach außen dicht abgeschlossen. Der poröse Absorber besteht aus einem offenen Schaumstoff. Das ist zwar relativ teuer, aber es rentiert sich allein durch die Ersparnis beim Arbeitsaufwand, denn durch die Klimaführung muss eine Mineralwolle immer 100prozentig und optimal abgedeckt werden. Ganz abgesehen davon, dass ich die Mineralwolle einfach wann immer möglich vermeiden möchte. Auch an der Rückwand mache ich in der Regel nur noch in den tieferen Schichten von Mineralwolle Gebrauch, da sie durch ihre technischen Daten doch recht effektiv ist. Das Ganze wird vorne mit aufeinandergeklebten Schaumstoffplatten absolut dicht abgedeckt. Man kann dem Kunden Mineralwolle bei den vermuteten gesundheitlichen Gefährdungen nur noch unter solchen Voraussetzungen zumuten. Zu berücksichtigen ist natürlich hierbei auch der Brandschutz. Auch hier habe ich inzwischen geeignete Materialien gefunden.

Eine Möglichkeit der Auslegung einer Boxenfront ist die Konstruktion ohne Scheibe zwischen den Boxen. Es wird ein Sockel für den Monitor gebaut, etwa vergleichbar mit einem Kasperle-Theater, in dem die Box auf einem Elastomer ruht

und eingeklemmt wird. Der ganze Rest wird mit Sand gefüllt, wodurch Gehäuseresonanzen unterdrückt werden und der abgestrahlten Energie eine hohe Masse entgegensteht. Der Sockel selbst steht wiederum auf einem Elastomer. Auch hier gilt wieder das Feder/Masse-Prinzip. Es wird eine relativ geringe Resonanzfrequenz der Konstruktion erreicht. Eine weitere Möglichkeit ist das Einbringen einer Scheibe zwischen die Monitore, wobei ein Punkt vorher ganz genau geklärt sein muss: Ich versuche, bei den Boxen in der Regel eine Höhe mit einer Neigung von 5 bis 7 Grad zu erreichen. Wenn man aber davon ausgeht, dass in den Studios zukünftig viele Aufträge in Surround abgewickelt werden müssen, hat man dann keine Möglichkeit, einen Mittenkanal vorzubereiten beziehungsweise nachzurüsten. Deshalb bin ich in dieser Hinsicht inzwischen ein wenig vorsichtig geworden. Das heißt, die großen Regien, die ich baue, haben ein durchgehendes Fenster, das den Einbau eines Mittensystems erlaubt. Ein großes Problem ist dabei, dass es in den Boxenfronten immer enger wird. Große Mitten- und Seitenlautsprecher, Computermonitore für das Pult, Videomonitore, Leinwand (auch ein ganz spezielles Problem wegen des Höhenverlustes). Über 3,50 Meter Basisbreite kann man nach meiner Erfahrung nicht gehen, weil sich der Ingenieur sonst nicht mehr wohlfühlt. Außerdem braucht man unheimlich viel Leistung für die Abhöranlage, landet mit dem Pult zu weit im Regieraum und es ergibt sich zusätzlich das Problem des ungünstigen Verhältnisses zwischen Direktschall und Nachhallenergie.

Eine weitere Alternative ist das Abhängen der Monitore. Bewährt hat sich die Aufhängung an Stahlfedern (Federtöpfen). Zur Vereinfachung der Montage ist die gesamte obere Bo-

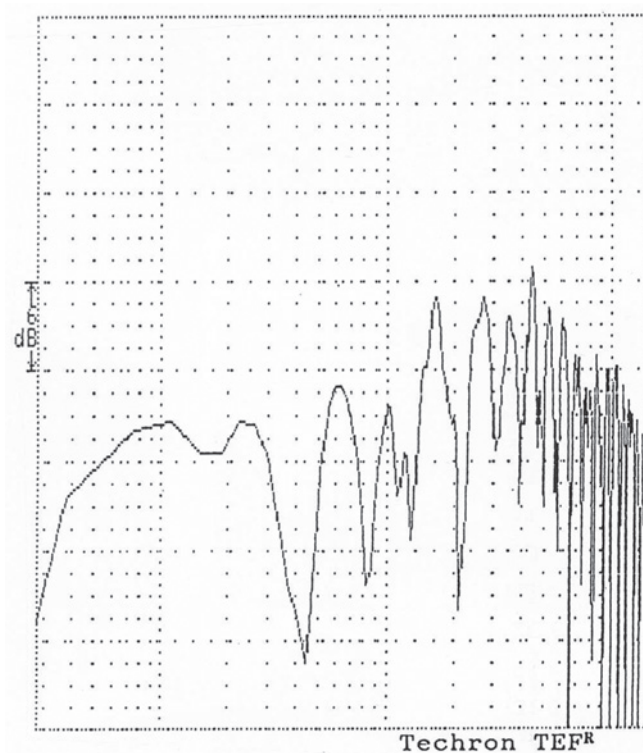
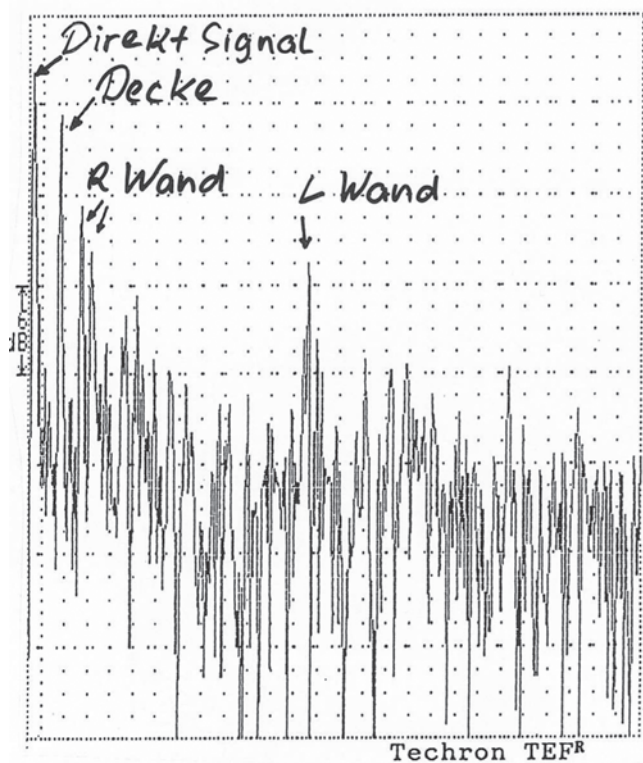


Bild 1a+b: ETC und EFC von einer Regie nach altem Konzept mit Kompressionsdecke und Reflexionen von den Seitenwänden; ausgeprägte Reflexionen (1a) und Kammfiltereffekte (1b) sind erkennbar

xenfront, die zum Beispiel auch den Mittenlautsprecher aufnehmen kann, eine einzige zusammenhängende Konstruktion. Die beiden Boxenkästen hängen an Federtöpfen und das gesamte mittlere Element wird an den Boxenkästen befestigt. Erstens erhöht sich die Masse und zweitens ist der Mittenlautsprecher automatisch körperschallentkoppelt. Das ganze Gebilde wiegt dann aber auch leicht anderthalb Tonnen. Die Fensterkonstruktion ist davon natürlich vollständig entkoppelt.

Die Regierückwand

Die Rückwand wird so ausgelegt, dass ein möglichst diffuses Reflexionsfeld entsteht. Ich benutze dazu Diffusoren. Durch ihre Struktur breitet sich der reflektierte Schall mit gleichmäßiger Intensitätsverteilung im Regieraum aus. Dies wird durch eine Tiefenabstufung nach dem Prinzip quadratisch residueller Zahlenfolgen mit einer bis zu einer unteren Grenzfrequenz relativ frequenzunabhängigen Diffusion erreicht. Bezüglich der Regierückwand hat sich bei uns jedoch kürzlich etwas getan. Da ich eine Rohbaumessung mache, kann ich inzwischen schon relativ genau im Vorfeld sagen, wo ich Positionen für die Resonatoren vorsehen muss. Resonanzen kann man im Endeffekt nur an Stellen mit hohem Schalldruck effektiv bekämpfen. Die sich am stärksten ausbildenden stehenden Wellen treten immer in den Ecken beziehungsweise axi-

al in der Mitte vorne und hinten auf. Das bedeutet, dass man die Ecken nutzt, tieffrequent 'abzusaugen'. Oft werden die Resonatoren schon frühzeitig montiert und vor Ort angebohrt und damit abgestimmt. Es handelt sich dabei um oben und unten angebrachte Linienresonatoren mit drei oder vier Löchern. In der Mitte dazwischen liegt ein mit Mineralwolle gefüllter Breitbandabsorber. Die große Schwierigkeit war bisher immer die Mitte der Rückwand, da sich dort trotz der eingesetzten Diffusoren gerne ein Anstieg des Schalldrucks ausbildete.

Natürlich habe ich auch bisher etwas dagegen unternommen, aber meistens hat man keinen Platz für einen groß angelegten Mineralwollabsorber, Plattenschwinger oder Schwerefolienabsorber. Und dies ist auch nicht optimal für die Diffusität. Die Lösung liegt für uns nun in einem Diffusor mit größeren Ausmaßen, der von innen mit Schaumstoff bedämpft ist und angebohrt wird, um die entstandenen Hohlräume als Helmholtzresonatoren zu nutzen. Nun kann man den Diffusor direkt an die Rückwand stellen und gewinnt enorm viel Platz dadurch. Dieser neue Diffusor ist zwar recht aufwendig und schwierig zu bauen, aber sein Einsatz rentiert sich unter dem Strich. Man stellt die Module einfach auf einen speziellen absorptiven Sockel. In den tiefen Frequenzen arbeitet dieses System etwa zwischen 50 und 100 Hz. Ich nenne dieses Modul 'Helmfusor'. Messergebnisse beweisen, wie schön dieses Prinzip funktioniert.

“Forget all about my gear and toys, the most critical element in my studio is my loudspeaker... To me, there’s no better nearfield loudspeaker than the Solo6 Be speakers, whatever the prices of other monitors.”
(David Kutch)



Solo6 Be

- aktiver 2-Wege Studiomonitor
- frontseitige Bassreflexöffnung
- Bi-amped: LF/MF - 150W RMS BASH®
HF - 100W RMS Class AB
- Inverted Dome Tweeter aus purem Beryllium
- 6,5" Treiber mit Focal "W" Cone Sandwich Membran
- Frequenzgang: 40Hz - 40 kHz (+/-2dB)
- Maximaler Schalldruckpegel: 113dB SPL

DAVID KUTCH 

AWARD-WINNING MASTERING ENGINEER

CREDITS:

Alicia Keys

Outkast

The Roots

Say Anything

Jaheim

DMX

Whitney Houston

Rod Stewart

Lil Flip

Jamie Foxx

Puff Daddy

Lauryn Hill



Listen to your **music** not to your **speakers**

Diese Worte drücken die Philosophie der Focal Professional Division am besten aus. Unser Ziel ist es, die Lücke zwischen Toningenieur und Musik zu überbrücken. Focal Studiomonitore sind daher von Grund auf als wirklich professionelle Werkzeuge entwickelt worden, die nur einem Zweck dienen: Möglichst akkurat zu reproduzieren ohne den Klang zu verbessern oder zu verschlechtern.

Designed and Handcrafted in St-Étienne - France



Exklusivvertrieb in D, A, CH, CZ, EE, HU, LT, LU, LV, NL, PL, SK, SL:
Sound Service European Music Distribution | www.sound-service.eu | info@sound-service.eu

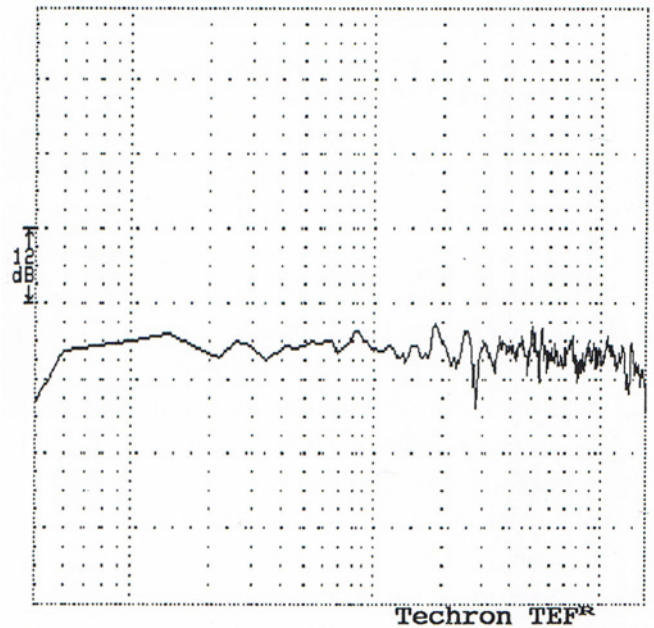
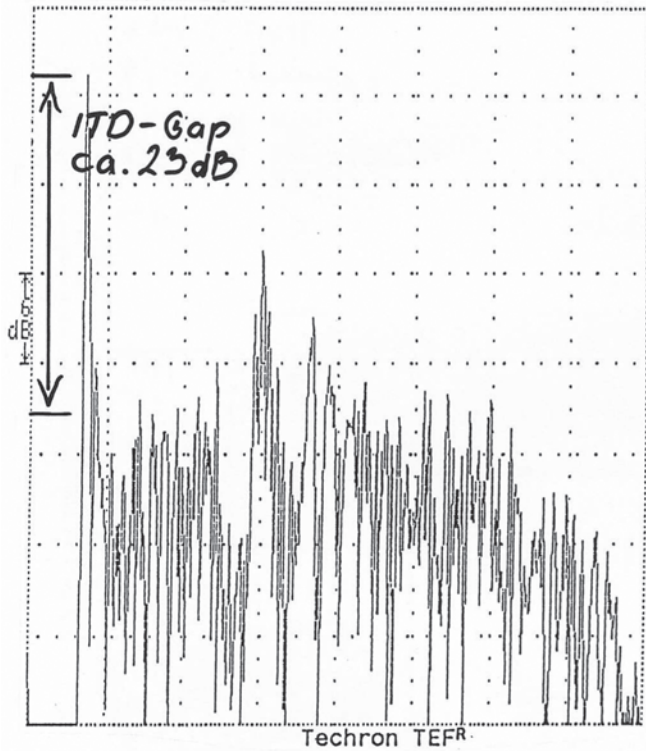


Bild 1c+d: ETC und EFC eines modernen Studiokonzeptes mit reflexionsfreier Zone. Keine ausgeprägte frühe Reflexion mehr (1c) und ein ausgeglichener Frequenzgang (1d).

Klimatechnik in der Regie

Man muss sich zunächst einmal klar machen, welche riesige Wärmelasten in einem Regieraum zusammenkommen. Man kalkuliert mit Werten ab 5 Kilowatt aufwärts. Die Harrison Serie 10 Konsole hatte seinerzeit schon allein für sich 10 Kilowatt. Wenn man von 100 Watt Wärmeleistung pro Person ausgeht, würde das bedeuten, dass sich mal eben 50 beziehungsweise 100 Leute in der Regie aufhalten. Letzt-

lich auch durch die sehr, sehr hohe Isolation ist ein solcher Raum sehr schnell überhitzt. Wenn man klimatisieren möchte, stellt sich zunächst die Frage, wie man die Wärme dort herausbringt. Es muss möglicherweise ganz kalt bei geringer Umwälzleistung eingblasen werden. In diesem Fall ist die Luft so kalt, dass sie von ganz alleine ihre Fallgeschwindigkeit erhöht. Das Ergebnis: Der Raum wird ungleichmäßig temperiert, es zieht am Kopf oder an den Beinen. Die Leute

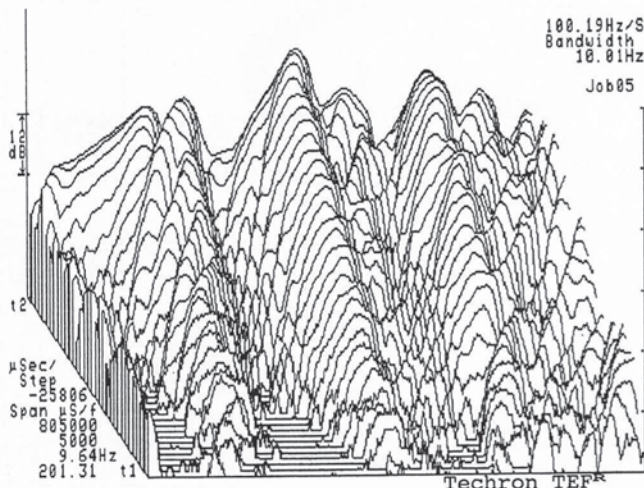


Bild 2a: Wasserfall-Diagramm einer Schlagzeugkabine mit ausgeprägten Resonanzen.

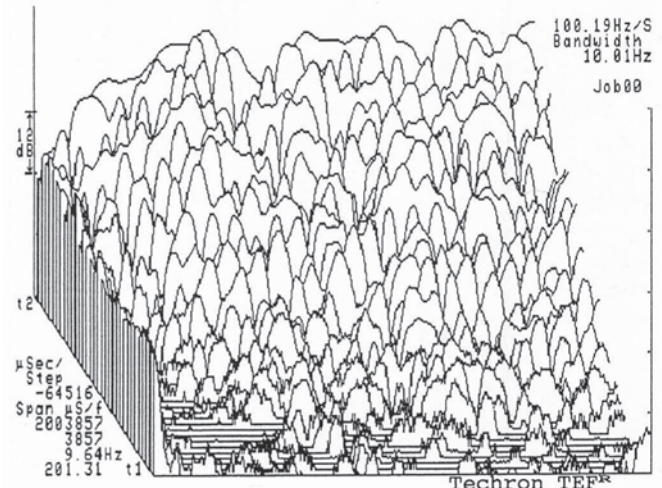


Bild 2b: Wasserfall-Diagramm einer großen Aufnahme. Auch im Rohbaustadium ist der Verlauf schon recht ausgeglichen.

sind der Klimatechnik gegenüber deshalb wahnsinnig negativ eingestellt. Es werden zu viele schlechte Erfahrungen gemacht. Es gibt nach meiner Auffassung zwei prinzipielle Möglichkeiten: entweder eine Quellaftung, die ich allerdings selten einsetze, oder aber ein ursprünglich von der Firma Klima Werner entwickeltes Konzept, das ich an die akustischen Erfordernisse der Decke angepasst habe. Es war bereits die Rede davon, dass die Decke einen Hohlraum und ringsherum eine Schattenfuge hat. In den Hohlraum wird von hinten nach vorne Luft eingeblasen. Über den gesamten frontalen Schattenfugenbereich, den ich durch Schaumstoff-Führungen begünstige, kann die Luft in den Regieraum fallen. Die Decke wirkt so als zusätzlicher Schalldämpfer. Abgesaugt wird die Luft über die Schattenfuge des hinteren Bereichs in der Zwischendecke, so dass von Lüftungskanälen oder Auslässen überhaupt nichts zu sehen ist. Ein wichtiger Punkt dabei ist, dass durch Induktion ein Teil der Abluft mitgerissen wird. Wenn die Luft nach vorne bläst, wird sie von hinten aus dem Raum auch noch mitgerissen und vermischt sich in der Decke vor. Man hat also einen relativ hohen Luftumsatz, kommt aber nicht mit zu kalter Luft in den Raum und hat dazu einen recht großen Auslassbereich. Die Luftvermischung findet sozusagen in der Zwischendecke statt. Wenn man es vernünftig macht, ist von dieser Klimaanlage überhaupt nichts zu hören. Ähnlich gehe ich auch im Aufnahmerraum vor. Man muss jedoch aufpassen. Es besteht die Gefahr eines Luftkurzschlusses und die Schalldämmung muss sehr sorgfältig angelegt werden. Normalerweise lässt sich kein Klimatechniker dazu verleiten, einen besseren Wert als 24 oder 25 dBA anzugeben. In unmittelbarer Nähe der Schattenfuge habe ich Pegel gemessen, die schon kritisch an der Messgrenze lagen, und gleichzeitig

vielleicht 19 bis 21 dBA an der Abhörposition. Dann muss natürlich das Studioequipment ausgeschaltet werden. Generell vermeide ich natürlich Wärmequellen wie Endstufen und Maschinen in der Regie, wann immer dies möglich ist.

Aufnahmerraum

Die Nachhallzeit soll als wesentlicher Faktor am Anfang der Betrachtungen stehen. Es kommt natürlich auf die Größe und auf die Art der Nutzung an, welches Ziel man letztlich anvisiert. Bei kleineren Kabinen für Sprecher oder Schlagzeug sollte man bei etwa 0,2 bis 0,25 Sekunden auskommen. In der Regel Sorge ich von Anfang an für eine Senke im Bereich von 300 bis 400 Hz, denn dort tauchen fast immer Schwierigkeiten in Form eines 'pappigen' Klangeindrucks auf. Bei reinen Sprecherkabinen gibt es recht unterschiedliche Auffassungen. Viele gehen hier in der Nachhallzeit noch tiefer herunter (von Nachhallzeit kann man in diesem Bereich ja ohnehin nicht mehr sprechen). Viele Sprecherstudios haben tatsächlich 'Nachhallzeiten von vielleicht 0,12 Sekunden, andere sind wieder sehr höhenbetont. Durch die geringen Abmessungen der Kabinen überwiegen bis in relativ hoch angelegte Frequenzbereiche Resonanzen. Es ist also sehr wohl ein Problem, so etwas vernünftig auszulegen. In Wasserfalldiagrammen sieht man in der Regel einzelne ganz prägnante Resonanzen, die man wirklich einzeln herausgreifen muss, um etwas dagegen zu tun. Bei einem großen Raum mit 800 Kubikmetern ist das überhaupt kein Thema mehr. Bei Räumen von 35 bis 55 Quadratmetern Bodenfläche und 3 Metern Deckenhöhe ist dann die Nachhallzeit schon etwas länger, so um die 0,3 Sekunden herum. Erst bei noch größeren Räumen geht es in den Bereich von 0,6 bis 0,8 Sekunden. Bei längeren Nachhallzeiten, die oft anfangs vom Kunden gewünscht werden, bin ich sehr vorsichtig, weil man natürlich immer davon ausgehen muss, auch einmal andere Sachen als einen Chor aufnehmen zu müssen. Der Raum wird dann zu einseitig. Deshalb sollte man die Räume akustisch so flexibel wie möglich halten, zum Beispiel mit veränderbaren Absorbern in Form von Klappen oder Stellwänden. Es gibt auch Dreieckselemente, die man drehen kann, mit einer ganz harten, einer diffusen und einer absorptiven Oberfläche. Das ist natürlich ein großer Aufwand, der auch entsprechen teuer ist. Natürlich ist so etwas gestalterisch auch interessant. Man muss aber auch aufpassen, wenn die umklappbaren Flächen zu groß werden. Das Ganze ist ja so eine Art geschlossener Kasten, der in gewisser Art und Weise auch als Plattenschwinger arbeitet. Bei großen Flächen passiert dann in den Tiefen immer genau das Gegenteil von dem, was man eigentlich will. Reflektiv absorbiert es bei den

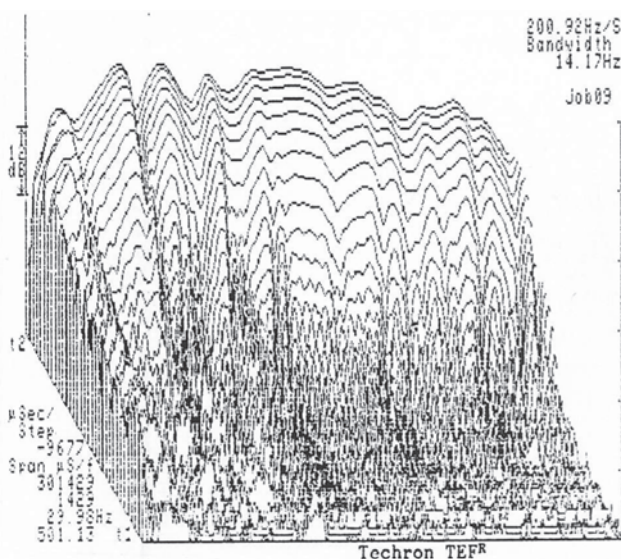


Bild 2c: Kabine aus 2a nach Fertigstellung. Die Resonanzen wurden geglättet.

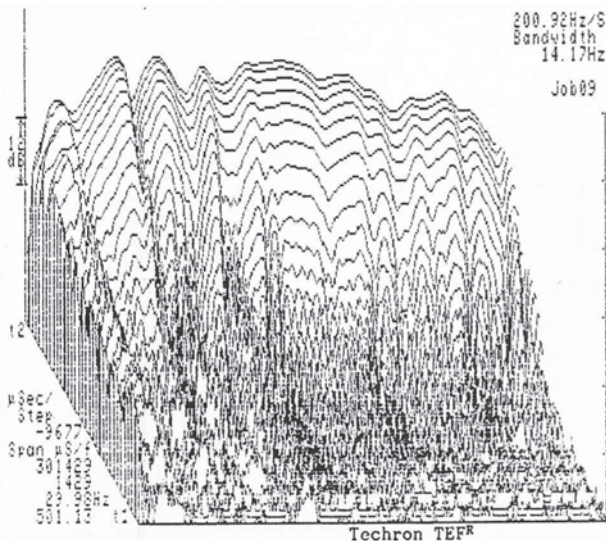


Bild 3a: Neue MSM-Regie ohne Helmfusor mit nackter Rückwand.

Tiefen besser, weil der Plattenschwingereffekt eintritt, absorptiv steigen die Tiefen in der Nachhallzeit wieder an. In einem Studio habe ich Stellwände entwickelt, die aus einer Diffusorwand herausgezogen werden können und auf der einen Seite wie ein Diffusor und auf der anderen wie ein Absorber wirken.

In vielen Aufnahmeräumen versuche ich, mehrere unterschiedliche akustische Bereiche zu schaffen, obwohl man mit solchen 'LEDE-Geschichten' aufpassen muss, also mit einem toten und einem lebendigen Bereich im Raum. Meistens kommen dabei sehr harte Reflexionen sehr spät und es treten sofort Echoerscheinungen auf. Wenn man einen sehr lang gestreckten Raum hat, kann man ihn in der Mitte 'einschnüren'. Nehmen wir an, ein Ende des Raums ist relativ tot. In diesem Fall muss man vermeiden, dass Reflexionen aus dem lebendigen in den toten Teil zurückkommen. Alles was dorthin geht, muss so geleitet werden, dass nichts zurückwandert. Wenn man es richtig macht, ist der Reflexionspegel so gering, dass er am Mikrofon keine Rolle mehr spielt. Den lebendigen Teil kann man so auslegen, dass alle Reflexionen dort verbleiben, natürlich so diffus wie möglich. Dann gibt es aber auch noch den Teil in der Mitte, der sich dadurch auszeichnet, dass er überhaupt keine ersten Reflexionen hat, da durch die Einschnürung erst einmal alles in den lebendigen Teil eingeleitet wird und die Reflexionen erst spät ganz diffus und sanft einsetzen. Dadurch wirkt dieser Bereich sehr viel geräumiger als er eigentlich ist, vielleicht drei- oder viermal so groß. In der Praxis kann man einen solchen Raum richtiggehend entdecken und die verschiedensten Dinge ausprobieren. Irgendwann bürgern sich dann Positionen ein, an denen bestimmte Instrumente besonders gut klingen oder einen besonderen Klang haben. Man strebt solche Bereiche natürlich

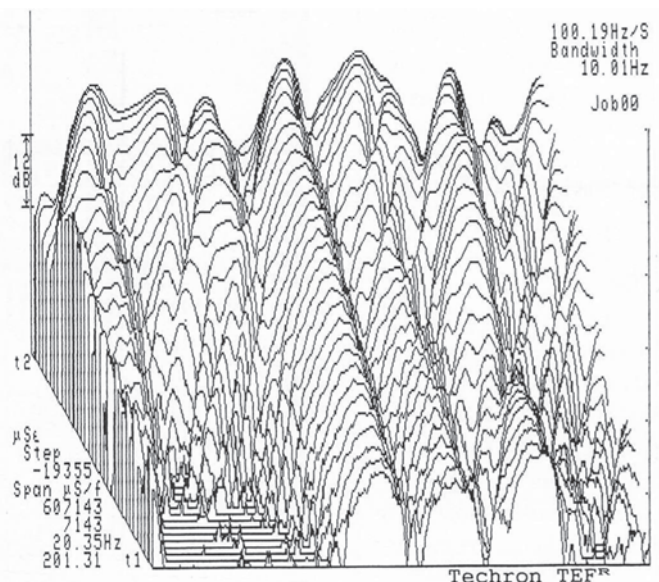
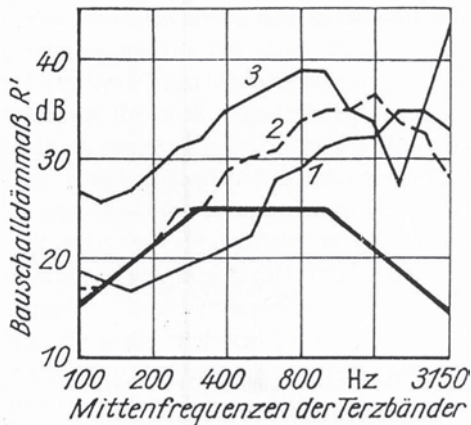


Bild 3b: Neue Regie des Mastering Studios München mit Helmfusor. Die Verbesserungen sind leicht erkennbar.

bereits bei der Planung grundsätzlich an. Die harten Oberflächen in einem Aufnahmeraum werden vielleicht immer etwas unterschätzt. Es macht einen riesigen Unterschied, ob man ein offenporiges Holz nimmt, das geölt wurde oder ob man eine Glasfläche oder ein Birkenfurnier einsetzt. Selbst bei harten oder weichen Hölzern hört man noch einen Unterschied. Wenn ein Raum eine schöne furnierte Oberfläche hat, klingt er auch richtig teuer. Wenn man zu viel Glas nimmt, muss man aufpassen, dass der Raum nicht zu hart im Klangbild wird, wogegen offenporiges Holz fast ein bisschen 'saunamäßig' wirkt. Solche Dinge kann man so ohne weiteres auch nicht messen, obwohl das Ohr hier sehr wohl noch unterscheiden kann.

Für den Boden nehme ich fast ausschließlich Parkett, denn wenn man einen Teppich haben will, kann man ihn bei Bedarf ausrollen. Ich will einfach die Brillanz und die Höhen bewahren. Mit einem fest verklebten Teppich bekommt man die Höhen nie mehr zurück. Ganz wichtig ist, dass die Böden ganz massiv ausgelegt werden, dass nicht zu leichte Estrichplatten benutzt werden, denn wer Schlagzeug oder Kontrabass spielt, kennt die Probleme, die damit einhergehen. Wird der ganze Druck der Kickdrum in den Boden eingeleitet, klingt sie verändert. Gleiches gilt auch für den Kontrabass. Wenn dann das Mikrofon auch noch auf einem zu stark schwingenden Boden steht, ist endgültig Feierabend. Es gibt nichts Schlimmeres als einen Boden der schwingt. Die Decke des Aufnahmeraums kann man nicht mehr, wie in der Regie, komplett absorptiv machen, weil sonst die Nachhallzeit zu stark absinkt. Vom fest montierten Segel bis über durch Motoren einstellbare Reflektoren habe ich an der Decke eigentlich schon alles umgesetzt. Man bemüht sich grundsätzlich um eine möglichst gleichmäßige Verteilung



Frequenzverlauf des Bauschalldämmmaßes verschiedener Einfachscheiben: 1 = 3 mm, 2 = 6 mm, 3 = 12 mm und der Einfluss der Koinzidenz.

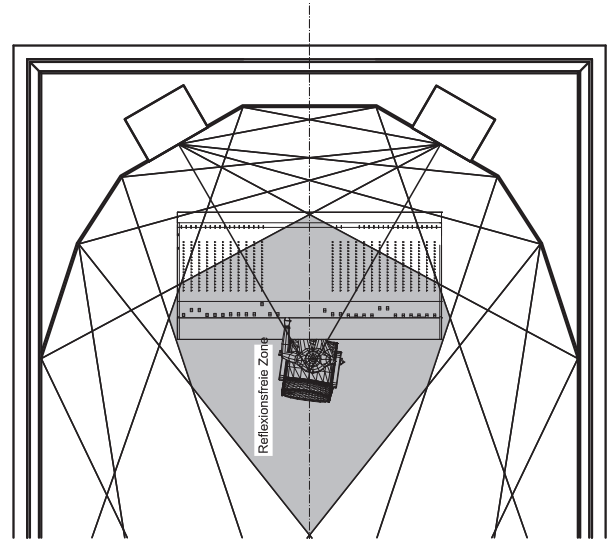


Bild 4: Prinzipielle grafische Darstellung der reflexionsfreien Zone. Die gewählte Raumgeometrie im vorderen Regiebereich bewirkt ein Umleiten der frühen Reflexionen

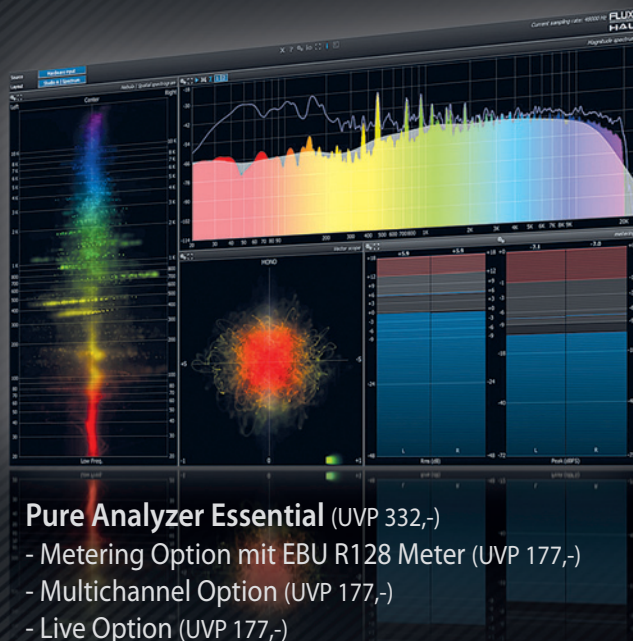
der Reflexionen, wenn man einen homogenen Raum will. Gleichzeitig versucht man möglichst die Diffusität zu erhöhen, zum Beispiel durch abgehängte konvexe Oberflächen, etwa in Form von gekrümmten Holzflächen. Man setzt auch die konvexe Form der Trennwand zur Regie für diese Zwecke ein.

Messtechnik

Es gibt heute Messsysteme unterschiedlicher Hersteller und jeder Akustiker hat hier seine Vorlieben. Ich setze schon von Anfang an den Techtron TEF-Messcomputer und das TDS-Messverfahren ein. TDS, das wissen heute die meisten, steht für Time-Delay-Spectrometry, ein von Richard C. Heyer entwickeltes Verfahren, mit dem sich Untersuchungen in der Zeit-, Energie- und Frequenzebene durchführen lassen. Viele Akustiker messen nur am Schluss, ob das Projekt gelungen ist. Damit kann man schon deshalb nicht einverstanden sein, weil das Risiko für den Kunden einfach zu groß ist. Ich messe deshalb schon oft in der Rohbauphase. Ob man überhaupt nicht misst und alles aus der Erfahrung

Das Auge hört mit!

FLUX PURE ANALYZER SYSTEM
The next generation Real Time Analyzer



Pure Analyzer Essential (UVP 332,-)

- Metering Option mit EBU R128 Meter (UVP 177,-)
- Multichannel Option (UVP 177,-)
- Live Option (UVP 177,-)

Erhältlich für VST/AU/RTAS für Windows und MacOS X

www.audiowerk.eu | info@audiowerk.eu
Vertrieb für D, A, CH | Tel: +49 67 1-21 35 420



heraus einschätzt oder ob man mit der Messung schon beim Rohbau beginnt, ist natürlich auch eine Frage der Kosten. All dies betrifft natürlich in erster Linie den Bereich der tiefen Frequenzen, also die Modenlandschaft, die man möglichst ausgleichen möchte. Es ist wichtig zu bestimmen, wo genau die stehenden Wellen auftreten, wo die Druckmaxima liegen. Dies kann durchaus bedeuten, dass man im Raum herumläuft und sozusagen eine Landkarte der Moden erstellt. So findet man die optimalen Positionen für Resonatoren bzw. Absorber. Es nützen nämlich die schönsten Berechnungen nichts, wenn man die Gegenmaßnahmen an den falschen Stellen trifft. Die Effektivität der eingesetzten akustischen Elemente kann je nach Position leicht um den Faktor 2 variieren.

Ein großes Problem bei den Lautsprechern sind deren Toleranzen. In gut funktionierenden Regieräumen besteht die Möglichkeit, locker ein halbes dB über eine Terz gehörmäßig als Fehler zu erkennen; die Toleranzschläuche bei den Lautsprechern sind aber viel größer; vielleicht +/- 3dB. Wir wollen an dieser Stelle nicht näher auf diese Problematik eingehen, doch sollte jedem Toningenieur bewusst sein, dass hier ein Faktor existiert, der von Lautsprecher zu Lautsprecher der gleichen Serie variieren kann.

Abspann

Der Akustiker kann dem Kunden heute schon im Vorfeld relativ viel über sein zukünftiges Studio mitteilen. Wenn der Kunde keinen Plan lesen kann, hilft ihm die CAD-Simulation. Das Ergebnis ist vor allem dann relativ sicher voraussehbar, wenn vorher Studios besichtigt wurden, die den Vorstellungen des

Kunden schon sehr nahe kommen. Bei der Entscheidung für den Lautsprechertypen muss man sich Zeit nehmen und die einzelnen Möglichkeiten unter optimalen Bedingungen hören. Ich biete daher immer an, Studios anzuschauen und zu hören, die ich gebaut habe. Böse Überraschungen gibt es meistens dann, wenn die Studiobauzeit unterschätzt wird, wenn Handwerker verpflichtet werden, die Schwierigkeiten mit dem Lesen und Verstehen von Plänen haben oder vollkommen schlampig arbeiten. Manchen ist es tatsächlich schnurzegal, ob eine Trockenbauwand koppelt oder nicht. Aber wenn man sonst nur Büros im Akkord baut, ist das auch kein Wunder. Oft muss man stückweise den Estrich wieder heraus- oder schon fertige Konstruktionen wieder abreißen. Alpträume für den Bauherrn sind hier nie ganz ausgeschlossen. Die Probleme ziehen sich quer durch alle Gewerke, angefangen beim Estrichleger bis hin zum Schreiner. Oft wissen es die Handwerker besser und befolgen nicht das konsequent, was man als Akustiker sagt. Die sorgfältige Bauüberwachung ist deshalb ein wichtiger Aspekt. Von Anfang an versuche ich, das Projekt in einen sinnvollen und angemessenen Rahmen zu stellen, der sich auch zum technischen Aufrüsten eignet. Oft kommt es jedoch vor, dass der Kunde mitten im Projekt plötzlich entscheidet, doch eine größere, bessere Konsole zu kaufen und die ganze Planung damit aus dem Gleichgewicht bringt. Eine Investition in ein anderes Mischpult ändert unter Umständen das gesamte Qualitätsniveau des Studios und man muss mit allem anderen nachrücken, praktisch für eine neue Zielgruppe von Studiokunden bauen, die für eine höhere Studiomiete auch mehr erwarten, was zum Beispiel Ruhegeräusch, Klimatisierung oder räumliche Aufteilung betrifft.

Natürlich ist der Bau eines Studios nicht grundsätzlich ein Abenteuer, dass alle Beteiligten am liebsten möglichst schnell wieder vergessen möchten. Mit Zielstrebigkeit, Kreativität, guter Planung, gegenseitigem Vertrauen und einem motivierten Team lassen sich auch die schwierigsten Probleme lösen. Schließlich gehört die sichere gehörmäßige Beurteilung einer Produktion auch oder gerade in Zeiten der übersteigerten Technologiegläubigkeit nach wie vor zu den erstrebenswertesten Zielen.



Großer Aufnahmerraum in den Cap a Pie Studios, Regensburg.

Schall zu Wärme

EIN STREIFZUG DURCH DIE WELT DER ABSORBER 1995



Aufnahmerraum Koch International

Jochen Veith, Illustrationen und Bilder: Jochen Veith

Unsere kleine 'weltumfassende' Reise auf akustischen Pfaden wird nun unter Konzentration auf verschiedene Fachdisziplinen fortgesetzt. Wie so oft macht es meiner Auffassung nach auch in diesem Fall die Verpackung, die uns hilft eine an sich rein wissenschaftlich basierte Thematik durch einen etwas unterhaltsamer und fast plauderhaft angelegten Stil verständlicher darzustellen, ohne dass man als Leser schon nach den ersten Tiraden erbarmungsloser Mathematik verzweifelt aufgibt oder in einen erlösenden Tiefschlaf verfällt. Ganz ohne Mathematik geht es allerdings nicht, doch hat sich das Layout-Department bereit erklärt, diese zum tieferen Verständnis notwendigen Details in kleinen Informationsinseln zu isolieren. Man kann sie lesen, muss es aber nicht. Nun aber ohne weitere Vorrede hinein in die Materie. In dieser Folge wollen wir uns mit den verschiedenen Arten von Absorbern beschäftigen, denjenigen physikalischen Werkzeugen, die für ein ausgeglichenes Schallfeld in Regie- und Aufnahmerräumen sorgen und somit für das Gelingen einer Studioplanung unverzichtbar sind. Es ist aber nicht damit getan, möglichst viele Produkte mit der Aufschrift 'Akustik' in einem Raum gleichmäßig zu verteilen, sondern man muss sich viele Gedanken darüber machen, in welchem Frequenzbereich sie denn tatsächlich Wirkung zeigen.

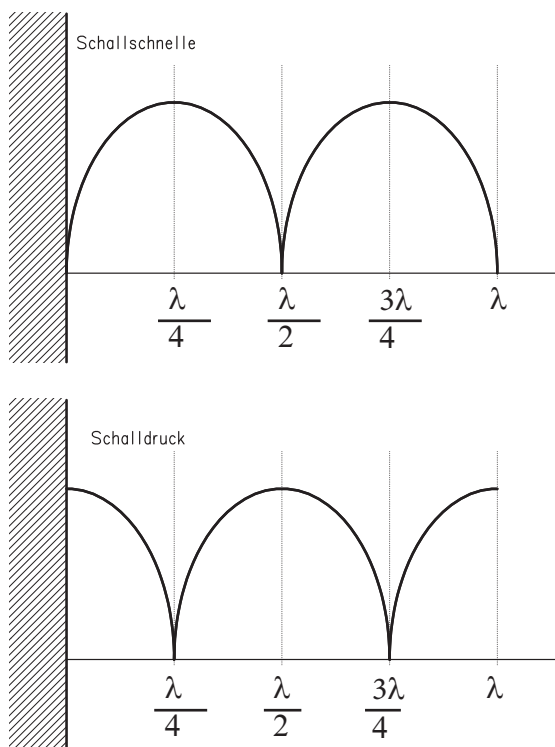


Abbildung 1

Die verschiedenen Arten von Absorbern lassen sich in zwei große Gruppen aufteilen: in passive oder auch poröse, und in aktive oder Resonanzabsorber. Da poröse Absorber zumindest vordergründig einfacher zu verstehen sind, wollen wir uns zunächst dieser Gruppe zuwenden, die ihre Basis in faserartigen Materialien findet. Am bekanntesten sind natürlich die verschiedenen Arten von Mineralwolle, doch gehören dazu auch schaumstoffbasierte Materialien oder etwa Teppiche, Vorhänge etc.. All diese Stoffe haben eine Art Poren- oder Faserstruktur. Poröse Absorber vernichten Schallenergie, indem sie sie durch Reibung in Wärmeenergie umwandeln. Das bedeutet, dass die Luftteilchen am Punkt ihrer größten Schallschnelle in ihrer Bewegung durch die porösen Strukturen ausgebremst werden. Grundsätzlich ist das Endstadium einer jeden Schallenergie Wärmeenergie. Schall bedeutet, wie wir alle wissen, dass sich Luftteilchen um ihren Ruhepunkt herum bewegen, also schwingen. Um diese Pendelbewegung auszubremsen und zu verringern, versucht man etwas in den Weg zu bringen, dass möglichst stark an den Luftteilchen reibt und sie an ihrer Bewegung hindert. Ein poröses Material mit einer entsprechend großen Oberfläche sorgt für die entsprechende Reibung. In diesem Mechanismus steckt ein wichtiges akustisches Gesetz, denn diese Art von Absorber wird häufig auch als Lambda-Viertel-Absorber bezeichnet; und zwar deshalb, weil sich vor einer starren Wand im Abstand von Lambda/Viertel durch die Reflexion ein Schnellemaximum ausbildet. Wenn man die Luftteilchen optimal ausbremsen möchte, muss man dort poröses Material platzieren, wo die Teilchenschnelle am größten ist. Dieser

Vorgang ist natürlich frequenzabhängig. Eine Frequenz von beispielsweise 100 Hz hat eine Wellenlänge von etwa 3.40 m. Bei Lambda/Viertel liegen wir somit bei etwa 85 cm. Also müsste man theoretisch den Absorber in einem Abstand von 85 cm zur Wand anbringen. Hier zeigen sich gleichzeitig die Grenzen und die Problematiken poröser Absorber. Sie werden prinzipiell erst bei höheren Frequenzen wirksam. Bei einer Mineralwollschicht von 10 cm an einer Wand wird man theoretisch die Frequenzen bearbeiten, deren Viertelwellenlänge in diesem Abstandsbereich liegt, also in unserem Beispiel 850 Hz und darüber. Wichtig zu wissen ist, dass Mineralwolle einer Stärke von 10 cm mit durchschnittlicher Dichte und Strömungswiderstand ihre untere Grenzfrequenz bei etwa 400 bis 500 Hz aufweist, wenn sie direkt auf eine Wand aufgebracht wird. Es stellt sich zusätzlich die Frage, wo man die Grenzfrequenz ansetzt. Dort wo der Absorber noch mit 70% arbeitet? Bei schalltoten Räumen gibt man zum Beispiel die untere Grenzfrequenz der Absorber bei einer Wirksamkeit von 99% an. Um den Absorber auch noch bei tieferen Frequenzen wirksam werden zu lassen, kann man das Mineralwollmaterial in einem bestimmten Abstand zur Wand montieren, praktisch in einer Art Skelettrahmen, in den die Mineralwoll-Matten eingelegt werden. In diesem Fall rutscht die untere Grenzfrequenz dementsprechend nach unten. In jedem Fall sieht man an diesem Beispiel, dass der Platzbedarf für einen porösen Absorber erheblich ist, wenn er im unteren Frequenzbereich ansetzen soll. Solange man nicht mit einem Resonanzeffekt arbeitet, ist es deshalb wenig sinnvoll, poröse Absorber für tiefe Frequenzen einzusetzen. Es gibt zwar die sogenannten Bass-Traps (Bassfallen), die tatsächlich mit porösen Materialien arbeiten, aber eine Tiefe von einem Meter haben müssen, um wirksam werden zu können. Es gibt Studios mit großzügiger Deckenhöhe von vielleicht 5 Metern, deren Decke auf 2.50 abgespannt sind und darüber ein wahres Mineralwollgrab bergen, zum Beispiel in Form von beidseitig auf dünne Sperrholzplatten aufgebrachter Mineralwolle im Abstand von vielleicht 50 cm. Im Endeffekt wird also ein Hohlraum in Stehhöhe mit Mineralwolle gefüllt, womit das Ausmaß einer solchen akustischen Baumaßnahme deutlich wird, wenn auch, um Material zu sparen, keine dichte Verfüllung vorgenommen wird. Bei einer dickschichtigen Anordnung von Mineralwolle kommt es natürlich auf die Strömungsdichte des Materials an. Sind Mineralwoll-Platten sehr dicht, können sie im Zusammenwirken mit einem dahinter liegenden Luftvolumen bereits Resonanzerscheinungen zeigen. Trotzdem braucht man sich nun nicht vorstellen, dass bis zu 20 Hz hinunter alles sauber bedämpft ist, wenn man an der Rückwand einer Regie einen Meter Mineralwolle montiert. Sogenannte aus Mineralwoll-Keilen bestehende schalltote Räume sind also un-

ter Umständen gar nicht schalltot im theoretischen Sinn, zumindest unterhalb einer bestimmten Grenzfrequenz nicht mehr. Die Grenzfrequenz hängt mit der Größe des Raums zusammen (die kleinste lichte Raumabmessung entspricht der Wellenlänge der unteren Grenzfrequenz) und zusätzlich mit der Absorptivität sofern sie unter 99% sinkt. Auch hier sind also eindeutige Grenzen gesetzt. In der Regel finden sich heute schalltote Räume, die dies mit einer unteren Grenzfrequenz von 100 vielleicht auch 60 Hz von sich behaupten können.

Wird der Strömungswiderstand eines porösen Materials zu hoch, beginnt er bei höheren Frequenzen wieder zu reflektieren. Auf der anderen Seite gilt die Regel, dass das Material mit steigender Dichte um so wirkungsvoller Teilchenbewegungen ausbremsen kann. In einem gewissen Rahmen kann durch die Wahl der Dichte die untere Grenzfrequenz beeinflusst werden. Wird die Dichte einer im Abstand zur Wand montierten Mineralwoll-Platte zu hoch, tritt irgendwann eine Resonanz auf, die von dem Gewicht der Platte und dem Hohlraum hinter der Platte bestimmt wird. In diesem Moment wird ein solches System derart komplex, dass man eigentlich nur noch im Versuch mit dem Aufbau weiterkommt. Es gibt zwar mathematische Modelle, doch diese sind inzwischen oft so vielschichtig, dass der Einsatz von Rechnern nötig wird, um die Wechselwirkung zwischen Schallfeld und Absorber zu beschreiben. Auf jeden Fall wird eine genaue Bestimmung der Wirkungsweise sehr schwierig. Es gibt Bücher, die sich ausschließlich mit porösen Absorbieren beschäftigen und leicht die Stärke von 2“ erreichen. Dies sei nur erwähnt, um die Problematik dieses Teilthemas der Akustik zu verdeutlichen.

Sicher ist sicher...

Bevor der große Presserummel um die Gesundheitsgefährdung durch Mineralwolle losbrach, erhielt ich ein mehrseitiges Schriftstück mit Auszügen aus Berichten von der Weltgesundheitsorganisation, das besagte, Mineralwolle sei das am meisten auf der Welt getestete Material in Hinblick auf Krebsgefahr und stehe schon seit Jahren auf der 'Schwarzen Liste'. Es wurde allerdings nie etwas nachgewiesen, zumindest offiziell nicht, mit der Begründung, dass beispielsweise Asbest in winzige Nadeln in Längsrichtung zerbräche und Mineralwolle in Partikel zerfalle die eine gewisse Größe nicht unterschreiten und somit im Gegensatz zu Asbest die



Setting New Standards

RTW
SurroundControl 31900

Loudness Metering.
Made in Germany.



RTW



Aufnahmerraum Violet Studio München: Hinter dem Schlagzeug erkennt man klappbare Panelabsorber mit wahlweise harter oder poröser Oberfläche

Zellwände nicht durchstoßen könnten und vom Körper als Feinstoff erkannt würden, um abgekapselt beziehungsweise durch Körperflüssigkeiten zersetzt zu werden. Bei der Verarbeitung stellen sich jedoch besonders bei sorgloser Verhaltungsweise die typischen Symptome wie Husten, Augenbrennen, Juckreiz bis hin zu Kopfschmerzen und Fieber ein. Allein diese Tatsachen und der bleibende Restverdacht, dass vielleicht doch etwas daran sein könnte, ist für mich Grund genug, dringend dazu zu raten, ganz, ganz vorsichtig mit diesem Material umzugehen, sehr sauber abzudecken oder eben Ersatzstoffe wie Schaumstoffe, Wollarten etc. zu verwenden. Es kommt hinzu, dass Mineralwolle ohne sicheren Rieselschutz beispielsweise in der Decke durch die Staubbelastung Funktionsstörungen bei den elektronischen Geräten hervorzurufen kann: Reglerkratzen, Lager werden beschädigt und so weiter.

Schutzmaßnahmen

Mineralwolle wird im modernen Studiobau schon seit langem durch verschiedene Arten von Rieselschutz abgedeckt, der wiederum hinter einer Sichtabdeckung verschwindet. Als Rieselschutz kann man beispielsweise ein Glasfaservlies benutzen, außerdem gibt es beschichtete Mineralwollplatten, die ein solches Vlies schon tragen, aus längeren Fasern, die zu einem dichten Gewebe verklebt werden. Damit erhöht sich natürlich auch der Strömungswiderstand und in der Regel tritt sogar ein leichter Membraneffekt ein, also eine Eigenresonanz des Materials. Zu tiefen Frequenzen hin erweitert sich damit die Absorption, kann aber auch schon leichte Reflexionserscheinungen bei hohen Frequenzen bewirken,

die allerdings in der Regel vernachlässigt werden können. Die zweite Möglichkeit ist die Verwendung eines Baumwollvlies. Hier muss auf die Porosität geachtet werden, dem Verhältnis der Durchlässigkeit für Mineralwollpartikel im Verhältnis zur akustischen Wirkung. Ein wichtiger Punkt ist die CS-Ausrüstung des Baumwollvlieses. Das heißt, hier können zum Abdecken nur Materialien benutzt werden, die feuerpolizeilich erlaubt sind. An diesem Punkt schnell natürlich auch gleich der Preis in die Höhe, teilweise bis zu einem Faktor von 5 oder gar 10 im Gegensatz zur Glasfaserlösung, die vielleicht einen Euro pro Quadratmeter kostet. In den Studios arbeite ich hauptsächlich mit schwer entflammbar ausgerüsteten Stoffen, die natürlich einen möglichst geringen Strömungswiderstand haben sollen. Zum Schutz gegen Anlehnen oder Eindrücken müssen an den entsprechenden Stellen Gitter oder ähnliches angebracht werden. Aus optischen Gründen vermeide ich den Einsatz von Lochblechen. Eine weitere Möglichkeit liegt in der Verwendung einer Plastikfolie, die, was den Rieselschutz betrifft, natürlich das Optimum darstellt. Man verwendet hier Folien, die so leicht sind, dass sie auch für hohe Frequenzen durchlässig werden. Probleme liegen natürlich in der Verarbeitung, der Notwendigkeit einer Abdeckung mit Gittern oder Lochblechen, die wieder ihre eigenen Probleme bergen. Die Folie reißt bei der Montage sehr schnell und ist auch an den Montagekanten sehr schlecht abzudichten. Ich habe mit Folien aufgrund der zu erwartenden Schwierigkeiten erst gar keine Versuche gemacht. In der Industrieakustik kommen sie allerdings recht häufig zum Einsatz.

Setzen ich Mineralwolle ein, wird diese in der Regel in vorderster Front mit akustischen Schaumstoffen abgedeckt. Die Mineralwolle wird in tieferen Lagen aber nicht nur aus Kostengründen eingesetzt, sondern auch deshalb, weil sie eben doch ausgezeichnete Eigenschaften besitzt.

Ein Traum in Schaum?

Nun kommen wir zu einer weiteren Möglichkeit des Aufbaus poröser Absorber. Es gibt von den einschlägigen Anbietern spezielle Schaumstoffe, die genügend offenporig und gleichzeitig schwer entflammbar sind (Brandschutzklasse B₁). Durch besondere Imprägnierung können sie sogar nicht brennbar ausgelegt werden (Brandschutzklasse A₂). Schaumstoffplatten dürfen natürlich keine oder nur sehr geringe Materialresonanzen aufweisen. Der Preis ist hier ein Problem, denn er liegt immer noch weit über dem der Mineralwolle mit ähnlichem Strömungswiderstand, obwohl man sich vorstellen könnte, dass sich dieses ungünstige Preisverhältnis ändert, wenn der Bedarf entsprechend steigt. Die Verarbeitung von Schaumstoffplatten ist wesentlich angenehmer. Sie lassen

sich butterweich schneiden. Einer der Vorreiter schaumstoffporöser Absorber ist die Firma Illbruck, die sicher jedermann kennt, der im Studio zu Hause ist. Und selbst wenn man einen Laien nach Akustik fragt, wird er möglicherweise spontan Pyramidenschaumplatten ins Gespräch bringen. Je nach Strukturierung der Oberfläche, Zuschnitt und anderen Verarbeitungsmethoden ergibt sich der entsprechende Preis. Ansonsten gilt für Schaumstoffe die gleiche Gesetzmäßigkeit wie für Mineralwolle. Die Schaumstoffe, die ich benutze, sind in der Regel auf Melaninharzbasis aufgebaut.

Besser als Mineralwolle?

Schaumstoffe sind nicht effektiver als Mineralwolle, denn die Effektivität steht in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Strömungswiderstand. Mineralwolle wirkt bei gleicher Dicke unter Umständen sogar noch besser, weil der Strömungswiderstand zum Beispiel durch Aufbringen eines Vlieses noch erhöht werden kann. Ich habe sogar das Gefühl, dass die Schaumstoffe in den obersten Höhen zu Reflexionen tendieren, wenngleich dies nicht durch abschließende Messungen untermauert werden kann. Der Vorteil liegt einzig in der Verarbeitungserleichterung, bei allerdings gleichzeitiger Kostenerhöhung. Als Feder für einen Estrichboden sind Schaumstoffe sicherlich nicht geeignet, ebenso wenig wie als Einlage in Trockenbauwände.

Es gibt mittlerweile mehrere Firmen, die sich darauf spezialisiert haben, Trockenbauwände nicht mehr mit Mineralwolle, sondern durch ein Pressverfahren mit Papierschnitzeln zu füllen. Zunächst wird die Wand hohl aufgebaut, anschließend angebohrt und mit Altpapier gefüllt.

Teppich - der Feind der Studioakustik

Teppich ist - eher unfreiwillig - einer der bekanntesten porösen Absorber, den ich in der Studioakustik eigentlich sehr ungern benutze. Je nachdem, welcher Teppich eingesetzt wird, ist mit einer nennenswerten Wirkung ab 4.000 Hz aufwärts zu rechnen, also haben wir es mit einem extremen Höhenglucker zu tun. Höhen verliert man jedoch in der Akustik immer, unsere Probleme liegen ganz woanders, nämlich bei den Tiefen. Das wird sehr oft vergessen. Teppich in einem Studio bedeutet, dass ein Großteil der Fläche mit höhenabsorbierendem Material ausgekleidet ist. Nehmen wir einen Raum mit 40 qm und einem Volumen von 100 m³, dann würde statistisch gesehen allein die Teppichfläche ausreichen, um den Nachhall so stark zu kürzen, dass er eigentlich schon im Sollbereich ist, also bei 0,4 Sekunden oder sogar darunter. Und bekanntlich gibt es keine Absorber, die alle Höhen stehen



Für Aug' und Ohr...

professionelle Studio- & Broadcastlösungen

- Klangoptimierte Mikrofon- und Instrumentenkabel
- Mehrfach geschirmte High End Multipairkabel
- Große Auswahl an SDI / HDTV Videoleitungen
- Hartvergoldete Qualitäts-Steckverbinder von HICON und NEUTRIK
- Individuell konfigurierbare Verteilsysteme für Rundfunk- und Studioteknik
- Professioneller Support

RJ45 10 Gbit
mit Schutzgehäuse



Broadcast-Fiber-Drum
3G-SDI + Ton + Power



Fiber-System, 4-fach,
für HD-Übertragungen



GRATISKATALOG ANFORDERN!



SOMMER CABLE

www.sommercable.com

SOMMER CABLE GmbH

Audio • Video • Broadcast • Medientechnik • HiFi
info@sommercable.com

Zur Wirkungsweise eines Plattenschwingers als Resonanzabsorber

Eine dünne, aber dichte Platte wirkt als Masse. Das geschlossene Luftvolumen hinter der Platte fungiert als Feder in diesem schwingungsfähigen System. Um die Resonanzfrequenz mathematisch zu bestimmen, wird die Schwingungsdifferentialgleichung herangezogen:

$$m \cdot \frac{d^2x}{dt^2} = -D \cdot x$$

m= Masse
 x= Auslenkung der Feder
 D= Federkonstante
 t= Zeit

Durch Ersetzen von $x = \cos(\omega \cdot t)$ ergibt sich für die Resonanzfrequenz:

$$m \cdot \omega^2 \cdot \cos(\omega \cdot t) = -D \cdot \cos(\omega \cdot t) \quad f_{res} = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{D}{m}}$$

Für m lässt sich nun das Flächengewicht der Platte, multipliziert mit ihrer Fläche ($m' \cdot A$) einsetzen. Zur Feder (Luftvolumen) müssen wir uns jedoch noch einige Gedanken machen.

Da sich bei einer Anregung des Plattenschwingers der Wechsel von Über- und Unterdruck sehr schnell vollzieht, muss davon ausgegangen werden, dass bei der Kompression oder Expansion zwischen dem Gas (Luft) und der Umgebung keine Zeit für einen Wärmetausch bleibt. In der Thermodynamik nennt man dies eine adiabatische (isentrope) Kompression.

$$-\frac{dp}{dV} = \frac{p_0 \cdot \gamma}{V_0}$$

γ = Isotropenexponent
 p_0 = Luftdruck
 V_0 = Luftvolumen hinter der Platte

(differentielle Schreibweise)

Gängiger ist es für die dynamische Steifigkeit des Luftpolsters den Buchstaben s zu verwenden und nicht mehr D für die Federkonstante. Wirkt also von außen eine Kraft F auf diese Luftvolumen, so verringert sich dieses und der innere Druck steigt um Δp . Nehmen wir an, die Kraft F wirkt nur auf die Fläche eines quaderförmigen Volumens, so ergibt sich:

$$s = \frac{F}{-\Delta d} \quad s = \frac{\Delta p \cdot A}{-\Delta d} \quad s = \frac{\Delta p \cdot A^2}{-\Delta V}$$

s= Steifigkeit des Luftvolumens
 d= Dicke des Luftpolsters
 A= Fläche der Platte bzw. des Luftpolsters

(Δd ist negativ, da Kompression)

Mit der adiabatischen Kompression lässt sich schreiben:

$$s = \frac{p_0 \cdot A^2 \cdot \gamma}{V_0} \quad \text{oder} \quad s = \frac{p_0 \cdot A \cdot \gamma}{d_0}$$

Einsetzen in die Gleichung zur Berechnung der Resonanzfrequenz:

$$f_{res} = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{p_0 \cdot A \cdot \gamma}{d_0 \cdot m' \cdot A}} \quad \gamma = 1,402 \cdot \frac{kJ}{kg \cdot K} \quad p_0 = 1.013 \cdot 10^5 \cdot \frac{N}{m^2}$$

Somit ergibt:

$$f_{res} = \frac{60}{\sqrt{m' \cdot d_0}}$$

m' in $[kg/m^2]$
 d_0 in $[m]$

lassen und nur Mitten und Tiefen absorbieren. Man könnte sogar so weit gehen und Teppich als den Feind der Studioakustik betrachten, da er unverhältnismäßig Höhen absorbiert. Ich habe damit nie gute Erfahrungen gemacht. Ich kann eine Reflexion schließlich auch gut nutzen und mit einer Grenzfläche am Boden arbeiten. Einen Teppich kann man immer mal schnell hinwerfen und das machen die meisten Studios ja auch.

Schlusslichter

Für variable Akustiken im Aufnahmeraum eignen sich auch Vorhänge. Man verwendet natürlich in erster Linie schwere Theatervorhänge, da die Absorptivität davon abhängt, welches und wie viel Material man in Falten wirft. Ich benutze Vorhänge sehr selten. Viele sagen, sie seien riesige Staubfänger und vermitteln auch eine etwas unzeitgemäße Optik, wenngleich man zugeben muss, dass sie gut funktionieren.

Die letzten hier genannten Vertreter der Gruppe poröser Absorber sollen Holzwollplatten oder auch ganz leichte Pressspanplatten sein, die in der Regel im Abstand zur Wand montiert werden und gleichzeitig Resonanzerscheinungen aufweisen, also eigentlich schon keine typischen Porösabsorber mehr sind. Holzwollplatten würde man eher in die Gruppe der Mittenabsorber einreihen, die in den Höhen fast diffus reflektieren, im ganz oberen Frequenzbereich allerdings durch die Struktur des Materials wieder absorbieren. Eine 50 mm Holzwollplatte arbeitet etwa im Bereich von 400 Hz.

Gute Resonanz

Aktive Absorber sind Resonanzabsorber, die prinzipiell die Schallenergie in Bewegungsenergie umsetzen, zum Beispiel die Platte beim Plattenschwinger oder der 'Luftpuffen' beim Helmholtz-Resonator. Schließlich und endlich wird aber auch hier durch Reibung Wärme erzeugt. Am einfachsten lässt sich ein aktiver Absorber am Modell des Plattenschwingers erklären. Dieser ist nichts anderes als ein resonanzfähiges Feder/Masse-System. Die Feder ist ein eingeschlossenes Luftpolster, das Gewicht ist in der Regel eine leichte Platte, die auf diesem Luftpolster schwingt. Dieses schwingungsfähige System hat eine Resonanzfrequenz, die durch das Gewicht der Platte und den Abstand zur Wand bestimmt wird. Nehmen wir an, wir haben eine Platte im Wandabstand von 10 cm. Verwendet man ein Plattenmaterial mit einem Gewicht von 3,5 kg pro qm, kommen als Ergebnis für die Resonanzfrequenz bei gegebenem Wandab-



Principal Studios Münster: der kleine Aufnahmeraum ist mit einer gebogenen Schlitzplatten-Absorber-Decke ausgerüstet

stand von 10 cm etwa 100 Hz heraus. Natürlich gibt es hier einige Faktoren, die zu berücksichtigen sind. Durch die Anregung der Platte durch die Schallenergie wird ein Teil dieser Energie in Wärmeenergie umgewandelt, ein anderer Teil wird wieder in den Raum zurückgegeben. Je mehr man umwandeln kann, desto effektiver wird der Absorber sein. Zu berücksichtigen ist dabei jedoch, dass ein Resonator Energie speichert und somit nachschwingt. Sein Ausschwingverhalten ist abhängig von der Bedämpfung. Wenn man eine solche Platte anschlägt, kann sie unter Umständen zu lange nachschwingen. Man muss also darauf achten, dass das Decay des Resonators weit kürzer als das Decay des Raums ist, sonst bewirkt der Resonator eine Verlängerung der Nachhallzeit. Um dies zu verhindern, bringt man in den Hohlraum Mineralwolle ein, um eine Bedämpfung herbeizuführen. Ohne eine Bedämpfung ist die Resonanzschärfe, aber auch das Nachschwingen höher. Der Resonator wirkt so schmalbandiger, doch nutzt diese schmalbandige Wirkung bei der Einstellung eines Raums meist wenig, da nicht genug Energie vernichtet werden kann. Bei der Befüllung gibt es wieder verschiedene Möglichkeiten. In der Regel erfolgt eine Füllung bis zur Hälfte oder zu Dreiviertel des Hohlraums. Manchmal ist es auch angebracht, die Mineralwolle auf die Platte zu kleben. Doch muss man in diesem Fall darauf achten, dass sich dabei auch das Gewicht der Platte erhöht. Ich fülle in der Regel relativ stark, also fast vollständig, jedoch muss die Platte trotzdem noch schwingen können. Man kann die Effektivität eines Plattenschwingers erhöhen, in dem man ihn kassettiert, das heißt, man baut nicht 100 qm aus einer großen Fläche, sondern schafft durch Kassettierung mehrere Einzelsysteme.



Walter Gerke's Producer-Studio in Witten: Aufnahmeraum mit gemischt ausgelegten Absorbern. Unterhalb der Regiescheibe erkennt man die Schlitzeplatten-Absorber.

Der richtige Platz

Resonatoren werden logischerweise nicht wie beim porösen Absorber im Schallschnellemaximum platziert, sondern im Druckmaximum. Er muss dort sitzen, wo der Schalldruck am größten ist. Dies ist ein ganz entscheidender Aspekt für die Wirkungsweise. Vor allem in kleinen Räumen bauen sich ungleichmäßige Schallfelder auf, bedingt durch Raumresonanzen. Durch die richtige Position des Resonators kann man unter Umständen das Vielfache aus ihm herausholen, also dort, wo beispielsweise eine stehende Welle ihr Druckmaximum hat. In gewisser Art und Weise ergibt sich eine Selektivität des Resonators durch das Aufnehmen der Problemfrequenz, die in der Position des Resonators auch den größten Schalldruck aufweist. Auf diese Weise gleicht sich das Schallfeld praktisch selbsttätig aus. Am häufigsten werden für Plattenschwinger Sperrhölzer verwendet, etwa im Bereich von 3.5 bis 4.5 kg/qm. Bei größeren Flächen eignen sich auch Gipskarton- oder Spanplatten. Außerdem können Kunststofffolien zum Einsatz kommen. Seit einiger Zeit arbeite ich mit ganz bestimmten Folien, die darauf getrimmt wurden, bei einem Gewicht von etwa 2 bis 3 kg/qm möglichst hohe Energieverluste zu zeigen. Ebenso ist der Einsatz von Blechen möglich, wenn man zum Beispiel an die Entwicklung des Fraunhofer Institutes denkt.

Der Einsatz von Plattenschwingern kann in einem Bereich von 70 bis 120 Hz am effektivsten erfolgen. Natürlich kann man durch spezielle Maßnahmen auch noch weiter herunterkommen. Ein Plattenschwinger, der bei 80 Hz resoniert, nimmt auch noch einen Teil der Energie bei 50 Hz auf, doch nur mit sehr eingeschränkter Effektivität. Bei 40 und 35 Hz, wo inzwischen auch Forderungen gestellt werden, geht nichts mehr.

Absorptionsgrad

Der Schallabsorptionsgrad eines Materials ergibt sich aus dem Verhältnis von absorbierte Schallenergie zu auftreffender Schallenergie. Stellt man sich eine Fläche vor, auf die Schall trifft, der 100%ig geschluckt wird, ergibt sich ein Absorptionsgrad von 1. Werden nur 50% vernichtet, ergibt sich ein Absorptionsgrad von 0.5 usw.. Dieser sogenannte 'geometrische Absorptionsgrad' kann somit niemals größer als 1 werden. Nun muss man sich angesichts dieser einfachen Regel fragen, wieso es Materialien gibt, deren Absorptionsgrad mit Werten größer als 1 angegeben werden, denn mehr als 100% können ja eigentlich nicht vernichtet werden. Dazu muss man wissen, dass viele Materialien in Hallraumversuchen getestet werden. Hier wird die Nachhallzeit vor und nach Einbringen des zu testenden Stoffes gemessen. Über die Sabin'sche Nachhallformel wird nun die Veränderung der Absorptivität im diffusen Hallraum ermittelt und so auf den 'statischen Absorptionsgrad' zurückgeschlossen. Hierbei können durch den 'methodischen Fehler' auch Alpha-Werte größer als 1 entstehen. Überträgt man dies auf Plattenschwinger, kann man einen Absorptionsgrad von etwa 0.8 erreichen. Bringe ich einen solchen Plattenschwinger in einem nicht homogenen Schallfeld in eine ausgeprägte Druckzone, können sich rechnerisch auch Werte von 1.5 bis 1.8 für den Absorptionsgrad ergeben.

Schlitze und Löcher

Eine weitere Variante des aktiven Absorbers ist der Schlitz- oder Lochplattenschwinger. Hierbei kommt wieder das Prinzip eines von einer Platte abgedeckten Hohlraumes zur Anwendung, jetzt allerdings mit einer gelochten oder geschlitzten Struktur. In erster Linie schwingt hier die Luft in den Öffnungen der Platte, als Gewicht auf einem Luftpolster. Dadurch ist die Masse sehr viel geringer. Die Frequenz dieses Resonanzsystems verschiebt sich demnach nach oben, in den Bereich von etwa 300 bis 400 Hz. In diesem Bereich ist es nach meiner Erfahrung, aber natürlich auch nach der generellen Erkenntnis der Akustiker, sehr wichtig, Nachhallzeit zu kürzen. Entscheidend ist natürlich der Loch- oder Schlitzflächenanteil, aber auch die Form der Öffnung, ebenso die Halstiefe der Öffnung, also die Stärke der Platte und der Abstand zur Wand, also die Dicke des Luftpolsters. Mit den Lochplattenabsorbern schließt sich frequenzmäßig die Lücke zwischen porösen und Plattenschwinger-Absorbern. Loch- und Schlitzplatten wirken in den Höhen oft leicht diffus, was ihren Einsatz begünstigt. Optisch sind sicherlich Schlitzplatten mit Holz furnieren die schönere Lösung. In vielen Studios sieht man an den Seitenwänden Holz sägezähne. Im Endeffekt entstehen auch hier Schlitze und Hohlräume und machen diese Art von Konstruktion zu typischen Mittenabsorbern.

Ready for 500ER-SERIE

Vielfalt pur – konfigurieren Sie nach Ihren Wünschen



543 – 2-Kanal Compressor/Limiter

- zwei unabhängige Kompressor-Limiter
- Gain-Range von -6db bis +20db
- "FB"-Schaltung zwischen "Feed-back" und "Feed-forward"
- Stereo-Kopplung und Dual-Slope-Betrieb

517 – Mikrofonvorverstärker/DI-Box/Kompressor

- Zweikanal-Betrieb mit Überblendfunktion
- Silk-Schaltung
- Mikrofonverstärkung bis zu 66dB
- DI-Verstärkung bis zu 30dB
- 48V Phantomspannung
- Threshold-Regelung bei Kompressor

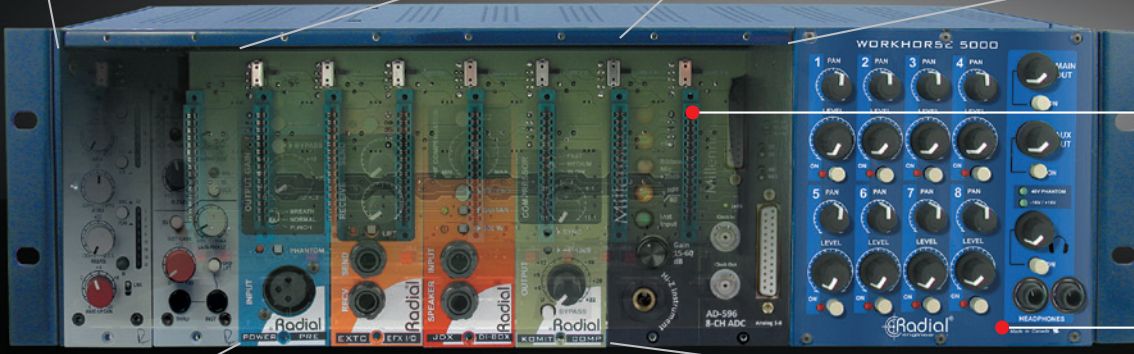


Millennia MV-35 – Mikrofon- und Instrumenten-Vorverstärker

- Stufenlos regelbare Eingangsverstärkung
- Instrumenten-Eingang an der Frontseite
- schaltbare 10dB Verstärkung für Bändchen Mikrofone
- 80 Hz Trittschall-Filter, 15dB Pad
- 48V Phantom

Millennia AD-596 – 8-Kanal High-End A/D Wandler

- 8-Kanal A/D Wandler 24-bit 96kHz auf AES Format
- Externe/Interne Taktung über AES oder Wordclock über separaten BNC Anschluss

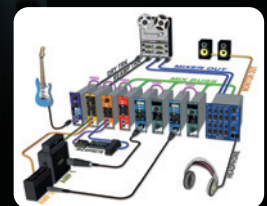


Radial Workhorse 5000

- 19" Rahmen für bis zu acht 500-Serie Module (erweiterbar über Expansion-Buss)
- Ultra-flexible Signalverteilung
- Großzügig dimensioniertes Netzteil
- Integrierter 8x2 Mixer mit Pan/Mute, Lautstärke-Regelung



Power Pre EFX I/O JDX DI-Box Komit Comp/Limit. JDV DI-Box Phazer Tool X-Amp Reamper



George Shilling (Resolution Magazine):
"Radial hat hart gearbeitet um neue Produkte für die 500er Serie zu entwickeln. Das Workhorse 5000 ist eines davon!"

Donal Hodgson, Produzent/ Techniker für Sting über den MV-35:
"Als ich hörte, dass Millennium einen Mikrofonvorverstärker für die 500-Serie herausbringen wollte, wollte ich das Gerät sofort haben. Auf der Sting Tour setzte ich 48 Kanäle des HV-3D ein und mit dem MV-35 kann ich jetzt diesen super klaren Sound auch in meinem portablen 500-Serie Rack benutzen."

Jack Vad, Produzent und Techniker über den AD-596: "Ich benutze den AD-D96 Analog /Digital Wandler in unserem HV-3D und liebe den Klang. Nachdem es an der Zeit war unsere in-house Recording Anlage zu erweitern suchte ich nach einer kompakten und modularen Lösung. Als ich dann vom AD-596 für die 500er Serie hörte, wurde mir klar, dass dies meine Lösung war."

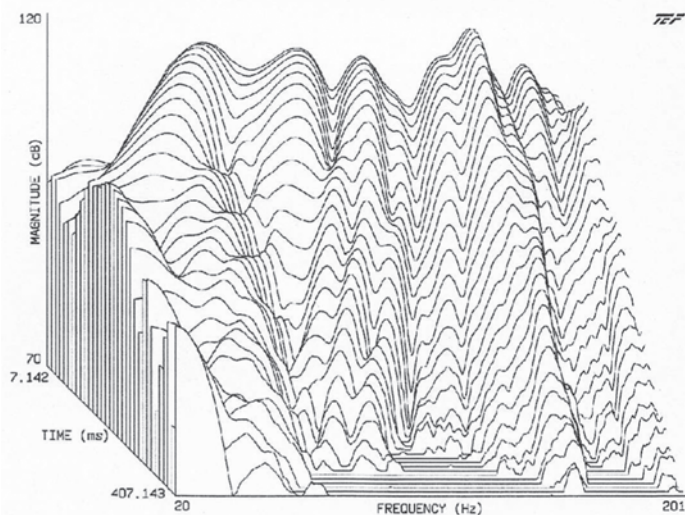


Abb. 2a: Messung eines stark bedämpften Raums ohne Resonatoren: ausgeprägte Resonanz bei etwa 33 Hz

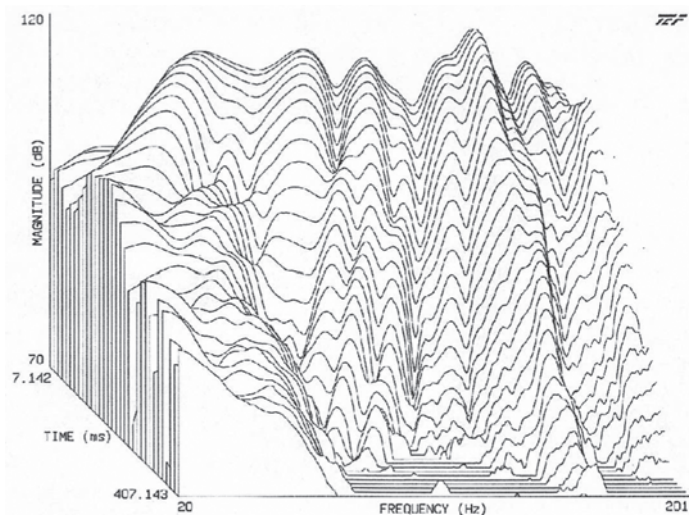


Abb. 2b: gleicher Raum wie Bild 2a, mit 33 Hz Resonatoren, die zu schwach bedämpft sind, also ein langes Decay haben

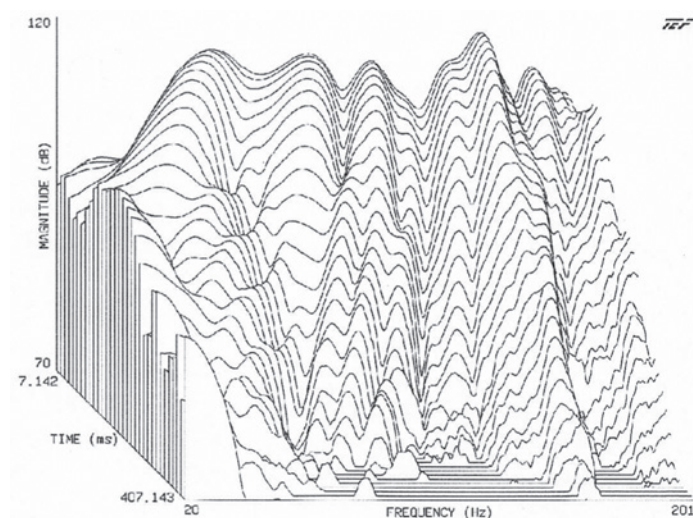


Abb. 2c: gleicher Raum wie Bild 2a: Die 33 Hz Resonatoren wurden stärker bedämpft und ihr Decay ist jetzt deutlich kürzer

Herr Helmholtz lässt grüßen...

Der im vorigen Abschnitt beschriebene Lochplattenabsorber stellt eine Mischform eines aktiven Absorbers dar, denn in ihm ist das Prinzip des Helmholtz-Resonators bereits enthalten. Der Helmholtz-Einzelresonator beinhaltet ein großes Luftvolumen, das als Feder arbeitet und zusätzlich ein Loch- bzw. Halsvolumen inklusive Mündungskorrektur, welches als Masse auf der Feder schwingt. Und so errechnet sich prinzipiell auch die Resonanzfrequenz. Die Mündungskorrektur hängt von dem Querschnitt des Loches und der Halsform ab. Dieser Resonator vernichtet natürlich ebenfalls Energie durch Reibung im Hals. Wenn man diese Eigenschaften vor einem mathematischen Hintergrund betrachtet, kommt man darauf, dass die Wirkungsweise eigentlich gar nicht so effektiv sein kann. Ob ein solcher Resonator richtig funktioniert oder nicht, ist schon sehr oft Bestandteil kontroverser Diskussionen gewesen, obwohl die Profis sich alle darüber einig sind, dass dieses Prinzip sehr gut arbeitet. Es ist auch hier zu beachten, dass das Decay des Resonators nicht länger als das des Raumes ist. Also muss auch dieser Resonator bedämpft werden, was mit einer Verringerung der Resonanzschärfe einhergeht. Entweder bringt man hierzu poröses Material in das Volumen oder in sehr viel geringeren Mengen im Hals ein. Ich nutze hierfür ein ein- bis zweilagiges Baumwollvlies. Die Halstiefe ergibt sich bei meinen Konstruktionen oft einfach aus der Stärke des verwendeten Holzes. Dies ermöglicht in erster Linie einen technisch einfacheren Aufbau. Prinzipiell ist bei dieser Art von Resonatoren ein wichtiger Faktor, dass die Verluste durch Gehäuseschwingungen möglichst gering gehalten werden. Schwingt das gesamte Gehäuse übermäßig mit, erhält man unter Umständen nicht das zuvor errechnete Resultat. Es stehen Formeln zur Verfügung, mit deren Hilfe man sich sehr genau an die Resonanzfrequenz annähern kann, allerdings kann man sich im Bereich der unteren Frequenzen um etwa 30, 40, 50 Hz herum auch schon einmal leicht 'verstimmen'. Stellt man einen solchen Resonator ins Freie, misst ihn und bringt ihn dann anschließend in einen Raum, so kann sich schon allein durch die Erhöhung der Luftlast im Raum eine Verstimmung von bis zu 10% ergeben. Montiert man einen solchen Resonator in einer Raumecke oder an einer Raumkante, ist die Luftlast dadurch, dass das System keine Möglichkeit hat, in alle Richtungen zu 'atmen', nochmals größer. Deshalb ist in diesem Fall zusätzlich mit einer Verstimmung nach unten zu rechnen. All diese Faktoren müssen in die Berechnungen einbezogen werden und es kommen auch noch Erfahrungswerte mit bestimmten Raumformen hinzu.

Es gibt eine einfache, aber sehr wirkungsvolle Methode, die Resonanzfrequenz eines Helmholtzabsorbers zu bestimmen. Man benötigt dazu nur zwei Werkzeuge: einen Sinusgenerator und ein Feuerzeug...

Möchte man einen Helmholtz-Resonator höher stimmen, vielleicht im Bereich von über 100 Hz, ergeben sich Probleme mit der Effektivität. Außerdem werden die Löcher so groß und die sich bewegende Luft verteilt sich auf eine so große Fläche, dass man Schwierigkeiten bei der Bestimmung der Resonanzfrequenz bekommt. Der optimale Bereich für einen Helmholtz-Resonator liegt im Bereich von 30 bis vielleicht 70 Hz. Wenn ich in der Rohbauphase keine Gelegenheit für eine Messung bekomme, gehen ich immer mehr dazu über, die Resonatorkästen zu bauen und erst vor Ort nach aktuellen Messungen anzubohren.

Eine besondere Form des Helmholtz-Resonators ist der Linienresonator, der eigentlich nichts anderes als mehrere aufeinander gestellte Einzelresonatoren darstellt, bei denen die Zwischenböden weggelassen wurden. Es ändert sich hier zwar grundsätzlich nichts an der Resonanzfrequenz, jedoch an der Wirkungsweise. Vielleicht kann man sich einen Resonator zum besseren Verständnis als eine Schallquelle vorstellen, die durch eine ebene Wellenfront angeregt wird und Energie abstrahlt. Dies erfolgt halbkugelförmig, wenn der Resonator in die Wand eingebaut ist. Aus einer ebenen Wellenfront wird eine phasengedrehte halbkugelförmige Wellenfront entstehen, die wieder davonwandert. Hier liegt einer der Knackpunkte für das Verständnis des Helmholtz-Resonators, der nicht in einem kleinen Loch die gesamte Ener-



Aufnahmerraum von Walter Gerke's Producer-Studio in Witten: Eine Mischung aus porösen Absorbern und Plattenschwingern an decken und Wänden.

gie durch Reibung vernichtet, sondern das Schallfeld verändert. So werden zum einen die stehenden Wellen ausgeglichen, zum anderen wird eine Zerstreuungswirkung erzielt. Das schwingungsfähige System einer stehenden Welle wird gestört und die Wirkungsweise kommt fast der eines Diffusors nahe. Bei einem Linienresonator beeinflussen sich die Löcher, je nachdem, wie weit sie voneinander entfernt sind und aus der halbkugelförmigen wird eine zylinderförmige Welle. Eine schlitzförmige Öffnung würde ähnlich arbeiten.

GRACE

DESIGN



Grace Design m903

- Symmetrische und unsymmetrische Analogeingänge
- Stereo Digitaleingänge mit bis zu 192 kHz/24 bit: AES3, S/PDIF, TOSLINK.
- Asynchroner Hi Speed USB Eingang unterstützt bis 192kHz/24bit (bittransparent)
- Neueste Wandlergeneration
- s-lock™ PLL Sample Clockregeneration für ultrageringen Jitter und höchste digitale Stabilität
- Hochstrom „Transimpedance“ Kopfhörer-verstärkerschaltung für die mühelose Versorgung von Kopfhörern mit niedriger Impedanz
- Präzisions-Pegelsteuerung mit 95 dB Regelbereich in Schritten zu 0,5 dB
- Kanalgleichheit von 0,05 dB
- Crossfeed-Schaltung („XFeed“) für bestes Imaging bei Kopfhörerwiedergabe
- Durchgehende Verwendung hochwertiger Metallfilmwiderstände
- Versiegelte Goldkontaktrelais für alle Signalumschaltungen
- Infrarotfernbedienung als Option lieferbar
- Fünf Jahre Herstellergarantie

Kopfhörerverstärker/Wandler/Monitorcontroller der absoluten Spitzenklasse

Audio Import GmbH - Generalvertretung für Deutschland, Österreich und Schweiz - grace@audio-import.de - +49(0)2196-883136 - www.audio-import.de

Absorptionsfläche und Nachhallzeit (statistischer Ansatz)

Die Nachhallzeit ist ja abhängig von den schallabsorbierenden/schluckenden Eigenschaften der Raumbegrenzungsflächen, also der Absorber.

Trifft nun Schalleistung auf diesen Absorber, so wird ein Teil dieser Leistung absorbiert/geschluckt und ein Teil wieder reflektiert.

Um die Effektivität eines Absorbers zu beschreiben setzt man einfach die absorbierte Schalleistung P_{abs} zur auftretenden Schalleistung P_1 ins Verhältnis und erhält so den Schallabsorptionsgrad α

$$\alpha = \frac{P_{abs}}{P_1}$$

Bei dem Schallabsorptionsgrad handelt es sich als um ein Verhältnismaß und ist somit dimensionslos. Es kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen. Man könnte auch sagen 0 entspricht 0% Absorption, 1 entspricht 100% Absorption und 0,5 entspricht 50% Absorption.

Der Schallabsorptionsgrad ist natürlich frequenzabhängig. Multipliziert man nun den Schallabsorptionsgrad α mit der Gesamtfläche S des Absorbers, so erhält man die äquivalente Schallabsorptionsfläche A .

$$A = \alpha \cdot S$$

Die äquivalente Schallabsorptionsfläche A entspricht also einer Modellfläche mit 100% Absorption, quasi einem offenem Fenster, die in seiner Wirkung unserem Absorber mit seinem Schallabsorptionsgrad entspricht.

Die gesamte äquivalente Schallabsorptionsfläche in einem Raum entspricht der Summe der einzelnen äquivalenten Schallabsorptionsflächen

$$A = \alpha_1 \cdot S_1 + \alpha_2 \cdot S_2 + \alpha_3 \cdot S_3 + \dots + \alpha_n \cdot S_n = \sum \alpha_n \cdot S_n$$

Der mittlere Schallabsorptionsgrad ergibt sich somit zu:

$$\bar{\alpha} = \frac{A}{S_{ges}}$$

Die Nachhallzeit nach Sabine errechnet sich mit:

$$Rt_{60} = \frac{0,163 \cdot V}{\bar{\alpha} \cdot S_{ges} + 4mV}$$

m ist Energiedämpfungskonstante in [m⁻¹]

Die Norris-Eyring-Gleichung (für $\alpha > 0,25$) lautet:

$$Rt_{60} = \frac{0,163 \cdot V}{-\ln(1 - \bar{\alpha}_{Eyr}) \cdot S_{ges} + 4mV}$$

Von der Diffusität und vom halbkugelförmigen Abstrahlverhalten her ist diese Resonatorform keine so optimale Lösung. Effektivitätsseitig wird beim Helmholtz-Resonator nicht mehr von einem Absorptionsgrad bezogen auf eine ebene Fläche, sondern von einer äquivalenten Schallabsorptionsfläche gesprochen, von einer Fläche, die einen Absorptionsgrad von 1 besitzt und der Wirkungsweise dieses Resonators entspricht. Um diese äquivalente Schallabsorptionsfläche in einem diffusen Schallfeld mathematisch zu berechnen, gibt es einen Faktor, der bei freier Aufstellung 1, an der Wand 2, an der Kante 4 und in der Ecke 8 beträgt. Man kann also in einer Raumecke die achtfache Effektivität erzielen. Allein daran sieht man schon, wie wichtig die korrekte Positionierung des Absorbers im Druckmaximum ist.

Nachhallzeitberechnung

Die Sabine'sche Nachhallformel war das erste mathematische Instrument zur Nachhallzeitberechnung und ist auch heute noch gültig. Die Grundlage für diese Formel sind em-

pirische Untersuchungen des Nachhallzeitverhaltens verschiedener räumlicher Umgebungen. Sabine hat versucht, Zusammenhänge zwischen dem Raumvolumen, der Oberfläche und den vorhandenen absorptiven Materialien herzustellen. Die einzige Problematik hierbei ist, dass diese Formel nur für Räume Gültigkeit besitzt, die relativ groß sind bzw. eine relativ lange Nachhallzeit haben. Die untere Grenze für die Sabine'sche Formel ist ein mittlerer Absorptionsgrad von 0.25. Norris/Eyring haben diese Formel etwas weiterentwickelt und auch Räume mit größerer Bedämpfung mit einbezogen. Es kommt deshalb in der Studioakustik eine ganz wichtige Sache zum Tragen. Erstens stellt sich die Frage, ob man in Regieräumen mit sehr kurzer Nachhallzeit überhaupt noch von Nachhall sprechen kann und ob das, was man berechnet, wirklich am Ende als Resultat herauskommt. Man kann nämlich nur eine vernünftige Nachhallzeitberechnung durchführen, wenn man ein diffuses Nachhallfeld entstehen lässt. Gibt es keine gleichmäßig im Raum verteilten Absorptionsflächen, funktioniert die Nachhallzeitberechnung überhaupt nicht, denn es ent-

steht kein statistisches Nachhallfeld. Zweitens bedeutet eine in einem Regieraum angestrebte Nachhallzeit von 0.3 Sekunden, dass der Pegel des Nachhalls in 300 ms schon um 60 dB gefallen ist. Wenn man davon ausgeht, dass man vielleicht 30 dB davon hören kann und der Rest in Ruhegeräuschen oder im Musiksinal untergeht, interessieren eigentlich nur noch der Anhall oder die ersten Reflexionen, die sich in den ersten 150 ms ausprägen. Wenn man sich weiterhin überlegt, wie groß die mittlere Wegstrecke in einem Raum mit 100 m² ist, kommt man in 150 ms gerade mal auf 18 Wandberührungen. Das heißt, es kann überhaupt kein vernünftiges diffuses Nachhallfeld entstehen. Und deshalb auch die Frage, ob man in diesem Fall noch von einem Nachhall sprechen kann. Man tut es in der Regel eben doch, wobei ich hausintern den Begriff 'Quasi-Nachhallzeit' verwende. Mit einem RT60-Wert kann man etwas anfangen, mit einem Wert, der dB/Sekunde zum Ausdruck bringt, was vielleicht richtiger wäre, um so weniger. Und so sprechen alle Fachleute eigentlich fälschlicherweise von RT60 in einer Regie. Es gibt Ersatz- oder Näherungsformeln, die eine exaktere Nachhallzeitbestimmung ermöglichen, zum Beispiel von Fitzroy, der den Raum in drei Ebenen aufteilt (Decke-Boden, rechts-links, vorne-hinten) und dort die absorptiven Flächen getrennt betrachtet. Man sieht aber, dass man in kleinen Räumen mit dem gesamten Formelangebot fast nichts mehr anfangen kann. Wenn man außerdem noch die Effektivität der aktiven Absorber falsch einschätzt, ist alles vorbei.

Zum Schluss

Bei meinen Studioplanungen bin ich vor allem darauf aus, im mittleren und tiefen Frequenzbereich ein kurzes Abklingverhalten des Raums zu erreichen, so dass sich dort eine Quasinachhallzeit von etwa 0.3 Sekunden einstellt. Ich gleiche das Nachhallfeld aus und glätte Resonanzen. Vor allem im wichtigen Bereich unter 100 Hz ist für mich größte Sorgfalt geboten. Es zeigt sich immer wieder, wie wahnsinnig wichtig es ist, auch durch den wachsenden Anspruch der Toningenieure, den Tieffrequenzbereich vernünftig beurteilen zu können. Man will einen klaren, konturierten, durchsichtigen Bass hören, der keine Welligkeiten aufweist und schon gar keine Resonanzen. Umso wichtiger wird dieses Ziel durch die Tatsache, dass es in der elektronischen Musik keine echten Vorbilder für eine Klangstruktur gibt, die nur im Zusammenwirken mit der Akustik des Regieraums durch den Lautsprecher lebt. Ebenso wichtig sind die genannten Kriterien für den Aufnahmerraum, denn dort wird die Qualität und Farbe eines real existierenden Originals bestimmt. In den folgenden Beiträgen werden wir uns weiteren Detailthemen der Studioakustik widmen, um Ihnen am Ende vielleicht ein schlüssiges Gesamtbild vermittelt zu haben, das sicherlich nicht als Selbstbauanleitung, wohl aber als nützliche Hilfe für ein besseres Problembewusstsein gegenüber einer in höchstem Maße wesentlichen Thematik dienen kann, die wie kein anderer Faktor die Qualität Ihrer Arbeit bestimmt.



Mic W[®]
special microphones

T551

- > Titanmembran
- > 38mm Durchmesser (1,5")
- > Kapselgehäuse aus Edelstahl
- > Natürlicher Frequenzgang
- > Von Hand abgestimmt

Im Vertrieb der **Synthax GmbH**

S
www.synthax.de



Jochen Veith, Illustrationen und Bilder: Jochen Veith

Die Bahn kommt ...

Ein Überblick zum Thema ‚akustische Entkopplung‘ in Tonstudios 1999

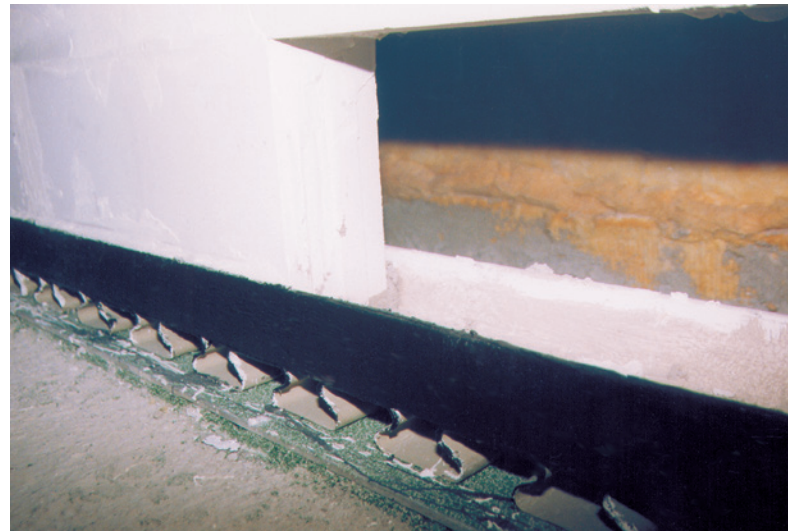
Nun ja, sie kommt nicht immer, die Bahn, zumindest nicht immer pünktlich, doch wenn sie kommt, gibt sie uns nicht nur einen sehr überzeugenden Eindruck davon, was Körperschall ist, sondern macht ebenso deutlich, dass man in einem Tonstudio dringend etwas dagegen unternehmen muss - in vielerlei Hinsicht übrigens, wie wir im späteren Verlauf dieses Artikels noch erfahren werden. Die einfachste Lösung ist natürlich, seinen Tonstudiobetrieb möglichst weit abseits einer derartigen Störquelle zu bauen, denn oft kommt die Bahn, ganz gleich ob S-, U- oder Straßenbahn alle zehn Minuten und zwingt das Produktionsteam förmlich dazu, den Arbeitsablauf nach dem Fahrplan auszurichten. Doch Körperschall ist nicht nur eine Sache öffentlicher Verkehrsmittel, sondern er ist vielmehr ein ständiger bauakustischer Begleiter in allen Tonstudios und hat vielerlei Ursachen. Ich vermute wahrscheinlich richtig, wenn ich von der Annahme ausgehe, dass Sie kein intensives Schnellstudium zu diesem sehr komplexen Themenbereich absolvieren möchten, sondern zunächst einmal wissen wollen, worum es hier überhaupt geht und welche Aspekte für die Planung eines Tonstudios diesbezüglich wesentlich sind. Wir wollen dieses Thema deshalb eher von seiner praktischen, und nicht so sehr von der streng theoretischen Seite beleuchten.

In zahlreichen Gesprächen habe ich herausgefunden, dass viele die Körperschallentkopplung als eine sozusagen absolute Maßnahme betrachten, die hundertprozentige Wirkung verspricht. Doch dem ist (leider) nicht so. Deshalb sollte der Planung eines Tonstudios zunächst einmal eine genauere Untersuchung des Umfeldes vorangehen.

Ist ein entsprechendes Verkehrsmittel als Störquelle bereits vorhanden, bleibt dem Tonstudiobetreiber nichts anderes übrig, als Maßnahmen dagegen auf eigene Kosten zu ergreifen. Existiert ein Tonstudio bereits und es soll im Zuge der Verkehrsplanung beispielsweise eine Straßenbahnstrecke am Haus vorbei eingerichtet werden, so ist abzuklären in wie weit die Verkehrsbetriebe gezwungen sind Maßnahmen zu ergreifen. Wenn ich zu einem Beratungsgespräch gerufen werde, und es stellt sich im Laufe der Diskussion heraus, dass sich in der Nähe des zukünftigen Studiostandortes eine irgendwie geartete Bahnlinie befindet: erst mal Finger weg! Das Risiko, eine solche Problematik überhaupt in den Griff zu bekommen, ist einfach zu groß und kostspielig obendrein. Wenn das Studio, aus welchen Gründen auch immer, jedoch unbedingt an einem solchen ungünstigen Standort entstehen soll, muss man sich als erstes die Frage stellen, wie ‚leise‘ man denn überhaupt werden muss und welches die Anforderungen in den zu schützenden Räumen sind. Wenn diese Fragen geklärt sind, kann man sich an die Aufgabe machen, entsprechende Maßnahmen einzuleiten. Es kann durchaus sein, dass ich in einem solchen Fall zu der Auffassung komme, von den üblichen Maßnahmen zur Körperschallentkopplung abzuraten. Treten nämlich die Störungen in einem Frequenzbereich auf, in dem eine bestimmte bauliche Maßnahme ihre Resonanzfrequenz hat, kann sich durchaus eine weitere Verschlimmerung des Problems im Vergleich zum vorhandenen Zustand einstellen. In diesem Fall macht man besser gar nichts oder beschränkt sich auf Schutzmaßnahmen, die nicht auf dieses spezielle Problem einwirken. Man könnte also zum Beispiel zu einem Trockenestrich greifen, der frequenzmäßig sehr viel höher als ein ‚normaler, im Studiobau üblicher‘ schwimmender Estrich abgestimmt ist, der im Bereich von 35 bis vielleicht 50 Hz so richtig ‚losbrummt‘. Das andere Extrem wäre die Entscheidung, das gesamte Haus oder dessen neuralgische Teile auf Stahlfedern zu stellen, auch das kommt in der Realität durchaus vor.

Ein komplexes System...

Das Gesamtproblem basiert auf einem komplexen Zusammenspiel von Einzelementen, also in unserem Fall von den Rädern und dem Drehgestell der Bahn, von dem da-



Ausgemauertes Stahlskelett als Vorsatzschale auf Feder-Längsdämmbügel elastisch gelagert

aus entstehenden Feder-Masse-Wechsel mit den Schienen, dem Gleiskörper, dem Erdreich, dem Fundament des Gebäudes, den Decken und Wänden. Die Beschaffenheit der Decke spielt hierbei eine gewichtige Rolle. Stahlbetondecken haben eine höher gelagerte Eigenresonanz als Holzbalkendecken, die man mit etwa 10 Hz veranschlagen kann. Darauf kommt dann irgendwann der schwimmende Estrich, darauf eine Gipskartonschale und darauf wiederum eine Gipskartondecke. Ich möchte damit veranschaulichen, dass man nicht ohne Kenntnis der Details einfach irgendeine Maßnahme ergreifen kann. Am Anfang stünde also eine Messung, um die Einwirkung des Körperschalls genauer zu beziffern. Daraus ergibt sich eine Prognose darüber, in welcher Größenordnung sich der resultierende Luftschall bewegt. In der Regel werden zu diesem Zweck ein oder mehrere Schwingungsaufnehmer auf den Boden und/oder die Wand geschraubt. Aus den so ermittelten Werten kann man auf den resultierenden Sekundärluftschall im tieffrequenten Bereich schließen.

Gegenmaßnahmen

Man kann die schallabstrahlende Fläche abdecken, zum Beispiel durch einen schwimmenden Boden, oder sogar den gesamten Raum kapseln. Man legt also auf die schallabstrahlende Fläche, nochmals eine weiche ‚Feder‘ und darauf wiederum eine Masse. Die Feder kann bei einem schwimmenden Boden beispielsweise aus einer Mineralfaser-Trittschalldämmmatte bestehen; der Boden kann zum Beispiel dreilagiger Gipskarton oder Zementestrich sein. Man versucht je nach Situation, die Masse relativ hoch und die Feder weich zu halten, um wiederum die Resonanzfrequenz des Feder/Masse-Systems möglichst tief zu setzen. Eine Al-



Auf Elastomer gelagerte Unterkonstruktion einer biegeweichen Vorsatzschale

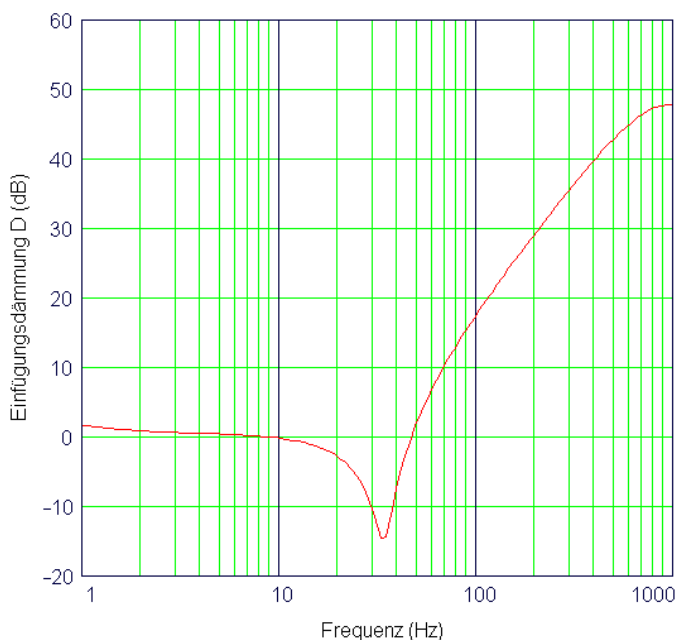


Elastomere Lagerung einer Bodenplatte: zu sehen sind die Elastomerstreifen unter einer Schutzfolie. Links und unten ist die verlorene Schalung erkennbar. Die gelben Streifen sind die Hohlraumdämmung mit Mineralfaser

ternative zur Mineralfaser ist eine Elastomer-Matte, ein spezieller Kunststoff, mit dem man sehr tief abstimmen kann. Die tiefste Abstimmung erreicht man jedoch mit Federstahl, zum Beispiel in Form von Schraubenfedern oder ‚mäanderförmig‘ gebogenen Federstahlbügeln. Nun stellt sich die Frage, wo der angeregte Körperschall denn eigentlich bleibt. Um die Wirkung eines solchen Ein-Massen-Schwingers prinzipiell zu verstehen, kann man sich beispielsweise eine Schraubenfeder vorstellen, die man an einem Ende festhält, und an deren anderem Ende ein Gewicht hängt. Bewegt man die Hand nun auf und ab, wird das Gewicht zunächst dieser Bewegung folgen. Die Auslenkung ist in diesem Fall identisch. Wenn ich die Bewegungsfrequenz stetig erhöhe, komme ich irgendwann an einen Punkt, an dem sich das Gewicht heftig aufschauelt, das heißt, die

Resonanzfrequenz ist erreicht. An diesem Punkt würde der Körperschall noch verstärkt. Erst wenn man die Bewegungsfrequenz weiter erhöht, beruhigt sich die Masse wieder. Die Energie wird dann weitestgehend reflektiert und nicht auf die Maße übertragen. Zusammengefaßt heißt das: unterhalb der Resonanzfrequenz ergibt sich lediglich eine geringfügige Verbesserung aufgrund der Erhöhung der Gesamtmasse, bei Resonanzfrequenz eine Verschlechterung und bei steigender Frequenz setzt die Wirkung ein und die Dämmung steigt theoretisch mit 12 dB/Okt.

Ein vernünftiger Effekt ergibt sich also erst etwa eine Oktave über der Resonanzfrequenz. Will ich eine Störung bei einer bestimmten Frequenz um einen bestimmten Betrag abschwächen, muss ich die Resonanzfrequenz meines ‚Systems‘ entsprechend unserem praktischen Beispiel mit der Feder und dem Gewicht so tief anlegen, dass ich einen ausreichenden Abstand zwischen Stör- und Eigenfrequenz erreiche. Im praktischen Fall: Fährt draußen ein Zug vorbei und ich messe im ersten Stock, liegen die größten Probleme zum Beispiel zwischen 30 bis 40 Hz. Mit einem normalen schwimmenden Zementestrich von vielleicht 10 cm Stärke und einer Mineralfaser-Trittschalldämmmatte wäre die Katastrophe perfekt, denn die Eigenresonanz eines solchen Systems bewegt sich genau in diesem Bereich. Die Chance läge in diesem Fall in der Wahl eines Elastomers, mit dessen Hilfe man eine Resonanzfrequenz unter 15 Hz erreichen kann. Für noch tiefere Resonanzfrequenzen müsste man zu Schraubenfedern übergehen. Doch auch hier muss man aufpassen, denn unter einer solchen auf Federn gelagerten Bodenplatte gibt es ein mehr oder weniger abgeschlossenes Luftpolster, das, je nach Dicke, sehr viel steifer als die Federn ist, auf denen die Bodenplatte lagert.





Die vorbereiteten Schwingungsabhänger einer schweren Gipskartondecke

Das heißt, die Luft muss in ausreichender Menge durch einen Spalt entweichen können. Natürlich muss man bei aller Theorie auch die Kostenseite im Auge behalten. Die preiswerteste Methode ist natürlich der schwimmende Estrich, den ich normalerweise mit etwa 8 bis 10 Zentimetern Stärke veranschlage. Bei einem vernünftigen Aufbau muss man hier mit etwa 50 Euro für den Quadratmeter rechnen. Bei einem Aufbau mit Elastomeren, die man in der Regel nicht vollflächig, sondern in Streifen oder Quadern und einer verlorenen Schalung verlegt, wobei die Zwischenräume mit Trittschalldämmmatten bedämpft sind, muss man mit 150 Euro pro Quadratmeter rechnen. Immerhin können jedoch, wie schon gesagt, auf diese Weise Resonanzfrequenzen unterhalb 15 Hz erreicht werden. Eine Lagerung auf Schraubenfedern ist natürlich noch eine Alternative, aber sicherlich, wie die anderen Beispiele auch, nichts zum Selbermachen. Hier sollte man auf jeden Fall Fachleute und natürlich einen Statiker hinzuziehen.

Wände und Decke

In vielen Fällen wählt man bei der Abdeckung von Wänden, nach einem ähnlichen Prinzip wie beim Boden, Gipskartonschalen. Die Schwierigkeit ist auch hier, den von den Außenwänden abgestrahlten Luftschall zu dämmen. Der Ansatz ist wieder der gleiche. Man hat hier auch mit einem Luftpolster zu kämpfen, das sich zwischen Außenwand und Schale befindet (und der vergleichsweise leichten Gipskartonschale). Beides bildet ein resonanzfähiges System, das seine Resonanzfrequenz meist im problematischen Bereich zwischen 25 und 50 Hz hat. Bei einer zweischaligen Gipskartonwand liegt die Resonanzfrequenz beispielsweise bei etwa 50 Hz. Eine Lösung wäre die Schaffung eines groß-



Das noch nicht ausgemauerte, elastisch gelagerte Stahlskelett einer massiven Vorsatzschale

en Abstandes zwischen Außenwand und Innenschale und ein entsprechendes Gewicht, doch gibt es natürlich auch hier Grenzen, die nicht allein durch den Verlust an Raumgröße charakterisiert sind. Es nützt natürlich dann nichts, den Boden sehr tief abzustimmen, wenn auf der anderen Seite die Wandkonstruktion nicht mitspielt. Man geht dann sinnvollerweise einen Schritt zurück und findet sich mit einem gewissen Störanteil ab. Die Alternative wäre ein massiver Aufbau der Innenschale, der jedoch ein neues Problem birgt, da man eine solche Wand nicht bedenkenlos auf die Estrichplatte stellen kann. Bei einer Höhe von mehreren Metern kommen da pro laufendem Meter leicht anderthalb oder zwei Tonnen zusammen. In diesem Fall kämen dann wieder Stahlfedern (Feder-Längsdämmbügel) oder Elastomere ins Spiel, die man unter die Wand bringen muss, die dann jedoch nicht mehr richtig in sich trägt. Also müsste man in diesem Fall ein Stahlskelett aufbauen, das man anschließend ausmauert. Und dann wird's so richtig teuer! Ein Quadratmeter Wand liegt dann ganz grob geschätzt bei 350 Mark. Und es folgt sogleich das nächste Problem: die Decke. Wo lagere ich sie auf? Bei kleineren Räumen kann man durchaus Fertigteile auflegen, doch bei sehr großen Räumen bekommt man ein richtiges Problem, da man im Grunde genommen ja ein ganzes Haus entkoppeln muss. Das Auflegen mit Weitspannträgern wäre hier



Fensterausschnitt zweier massiver Raum-in-Raum-Konstruktionen, links und rechts neben einer Trennwand

eine geeignete Lösung, oder auch das entkoppelte Abhängen der Decke. Doch auch das abgehängte System muss eine entsprechend tiefe Resonanzfrequenz aufweisen und auch das schon mehrfach erwähnte Luftpolster gilt es zu berücksichtigen. Ich möchte es noch einmal betonen: die richtige Standortwahl kann hier viele, viele zehntausend Mark sparen. Man muss hier einfach im Einzelfall abwägen, denn die richtige (vermeintlich falsche) Standortwahl kann für ein Studio auch viele zehntausend Mark verdienen. Es gab in der Praxis sicher schon oft die Entscheidung, diesen ‚hässlichen‘ Weg zu gehen.

Primäre und sekundäre Isolierung

Wir haben uns bislang nur mit sekundärer Isolierung beschäftigt. Dabei wurde nicht die Quelle entkoppelt und das Aussenden von Körperschall verhindert, sondern auf eine Störquelle in den Empfangsräumen reagiert. Natürlich wäre es viel wirkungsvoller, wenngleich auch im Nachhinein eher unrealistisch, einen Gleiskörper zu entkoppeln. Um ein wirklichkeitsnahes Beispiel anzuführen: Ich möchte in einem Tonstudio sicherlich verhindern, dass ein Lautsprecher seine Schwingungen in ein Gebäude überträgt. Ich kann zu diesem Zweck den Lautsprecher elastisch lagern. Damit ich eine möglichst tiefe Abstimmfrequenz erreiche, bin ich fast immer gezwungen, den Lautsprecher mit einer ‚Hilfsmasse‘ schwer zu machen, also zum Beispiel einen Sockel elastisch zu lagern und den Lautsprecher darauf zu stellen. Eine andere Möglichkeit wäre der Einbau des Lautsprechers in einen sandgefüllten Kasten, und diesen elastisch aufzuhängen. Dieses hätte den Vorteil, dass zusätzlich die Gehäuseresonanzen des Lautsprechers bedämpft



Aufbau einer Schwingungsmessung für einen einfachen Versuch. Zu sehen sind die an Wand und Boden befestigten Beschleunigungsaufnehmer

würden. Ich versuche in der Regel eine Abstimmung auf 15 Hz. Man muss in jedem Fall bei der Standsicherheit der Konstruktion aufpassen. Je härter die Lagerung, desto sicherer die Standfestigkeit, desto höher aber auch die Abstimmung. Im Nucleus-Studio Berlin konnte ich beispielsweise die Lautsprecherkästen nicht an die Decke hängen, sondern musste schwere Stahlträger auf die Wand auflegen, die auch einen Teil der Decke hielten, an die wiederum eine Art Schienenkonstruktion montiert wurde, von der die Sandkästen mit Elastomer gelagert abgehängt wurden. Da die gesamte Trennwand zwischen Regie und Aufnahmeraum eine Ganzglaskonstruktion ist, musste natürlich entsprechend wie immer auf Berührungsfreiheit geachtet werden.

Mehrschaligkeit

Der Begriff der Entkopplung taucht in einem Tonstudio an vielen Stellen auf. Zum Beispiel dort, wo mehrschalige Wandaufbauten gefragt sind. Es ist kein Geheimnis, dass man beispielsweise bei mehrschaligen Gipskartonwänden getrennte Ständer verwendet, um die Übertragung auf diesem Weg zwischen den Schalen zu verhindern. Oft neigt man zu der Ansicht, dass eine Entkopplung von zwei Wandscheiben keinen Sinn macht, wenn diese auf dem gleichen Betonboden stehen. In diesem Fall müsste jedoch der Betonsockel durch die Wand angeregt werden, und mit gleicher Energie auf die zweite Wand übertragen. Man versucht also die Energieübertragung zu unterdrücken, indem man so gut wie möglich entkoppelt. In diesem Zusammenhang wird oft der Begriff „Impedanzsprung“ verwendet. Verboten sind in diesem Zusammenhang natürlich Dinge wie ein durchgehender Estrich oder eine durchgehende Gipskarton-



Körperschall-Entkopplungselement (Segeltuchstützen) in einem Entrauchungsschacht

decke zwischen Aufnahme und Regie. In diesem Fall wird ein enormer Energieanteil von diesen flankierenden Bauteilen mit geringer Masse in den anderen Raum übertragen. Allein durch die Grundrissplanung eines Studios ist es möglich, die schalltechnischen Anforderungen viel leichter in den Griff zu bekommen. Wo liegen die gegensätzlich genutzten Räume, wo liegen die extremen Anforderungen ans Ruhegeräusch, wo wird sehr viel Lärm gemacht? Man muss darauf achten, dass diese Räume in einem Studio-komplex möglichst weit voneinander getrennt liegen. Die Sprecherkabine gehört selbstverständlich nicht in die Nähe des Schlagzeugraumes oder einer Filmmischung. Wenn ein Team an einer gemeinsamen Sache arbeitet, also Regie und Aufnahmeraum in die gleiche Produktion eingebunden sind, kann man von weniger kritischen Forderungen an den Schallschutz ausgehen.

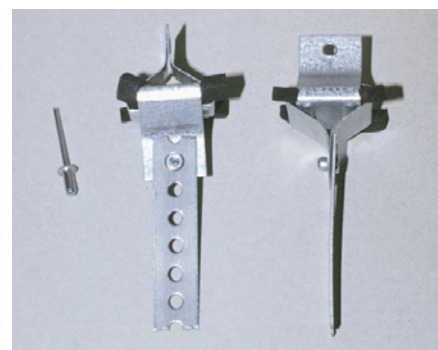
Sie werden es vielleicht schon gemerkt haben, wir driften immer weiter in die Bauakustik, genauer gesagt in die Luftschalldämmung, ab. Jedoch kommt Schalldämmung insbesondere bei mehrschaligen Aufbauten logischerweise nicht ohne das Thema Körperschallentkopplung aus. Je besser die Schalen (Gipskartonbauweise oder Massivbauweise, d. h. biegeweich oder biegesteif) voneinander entkoppelt sind, desto eher kommt die Schalldämmung an die Idealinie der Berechnung der Luftschalldämmung heran. Dies gilt natürlich auch für die Einbauten wie mehrschalige Fenster und Türen. Bei einer Raum-in-Raum-Bauweise mit Gipskartonvorsatzschalen und abgehängter Decke sowie einem schwimmendem Zementestrich in einem Massivbau kann, bei richtiger Ausführung, das Bauschalldämmmaß um mindestens 12 bis 15 dB verbessert werden.



Schwingungsabhänger für schwere Lasten von 750 kg, abstimbar bis 1.5 Hz

Zum Schluss

Sie könnten resümierend zu der Ansicht kommen, ich wollte Ihnen ausreden, selbst eine Studiobaumaßnahme in die Hand zu nehmen. Und damit hätten Sie schließlich auch recht, denn oft kostet die professionelle Beratung und Planung nur einen Bruchteil dessen, was man aus Unwissenheit oder falsch verstandenem Spartrieb beim Studiobau in den Sand setzen kann. Nicht zum ersten Mal müsste ich einem auf diese Weise ‚verunglückten‘ Studiobesitzer sagen, dass man es fürs gleiche Geld auch hätte richtig machen können. Die physikalischen Zusammenhänge - das hoffe ich, ist in diesem Beitrag zu einem Detailthema deutlich geworden - sind so komplex, dass man sie mit ‚gesundem Halbwissen‘, gutgemeinten Ratschlägen von Kollegen oder dem suchenden Blick auf schöne Studiofotos nicht in den Griff bekommen kann. Oft liegt der Teufel im Detail, wenn beispielsweise Klimakanäle für eine feste Verbindung ursprünglich perfekt entkoppelter Räume verantwortlich sind. Man kann mit Kabelkanälen auch wunderbar mit großer Sorgfalt getrennte Estrichplatten wieder verbinden, und auch das übrige Rohrwerk im Rahmen einer Hausinstallation ist für so manche unangenehme Überraschung gut. Wenn dann auch noch alle zehn Minuten die Bahn kommt...



Leichte Elastomer-Schwingungsabhänger für 12,5 kg



Jochen Veith, Illustrationen und Bilder: Jochen Veith

Eiertanz

Akustische Lösungswege für die Surroundwiedergabe in Tonstudios 1999


Über viele Jahre haben sich die Studioakustiker und Planer damit sehr eingehend beschäftigt, die Stereo-Abhörbedingungen in Regieräumen immer weiter zu optimieren, so dass wir heute tatsächlich davon sprechen können, mit der uns zur Verfügung stehenden Lautsprechertechnologie eine Art ‚Endstadium‘ erreicht zu haben, von dem aus es nur noch in sehr viel kleineren Schritten vorangehen kann. Die Konzentration liegt heute nicht mehr so sehr darauf, Regieraumkonzepte prinzipiell zu verbessern, sondern neue, effektivere und möglichst auch preiswertere Bauformen für die verschiedenen Bausteine der Regieraumakustik – also in erster Linie Absorber und Diffusoren - zu finden. So werden heute die größten Fortschritte in diesem Bereich gemacht. Bisher war es die Aufgabe eines Akustikers, mit konzentriertem Blick auf die beiden Stereolautsprecher Raumbedingungen zu schaffen, die ein unbelastetes und vom Raum möglichst unbeeinflusstes Hören und Beurteilen ermöglichen. Mit der Popularisierung und Standardisierung des 5.1-Surroundformates stellt sich dem Studioakustiker jedoch nun eine neue Aufgabe, die er auf der Basis seiner Erkenntnisse über Stereo-Regieräume lösen muss. Und hier genau setzt auch die Problematik ein, denn drei weitere Lautsprecher plus Subwoofer in einem Raum vervielfachen auch die akustischen und ergonomischen Probleme, die zuvor auf zwei Lautsprecherpositionen beschränkt waren.

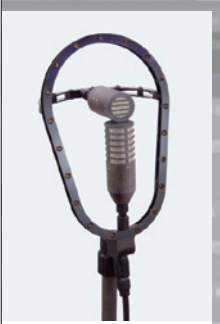
Man muss sich als Akustiker heute fragen, ob unter diesen Voraussetzungen das im Bereich der Stereotechnik erreichte Qualitätsniveau überhaupt gehalten werden kann. Welche Probleme sich beim Bau eines Surround-Studios, das in der Regel auch weiterhin stereofähig bleiben muss, ergeben, soll dieser Beitrag genauer beleuchten.

Freistehend oder eingebaut?

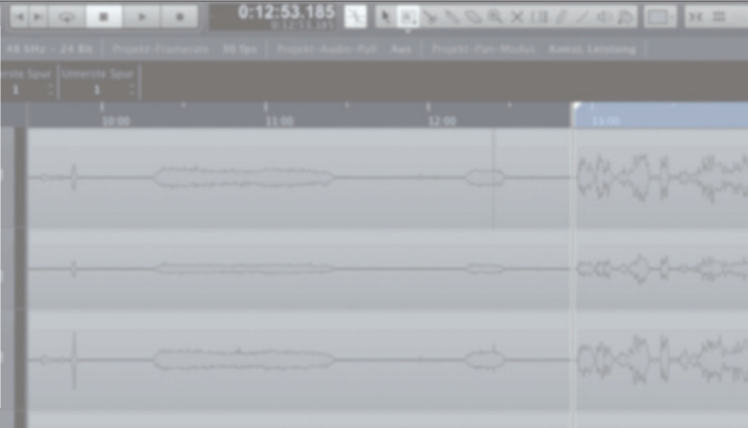
Am Anfang aller Überlegungen steht die Frage, ob ein auf Surround-Abhörmöglichkeiten zu erweiterndes Studio seine Lautsprecher im Freifeld positioniert oder in einer Front eingebaut hat. Beide Voraussetzungen beinhalten unterschiedliche Gesichtspunkte. Zunächst: Welche Vorteile hat denn nun prinzipiell die Aufstellung der Lautsprecher im Freifeld? Ein Vorteil liegt auf der Hand: man kann die vorhandenen Lautsprecher ohne große Probleme durch neue oder andere ersetzen; eventuell auch einen Subwoofer hinzufügen oder die Lautsprecher ganz einfach anders positionieren. Baut jemand heute einen Freifeld-Regieraum, wird er zunächst die Lautsprecher mit oder ohne Messgerät so lange im Raum herumtragen, bis er unter den gegebenen Umständen eine einigermaßen befriedigende Abhörsituation herstellen kann. Die Anforderungen an mittelgroße und kleinere Lautsprechersysteme in Bezug auf die Tiefenwiedergabe sind in den letzten Jahren enorm gestiegen. 35 Hz als untere Grenzfrequenz sind in diesem Zusammenhang gar kein Thema mehr. Bei 35 Hz landen wir jedoch bereits bei einer Wellenlänge von fast zehn Metern. Automatisch fängt man als Akustiker an, in diesen Dimensionen nachzudenken, etwa, was beispielsweise Auslöschungen und die Modenlandschaft betrifft. Sobald ich die Position des freistehenden Monitors verändere, verändere ich speziell in einem kleineren Raum auch die Übertragungsfunktion der tiefen Frequenzen unterhalb von 200 Hz drastisch. Da-

durch, dass man auch weit unterhalb von 100 Hz noch einiges von seinen Monitoren erwartet, ist bei freistehenden Lautsprechern – wohlgerne in kleinen Räumen von vielleicht 100 bis 150 Kubikmetern - mit massivsten Problemen, oft trotz akustischer Maßnahmen, auch schon in der Stereowelt zu rechnen. Wenn man einmal davon ausgeht, dass die Monitore vielleicht in einem Wandabstand von einem bis anderthalb Metern aufgestellt sind, kommt es durch die Anregung einer stehenden Welle auf der Abhörposition zu einem Pegelverlust im Bereich von 50 Hz. Die meisten Studios, die ihre Monitore im Freifeld aufgestellt haben, erleben in diesem Bereich (unter 100 Hz) genau dieses Phänomen. Dann klingen die Lautsprecher natürlich entsprechend schwach auf der Brust. Wenn ich nun – und

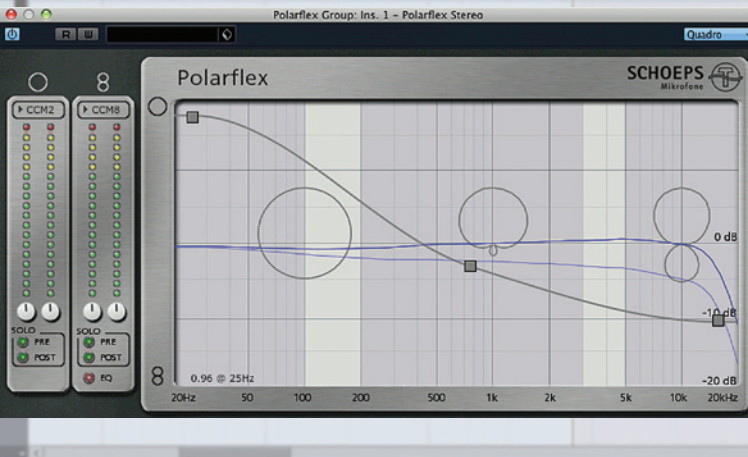
SCHOEPS 
Mikrofone



Polarflex A2P CCM



Polarflex Plug-In – Free Download



SCHOEPS GmbH
Spitalstr. 20
D-76227 Karlsruhe

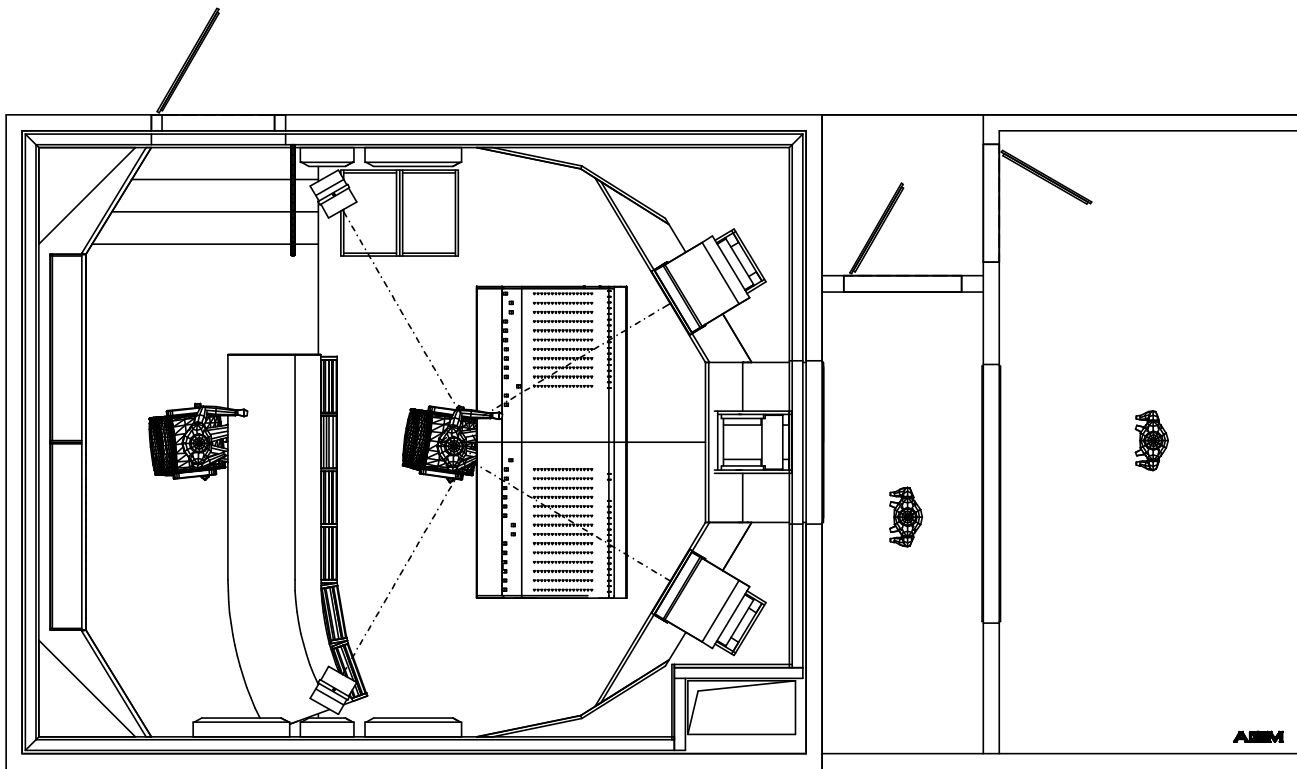
www.schoeps.de/polarflex
mailto:mailbox@schoeps.de
Tel. 0721 943 200



Jingle Boys, Salzburg – Projektstudio für Multimedia-Anwendungen

damit kommen wir erstmals zur Surroundproblematik – an anderen Punkten weitere Lautsprecher aufstelle, also etwa in der Mitte zwischen dem Stereopaar, ‚sieht‘ der Center-Monitor die Begrenzungskante der seitlichen Monitore schon gar nicht mehr und regt unter Umständen das Modenfeld schon wieder ganz anders an. Noch kritischer wird es hinsichtlich der rückwärtigen Surroundkanäle, wenn man von ihnen das gleiche klangliche Verhalten wie von den vorderen Monitoren erwartet. Man muss selbst bei massiven Maßnahmen in kleinen Räumen davon ausgehen, dass das Abhörsystem im Bereich unter 100 Hz eigentlich fast nicht gleich funktionieren kann. Die Bodenreflexion der rückwärtigen Lautsprecher ist ein in diesem Zusammenhang zusätzliches Problem, das im Frontbereich bedingt durch das Mischpult ganz anders in Erscheinung tritt. Bei einem Freifeldmonitor kann man, wie Sie sicher wissen, häufig gut auf die Größe des Lautsprechers schließen, aufgrund der Verformung der Impulsantwort durch die Größe der Box. Irgendwann erreicht der Schall die Kante des Lautsprechers und der Pegel sinkt schlagartig ab. Der Schallabstrahler ist dadurch leichter ortbar und wirkt so groß, wie er eben ist. Wurde in einem Regieraum ein Freifeld-Stereoabhörsystem betrieben, habe ich schon sehr oft Klagen vom Toningenieur darüber gehört, wie klein und dünn die Lautsprecher doch klingen, so ganz allein und verlassen im Freifeld, wenn im Bereich der Rückwand mit absorptiven Maßnahmen versucht wurde, die Probleme des Raums in den Griff zu bekommen. Ich will aber im Stereobild eigentlich nicht die

Größe der Lautsprecher ausmachen, sondern die virtuellen Quellen hören können. Wenn wir nun davon ausgehen, dass man keine störenden Effekte von der Wand hinter dem Lautsprecher haben will, vor allem bei tiefen Frequenzen, dann muss man ja nicht nur hinter dem linken und rechten Lautsprecher vorne massive Maßnahmen ergreifen, sondern auch hinter dem Center-Lautsprecher und den rückwärtigen Monitoren. Die absorptive Fläche wächst also beinahe ins Unermessliche und dementsprechend sinkt die Nachhallzeit immer weiter ab. Es stellt sich mir als Planer dann die Frage, ob ich in kleinen Räumen die gewünschte Nachhallzeit von 0,3 Sekunden überhaupt noch halten kann. In der Regel landet man dann ganz schnell bei 0,2 Sekunden. Die größten Schwierigkeiten offenbaren sich jedoch, wenn man sich fragt, was im Studio sonst noch an ‚Problem-Elementen‘ zu finden ist. Etwa die Regiescheibe. Wo setze ich sie hin? Wie üblich vorne in der Mitte gibt es Schwierigkeiten, denn im Freifeld prägt sich gerade bei der Center-Box eine immense Reflexion von der Energie aus, die der Lautsprecher nach hinten abstrahlt. Man könnte also alternativ die Lautsprecher nach oben ziehen, was aber beispielsweise durch stärker auftretende Pultreflexionen und eine unangenehmere Sitzhaltung für den Toningenieur nicht gerade unproblematisch ist. Zudem rutscht man mit den Lautsprechern oben in die Raumkanthen hinein, und auch das zieht wieder die bekannten Effekte nach sich. Die Überlegung ist also, ob man die Scheibe vielleicht eher auf die Seite verlegt, nur muss man diese mit Blick auf die seitlichen Frontlautsprecher so schräg stellen, dass es keine Reflexionen vom gegenüberliegenden Frontlautsprecher auf die Abhörposition gibt. In diesem Moment bekommt man aber automatisch von dem gegenüberliegenden hinteren Lautsprecher eine heftige Reflexion von eben dieser Scheibe. Ganz abgesehen davon, dass durch eine seitliche Scheibe für den Lautsprecher, der in der Nähe steht, schon wieder eine Grenzfläche entsteht, mit Reflexionen, die vielleicht um je einen halben Meter hin und zurück verzögert sind. Der Subwoofer ist in diesem Zusammenhang ein weiteres Problem. Wenn ein Studio gut funktioniert, das heißt, die Schallquellen sehr gut abgebildet werden, habe ich die Erfahrung gemacht, dass man entgegen der üblichen Annahme im Bereich einer Trennfrequenz von 80 bis 100 Hz zumindest mitbekommt, dass der Tieftöner separat steht. So würde ich die Übernahmefrequenz eigentlich drastisch reduzieren wollen. Diese Möglichkeit bieten aber viele ‚Subwoofer-Fertigsysteme‘ nicht. Der Subwoofer in einem 5.1-System ist jedoch kein Subwoofer im herkömmlichen Sinn. Er dient den Regeln entsprechend als Effektkanal. Somit ist auch das zuvor Gesagte in diesem Fall nicht ganz richtig. Es wird aber immer wieder angestrebt, den Subwoofer generell als Tiefe-



Beispiel für den Grundriss einer Stereo-Regie mit untergeordneter Mehrkanalausstattung

nunterstützung einzusetzen. Und in diesem Fall schlagen die genannten Probleme voll zu Buche. Will ich dies so praktizieren, ist der Laufzeitunterschied zu den hinteren Lautsprechern ziemlich heftig. Meine Erfahrung aus der Praxis ist, dass man beginnt, den Subwoofer herumschieben und mit der Phaseneinstellung zu experimentieren. Ich denke da gerade an einen existierenden kleineren Raum von etwa 25 Quadratmetern mit Surroundsystem und Subwoofer: Bei den riesigen Wellenlängen, den Moden, die sich ausprägen und den Entfernungen, konnte man eigentlich nichts anderes tun, als unkontrolliert unter dem Pult kriechend herumzubasteln, anders kann man das wirklich nicht nennen, um das Machbare herauszuholen. Das Fazit müsste also nach allen getroffenen Feststellungen lauten: es geht nicht in kleinen Räumen! Die Lösung bei einer Umstellung auf 5.1 kann also nur die Wahl eines relativ großen Raumes sein, also etwa um den Faktor 1.5 bis 2 größer als die bisher existierenden Regien. Wenn wir also bis jetzt von 30 bis 40 Quadratmeter großen Räumen gesprochen haben, dann müsste man jetzt von vielleicht 60 Quadratmetern Grundfläche reden. Der Grund ist, dass ich einen akustisch homogenen Raum brauche, in dem ich die Lautsprecher möglichst frei stellen kann. Gleichzeitig mache ich die Stereobasisbreite größer. Problem: Es gibt in einem Surroundschallfeld nur noch einen ganz kleinen Sweetspot, in dem ich das Klangbild richtig beurteilen kann. Normalerweise hat der Toningenieur neben sich oder auch im hinteren Bereich der Regie Gäste sitzen, die schon wieder sehr dicht

an die Surroundkanäle herankommen. Mit anderen Worten, die Gastabhörplätze nehmen sehr stark an Qualität ab. Also sind große Stereobasisbreiten ein richtiger Lösungsansatz, um zumindest einen einigermaßen großen Abhörbereich zu erhalten. Dabei bleibt wiederum zu berücksichtigen, wie man überhaupt durch die Regietür hinter das Mischpult kommt, wenn überall im Raum Lautsprecher herumstehen. Nehmen wir also einmal an, wir befänden uns in einem ausreichend großen Abhörraum, der akustisch bezogen auf die Freifeld-Stereowiedergabe in Ordnung wäre. Welche Maßnahmen müssten in diesem Fall beim Einbau eines Surroundabhörsystems ergriffen werden? Zunächst einmal müsste, sofern vorhanden, die in der Mitte der Front befindliche Regiescheibe abgedeckt werden, damit ähnliche Bedingungen für den Mittenlautsprecher entstehen, die auch bislang für die Stereolautsprecher galten. Nach den Regeln sitzt der Center-Speaker etwas nach hinten versetzt, um die Laufzeitverhältnisse auszugleichen, anders als zum Beispiel in einem Mischkino. Und auch für die hinteren Lautsprecher müssten gleiche Bedingungen geschaffen werden, sprich: es müssten entsprechende Absorber platziert werden. Und mehr kann man eigentlich schon fast nicht mehr machen. Eventuell hinter dem Mischpult stehende Racks müsste man in der Mitte trennen und nach außen schieben, um damit den Zugang zum Abhörplatz zu ermöglichen. Plätze für weitere Gäste, die vor der Rückwand sitzen, würden somit entfallen. Wenn wir es mit einem Stereoabhörsystem zu tun haben, ergibt



Regie 1, Hochschule Detmold

sich ja in der Regel eine 60-Grad-Winkelung und dementsprechend das bekannte gleichseitige Dreieck. Die Pultkante platziere ich eigentlich nie auf diesen Schnittpunkt, sondern ziehe sie eigentlich ein ganzes Stück weiter nach vorne. Bei kleineren Stereobasisbreiten sind das 30 cm, manchmal auch 40 cm. Wenn ich allerdings mit dem Kopf direkt über der Pultkante bin und mir die Laufzeit zu den hinteren Lautsprechern anschau, dann ist diese erkennbar größer. Man kann sich also fast gar nicht bewegen, weil man sofort die Laufzeiten der vorderen und hinteren Lautsprecher zueinander verändert. Anders formuliert, man darf dies alles nicht mehr ganz so eng sehen. Das scheint die einzige Chance zu sein. Dennoch ist die Problematik mit freistehenden Lautsprechern sehr viel einfacher als mit eingebauten Lautsprechern zu lösen, da die Bedingungen für die einzelnen Lautsprecher sehr schnell sehr viel ähnlicher werden, mit all ihren Vor- und Nachteilen natürlich.

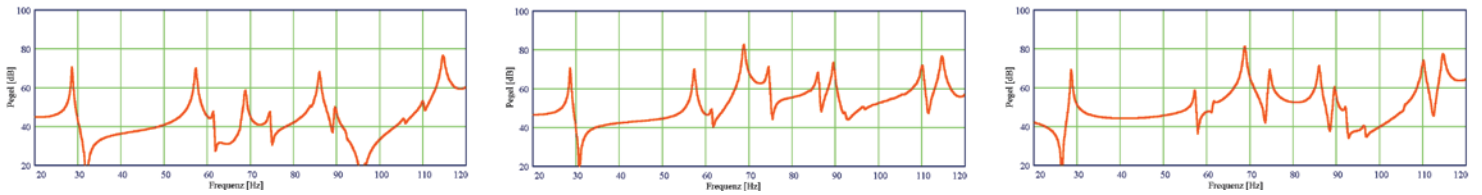
Eingebaut...

Die ursprüngliche Idee, eine reflexionsfreie Zone aufzubauen, also die ersten frühen Reflexionen im Bereich von 15 bis 20 Millisekunden zu vermeiden oder so niederpegelig wie möglich zu halten, war das Live-End/Dead-End-Prinzip. Der gesamte vordere Bereich der Regie wurde also demnach reflexionsarm ausgestaltet, was bei tiefen Frequenzen natürlich nicht so einfach geht, die deshalb durch Raumgeometrie umgelenkt werden mussten. Also wählte man eine Kombination aus Tiefenumlenkung und Mitten/Höhen-Absorption. Im hinteren Bereich waren diese Räume eher lebendig-dif-

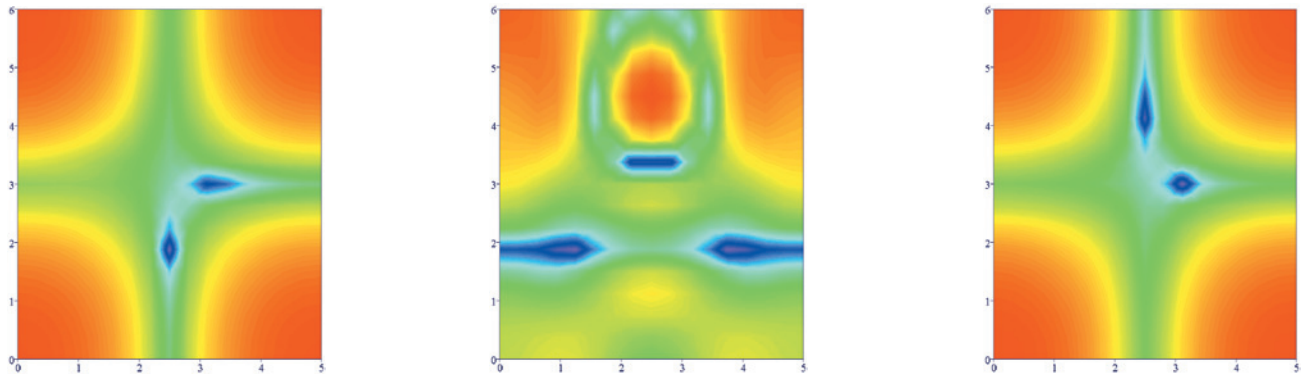
fus, teilweise sogar noch mit Haas-Kickern bestückt. Das will zwar heute keiner mehr haben, aber die Grundidee der reflexionsfreien Zone ist geblieben. Es gibt aber auch heute noch Studios, die im vorderen Bereich eher absorptiv ausgestaltet sind, und es gibt wiederum andere, die sich fragen, wie man das Abstrahlverhalten der Lautsprecher unter Kontrolle bekommen will, wenn man es mit einer unendlichen Schallwand mit frequenzabhängiger Impedanz durch auf die Front aufgeklebte Absorber zu tun hat. Denn dann wird es total unübersichtlich. Wo fangen die Absorber an zu arbeiten und wo hören sie auf? Wo ist die Übernahmefrequenz, bei der die Lautsprecher beziehungsweise die einzelnen Chassis zu bündeln be-

ginnen? Aus diesem Grund gehen viele, auch ich, dazu über, eine wirklich klare Lösung anzustreben, nämlich eine über einen möglichst großen Frequenzbereich schallharte unendliche Schallwand zu bauen. Die meisten Fronten, die in früheren Jahren für die Stereowiedergabe gebaut wurden, haben erfahrungsgemäß nicht die für den Einbau des Mittellautsprechers erforderliche Tiefe, denn er muss, wie wir ja schon festgestellt haben, zur Laufzeitkompensation ein ganzes Stück weiter nach hinten versetzt angeordnet werden. Viele Studios haben dann das Pech, vorzeitig an die Hauswand zu stoßen. Ist der Einbau des Center-Speakers nicht von vornherein vorgesehen oder kann nicht korrekt erfolgen, hat man ein massives Problem. Gehen wir also davon aus, dass der Einbau des Center-Monitors problemlos erfolgen kann, kommen die hinteren Lautsprecher ins Spiel, die auf eine schallharte Fläche strahlen. Was erwarten wir also von den hinteren Lautsprechern? Erstens kann man sie nicht ohne weiteres vollständig in eine schallharte unendliche Schallwand einbauen, sondern vielleicht nur halb, denn in der Regel geht die Regie hinter den Lautsprechern weiter. Also muss man die Schallwand des Lautsprechers, wenn man ihn in eine seitliche Position bringen muss, ziemlich schnell abbrechen, womit sich für diese Lautsprecher automatisch andere Bedingungen im Vergleich zur Front ergeben. Zweitens strahlen die hinteren Lautsprecher nun auf die schallharte Front. Wenn ich mir die Laufzeiten ansehe, könnte ich sagen: gut, das liegt in der Entfernung zum Abhörplatz innerhalb des Zeitfensters von 15 bis 20 Millisekunden. Allerdings erhalte ich eine sehr heftige Reflexion. Noch viel problematischer ist allerdings die Tatsache, dass hier nun auch eine

Zum Thema Moden



Druck-Übertragungsfunktionen von drei Lautsprecherpositionen (Links, Center, Surround links)



Anregung der ersten horizontalen tangentialen Moden (1/1/0)

Bei Schallausbreitung im begrenzten Raum kommt es zur Reflexion der Schallwellen an den Begrenzungsflächen und zur Interferenz der einfallenden und (mehrfach) reflektierten Wellen.

Das so entstehende dreidimensionale Schallfeld weist im tiefrequenten Bereich ortsfeste Schallmaxima und -minima auf. Es gibt Frequenzen, bei denen der Schalldruck stark überhöhte Werte annimmt, sogenannte Resonanzen. Resonanz tritt dann auf, wenn eine Welle nach mehrmaliger Reflexion wieder mit derselben Phase am Ausgangspunkt ankommt. Das Schallfeld in einem begrenzten Raum lässt sich als die Summe der Eigenfunktionen des Raumes darstellen. Diese Eigenfunktionen sind jedoch nur für geometrisch einfache Räume und einfache Randbedingungen (Absorber) bekannt. Für komplexere Raumformen und Randbedingungen sind aufwändigere Berechnungen (z. B. Finite-Elemente-Methode) erforderlich.

Für quaderförmige Räume lässt sich die Lage der Resonanzfrequenzen berechnen durch Methoden zur quantitativen Bestimmung der Druck-Übertragungsfunktion von einer beliebigen Punktschaltquelle im Raum zu einem Schalldruck-

empfänger. Dies ist in der Literatur (zum Beispiel L. Cremer, H. A. Müller: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Raumakustik) eingehend beschrieben.

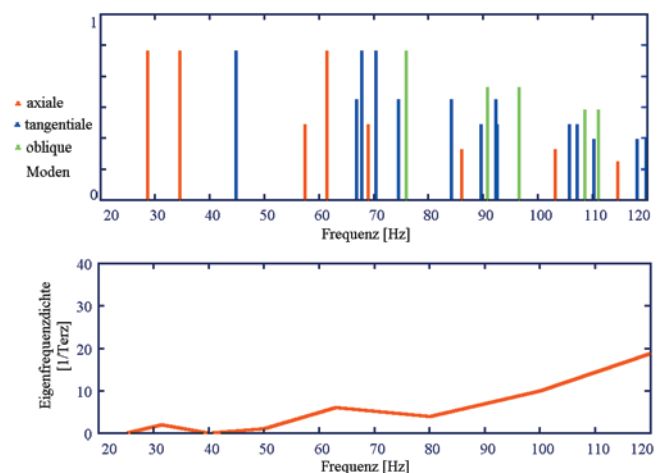
In den Abbildungen sind die errechneten Druck-Übertragungsfunktionen von drei Lautsprecherpositionen (Links, Center, Surround-Links) zur Abhörposition, sowie die horizontalen Schnitte durch die örtliche Druckverteilung in Abhörhöhe dargestellt.

Durch die abweichende Positionierung der einzelnen Schallquellen kommt es zu einer unterschiedlichen Anregung der einzelnen Moden und damit zu starken Abweichungen in den Übertragungsfunktionen.

$$f_{res} = \frac{c_0}{2} \sqrt{\left(\frac{n_x}{l_x}\right)^2 + \left(\frac{n_y}{l_y}\right)^2 + \left(\frac{n_z}{l_z}\right)^2}$$

mit

- c_0 : Luftschallgeschwindigkeit
- l_x, l_y, l_z : Abmessungen des Raumes
- n_x, n_y, n_z : Indizes



Modenverteilung und Eigenfrequenzdichte eines Raumes

Welle im tieffrequenten Bereich zurückläuft, wodurch es zu enormen Auslöschungen auf der Abhörposition kommt, zumal man es in diesen Studios ja nicht mit kleinen Lautsprechern zu tun hat, sondern mit riesengroßen, beispielsweise mit vier 12-Zöllern bestückten Kübeln. Man kann da schon von regelrechten Lautsprecherwänden sprechen. Wenn ich aber von fünf, zumindest aber drei gleich großen Monitoren spreche, brauche ich dann noch diese Größe, die ich einst für die Stereowiedergabe gewählt hatte? Man könnte sich also beispielsweise überlegen, ob man nicht nur das Hoch/Mittelton-System gleich wählt und damit die hinteren Monitore in der Größe etwas reduziert, in dem man den Tiefbereich in seiner Bestückung etwas abspeckt. Oder aber man skaliert von vornherein das gesamte Abhörsystem insgesamt eine Stufe herunter.

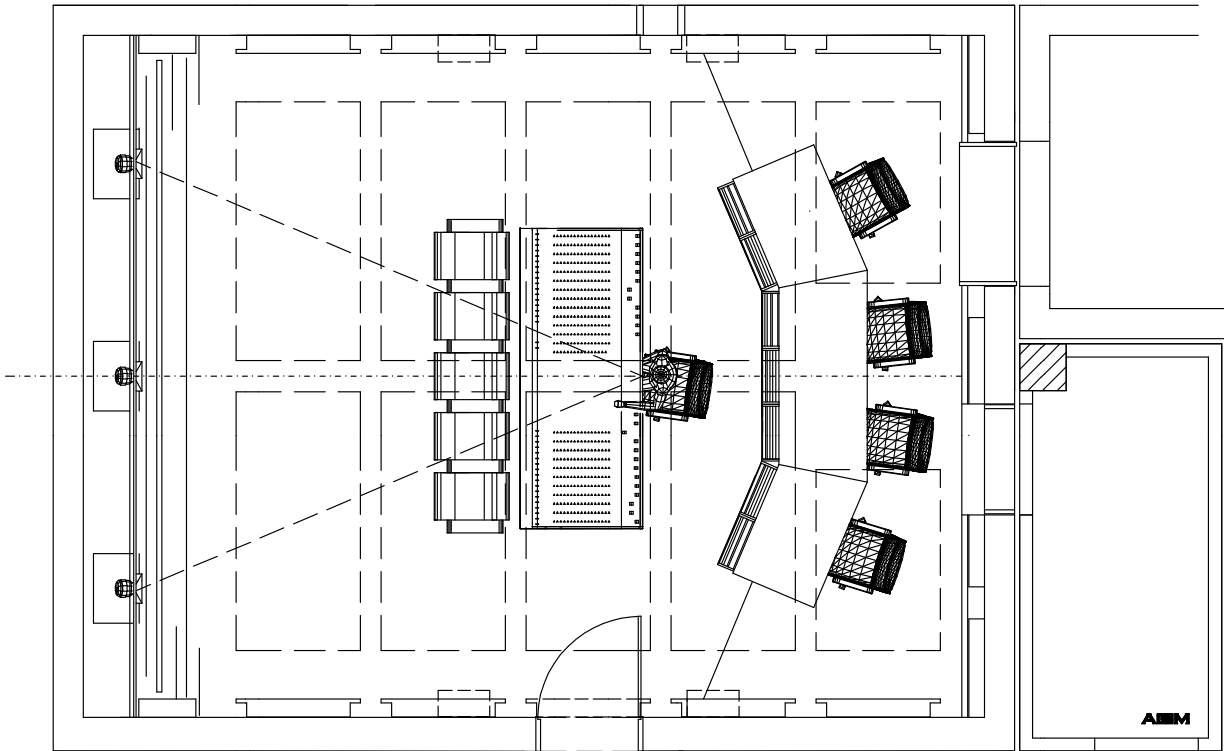
Nun wissen wir ja auch alle noch nicht so ganz genau, welche Aufgaben zukünftig in puncto Surround auf die Studios warten werden. Sind es die Klassik-Produktionen, die auf eine Abbildung des Konzertsaaes und die Tiefe der Bühne abzielen, oder etwa Produktionen im Bereich der Pop- und Rockmusik, die alle Kanäle eines 5.1-Systems vollwertig im Sinne der Quadrophonie nutzen möchten? Letzteres kommt bislang noch nicht vor, sondern bei einem Live-Konzert kommt allenfalls der Applaus von hinten. Aber das kann ja eigentlich alles kein Grund dafür sein, das Studio mit fünf gleich großen Riesenmonitoren zu bestücken.

Die Problematik eines großbestückten 5.1-Regieraums beginnt nach meiner Ansicht mit einem sehr ausführlichen Gespräch beim Kunden, denn wie es bei unserem momentanen Planungsstand (mit einer reflektiven Front) aussieht, wird es immer zu so drastischen Problemen für die hinteren Lautsprecher kommen, dass sie niemals mit den vorderen absolut identisch sein können. Der Kunde muss sich Gedanken darüber machen, was er von seinem neuen Regieraum erwartet. Was mischt er denn da eigentlich? Stereo, Pro Logic, Dolby Stereo oder 5.1? Es stellt sich immer mehr heraus, dass man das Problem weniger regelverkrampft angehen muss. Wenn ich einen Sprecher ringsherum über alle Lautsprecher wandern lasse, soll sich dann absolut nichts verändern, über den gesamten Frequenzbereich? Es wäre toll, wenn das ginge! Meines Erachtens wird das niemals funktionieren. Und auch in einem guten Freifeldstudio wird diese Gleichförmigkeit im tieffrequenten Bereich aufgrund der unterschiedlichen Modenanregung niemals hundertprozentig möglich sein. Die Mitten und Höhen... ok. Das geht einigermaßen, obwohl die vorderen Lautsprecher immer eine leichte Pultreflexion haben werden – die hinteren nicht, die sehen den nackten Boden. Und das macht eben doch etwas aus. Um diese Problematik zu lösen, müsste man ei-

gentlich wieder bis zu einem gewissen Pegel erste Reflexionen bringen, damit die kleinen Fehler und Unterschiede nicht mehr so deutlich ins Gewicht fallen. Früher hat man die Fehler der Lautsprecher nicht so drastisch wahrgenommen, weil der Raum durch frühe Reflexionen die verschiedensten Einflüsse auf die Abhörsituation hatte. Die englischen Kollegen beispielsweise setzen gelegentlich unter die Stoffbespannung der Lautsprecherfront wieder Diffusoren, weil sie der Meinung sind, dass ein paar niederpegelige Reflexionen gar nicht so schlecht sind, um Pult- und Nahfeldmonitorreflexionen etwas besser verdecken zu können. Und eigentlich muss man in Bezug auf Surround in dieser Richtung weiterdenken, und von der absolut optimierten Stereosituation wieder etwas weggehen, um die Unterschiede zwischen den Lautsprechern etwa durch die Möblierung zu ‚kaschieren‘. Was die Reflexionen der rückwärtigen Lautsprecher von der schallharten Front betrifft, ist ebenfalls eine Wirkungsabschwächung vonnöten. Man versucht, die reflektive Wirkung zu reduzieren, in dem man doch wieder teilweise Absorber setzt. Ich könnte mir zum Beispiel vorstellen, dass man einen ‚Halbeinbau‘ anstrebt, also absorptive Flächen im Bereich zwischen den Lautsprechern anbringt und dieses Konzept auch nach hinten durchzieht. Wo soll ich aber dann wieder zum Aufnahmerraum durchsehen? Wo soll der Bildschirm sitzen, wo die Computermonitore für die Pultautomation? Und dann die Kernfrage: Was passiert, wenn man in diesem Raum wieder Stereo abhören möchte? - Stellen doch die gemachten Vorschläge faktisch einen Rückschritt für die Stereowiedergabe dar, die ja nicht so ohne weiteres von der Surroundproduktion verdrängt werden wird. Zur Verbesserung der Performance der hinteren Lautsprecher muss man also praktisch die vorderen Systeme in ihrer Optimierung abschwächen, oder sagen wir es positiver: in einem kontrollierten Rahmen anpassen.

Neu gebaut...

Die am Anfang stehende Frage ist: was mache ich in einem neu gebauten Studio? Stereo und Surround gleichberechtigt? Nur Surround und so gut wie kein Stereo? Oder fast nur Stereo und vielleicht manchmal Surround? Will man beides, muss man garantiert immer ‚einen Tod sterben‘. Das eine geht immer nur auf Kosten des anderen. Die meisten bereits existierenden Abhörräume, die auf Mehrkanal optimiert sind, sind groß und mit freistehenden Lautsprechern realisiert. Abhörräume sind aber keine Studios, mit ihren Möbeln, mit dem Equipment, mit Gästen. Die Planungsgespräche, die ich in der letzten Zeit geführt habe, waren alle sehr lang und intensiv, denn alles schwimmt zur Zeit und



Raumaufteilung des Dolby Digital Mischkinos im Studio 507, München

keiner weiß so recht, was er überhaupt machen soll. Viele wollen sich vorzugsweise alle Optionen offen halten und setzen zwei Vollbereichskanäle hinten ein, kombiniert mit kleineren Lautsprechern, um auch anderen Surround-Anwendungen abseits des 5.1-Formates entsprechen zu können. Wenn ich jemanden beraten sollte, der momentan in erster Linie Stereo-Musikmischungen machen muss und vielleicht ab und zu mal einen Surround-Auftrag ins Haus bekommt, würde ich vorne die übliche Stereo-Front aufbauen, erweitert um den Center-Monitor natürlich, und hinten zwei angemessen große Freifeld-Lautsprecher aufstellen, auf Säulen, damit sie noch ein wenig Grenzfläche haben – so gut es eben geht, und mit dem Hinweis, dass nicht alle fünf Lautsprecher aufgrund der bereits diskutierten Aspekte exakt gleich klingen können. Dennoch kann man in einem solchen Studio dann wirklich alles machen. Es kann von hinten Fullrange kommen, auch mit dem gleichen Pegel, doch unter 100 Hz wird die Performance immer eine andere sein. Was die eigentliche Konstruktion betrifft, würde ich die Front als unendliche Schallwand etwas aufbrechen, das heißt, nicht mehr vollständig reflektiv auslegen. Zumindest im Bereich der Höhen und Mitten müsste man hier mit Absorbern etwas tun. Ich halte allerdings gar nichts davon, die vorderen Lautsprecher in eine Art akustischen Sumpf zu stellen, denn erstens würde die Nachhallzeit noch weiter absinken und zweitens treten durch das Schlucken

des nach hinten abgestrahlten Schalls wieder die zum Teil schon zuvor genannten Phänomene und Pegelverluste auf. Wie schon erwähnt, gibt es aber auf jeden Fall ein Problem mit dem Regiefenster. Wohin damit? Habe ich die Fenster an der Seite, kann ich dort keine Absorber oder Diffusoren setzen, allenfalls durch Auflösung mit streifenartigen Unterbrechungen. Im hinteren Teil der Regie muss ich im Bereich der Surround-Lautsprecher zusätzliche Absorber bringen, die möglichst tief hinab reichen, um die Probleme der dahinter liegenden Wand in den Griff zu bekommen. Man muss sich dann darauf einstellen, dass durch diese Maßnahmen die Nachhallzeit absinkt. Will man anstelle von Absorbern Diffusoren einsetzen, muss man berücksichtigen, dass diese einerseits mehr Geld kosten und dass sie andererseits enorm absorptiv wirken, mindestens mit einem Absorptionsfaktor von 0,2, eher sogar noch höher. Wenn nun jemand kommt, der ausschließlich Surround produzieren möchte, dann würde ich momentan sicher eine Freifeld-Regie bauen. Ideal ist also eigentlich, einmal abgesehen von der Investitionsgrößenordnung, für beide Anwendungen, Stereo und Surround, jeweils einen optimierten Raum einzurichten. Aber das können sich eben nur wenige leisten. Die meisten Interessenten, die zu mir kommen und alles können wollen, denken sofort einen Schritt weiter und möchten auch Kino machen können. Das aber ist



Südwestrundfunk Baden-Baden, FS-Regie 6: Hier zeigt sich die Problematik eines geringen Platzangebotes, die durch magnetisch geschirmte Lautsprecher und zu Servicezwecken herausfahrbare Schubladen gelöst wurde

ein ganz anderer Schuh. Denn dann muss man wirklich ein Mischkino bauen. Die Distanzen sind andere, die Lautsprecherwinkel und natürlich auch die Surroundkanäle...

Das Mischkino

Obwohl die Einrichtung eines Mischkinos in Bezug auf den herkömmlichen Studiobau nur von untergeordneter Bedeutung ist, wollen wir uns auch einmal die Konstruktion eines solchen Raumes ansehen. Auf ein Mischkino treffen natürlich zunächst einmal die Vorschriften der ‚Formatgeber‘ zu. Will man ein bestimmtes Logo vor sich her tragen, müssen auch die geforderten Bedingungen erfüllt sein. Will man beispielsweise THX-Mischungen machen, müssen alle bau- und raumakustischen sowie auch die technischen Voraussetzungen geschaffen sein, denn im Kino herrschen später die gleichen Bedingungen wie im Mischkino. Bei THX ist die sogenannte THX-Wand ganz entscheidend, in die die von THX zugelassenen Lautsprecher eingebaut sind. Leinwand und Bild müssen bestimmten Qualitätsanforderungen entsprechen. Dazu gehören etwa Projektionsfenster mit entspiegeltem Weißglas. Die minimalen Raumgrößen müssen selbstverständlich eingehalten werden, denn wir reden ja hier von einem Kino. Die Platzierungen der Surroundlautsprecher müssen beachtet werden, die Nachhallzeiten, die Reflexionsmuster und so weiter und so fort. Ein Hauptunterschied zum Studio sind natürlich die verwendeten Laut-

sprecher, denn es kommen große Hornsysteme zum Einsatz. Ganz große Unterschiede liegen außerdem in den sogenannten ‚Hauskurven‘ fürs Kino, also in der Entzerrung der Lautsprecher, denn hier geht es gar nicht so sehr darum, die Übertragungsfunktion abhängig vom Messverfahren brettgerade zu machen, sondern man geht davon aus, dass die Kinos zu den Höhen hin einen Pegelverlust zeigen, zum Teil auch durch die Leinwand bedingt. Der Mittellautsprecher im Kino ist nicht zwangsläufig laufzeitkompensiert und das ist einer der größten Unterschiede zum Studio. Die Frontlautsprecher sitzen praktisch in einer Ebene, mit einer leichten Krümmung bei großen Leinwänden. Der Subwoofer gehört natürlich dazu, der als eigener Effektkanal betrachtet wird. Die Surroundkanäle sind bandbegrenzte Kanäle, die links und rechts an der Seitenwand ein diffuses Surround-Signal aus mehreren Lautsprechern abstrahlen. Man versucht aber genau wie im Studio Reflexionen zu vermeiden und eine unendliche Schallwand zu erzeugen. Es ist darauf zu achten, dass zwischen Leinwand und der Front keine Reflexionen entstehen, weshalb man auf die Schallwand einen Höhen/Mittenabsorber klebt. Und die Winkel der Lautsprecher sind anders: Dolby empfiehlt beispielsweise 45 Grad, bei THX sind es zwischen 45 und 52 Grad. Die Stereobasis ist im Vergleich zum Abstand an der Pultkante daher viel kleiner. Die Seitenwände sind so gestaltet, dass man im vorderen Bereich frühe Reflexionen (auch über die Decke) vermeidet. Die Tendenz ist, Misch-

kinos ziemlich trocken zu gestalten, um auch in großen Kinos die Sprachverständlichkeit zu erhöhen. Bei einem Mischkino liegen die Werte zwischen 0,8 bis 0,3. Die Kinoregie in der Filmstadt Babelsberg ist mit 350 Quadratmetern das größte Mischkino in Europa, damit man eine ungefähre Größenvorstellung bekommt. Es handelt sich im Endeffekt also um echte kleine Kinos. Von der Rückwand sollen natürlich auch keine Reflexionen zurückkommen, denn das wäre für die vorderen Sitzreihen fatal. Es ist eine große Bestuhlungsfläche vorhanden, die logischerweise absorptiv wirkt. Dabei die Nachhallzeit nicht ganz in den Keller rutschen zu lassen, ist schon ein ziemlicher Kampf.

Fazit

Wie Sie gesehen haben, fordern Stereo und Surround unterschiedliche Abhör- und Raumbedingungen, die sich leider nicht miteinander vertragen. Die Optimierung eines Raumes auf eine Surroundumgebung bringt automatisch Kompromisse in Bezug auf die Stereowiedergabe mit sich – und umgekehrt. Das ist angesichts des auf dem Gebiet der Stereophonie erreichten Niveaus der Abhörqualität eine bittere Pille, die der Studiobetreiber nur in vollem Bewusstsein der Problematik schlucken sollte. Am Anfang aller Überlegungen hinsichtlich einer Surround-Erweiterung muss deshalb die Frage nach dem genau definierten Aufgabengebiet des Studios stehen. Die Aufgabe des seriösen Akustikers ist deshalb, Aufklärung in dieser Richtung zu betreiben, bevor man sich über konkrete Umbaumaßnahmen unterhalten kann. Sicher ist der Umgang mit diesem Thema auch eine Frage der nationalen Mentalität. Wir Deutschen neigen wieder einmal mehr dazu, lediglich eine hundertprozentige Lösung gelten zu lassen, die es nach dem heutigen Kenntnisstand der Studioakustik allerdings nicht gibt. Vielleicht ist ein mehr spielerischer Umgang mit der neuen Abhör-situation der richtigere Weg. Surround soll eben Spaß machen. Im Gegenzug zu den hinsichtlich einer ‚optimalen‘ Stereowiedergabe in Kauf zu nehmenden Kompromissen werden wir schließlich durch ein neuartiges, ‚mit eingebauter Räumlichkeit ausgestattetes‘ Klangerlebnis entschädigt, das seine ganz eigene Qualität hat. Der ‚klinisch reine‘ Abhörweg zum Mischpult, den wir über viele Jahre bis zur Perfektion hochgezüchtet haben, muss dazu in seiner Performance etwas zurückgenommen werden. Welche Schwerpunkte Sie in ihrer zukünftigen Studioarbeit setzen möchten und welche Perspektive ein neuer Markt bieten könnte, sollte von diesen Überlegungen begleitet sein...



20/20 bas V3

Der Klassiker ist zurück

Gutes und Bewährtes muss man nicht neu erfinden.

Die Event 20/20 bas V3 hat den gleichen tonalen Charakter, für den das Original so begehrt ist.

Man kann aber durch Verwendung zeitgemäßer Komponenten für einen echten Qualitätsschub sorgen: Die Endstufenleistung der neuen „20/20“ ist jetzt doppelt so hoch – bei gleichzeitig halbiertem Klirrfaktor – und die Basswiedergabe reicht runter bis 35 Hz!

Jetzt wieder zu haben: der Nahfeldklassiker mit 8“-Polypropylen-Woofer und 1“-Seidenkalotte



facebook.com/EventGermany



twitter.com/EventGermany



myspace.com/EventGermany



hyperactive.de/Event

EVENT®

Vertrieb für Deutschland und Österreich:
Hyperactive Audiotechnik GmbH



Jochen Veith, Illustrationen und Bilder: Jochen Veith

Viele Wege führen nach Rom

Gedanken zur Akustik in Surround-Regien 2000

In der Folge des vorangegangenen Beitrags gibt es nicht viele neue Erkenntnisse zu diesem Thema zu verkünden, außer vielleicht der Tatsache, dass auch andere bekannte Akustikplaner so wie ich selbst mit der Entwicklung akustischer Konzeptlösungen beschäftigt sind. Viele Beiträge in der internationalen Fachpresse bringen ganz unterschiedliche Ansätze zum Ausdruck, hängen aber ihr Fähnchen oft auch an ‚Nebenkriegschauplätzen‘ wie etwa dem Abstrahlverhalten von Monitoren oder deren bevorzugter Aufstellung auf. Während man im Filmstudio seit vielen Jahren genau weiß, wie Mischateliers akustisch aufgebaut sein müssen, da auch die Vorgaben und Anforderungen über einen längeren Zeitraum gewachsen oder für bestimmte Formate fixiert oder gar lizenziert sind, gibt es im Musik- und Video-Tonbearbeitungsstudio bezüglich 5.1 Surround noch deutlich weniger Erfahrungen. Die grundsätzliche Diskussion darüber, ob die Lautsprecher in einer Surround-Regie nun eingebaut oder frei aufgestellt werden sollen, wird sehr unterschiedlich interpretiert. Die Palette reicht von ‚provisorisch‘ frei aufgestellten Systemen in einem bestehenden Stereo-Regieraum bis zu fest eingebauten Monitoren. Die hinteren Lautsprecher sind wahlweise frei aufgestellt oder beispielsweise in einer absorptiven Rückwand auf einem massiven Sockel eingebaut. Teilweise gehen derartige Lösungen durch viele absorptive Flächen, auch an den Seitenwänden und der Decke, so weit, dass man von einem fast reflexionsfreien Raum ausgehen kann. Ohne die verschiedenen Lösungsansätze hinsichtlich ihrer Effektivität kommentieren zu wollen, ist leicht erkennbar, dass bislang keine allgemein akzeptierten Konzepte existieren, aber genügend Energie und Wissen bei den Planern vorhanden ist, diese Hürde zu überwinden.



Jochen Veith

Jeder Planer, den man auf dieses Thema anspricht, wird natürlich zunächst einmal behaupten, dass seine Ideen die einzig richtigen sind und auch ich kann mich nicht ganz davon freisprechen, bei manchen Lösungsvorschlägen anderer Studiodesigner meine Zweifel anzumelden. Offenbar ist es derzeit nicht möglich, eine völlig emotionslose, rein fachlich orientierte Diskus-

sion zu diesem Thema zu führen. Studios müssen jetzt einfach gebaut werden, in großen und kleinen Räumen, damit die Kreativen damit arbeiten können. Und speziell wir in Deutschland sollten das Thema nicht totreden. Andere, etwa die Amerikaner, sind wieder einmal unkomplizierter und schneller, denn dort wird einfach gehandelt. Und die Ergebnisse geben dieser Handlungsweise recht. Es entwickelt sich eine Kultur, die eine massive Vorwärtsbewegung auslöst. Im Prinzip gibt es drei Möglichkeiten, die Regielautsprecher in einer Surround-Regie sinnvoll unterzubringen: Bündig in einer Fläche eingebaut, gänzlich frei aufgestellt mit ausreichendem Wandabstand oder die Mischvariante mit vorne eingebauten und hinten frei aufgestellten Systemen. In diesem klar abgesteckten Feld muss sich die Diskussion zwangsläufig bewegen. Marktpolitisch gesehen wäre eine bestehende konzeptionelle Unsicherheit für den Studiobetreiber auch wirklich frustrierend, denn er würde nicht wagen, eine größere Investition zu tätigen, wenn ihm niemand überzeugend darlegen könnte, wie man mit einer Surround-Regie akustisch verfährt. In vielen Gesprächen, die ich bisher geführt habe, kommt diese Unentschlossenheit auch zunächst zum Ausdruck.

Es gibt mit Sicherheit viele Wege, wie man zu einem vernünftigen Ergebnis, einer funktionierenden Surround-Regie, kommen kann. Wenn man die Lösungsansätze anderer Studioplaner betrachtet, kann man davon ausgehen, dass auch sie sich viele kreative Gedanken gemacht haben. Jeder entwickelt seine individuelle Verfahrensweise, basierend auf vorhandenem Know-how, unter Berücksichtigung der reflexionsfreien Zone und anderer allseits akzeptierter Vorgaben, aber vieles hängt natürlich auch von den gegebenen Voraussetzungen ab. In der Stereowelt gab es bislang in der überwiegenden Zahl der Studios einen symmetrischen Raum, mit gleichen Voraussetzungen für den linken und rechten Lautsprecher. Beide ‚sahen‘ das gleiche Pult, die gleichen Fenster, den gleichen Bildschirm, weshalb es in der Regel kein Problem war, gleiche Eigenschaften für die beiden Stereokanäle zu schaffen. Dazu kam, dass die Musik aus einer Richtung spielte und die gesamte Regieraumstruktur darauf opti-

miert werden konnte. In der Surroundregie ist sehr viel mehr zu beachten, denn das gesamte akustische System ist viel komplexer geworden. Es gibt mehr Abstrahlrichtungen und sämtliche Flächen spielen für jeden Lautsprecher eine Rolle. Dadurch sind auch mehr Kompromisse erforderlich. Die Zeit einiger weniger Patentrezepte, die zum Erfolg führen, ist vorbei. Umfassenderes Wissen und Gespür werden jetzt notwendig, um mit allen Faktoren wie Raumgröße, Budget, Lautsprechergröße, Lage des Aufnahmerraums oder Qualitätsanspruch des Studiobetreibers richtig zu jonglieren und das Ganze ins Gleichgewicht bringen zu können. Es wird deshalb zukünftig sehr viel mehr, vor allem individuellere Lösungen geben, die von Projekt zu Projekt anders aussehen und keine alleinig optimale Strategie mehr erlauben, die man einfach aus dem Buch ‚Jetzt baue ich mir ein Surround-Studio‘ entnehmen kann. Der Kunde beauftragt uns Studioplaner, aus seinen Möglichkeiten das Beste zu machen – das ist unser Ziel.

Alle Studios, die bereits ein Surround-Abhörsystem betreiben, brauchen neben der Beratung durch einen Planer auch die Freiheit, selbst experimentieren zu können, mit den Positionen der Lautsprecher, mit der Ausrichtung auf den Abhörplatz, um Produzenten und andere Akteure während der Produktion halbwegs in die Lage zu versetzen, auch etwas von Surroundkanälen zu hören. Im Mastering Studio München bin ich zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dabei, das kürzlich installierte Surround-Abhörsystem zu optimieren. Die Frontlautsprecher wurden gegen ein neues, wiederum fest eingebautes Fabrikat ausgetauscht, wobei schon in der Planungsphase des Studios ein Center-Lautsprecher berücksichtigt wurde. Die hinteren Lautsprecher sind frei aufgestellt, so dass sich für diese auch andere akustische Bedingungen ergeben, was die tiefen Frequenzen angeht. Ich habe mir auch die Frage gestellt, was bei den derzeit veröffentlichten Produktionen überhaupt aus den Surroundkanälen herauskommt, und ob es tatsächlich so fatal ist, wenn sich die hinteren Lautsprecher in den Tiefen etwas anders verhalten. Alles was ich beim Abhören verschiedener Produktionen daraufhin zu hören bekam, waren Effekte, Applaus oder Räumlichkeit. Das eigentliche musikalische Bild, bei dem eine möglichst hohe Präzision verlangt werden muss, kommt aus den drei Frontlautsprechern. Und hier gibt es aus der Erfahrung mit der Stereotechnik funktionierende Lösungsansätze, die in vielen Studios täglich ihre Richtigkeit beweisen. Selbstverständlich ist bereits heute abzusehen, dass sich eine Steigerung der Experimentierfreudigkeit von Toningenieuren und Tonmeistern gerade im Bereich der populären Musik einstellen wird, die hinteren Kanäle über das genannte Maß hinaus zu nutzen. Momentan wagen nur we-



THX-Kinomischung bei Taurus Film in Unterföhring

nige Produzenten diesen Schritt, da sich die Abhörsituation in den Wohnzimmern der Konsumenten noch zu indifferent darstellt, und man fürchten muss, dass die Mischung außerhalb der Regie nirgendwo anders mehr in gleicher Verteilung abgehört werden kann. In Amerika gibt es bereits Produktionen, die die Surroundkanäle als vollwertige Erweiterung des musikalischen Gesamtbildes betrachten und auch dementsprechend mischen, wenn man etwa an prominente Surround-Pioniere wie Elliot Scheiner denkt.

Mögliche Lösungen

In meinem letztjährigen Beitrag habe ich versucht, aufzuzeigen, welche Möglichkeiten des akustischen Ausbaus uns in einer Surround-Regie zur Verfügung stehen. Die puristische Forderung, gleiche Bedingungen für alle fünf Lautsprecher zu schaffen, lässt sich in der Praxis, wie inzwischen bekannt sein dürfte, nur bedingt umsetzen. Die einfachste praktische Lösung ist natürlich die freie Aufstellung der Lautsprecher in einer bestehenden Stereoregie, ohne Berücksichtigung der speziellen Problempunkte. Man probiert ein wenig herum,

bis sich eine akzeptable Abhörsituation ergibt und beginnt mit der Arbeit. Dieses Verfahren einer ‚ambulanten Surroundabhöre‘ ist wahrscheinlich derzeit auch das am meisten angewendete und unverbindlichste, weil man auf diese Weise die Entscheidung für bauliche Veränderungen in der Regie vor sich herschieben kann. Der überwiegende Teil der Studios wird so arbeiten, bis auf diejenigen, die bereits mit Hilfe von uns oder der Hilfe anderer Studiodesigner eine konkrete Umbaulösung realisiert haben. Tom Hidley vertritt beispielsweise die Auffassung, alle fünf Monitore einzubauen und für die Wiedergabe des kompletten Frequenzbereichs auszuliegen. Die vorderen Lautsprecher sind dabei in einer schallharten, unregelmäßig gehaltenen Regiefront-Oberfläche integriert, um die durch die hinteren Lautsprecher erzeugte Reflexion auf den Abhörplatz etwas diffuser zu gestalten. Die hinteren Monitore sind in einer absorptiven Rückwand eingebettet.

Wenn es um die Musikmischung geht, soll der Subwoofer in Hidley's Konzept zwar die Musik unterstützen, aber lediglich im ‚Erdbeben-Bereich‘ um die 20 Hz. Dies wäre dann mit wirklich erheblichen Baukosten das andere Extrem zur ‚am-

bulanten Surroundabhöre'. Die immer wieder von THX empfohlenen Kreisel & Miller Lautsprecher markieren ganz klar, dass mit Vollbereichslautsprechern größte Probleme entstehen, weshalb man sich für einen anderen Weg entschieden hat. Die Lösung dort ist ein Bass-Management, also unterhalb 80 Hz abgekoppelte Hoch/Mittelton-Systeme mit einem Subwoofer, der gleichzeitig einen Effektkanaleingang hat und die Tiefen für alle fünf Lautsprecher übernimmt. Die hinteren Lautsprecher sollen außerdem keine Mono-Pole, sondern Di-beziehungsweise besser noch Tri-Pole sein, so dass auch Zuhörer in ungünstigen Hörpositionen, vergleichbar mit einer Kinosituation, noch möglichst viel mitbekommen. Dies ist eine Strömung einer doch wichtigen Position aus Amerika, die sich unserer ‚klassischen‘ 5.1 (3/2) Sichtweise keineswegs anschließen will. THX denkt natürlich kino-orientiert, unter Berücksichtigung der Tatsache, dass zu Hause Filme in gleichem Maße wie Musik abgespielt werden sollen und nicht zwei verschiedene Systeme für zwei verschiedene Anwendungen Platz haben werden. Was sich jetzt und in Zukunft zu Hause in den Wohnzimmern surround-wiedergabeseitig abspielt und abspielen wird, ist momentan ja noch viel diffuser als die Überlegungen auf der Produktionsseite. Wünschenswert wäre natürlich, dass sich mit der Zeit auf beiden Seiten ein ‚Abhörstandard‘ durchsetzt, doch das ist gar nicht unser Problem. Ich weiß, wie eine 5.1 (3/2) Abhöranlage auszusehen hat und muss akustische Bedingungen in den Studios schaffen, die ein möglichst optimales Abhören und Beurteilen von Surround-Produktionen erlaubt. Die ‚politische‘ Diskussion darüber, welche Chancen dieses neue Medium hat und wie verschiedene Formate und Ideen mit- oder gegeneinander arbeiten, sollte besser an anderer Stelle geführt werden.

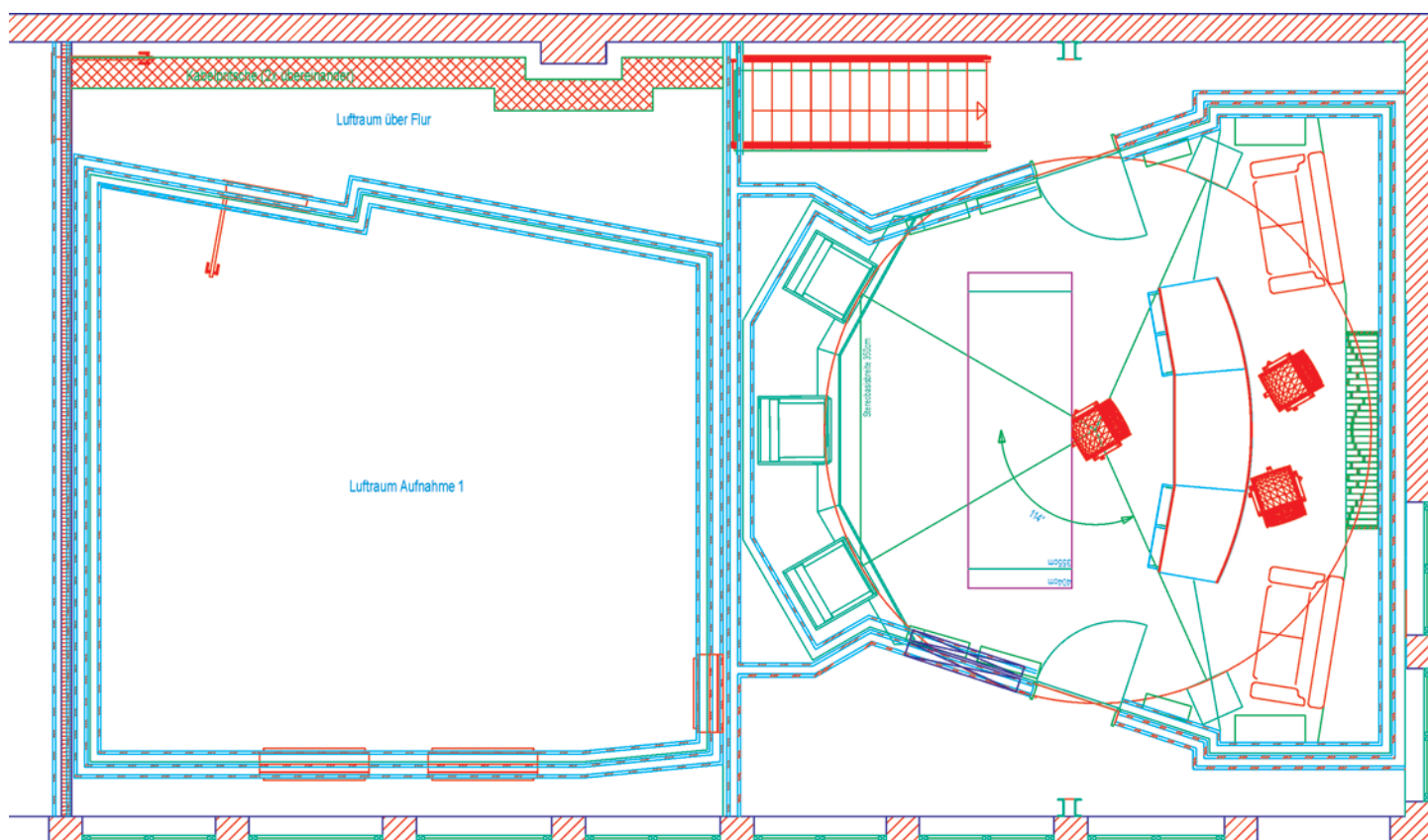
Die Raumgröße

Frei aufgestellte Lautsprecher brauchen einen Mindest-Wandabstand und damit auch einen entsprechend großen Raum von vielleicht 60 Quadratmetern. Bestehende Regieräume für die Musikmischung sind jedoch teilweise wesentlich kleiner, also 25 bis 40 Quadratmeter. Ein vergleichsweise kleiner Raum, der sich aktuell bei uns im Entwurfsstadium befindet, ist annähernd quadratisch und misst vielleicht fünfundzwanzig Quadratmeter. In einem solchen Raum kommt man um den Einbau der Lautsprecher gar nicht herum, denn frei aufgestellte Lautsprecher kämen so nah an die Begrenzungsflächen, dass jede Menge Probleme entstehen würden. Der quadratische Grundriss ist ohnehin schon ein Problem in sich selbst. Die vorderen Lautsprecher werden dort also nach meiner Vorstellung in eine Regiefrent eingebaut, die hinteren werden frei aufgestellt. Und auch hier stellt sich die Aufgabe, 5.1 Surround,

Kino und Stereo in einem Raum zu realisieren, denn all dies wird dort in der Zukunft gefordert sein. Alles, was ich bisher projiziert habe, läuft auf eine ähnliche Lösung oder die Freifeldvariante hinaus. Auch im Mastering Studio München habe ich die gemischte Lösung gewählt. Für das Musikmaterial, mit dem wir bisher getestet haben, war die Reflexion von der Regiefrent nicht wahrnehmbar, obwohl sie natürlich messtechnisch nachweisbar ist. Wäre dies ein Problem geworden, hätten ich versucht, diesen Effekt durch relativ einfache Maßnahmen der Höhen/Mittenabsorption durch poröse Absorber an einer möglichst effektiven Stelle abzuschwächen. Und das hätte auch die Front praktisch nicht beeinflusst. Man sieht in der Messung natürlich die rücklaufende Welle im tiefrequenten Bereich. Eine Auslöschung war nur im Subbass-Bereich feststellbar, die ohnehin nicht, auch nicht mit massiven Änderungen der Regieraumgeometrie, zu beseitigen wäre. Wir haben das deshalb gemeinsam mit dem Studio einfach akzeptiert und beschlossen, dass es so in Ordnung ist. Mehr Probleme hat uns da schon die Bodenreflexion der hinteren Lautsprecher gemacht. Im Endeffekt kann man jedoch auch nur ‚Gegenstände‘ in den Weg stellen, also beispielsweise ein 19-Zoll-Rack, Bestuhlung oder ein anderes Möbel. Vorne haben wir natürlich den Mastering-Tisch, die Computer-Monitore und andere ‚Hindernisse‘, die die Bodenreflexion abschwächen oder anders gestalten. Man erkaufte sich dadurch allerdings andere Nachteile, die durch Beugung an Mischpultkanten oder der Meterbridge zum Beispiel in Form einer Überhöhung bei zwei Kilohertz zu Tage treten könnten. Man kann aber als Akustiker das Pult nicht wegzaubern oder akustisch unsichtbar machen, nicht einmal berechnen, lediglich optimieren. Für die hinteren Lautsprecher gilt bei der Aufstellung von Möbeln oder Racks selbstverständlich das gleiche. Kann man das ohne Korrektur-Entzerrung überhaupt in den Griff bekommen? Ja, allerdings mit einem gigantischen Kostenaufwand für eine experimentell-empirische Optimierung während der gesamten Bauphase. Die Frage ist, ob das überhaupt nötig ist, denn das möchte und kann in der Regel einfach niemand bezahlen, so dass die richtige Antwort lauten muss: ‚Immer schön auf dem Teppich bleiben.‘ Technische und ergonomische Zwänge wiegen meistens schwerer als die restlose Optimierung der Akustik.

Dein Freund, der Entzerrer?

Natürlich versucht man, eine Korrektur-Entzerrung möglichst zu vermeiden oder so gering wie möglich zu halten. Wenn ich Lautsprecher einbaue, die für den Freifeldbetrieb konzipiert sind, komme ich um eine Korrektur-Entzerrung nicht herum, da sich die Übertragungsfunktion des Lautsprechers im



Beispielgrundriss für eine Surround-Regie

tieffrequenten Bereich vollständig ändert. Dies ist jedoch ein Minimalphasen-Problem und lässt sich jederzeit mit einem guten Entzerrer korrigieren. Wenn über die Pultoberfläche eine Reflexion kommt, die ungünstig ist, kann ich versuchen, diesen Zustand durch Veränderung der Lautsprecherposition zu verbessern. Wenn das nicht reicht, Abstrahlverhalten hin oder her, kann ich versuchen, den Effekt vorsichtig mit einem EQ abzuschwächen (oder aber muss den Zustand so akzeptieren, wie er ist). Ansonsten versuchen ich natürlich auch nach den einschlägigen Normen nur bis 400 Hz zu entzerren.

Die Entscheidung für eine solche Maßnahme, wenn raumakustische Lösungen nicht mehr weiterhelfen, ist abhängig davon, welches Phänomen mir mehr Bauchschmerzen bereitet: die Überhöhung in der Übertragungsfunktion oder eine Korrektur mit dem Entzerrer und damit verbunden möglicherweise eine Verschlechterung der Tiefenstaffelung als Folge des veränderten Verhältnisses zwischen Nachhall und Direktschall. Stellt sich als nächstes die Frage nach der Wahl des Entzerrers. Die Antwort ist sicher unbefriedigend, denn ich kann keine konkrete geben. Es ist letztlich vom Kunden abhängig. Habe ich einen Kunden, der nur ein schmales Budget zur Verfügung hat, würde ich einen preiswerten digitalen Grafikentzerrer empfehlen, denn dann hat man eigentlich schon alles, um eine vernünftige Korrekturmaßnah-

me zu ergreifen. Bei Stefan Bock im Mastering Studio München hatten wir ganz aktuell das Problem, die Tiefen durch den Einbau der Lautsprecher etwas entzerren zu müssen. Er hat einen digitalen Entzerrer wegen der erforderlichen Wandlung komplett abgelehnt. Also haben wir verschiedene analoge Entzerrer versucht, die ich persönlich eigentlich ganz gerne benutze. Das Ergebnis? Keine Chance! Er hat die EQs auch schon ohne Filterung gehört. Eine zwischenzeitliche Lösung war der Einsatz eines Reserve-Sonic-Systems, das für die Entzerrung der Lautsprecher auf der digitalen Ebene eingesetzt wurde. Die endgültige Lösung besteht nun in einem parametrischen Entzerrer von API, den wir ganz vorsichtig eingesetzt haben. Was ich damit sagen will: Ich kann keinen generellen Tipp abgeben, sondern entscheide mit dem Kunden von Fall zu Fall. Gute Erfahrungen habe ich mit dem XTA gemacht, den Andy Munro auch für seine Dynaudios verwendet. Es gibt mehrere digitale abspeicherbare Kanäle, deren Filter man fast nach Belieben programmieren kann. Für einen Puristen sind aber die Wandler möglicherweise schon wieder ein Drama. Wenn ein solch hoher Anspruch besteht, muss man eben nach anderen Lösungen suchen. Beim Einsatz eines Korrektorentzerrers kann ich natürlich nicht die Nadel ins Parkett stecken und eine ganz gezielte Position betrachten. Ich muss mich in der Gegend der Abhörposition schon ein wenig umsehen. Auch hierfür gibt es



Voodoo-Lounge München auf dem Bavaria-Gelände in Geiselgasteig

entsprechende Empfehlungen. Einsatzbereiche sind wie schon erwähnt der Bereich der tiefen Frequenzen, wo ich vielleicht schon mit den integrierten Korrekturmöglichkeiten von aktiven Systemen auskomme oder einen externen EQ ganz vorsichtig einstelle, der Mittenbereich, wo etwa Pultreflexionen Probleme machen können, wengleich ich dort auf einen EQ lieber verzichte und alle akustischen Möglichkeiten ausschöpfe. Es kann aber auch sein, dass man gezwungen ist, kleine Fertigungstoleranzen der Lautsprecher im Mitten oder Höhenbereich auszugleichen. Ein dB oder zwei können hier in der Regel nicht schaden. Ich weiß, dass dieser Satz bei einigen Branchenkollegen physische Schmerzen verursachen wird, aber Mischpulte werden eben nicht nach akustischen Gesichtspunkten entwickelt. Ich glaube allerdings an den englischen Ausspruch, und dazu stehe ich auch besonders mit Blick auf die Surroundproduktion, der charakterisiert, worum es beim Studiobau geht: ‚Putting It All Together.‘ Es gibt so viele Faktoren, die mit in die Gesamtkonzeption einfließen und man muss einfach versuchen, aus bestem Wissen und Gewissen heraus, alles so gut wie möglich aufeinander abzustimmen. Ich kann nicht alles nur an der Akustik festmachen. Wenn aus welchem Grund auch immer ein bestimmter Sichtkontakt zum Aufnahmerraum gefordert ist, ein Flatscreen, eine Leinwand oder ein bestimmtes Pult zum Einsatz kommen soll, dann muss der Akustiker alle Wünsche mit einbeziehen und versuchen, trotz widriger Umstände das optimal Mögliche herauszuholen. Betrachte das Ganze...

Was haben wir aus diesem Beitrag gelernt?

Man kann in einer Surround-Regie Lautsprecher einbauen oder frei aufstellen. Für letzteres ist ein größerer Raum vonnöten,



Pop-Regie im ETI Detmold mit SSL 9000 und MEG Abhörsystem

um die notwendigen Wandabstände einzuhalten. Man kann auch eine Mischung aus beidem wählen: vorn eingebaut, hinten frei aufgestellt. Man kann, wenn es auch aus wirtschaftlicher Sicht keinen Sinn mehr macht, weitere akustische Maßnahmen zu ergreifen, einen Korrekturzerrerr einsetzen, den man beim Lautsprechereinbau auch schon in der Stereoregie fast immer gebraucht hat. Natürlich nur im tieffrequenten Bereich. Der daraus resultierende Kompromiss ist oft akzeptabler als der Zustand ohne Entzerrung, wenn man große Vorsicht bei der Einstellung walten lässt. Man kann prinzipiell keine identischen Bedingungen für alle fünf Lautsprecher schaffen. Kein Akustiker könnte von sich behaupten, dass er diese theoretische Anforderung erfüllen kann. Der ideale Abhörplatz wäre demnach in zwanzig Meter Höhe auf einer Fahnenstange. Dann hört man nur noch den Lautsprecher, wie groß und möglicherweise auch, wie schlecht er ist. Die realistische Erkenntnis muss also sein: ‚Take It Easy‘, ‚Nimm es nicht so schwer‘, denn ein absoluter Idealzustand konnte auch schon in der Vergangenheit in einer Stereoregie in letzter Konsequenz nicht erreicht werden, also wird dies für die sehr viel komplexere Problematik der Surround-Regie erst recht nicht möglich sein. Ist es wirklich nötig, im Anspruch an die Surround-Abhör-situation so weit zu gehen, oder ist es nicht viel mehr der akzeptable oder von Fall zu Fall auch sehr gute Kompromiss, der uns auf dem Weg zu einer sinnvollen Abhör-situation in einer Surround-Regie leiten sollte? Es ist bereits etwas länger her, vielleicht kurz nach der Markteinführung des AC3-Formates, da versuchte ich einen Dolby-Ingenieur in eine Diskussion über Vorgaben und Empfehlungen für die Regieraumakustik zu verwickeln. Ich bekam ein breites Grinsen zurück und die Antwort: ‚Wieso Vorgaben? Macht es, wie Ihr es für richtig haltet. Das Ganze soll doch einfach nur Spaß bringen...‘



Form follows Function

Jochen Veith,
Illustrationen und Bilder: Jochen Veith

Neue Regieraum- und Studiokonzepte 2002

Dass die Form der Funktion folgt, ist zwar keine neue, aber eine sehr hilfreiche Erkenntnis, wenn man sich kreative Gedanken über zukünftige Studiokonzepte machen will. Wir leben zurzeit in einer Phase, die uns scheinbar dazu zwingt, die Form dem Geldbeutel folgen zu lassen. Das Ergebnis dieser auf den ersten Blick pragmatischen Denkweise können wir überall in Form von ‚Studioinstallationen‘ sehen, die diese Bezeichnung nicht einmal verdient haben. Schwindende Budgets hatten einen schwindenden Qualitäts- und Kreativitätsanspruch zur Folge, sowohl auf der produzierenden Seite als auch beim Publikum, das sich ohne großen Widerstand mit auf dieser Basis entstandenen Angeboten zufrieden gibt. Ich möchte in diesem Beitrag jedoch eine andere Frage stellen. Wie könnten sich Musikarrangements, Kompositionen, Produktionstechniken und generelle Denkweisen über die Gestaltung von Musik verändern und wie müsste der Studiodesigner auf die Ausgestaltung von Akustik und Ergonomie reagieren? Dabei ist es von großer Bedeutung, den Status des Studiodesigners genauer zu definieren, nämlich als Teil eines kreativen Prozesses und nicht nur als Problemlöser physikalischer Phänomene oder Probleme in einem Raum.

Wenn man in die jüngere Vergangenheit schaut, so hat es in der Tonproduktion und der Musik immer wieder wichtige Schritte gegeben, die einen richtigen Boom oder eine Welle ausgelöst haben. Ich denke hier zum Beispiel an den Übergang von Mono zu Stereo, oder die Entwicklung der elektronischen Musik und der Synthesizer. Die Möglichkeiten der Stereophonie, so banal das klingt, konnte man nur genießen, wenn man im Besitz einer Stereoanlage war und sich damit in ein für damalige Verhältnisse faszinierendes neues Klangerlebnis hineinversetzen konnte. Die Entwicklung der Synthesizer, die ganz neue Klangwelten eröffnete und das Entstehen neuer Kompositionen auslöste, wurde für das Publikum zu einem Objekt der Begierde. Ich kann mich noch gut erinnern, wie wir uns von den Klängen und Räumen, die unsere Sehnsüchte und Fantasien anregten, in eine andere Welt versetzen ließen. Es stellt sich hier die Frage, wie man mit den neuen Möglichkeiten der Mehrkanaltechnik das geschwundene Interesse des breiten Publikums an Tonerzeugnissen wieder neu beleben könnte, denn Stereo wird heute wirklich nicht mehr als etwas Besonderes empfunden. Sehr frühe Stereoaufnahmen, die die gesamte Band auf dem linken, und den Gesang nebst Perkussion auf dem rechten Kanal abbildeten, zeugen davon, dass sich die Stereophonie erst entwickeln musste, um zum heutigen Klangbild einer auf der Basisbreite abgebildeten Bühne zu kommen. Es gab kein Gesetz, wie Musik abgebildet werden musste. Diese geistige Freiheit musste man sich einfach nehmen, denn man ist ja erst viel später darauf gekommen, Phantomschallquellen durch Laufzeiten oder Pegelunterschiede zu bilden, um damit jedem Instrument eine eindeutige Position auf der Stereobühne zuzuweisen. Keiner hat anfangs darüber nachgedacht, dass eine Stereoabbildung neben der horizontalen Abbildung auch eine Tiefe und sogar einer Höhe haben könnte. Von einem Gesetz konnte in diesem Zusammenhang in keiner Weise gesprochen werden. Die Entwicklung basierte auf dem reinen Experimentalwillen der Akteure in den Studios. Wenn wir nun in gleichem Maße an die Möglichkeiten der Mehrkanaltechnik herangehen, darf folgerichtig ebenso wenig ein ‚Gesetz‘ in unseren Köpfen existieren, denn sonst wird es keine Entwicklung geben. Gerade angesichts der derzeitig rezessiven Großwetterlage sucht das Publikum nach Ablenkung, nach Möglichkeiten, dem zeitweise unerfreulichen Alltag zu entfliehen, um auf einem neuen Qualitätsniveau in virtuelle Welten einzutauchen. Die Mehrkanaltechnik bietet uns die Möglichkeiten, diesem Wunsch zu entsprechen. Dieses neue Erlebnis ist auch überhaupt nicht auf die ei-

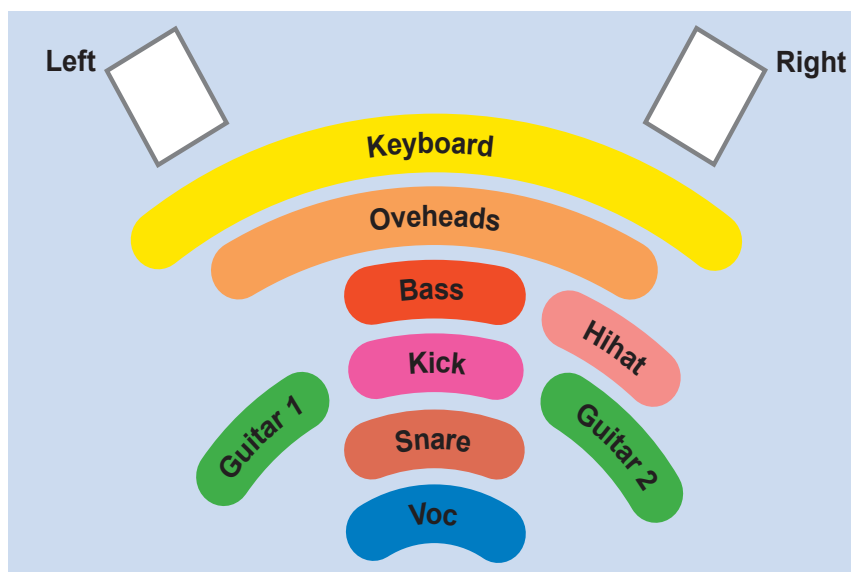
genen vier Wände oder das Kino beschränkt: Konzerte, Multimedia-Shows, Theater, Planetarien – die Möglichkeiten sind bei weitem nicht ausgereizt. Nun haben wir die Möglichkeiten der Mehrkanaltechnik mit ihren neuen Freiheiten; und was tun wir? Wir beschränken sie erst einmal wieder, in dem wir die Orientierung an den Erfahrungen aus der Stereoproduktion zu einer neuen Regel machen. In musikalischen Dimensionen gedacht, heißt das: Die drei Frontlautsprecher werden zur Bühne und die beiden hinteren Lautsprecher zum ‚Raum‘. Damit ist die Vorgehensweise schon so eingeschränkt, dass sich jede weitere Überlegung eigentlich erübrigt. Das Publikum reagiert unterdessen dementsprechend und stellt die Notwendigkeit mehrerer Lautsprecher im heimischen Wohnzimmer in Frage. Man könnte den Schritt in die Mehrkanaltechnik demzufolge als zu klein und zu wenig konsequent bezeichnen.

Natürlich ist es schön, den Konzertsaal einer Orchesteraufführung überwältigend abzubilden; dies kann aber nur eine Kunstform sein. Reden wir aber einmal von neuer Musik, die sich die Möglichkeiten der Mehrkanaltechnik zunutze macht, reden wir davon, wie in der Vergangenheit die Stereophonie und die Entwicklung von elektronischen Klangerzeugern die Musik verändert hat und reden wir davon, welche Entwicklung durch die Mehrkanaltechnik in Gang gebracht werden könnte. Was spricht dagegen, anders zu arrangieren, zu komponieren, zu positionieren, das Spiel mit dem Raum zum Kompositionsteil werden zu lassen und Raumbilder zu malen. Und das Publikum wird sich klar darüber werden, dass es diese neue Musik in ihrem Ganzen und dieses besondere Erlebnis nur dann genießen kann, wenn es eine entsprechende Wiedergabetechnik besitzt. Dies würde bedeuten, dass man auch wieder intensiver über die Qualität von Musik nachzudenken hätte. Der Mainstream heutiger Musikproduktionen repräsentiert doch im Grunde den Abverkauf von Produkten und das Abschöpfen von Marktpotential: Wie kann ich Musik möglichst schnell, möglichst oft verkaufen, um sich gleich wieder auf das nächste Produkt zu stürzen, wenn nach wenigen Wochen der Verkaufstrom abreißt. Wir reden jetzt übrigens von einer speziellen Anwendung der Stereophonie im Musikbereich, ein anderer, später noch aufzugreifender Aspekt wäre der ‚Ton zum Bild‘. Auch in unserer Gegenwart ist es noch erlaubt, einen Unterschied zwischen populärer und progressiver Musik zu machen, zwischen Musik, die sich den Gesetzen des Marktes unterwirft und Musik, die um ihrer selbst Willen gemacht wird. In der Vergangenheit hat es die Musikindustrie geschickt ver-

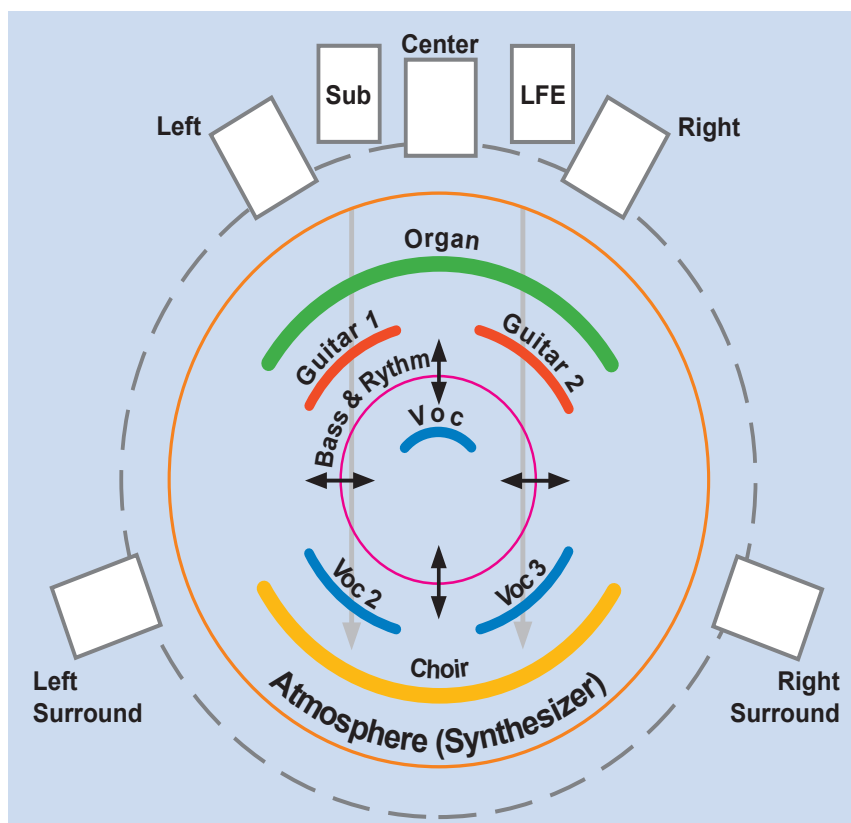
standen, progressive Musik in einen Zustand der Vermarktungsfähigkeit zu überführen und sie damit ihrer Existenzberechtigung zu berauben, allerdings damit auch das Nachwachsen neuer progressiver Musik zu fördern.

Im Kreis

Diejenigen Kollegen, die sich auch in Zukunft an althergebrachten Vorgehensweisen orientieren möchten, sind nicht bereit, zu akzeptieren, dass sich durch die Aufstellung von fünf Lautsprechern in einem Raum sechs Abbildungsebenen ergeben (vorne links/rechts, hinten links/rechts, seitlich vorne und hinten links beziehungsweise vorne und hinten rechts, und auch diagonal vorne links, hinten rechts, und vorne rechts, hinten links). Die Lautsprecheraufstellung auf dem EBU/ITU-Kreis ist nach den Gesetzen der Stereophonie tatsächlich nicht geeignet, Phantompositionen von Instrumenten und Stimmen optimal abzubilden und damit andere Stereo-Abbildungsebenen zu eröffnen, und doch gibt es bereits Kollegen, wenn man beispielsweise an einen Pionier der Surround-Mischung wie Elliot Scheiner denkt, die sich von Altlasten frei machen und diese Ebenen, mit Erfolg übrigens, für sich zu nutzen verstehen und damit ganz neue Richtungs- und Abbildungsdimensionen eröffnen. Konkret gesprochen brauchen wir das Festnageln einer Quelle in der Phantommitte nicht mehr, weil wir über einen Mittenkanal verfügen, auf der anderen Seite eine Phantommitte erzeugen können, die sich beim Bewegen im Raum oder beim Wechseln der Hörposition mit verändert. Es können neue Phantommitten zwischen anderen Lautsprechern entstehen und auch eine Im-Kopf-Lokalisation oder nahezu beliebige bewegliche oder statische Zwischenzustände sind kein Ding der Unmöglichkeit, nicht zu vergessen nah und fern! Muss man sich denn überhaupt auf irgendeinen festgeschraubten Stuhl setzen, um alle Phantomschallquellen richtig wahrnehmen zu können? Gibt es noch den Hörer, der sich an einer kreativen Panoramafahrt ergötzt? Möchte der Zuhörer sich nicht vielleicht frei im Raum bewegen, um das musikalische Arrangement immer wieder aus anderen Perspektiven zu erleben? Sind damit nicht auch die Gesetze der Stereophonie vollkommen außer Kraft



Klangbild für Stereo (vereinfacht): Um die Anordnung im Stereobild graphisch festzuhalten, kann man die Instrumente oder Effekte mit ihrer Ausdehnung und Richtung notieren. Nah und fern entspricht meist laut und leise



Für Mehrkanal könnte man sich eine Notierung vorstellen, die Richtung, Ausdehnung und Entfernung zum Beispiel mit Sphären oder Blasen darstellt. Dies könnte auch im Dreidimensionalen direkt aus dem Rechner kommen

gesetzt, die uns zwingen, Solisten in der Stereomitte zu platzieren? Warum sollte nicht eine Bassdrum irgendwie im Kopf passieren können, ganz nah oder weit weg angeordnet sein? Warum sollte man nicht in, vor, neben oder hinter einem Schallereignis sitzen dürfen? Wir entfernen uns damit – für einen Teil der Musikrichtungen – vom natürlichen oder realistischen Abbilden eines Schallereignisses, hin zu neuen Klängen und Möglichkeiten. Vielleicht wollen die Hörer (vor allem unsere jungen) gar nicht mehr still sitzen, sondern sich frei im Raumbild bewegen und es immer wieder neu erleben oder erforschen? Derartige Überlegungen sind eine spannende Herausforderung an Musiker, Toningenieure und Produzenten. Und es gibt die Leute, die bereit sind, Altlasten über Bord zu werfen; als Beispiel seien die Koppehele-Brüder genannt, die schon in vielerlei Hinsicht in diesem Sinne experimentiert haben und eigentlich jetzt schon zu der Erkenntnis gelangt sind, dass sieben Lautsprecher besser als fünf sind.

Der Siegeszug der Mehrkanaltechnik hat standesgemäß dort angefangen, wo seine Wurzeln zu finden sind, in der Welt des Films, die heute von vielen mit großer Begeisterung per DVD-Video ins Wohnzimmer getragen wird. Wenn Hubschrauber und Raketen durch das Wohnzimmer fliegen, wie weit sind wir dann noch von neuen Richtungs- und Raumdimensionen in der Musikwiedergabe entfernt? Musik hören hat etwas mit Gefühlen und/oder Meditation zu tun. Wenn Emerson, Lake & Palmer oder Pink Floyd damals gedacht hätten, das Normalpublikum nicht erreichen zu können, hätte sich die Musik sicher nicht auf breiter Ebene weiterentwickeln können. Wir brauchen diese Impulse. Auch schon in der Vergangenheit wurde Musik kopiert, auf MC oder Senkel, doch die Musik, die einen erkennbaren Wert hatte, wurde gekauft und nicht kopiert. Das Original hatte einfach einen Wert und einen Status. Und so ist es auch heute noch, nur dass heute der Anteil ‚wertvoller‘ Musik stetig abnimmt und der Kopierhabitus bei Wegwerfmusik entsprechend zu. Wir stehen momentan an der Schwelle zu neuen Chancen, Musik wieder zu einem ‚Erlebnis‘ mit stabilem Wert zu machen. Die Mehrkanaltechnik ist geeignet, dazu beizutragen. Doch dazu ist auch das Beschreiten neuer Wege notwendig. Verabschieden wir uns doch von der Gewohnheit eines festen Hörpunktes und vom festgefahrenen Konventionen und Kenngrößen aus dem zu Ende gehenden Zeitalter der Stereophonie. Wer sagt denn, dass die Bühne vorne sein muss? Die technischen Möglichkeiten sind vorhanden, doch sie kosten Geld und erfordern die Risikobereitschaft seitens der Veranstalter, Produzenten und der Musikindustrie. Aktuelle Beispiele, dass diese Theorie stimmt, existieren...

Ton für Bild oder Bild für Ton?

Es gibt offensichtlich beides, erfordert aber unterschiedliche Prioritäten. Gehen wir davon aus, dass das Bild der zentrale Fixpunkt des Ereignisses ist, also eine Kinosituation hergestellt wird, muss der bildbezogene Ton eine bestimmte Struktur aufweisen. Die Bildprojektion oder das TV-Bild ist der Bezugspunkt, nach dem sich der Ton richten muss. Der Ton übernimmt dabei dennoch eine wichtige Rolle über die offensichtliche Aufgabe hinaus, denn er dokumentiert Ereignisse, die demnächst ins Bild kommen werden oder es gerade verlassen haben. Die Fantasie des Zuschauers endet nicht an den Grenzen des Bildausschnitts und der Ton unterstützt diese Fantasie. Der bildbezogene Ton ist also nicht nur die Begleitung des momentan Sichtbaren, sondern die Fortsetzung und Erweiterung der Szenerie über den Bildrand hinaus. Die Mehrkanaltechnik versetzt den Zuschauer mit seinen Surroundkanälen in eine Atmosphäre, in ein bestimmtes Umfeld. Er wird dadurch in die Szene eingebettet und nimmt unmittelbar an ihr teil. Die eindeutigen richtungsbestimmenden Signale hingegen sind eine Aufgabe für die Frontlautsprecher. Es erscheint daher im Kino sinnvoll zu sein, die über lange Jahre gewachsene Tontradition beizubehalten und vielleicht allenfalls in ihrer Wiedergabequalität stetig zu optimieren, denn der Bezug ist das Bild. Mein Gefühl sagt mir, dass dies der richtige Weg ist. Mein Gefühl sagt mir aber auch, dass bei der reinen Musik- oder Tonwiedergabe sämtliche Konventionen über Bord geworfen werden können, denn hier haben wir alle Freiheiten.

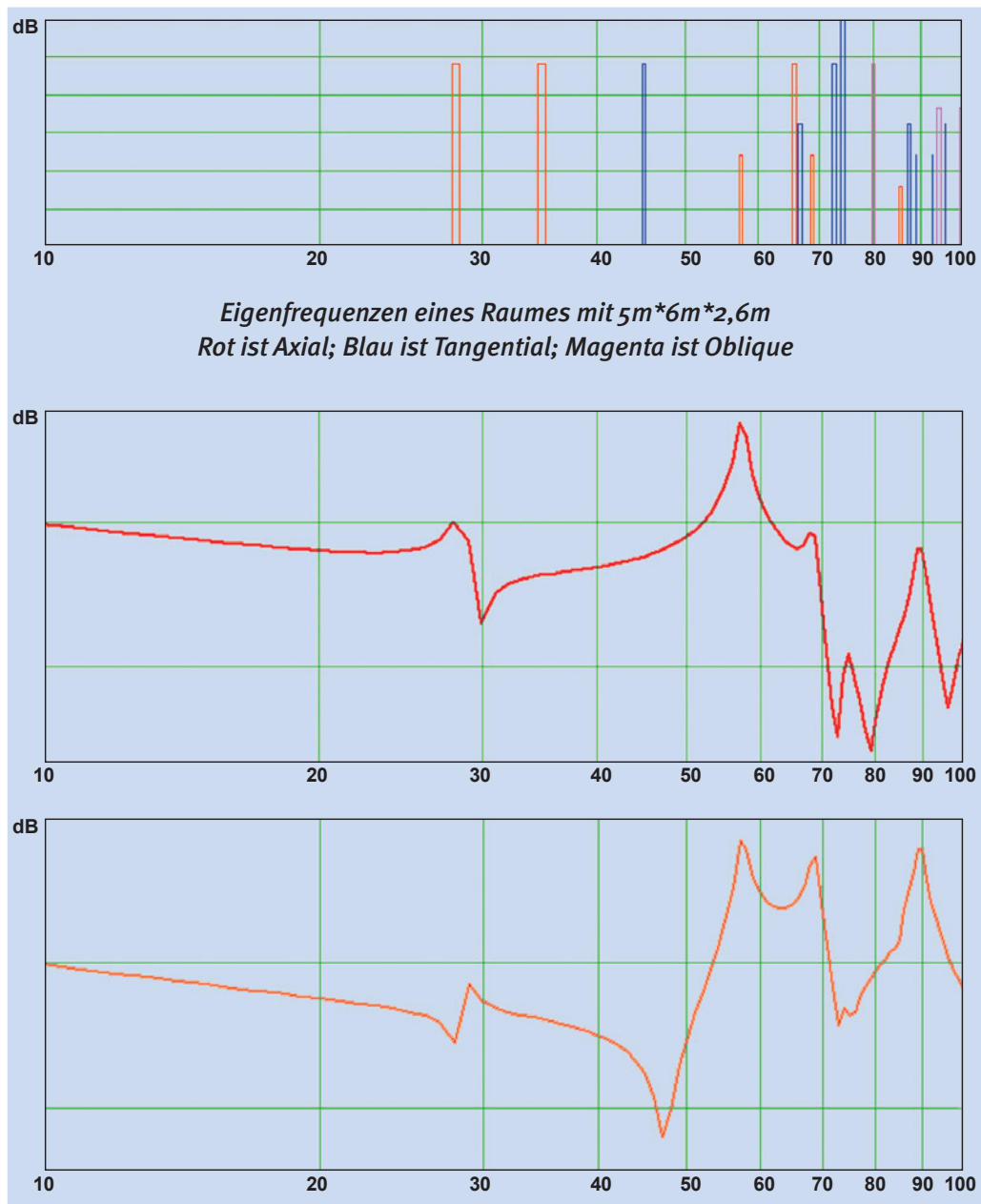
Ohne Konventionen?

Natürlich kommen wir auch in der Mehrkanaltechnik nicht ohne eine Richtlinie aus, denn das Produktionsteam muss von einer halbwegs bekannten Anordnung der Lautsprecher im Wohnzimmer ausgehen können, um seine Nachricht an das Publikum zu ‚formulieren‘. Diese Richtlinie präsentiert sich uns allen in Form des EBU/ITU-Kreises, in dem wir uns bewegen oder an einer beliebigen festen Position aufhalten können. Das bedeutet aber, dass sich unter Umständen auch der Toningenieur genauso wie der Zuhörer zu Hause im Surroundfeld bewegen können muss. Der Toningenieur, dem in der Vergangenheit die Rolle des technischen Übersetzers übertragen wurde, übernimmt in wachsendem Maße kreative Aufgaben der Gestaltung und des Arrangements oder ist selbst der Produzent oder Musiker, so dass die Aufgaben zusammenfließen. Es wird also nicht

mehr nur ein Lied komponiert, sondern es wird ein musikalisches und räumliches Arrangement erstellt, das man in dieser Form auch wirklich nur in einem geeigneten Studio entwickeln kann. Und tatsächlich arbeiten damit das musikalische und das räumliche Arrangement einer Mehrkanalproduktion Hand in Hand. Unter Umständen wird auch für beides eine Notation erforderlich. In den Studios werden wieder musikalische Erlebnisse kreiert – wenn das keine rosigen Aussichten sind. Wie aber erreichen wir größere Mobilität der Akteure in der Regie, wenn Tasteninstrumente, Racks, Bildschirme, Controller und Mischpulte den Weg versperren? Wenn ein Musikeignis zu Hause aus verschiedenen Hörpositionen möglich werden soll, muss dieses auch in der Regie kontrollier- und nachvollziehbar werden. Insofern wäre die ideale Regie ein leerer Raum mit fünf Lautsprechern. Da dies aus offensichtlichen Gründen nicht geht, muss nach neuen Konzepten gesucht werden. Was würde beispielsweise gegen eine immer kleiner werdende Fernbedienung einzuwenden sein, über die die räumliche Zuteilung erfolgt, also das Raumbild gemalt wird, die sich der Toningenieur/Produzent/Musiker umhängt und wie ein Instrument spielen lernt? Wir haben uns in der Vergangenheit im Studio so viele außergewöhnliche Arbeitsweisen antrainiert und beherrschen sie heute im Schlaf, selbst, wenn sie unserer Anatomie widersprechen. Also kann man sicher auch die Bedienung neuer Kompositions- oder Arrangementwerkzeuge erlernen, um jederzeit aus beliebigen Positionen in das räumliche Geschehen einzugreifen. Früher hatten wir ein riesiges Mischpult und jede Menge Effektgeräte und Instrumente. Was passiert Stück für Stück? Diese Technologie wird immer mehr zusammengeführt, so dass heute schon Musikproduktionen auf dem Powerbook im Englischen Garten möglich geworden sind. So wird heute schon zu einem großen Teil komponiert und gearbeitet. Man braucht in dieser Phase fast kein Studio mehr. Bei der Mischung jedoch wird man um einen größeren Aufwand in einer Regie nicht herumkommen. Was wird es also in einem solchen Studio geben? Sicherlich einen zentralen Controller oder ein Mischpult – je nach dem –, sicherlich auch ein Masterkeyboard und viele im Raum verteilte Bildschirme oder Projektionen und sicherlich auch eine mobile Remote, die eine Beweglichkeit in der Regie und den Eingriff in das räumliche Klangbild ermöglicht. Sehen wir uns doch die Oberfläche eines Fairlight Dream-Controllers an: so oder so ähnlich wird eine solche Remote vielleicht aussehen, wenn sie noch deutlich miniaturisiert werden kann.

Zurück aus dem All...

Sie könnten sich jetzt vielleicht fragen, welche Tabletten ich nehme oder welcher Befehl aus dem All mich zu einer solchen Theorie bewegt haben könnte. Ich möchte deshalb wieder auf den Boden der Tatsachen zurückschweben und mich selbst zum Realismus ermahnen, wenngleich ein bisschen Fantasie noch nie geschadet hat. Was sind also die nächsten konkreten Schritte in Richtung einer zeitgemäßen Mehrkanalregie? Ich glaube, momentan einen Trend erkennen zu können, der deutlich in Richtung vieler kleinerer Regieräume zeigt und nur noch wenig Raum für große Luxusregien lässt. Dennoch ist der Anspruch an die Wiedergabe tiefer Frequenzen eher gestiegen. Es dürfen keine großen Einbrüche in diesem Frequenzbereich auftreten und alle fünf Lautsprecher sollen gleich klingen – aber in solch kleinen Räumen (20-25 qm) sind diese Forderungen gar nicht zu erfüllen. Die Performance einer klassischen Stereoregie mit eingebauten Lautsprechern und einer reflexionsfreien Abhörzone scheint mittlerweile nicht mehr gefragt zu sein und wird durch eine andere Performance ersetzt, da ich Phantomquellen in ihrer exakten Positionierung vielleicht nicht mehr ausschließlich brauche. Die freie Aufstellung von fünf Lautsprechern (in erster Linie aus Kostengründen) in einem relativ kleinen Raum bewirkt jedoch massive Probleme im tieffrequenten Bereich. Das Bass-Management wird in diesem Zusammenhang immer interessanter: Man sucht für einen Subwoofer einen möglichst optimalen Platz und koppelt den unteren Frequenzbereich von den fünf Hauptlautsprechern ab und entledigt sich damit des Problems, zumindest teilweise. Das klingt einfach, ist aber eine äußerst heikle Angelegenheit, da man einen Subwoofer entgegen der allgemeinen Ansicht oft orten kann. Man wird aber dennoch nicht darum herumkommen, in dieser Richtung weiterzudenken. Die Hauptlautsprecher, die für die Ortung der Signale wesentlich sind, wird man wahrscheinlich vom nicht mehr ortbaren Tieffrequenzbereich trennen müssen. Noch konsequenter weitergedacht ist der Schritt zu einem Regie-Container, also einer kleinen ‚Fertigregie‘, nicht mehr weit. In diesem Sinne könnte man über ein für die Mehrkanaltechnik optimiertes Raumkonzept von der Stange nachdenken. Ob das der richtige Weg für jemanden ist, der in einem großzügigen Studio tolle Musikproduktionen machen möchte, sei dahingestellt. Fest steht jedenfalls, dass besonders im Bereich der Video/DVD-Tonbearbeitung oder auch der Produktionsvorbereitung im eben geschilderten Sinne ein solches Angebot aller Wahrscheinlichkeit nach als wahrer Segen aufgenommen werden würde. Große, komfortable Misch- und Mastering-Regien wird es auch unter diesen Umständen weiterhin geben



Zwei Übertragungsfunktionen in diesem Raum jeweils an typischen Stellen für einen Lautsprecher vorne links oder rechts und einen Lautsprecher hinten links oder rechts bis 100 Hz. In dieser Simulation lässt sich deutlich der Unterschied bei tiefen Frequenzen erkennen. Die lässt sich auch mit Absorbieren nicht so einfach in den Griff bekommen. In manchen Räumen ist dies noch viel ausgeprägter

müssen, um ein Mehrkanal-Produkt von der Vorproduktion mit musikalischen und räumlichen Arrangements in den Status eines hochwertigen Endergebnisses zu überführen, das das Publikum zum Kauf und heimischen Genuss auffordert.

Die Surround-Regie als hoffnungsloses Zukunftsmodell?

Früher gab es verschiedene Firmen, die jede für sich mehrere hunderttausend Mark Umsatz gemacht haben, und es sich für jeden einzelnen gelohnt hat, ein Studioprojekt zu

betreuen: Mischpulhersteller, Vertrieb, Verkabelung, Klimatechnik, Planung, also furchtbar viele Akteure, die beteiligt waren. Heutzutage ist der finanzielle Aufwand für das technische Equipment so gering, dass es keinen Sinn mehr für viele Firmen macht, an einem solchen Projekt mitzuarbeiten. Die Umsätze pro ‚Gewerk‘ sind eher klein geworden. Man kann sich vorstellen, dass es zukünftig mehr Firmen geben wird, die komplette, schlüsselfertige Studios inklusive Bau und Equipment liefern. Das Spezialistentum für die einzelnen Gewerke bleibt zwar erhalten, aber es werden kleinere Teams sein, die sich auf den einzelnen Gebie-

ten personell qualifiziert zeigen, um den Kostenrahmen zu reduzieren. Betrachten wir einmal, wie heutige Regien aussehen. Die meisten davon wurden als universelle Räume ausgelegt, die alles können müssen. In den wenigen Surround-Regien, die wir hierzulande haben, wird unnachgiebig die zusätzliche Forderung nach einer möglichst optimalen Stereo-Wiedergabe gestellt. Ein typisches Beispiel ist eine Regie zwischen 25 und 30 qm und fünf großen Breitbandlautsprechern. Wenn man von einer sinnvollen Basisbreite von 2.50 bis 2.80 m ausgeht, rutschen die Lautsprecher schon richtig nah an die Wände, wenn sie überhaupt auf den EBU/ITU-Kreis passen, ohne außerhalb des Raums stehen zu müssen. Eigentlich müsste man diesen Raum quer, also breiter als lang betreiben. Dies ist aber akustisch sehr ungünstig, da man sich aufgrund des Modenfeldes ständig mit der Übertragungsfunktion auf der Abhörposition in Schwierigkeiten befindet. Die Lautsprecher stehen in unterschiedlicher Symmetrie und unterschiedlichen Abständen zur Wand, so dass sie deutlich voneinander abweichende Übertragungsfunktionen aufweisen. Der Frequenzbereich unterhalb 100 Hz ist so für fünf Lautsprecher fast nicht in den Griff zu bekommen. Eine Lösungsmöglichkeit ist, den Raum entsprechend groß zu machen, also wirklich groß, wenn man mit Wellenlängen von 40 Hz und darunter zu recht kommen will. Aber wir haben diese Größe in der Regel nicht. Die einzige Lösung ist in diesem Fall ein Bass-Management-System, das die Tiefen von den Hauptlautsprechern abkoppelt und wir die richtige Position für den oder die Subwoofer suchen.

In der Regel sieht man in den Studios den Subwoofer auf der Ebene der Frontlautsprecher positioniert. Doch genau an dieser Stelle treten ja die Probleme der Hauptlautsprecher auf, die wir gerade eben erst von ihrem Tieffrequenzbereich befreit haben. In einem Raum der beschriebenen Größe fallen die ersten Moden in den Bereich von 25 oder 30 Hz bis hinauf zu 60 Hz. Man kann den Subwoofer oft nicht dahin stellen, wo er gerade günstig in Bezug auf die Hauptlautsprecher steht und man muss froh sein, wenn man überhaupt einen günstigen Punkt findet. Viele Kollegen unterliegen dem Irrtum, dass sie mit der Betätigung des Phasenschalters oder -reglers am Subwoofer die Position des ganzen Lautsprechers virtuell verschieben könnten. Es tut sich bei dieser Einstellung allenfalls etwas im Bereich der Übernahmefrequenz, nämlich um eine bessere Ankopplung im Bereich der Übernahmefrequenz zu erreichen. An der Übertragungsfunktion des Subwoofers im Raum ändert sich natürlich nichts. Man kann die Lösung daher eigentlich nur annäherungsweise finden, denn die Physik lässt sich nicht betrügen und muss

aufgrund der erweiterten Performance eines Surround-Systems einfach gewisse Opfer bringen. Also mit anderen Worten, die Übernahmefrequenz muss so tief wie möglich angelegt und die beste Aufstellungsposition gefunden werden. Wenn man weiß, wie sich der Phasenverlauf in einem Lautsprecher selbst schon verhält, allein aufgrund des vorhandenen Tieftöners, müsste man zwangsläufig dazu kommen, eine komplette digitale Entzerrung des Systems vorzunehmen. Doch damit erkaufte man sich riesige Durchlaufzeiten im Abhörsystem. Für Live eingespielte Musik ist dies sicher keine praktikable Lösung, für die Mischung oder das Mastering schon, doch auch dort spürt man 40 Millisekunden Durchlaufzeit beim Setzen von Mutes sehr deutlich. Fazit: Wenn man in kleinen Räumen Frequenzen unter 100Hz linear hören will, sind die Grenzen der Physik erreicht. Die Rolle des Akustikers wird sich angesichts dieses Szenarios sicher ändern. Es geht nicht mehr unbedingt darum, bestimmte Normen zu erfüllen, sondern es geht darum, mit allen Werkzeugen, die man zur Verfügung hat, das Beste aus diesen Gegebenheiten herauszuholen. Das heißt, Absorption, Raumgeometrie (Breiten/Längen-Verhältnis), Platzierung des Subwoofers, Platzierung der Lautsprecher und der Abhörposition im Raum. Und dazu gehören auch Überlegungen, die sich an der Veränderung der Impedanz der Schallquelle selbst orientieren. Als Beispiel sei die Bass-Niere von Jochen Kiesler (MEG) genannt. Sie ist ein interessanter Schritt in der Entwicklung.

Antworten

Wir werden uns von über Jahre erarbeiteten Raumkonzepten für die Stereophonie mit in der Wand eingebauten Lautsprechern möglicherweise verabschieden müssen. Vielleicht sprechen wir zukünftig öfter von einem rechteckigen Raum mit günstigen Dimensionen und einer gleichmäßigen Bedämpfung, mit einer Lautsprecherinstallation, die in ihren Zügen zuvor schon besprochen wurde. Die Möblierung und technische Ausstattung kann sehr viel luftiger sein, das heißt, die notwendige Technik wird sich in ihrer Aufstellung am Rand des Surround-Abhörfeldes orientieren, damit im Surround-Abhörfeld selbst freie Bewegungsmöglichkeiten für die Akteure entstehen. Es würde ein Bewegungsfreiraum ohne festen Bezugspunkt entstehen, also nicht mehr mit einer nahezu festgeschraubten Abhörposition, die eine sauber ortbare Phantommitte bestimmbar macht. Man könnte sich durchaus vorstellen, dass sich diese starre Sichtweise aufhebt, wenn man konsequent auf den Pfaden der Mehrkanaltechnik voranschreitet. Auch wenn diese Vision Protest hervorrufen mag: zu welchem Zweck dient der Center?

Zur Fixierung von Signalen in der Mitte. Und egal, wo ich mich im Raum befinde, ich brauche keine Phantommitte mehr. Also kann ich mich auch frei bewegen, denn die Signale aus der Mitte, sprich: aus dem Center, werden immer in dieser Position bleiben. Das mit dem Kopf nach vorne Gehen, um in die Abbildung der Stereobasis einzutauchen, wird der Vergangenheit angehören, denn die Anzahl der Lautsprecher bildet sich von selbst ab. Wird ernsthaft ein Hahn nach einer halb-linken oder halb-rechten Abbildungsposition krähen, wenn plötzlich so viele neue Richtungsdimensionen entstehen? Dieser Wunsch wird nur noch bei einer bestimmten Art der Surround-Produktion existieren, nämlich dann, wenn ich eine virtuelle Sitzposition im Konzertsaal einnehme, dem Orchester auf der Bühne zuhöre und gleichzeitig von hinten den Raum und den Applaus des mich umgebenden Publikums wahrnehme. Man macht diese Aufnahmen praktisch mit einer Art ‚Audio-Kamera‘, um ein reales Schallereignis abzubilden. Dies mag eine Kunstform der Mehrkanaltechnik sein, doch reden wir in diesem Beitrag von Innovationen und Experimenten, die die Frage danach stellen, was sich in der Zukunft verändern kann. Wenn man über die Audio-Kamera hinaus neue Klangwelten entstehen lässt, wird man eine andere Bewegungsfreiheit brauchen, die wir mit einem neuen Raumkonzept schaffen können. Dann geht es um ganz neue Richtungsdimensionen und -entfernungen. Wer würde in diesem Zusammenhang um ein paar Grad diskutieren wollen? Und genauso wenig wird man um das letzte dB im Bereich tiefer Frequenzen feilschen und darüber, ob der Subwoofer richtig auf der Ebene sitzt oder nicht. Ohne drastisch neue Gedanken und Visionen wird sich in der Gestaltung und Auffassung von Musik nichts bewegen.

Design-Gedanken

Man könnte angesichts der hier aufgestellten Theorien eines ‚Alles ist nicht mehr so wichtig‘ zu der Auffassung kommen, Bau- und Raumakustik seien fortan verzichtbar. Dies mag in den Köpfen mancher Studiobetreiber auch jetzt schon stimmen, doch in der Realität ist nichts Wahres daran. Gerade angesichts der steigenden Anforderungen bei der Tiefenwiedergabe ist der Kauf eines Paketes Noppenschaum nicht die Lösung, weder in der Vergangenheit, noch in der Zukunft. Im Bereich der Heimkino-Technik sind einige Firmen unterwegs, die schaubasierte Tiefenabsorber zu teilweise horrenden Preisen anbieten, mit dem begleitenden Kommentar, dass der Einsatz derartiger Akustikelemente aus jedem Wohnzimmer einen akustisch fabelhaften Raum machen könnte. Dies entspricht dort ge-

nauso wenig der Wahrheit wie in den Studios. Insofern ist die Expertise eines Akustikers mehr denn je gefragt. Früher war ein Stereo-Raum akustisch gesehen mit der entsprechenden Technik für jeden Anwendungsfall richtig. In der Zukunft werden wir durch die Mehrkanaltechnik viele Applikationen erleben, die einen entsprechend zugeschnittenen Raum erfordern: für neue Wege in der Mehrkanaltechnik, für die Kunstform einer realen Abbildung und für die Produktion von Ton zum Bild, wiederum aufgeteilt in Kino-, DVD- oder Video/Fernseh-Produktionen. Der sich momentan stark entwickelnde Heimkino-Markt wirft zusätzlich die Frage nach einer diffusen Wiedergabe der Surround-Kanäle auf, also direkt richtenden Lautsprechern, die auf Dipol-Betrieb umschaltbar sind, um eine diffuse Surround-Beschallung wie im Kino zu simulieren und den Zuschauer in die Atmosphäre einzubetten.

Zusammenfassend...

Es wird unter den genannten Gesichtspunkten immer schwieriger, eine Regie in ihrer Nutzbarkeit genau zu spezifizieren. Die einzige Konstante in diesem Umfeld wird der Kinomischraum bleiben, denn er funktioniert nach bestimmten Regeln, die sich in der standardisierten Einrichtung von Kinos manifestieren. Die Rolle des Mastering-Studios wird unter diesen vielfältigen Aspekten als Kontroll- und Kreativ-Instanz immer wichtiger, nicht nur in Bezug auf die Qualität des Tons, sondern auch hinsichtlich des DVD-Authorings und der mediengerechten Aufbereitung der Produktion. Je mehr Musiker zu Hause ‚in kleineren Einheiten‘ mehrkanalig produzieren, komponieren, arrangieren und mischen, desto mehr sind sie darauf angewiesen, dass zu irgend einem Zeitpunkt in professioneller Umgebung überprüft, abgehört, korrigiert und fertig gestellt wird – auch wenn es im Umkehrschluss mit entsprechender Software möglich wird, das Mastering-Studio zu umgehen. Viele Mastering-Software-Pakete implizieren, dass man auch noch diesen wichtigen letzten Schritt zu geringsten Kosten selbst gehen kann. Ein wirklich fataler Irrtum, denn das Mastering-Studio wird der zentrale Ort sein, mit professioneller Technik und unter Aufwendung aller Möglichkeiten, die der Akustiker heute kennt oder zukünftig zur Verfügung haben wird. Bei meinen Besuchen in England und Amerika wurde immer wieder von der erhofften Bewegung zur ‚handgemachten‘ Musik gesprochen. Überträgt man diesen Gedanken in das von mir skizzierte, neue Umfeld, so ist auch eine zukünftige Daseinsberechtigung für große Studios mit viel weiter reichenden Möglichkeiten wieder realistisch.

Wave Wood

Multi Fusor DC2

Flexi Pol A50/A75

Vicoustic
Innovative Acoustic Solutions
Innovative Produkte für perfekte Raumakustik!

Hörzone GmbH
Schwindstraße 1
80798 München
Telefon 089.721 10 06
www.hoerzone.de

HÖRZONE

AVALON DESIGN
PURE CLASS A MUSIC RECORDING SYSTEMS

Avalon Europe
Tel: +49 89 81886949
Fax: +49 89 81893485
www.avalondesign.com

Avalon USA
Tel: +1 949 4922000
Fax: +1 949 4924284

DISCRETE CLASS-A GEAR

CRANE SONG LTD.

TRAKKER HEDD FLAMINGO STC-8
IBIS Egret SPIDER Avocet

akzent audio
Exklusiv im Vertrieb in Deutschland und Österreich bei: **akzent audio** • Tulpenweg 4 • 76571 Gaggenau
Tel +49 7225 913730 • info@akzent-audio.de
www.akzent-audio.de

xpressor
DISCRETE CLASS-A STEREO COMPRESSOR

elysia

Auto Fast

GRL 13 14 12

JETZT AUCH IN 19 ZOLL

Klingt umwerfend gut.
Ist flexibel wie kein Zweiter.
Kostet weniger, als du denkst.

Analog!

Mischpulte in Inline-Technik für den Bereich Musikproduktion in verschiedenen Serien und unterschiedlichen Ausbaustufen der Automatisierung, Recall- und Reset-Möglichkeiten mit VCA- oder Motorreglersystemen. Mischpulte in Kassettentechnik mit und ohne Automation nach Kundenspezifizierung

SCHOLTWIESE 4
D-45966 GLADBECK
TELEFON: (02043) 51117
WWW.ADT-AUDIO.COM

adt-audio

- 71 Adebar acoustics
- 67 adt-audio
- 66, 70 Akzent Audio
- 67 Apelton
- 72 Apogee
- 70 Audio Service
- 66 Avalon
- 68 D&R
- 68 dbs GmbH
- 71 DK-Technologies
- 66 Elysia
- 66, 70, 71 Funk
- 67 Gotham
- 72 HE Studioteknik
- 67 Heuss
- 66 Hörzone
- 66 IMM
- 68 Kabeltronik
- 72 Kahlen, Dieter
- 70 Korg & More
- 69 Lake People
- 68 mb akustik
- 68 Mastering Works
- 69 Media Logic
- 67 Mutec
- 71 Neumann
- 71 NTI
- 67 OTZtronics
- 70 RTW
- 72 SSL
- 72 Steller
- 70 TAD
- 68 Thein
- 71 Thermionic
- 67 Vovox
- 71 Wolf

MTX-MONITOR.V3 Abhörverstärker



MTX-Monitor.V3 mit neuer, extrem neutraler Audioelektronik für anspruchsvolle Stereo-Abhöraufgaben im Studio- und High-End-Bereich. Kopfhörerverstärker und Messausgänge für Stereo-Peakmeter/Korrelator sind integriert. Alle Funktionen fernsteuerbar.
 Unser Programm:
 analoge Stereo-Router und Summierer
 analoge Surroundrouter/Verteiler
 Symmetrier- und Verteilverstärker
 hochwertige Stromversorgungen

INFOS: www.funk-tonstudioteknik.de

E-MAIL: funk@funk-tonstudioteknik.de

FUNK TONSTUDIOTECHNIK 10997 BERLIN PFUELSTR.1A TEL. 030-6115123 FAX 030-6123449



www.apelton.de

Service · Know-How · Erfahrung
Restaurierung · · · Überholung · · · Einmessung
analoger Verstärker Effektgeräte Bandmaschinen
 Dipl.-Ing. Ulrich Apel VDT · Brückweg 23 · 53947 Nettersheim
 Telefon 02440/959340 · Mobil 0170/9013523 · uli.apel@web.de

Unser Ziel: Die perfekte Übertragung von Tonsignalen.

Unsere innovativen Kabel werden in der Schweiz hergestellt und befriedigen höchste Ansprüche an die Klangqualität. Symmetrische und unsymmetrische Signalkabel, Lautsprecherkabel, Netzkabel: Wir bieten in jedem Fall aussergewöhnliche Lösungen an.

S.E.A. Vertrieb & Consulting GmbH
 Auf dem Diek 6
 D-48488 Emsbüren
 Tel. +49 59 03 93 88-0
 E-Mail info@sea-vertrieb.de
www.sea-vertrieb.de

vovox®

weitere Informationen unter www.vovox.com

studio magazin

In welchem Heft war der Artikel über ...?
 Das vollständige **StudioMagazin**-Inhaltsverzeichnis

mit Stichworten im 1st-Adress-/1st-Base-Datenformat für Atari ST kostet **je Heft 2.30 Euro, je Jahrgang 23.- Euro.** Konversion in andere Datenformate ist ohne Aufpreis möglich. Alle Preise zzgl. Porto/ Verpackung/ MwSt.

Bestellungen bei:
 Johannes M. Heuss
 Reichweinstraße 47 • D-90473 Nürnberg
 Telefon: 0911/ 80 82 56

OTZ TRONICS ANALOG DIGITAL AUDIO

Net: <http://www.otz.com> e-mail: support@otz.com

- umfassende und kompetente Projektbetreuung
- von der ersten Beratung bis zum fertiggestellten Tonstudio
- Umbauten und Spezialanfertigungen
- Studioservice
- ausgewählte Audioprodukte

Bernhard Ramroth Sevelener Str. 9 47647 Kerken

dedicated to audio

1958 2008

G

www.gotham.ch

Master Clocks
Signalverteiler
Formatkonverter
Abtastratenwandler
Referenzgeneratoren

studio essentials!

- Für
- A/V Recording
- Post Production
- Rundfunk
- Bühne

MUTECH

MUTECH GmbH Berlin • Fon + 49 - (0) - 30 - 74 68 80 - 0 • Contact@MUTECH-net.com • www.MUTECH-net.com

mbakustik
büro für akustik und studiodesign

Akustikmodule - Beratung - Messung
Planung - Installation - Stellwände
Resonanzabsorber - Akustikvorhänge
Bassfallen - Diffusoren - Möbel

www.mbakustik.de Tel. 0541/4068-214

AURORA 8/AURORA 16
8 und 16 Kanal A/D D/A Wandler
www.lynxstudio.de/Aurora

Einer für Alles!

- ▶ USB
- ▶ MADI
- ▶ ADAT
- ▶ FireWire
- ▶ ProTools
- ▶ AES/EBU

Im Vertrieb von: Digital Broadcast Systems GmbH
Oberhöchstadter Str. 10 • 61440 Oberursel
Tel. 06171/582010 • Fax 06171/582012 • Internet: www.dbsys.de

D&R

manufacturer
of
MIXING CONSOLES
and
SIGNAL PROCESSORS
for

- Music Recording
- (Film)Postproduction
- Broadcast
- Sound reinforcement
- Installation

Contact us at:
Tel: 0031-294-418 014,
Fax: 0031-294-416 987
Website: www.d-r.nl,
E-mail: info@d-r.nl

DANGEROUS MUSIC

Sterling modular

ANAMOD
ANALOG MODELING

rockruempel

RS

MasteringWorks

Der Vertrieb für High-End Audio Equipment

MasteringWorks GmbH
Tel: +49 2236 393731
info@masteringworks.com
www.masteringworks.com

kabeltronik®

AUDIO- UND VIDEOKABEL

Ton-Modulationskabel; Verdrahtungsleitungen; Lautsprecherkabel; Mikrofonleitungen; Kombikabel; Video-, Koax-, Triaxkabel.
Alle Typen jeweils in den Varianten:
PVC / PUR / FRNC / analog bzw. digital.
Konfektionierte Cat 5 / Cat 7 Patch- und USB-Kabel.
Kundenspezifische Sonderkonstruktionen bieten wir bereits ab Chargen von ca. 1000m!

Für Projektanten:
kostenloser Download von Ausschreibungstexten unserer Spezialkabel!

Wir liefern täglich bundesweit!

Tel. +49(0)8466/9404-0
Fax +49(0)8466/9404-20
info@kabeltronik.de
www.kabeltronik.de

MOBILE RECORDING
...everywhere

Übertragung
Sendung
Produktion

www.thein-productions.com

Mehrspur bis 96-Spuren
Live-Recording für CD und DVD
Sendeton für Rundfunk und TV
Mehrkanalton 5.1/ Dolby Surround
Analog + Digital
27 Jahre Audioerfahrung

THEIN THEIN Mobile Recording
Blumenthalstr. 8
D-28209 Bremen
Tel. 0421-348 048
Fax 0421-348 049



Ihr AV-Systemhaus

Professionelle Postproduction-, Broadcast-Technik und Systemintegration

Als eines der bundesweit führenden Medien-Systemhäuser beliefern wir Sie mit Audio-, Video- und AV-Netzwerk-lösungen führender Hersteller. Mit uns entstehen aus professioneller Technik und Systemintegration zukunfts-sichere Investitionen!

Unsere Leistungen umfassen

- Projektierung
Systemintegration
Vorführung
Ausschreibung
Leihstellung
Reparatur
Mitarbeiterschulung

Profitieren auch Sie von unserer Stärke und Erfahrung bei der Entwicklung und Optimierung Ihres vernetzten Workflows.

Media Logic - von Profis für Profis!



Unsere Partner und wir freuen uns auf Sie.

Media Logic GmbH
10963 Berlin
Tel. +49 (0) 30 259 24 46-0
www.new-media-logic.de



LAKE PEOPLE electronic GmbH

development and manufacturing of audio electronic

Digitale Wandler (19", 1 HE)

SRC F422
2/4-ch Sample-Rate Converter, 24 Bit, 96 kHz, Dynamik 128 dB. Digitale Ein- / Ausgänge sym. und koax. Sync: AES, AES-id, WCLK, Intern 32 ... 96 kHz

ADC F444
2/4-ch Analog-Digital Wandler, 24 Bit, 192 kHz, Dynamik 119 dB. Analoge Eingänge XLR symmetrisch, digitale Ausgänge sym. und koax. Sync: AES, AES-id, WCLK, Intern 32 ... 192 kHz

ADDAC F446
2+2 ch A-D / D-A Wandler (siehe ADC F444 und DAC F466)

DAC F466
2/4-ch Digital-Analog Wandler, 24 Bit, 192 kHz, Dynamik 115 dB. Digitale Eingänge sym. und koax., analoge Ausgänge symmetrisch XLR.

MI-DAC F48
2-ch D-A Wandler, 24 Bit, 96 kHz, Dynamik 115 dB 8 digitale Eingänge: 3x sym, 3x koax, 2x opto. Digitaler „Rec-Out“ Ausgang. „Master-Sektion“ mit vielen Funktionen. 2 x Stereo Ausgänge.

Digitale Tools (19", 1 HE)

DIGI-TOOL F611
AES/EBU Verteiler 2 x 1 in 4

DIGI-TOOL F612
AES/EBU Verteiler 1 in 4 + WCLK Verteiler 1 in 8

DIGI-TOOL F622
WCLK Verteiler 2 x 1 in 8

MULTI-SYNC OPTION für F611, 612, 622
zur Format-Konvertierung und eigenständiger (redundanter) Taktversorgung extern: AES/EBU, AES-id, WCLK, intern 32 ... 192 kHz.

DIGI-TOOL F644
Format-Konverter 8 x AES/EBU - AES-id

DIGI-TOOL F645
4 x AES/EBU - AES-id, 4 x AES-id - AES/EBU

DIGITool F655
Format-Konverter 8 x AES-id - AES/EBU

Smart Serie

Desk-Top Gehäuse 129x42x170 mm (BxHxT)

SRC C420 2-ch Sample-Rate Converter

DFC C430 3-weg Format Converter

ADC C440 2-ch A/D Wandler

DAC C460 2-ch D/A Wandler

DAC C460-H wie C460 mit Kopfhörerverstärker

SBA C805 2-ch Symmetrier-Verstärker

Ist das Gerät für Ihre Anforderungen nicht dabei? Wir entwickeln und fertigen im Kundenauftrag. Bitte fragen Sie an!!



LAKE PEOPLE electronic GmbH
Turmstrasse 7a
D-78467 Konstanz

www.lake-people.de

Analoge Geräte (19", 1 HE)

MIC-AMP F355
2-ch State-of-the-Art Mikrofon-Verstärker mit allen Extras, gesplittete Ausgänge, optional trafosym.

MIC-AMP F366
4-kanaliger, rauscharmer und gut ausgestatteter Mikrofon-Vorverstärker. Opt. trafosym. Ausgänge.

VOL-CON F380
8-ch rauscharmer Lautstärkesteller für 5.1 / 7.1 Surround-Anwendungen. Optional mit komfortabler Fernbedienung und digitalen Eingängen.

PHONE-AMP F399
2/4 x Stereo Kopfhörer-Verstärker mit exzellenter Ausstattung und OPTI-MODE Technik.

Analoge Tools (19", 1 HE)

ANA-TOOL F811
8-ch Symmetrierverstärker von Cinch auf XLR, zusätzliche Frontanschlüsse, Gain -3 ... +21 dB

ANA-TOOL F812
4-kanaliger Symmetrierverstärker + 4-kanaliger Desymmetrierverstärker

ANA-TOOL F822
8-ch Desymmetrierverstärker von XLR auf Cinch, zusätzliche Frontanschlüsse, Gain -21 ... +3 dB

ANA-TOOL F833
4 x 2 in 1 / 2 x 4 in 1 vollsymmetrischer Summierverstärker. Gain regelbar, Ein- und Ausgänge XLR.

ANA-TOOL F844
4 x 1 in 2 / 2 x 1 in 4 vollsymmetrischer Verteilerverstärker. Gain regelbar, Ein- und Ausgänge XLR.

OPTIONEN für ANA-TOOLS:
Alle elektr. sym. Ein- und Ausgänge können über Trafos symmetriert werden.

Kopfhörer Verstärker

Alle Kopfhörerverstärker verfügen über die exklusive OPTI-MODE Technologie zur Anpassung an die verwendeten Kopfhörer, symmetrische Eingänge über XLR, Kopfhörer über 1/4" Klinke.

PHONE-AMP G93
Stereo-Kopfhörer-Verstärker, einfach ausgestattet

PHONE-AMP G95
Stereo-Kopfhörer-Verstärker, gut ausgestattet.

PHONE-AMP G97
Stereo-Kopfhörerverstärker sehr gut ausgestattet mit zusätzlichen Kommando-Eingang.

PHONE-AMP G99
Kompromissloser Hi-End Stereo-Kopfhörerverstärker mit diskret aufgebauten Endstufen.

Rack System

DSR 503: 3 HE für bis zu 16 Euro-Karten

DSR 504: 4 HE für bis zu 20 Euro-Karten

DSR 506: 6 HE für bis zu 40 Euro-Karten

Zubehör wie (redundante) Stromversorgungen, Ausfallsignalisierung, Busplatinen und diverse Anschlusspanels mit unterschiedlichsten Steckverbindern im Lieferprogramm.

EMPA V26 Komfortabler Mic Vorverstärker

EQTO V27 4-ch Buffer/Splitter, trafosym. Ausg.

EQTB V28 4-ch Buffer/Splitter, trafosym. Eing.

EUCG V51 Universelle Taktversorgung

ESRC V52 2-ch Sample-Rate Converter

EDAC V54 2-ch A/D Wandler


EDAC V56 2-ch D/A Wandler

EUDS V58 Digitaler Verteiler 4 x 1 in 2 ... 1 in 8 für AES/EBU, AES-id, WCLK Signale

www.lake-people.de

Tel: +49 7531 73678
Fax: +49 7531 74998
e-Mail: info@lake-people.de

SMDC 5.1 SURROUND-ROUTER
5.1 SURROUND-VERTEILER
für höchste Ansprüche



- * 6-Kanal SURROUND-Quellen auswählen (6x)
- * 6-Kanal SURROUND-Quellen verteilen (6x)
- * Stereo- u. 6-Kanalquellen gemeinsam abhören
- * 6-Kanal-Einschleiffunktion (Insert)
- * kanalgetrennte Pegel-Feinkorrektur + Mute
- * vollsymmetrisch, Signalweg aktiv oder passiv
- * exzellente Signalqualität
- * THD 1kHz..... typ. 0,0001%
- * Dynamik..... 129 dB
- * Gleichtaktunterdrückung 110 dB
- * Übersprechen 10kHz < -120 dB
- * 20Hz...20kHz..... +/- 0,01dB
- * Noise..... - 105 dBu CCIR eff.
- * Netzversorgung.....90..245V

INFOS: www.funk-tonstudioteknik.de E-MAIL: funk@funk-tonstudioteknik.de
FUNK TONSTUDIOTECHNIK D-10997 BERLIN PFUELSTR.1A TEL. 030-6115123 FAX 030-6123449

D.A.I.S.
Digital Audio Interconnection System



Digitale Router-Systeme
Modifikationen
Interfaces
Studioequipment
Problemlösungen

AUDIO-SERVICE
Ulrich Schierbecker GmbH

Schnackenburgallee 173
22525 Hamburg

Tel.: +49-(0)40-851 770-0
Fax: +49-(0)40-851 27 84
mail@audio-service.com

www.audio-service.com

STUDIO MONITORING SOLUTIONS
Our focus, your mix.



KRK SYSTEMS

Vertrieb D&A: KORG & MORE – a Division of Musik Meyer GmbH krksys.com/de

Entwicklung – Konstruktion – Fertigung – Logistik – Service



**Sie haben die kreativen Ideen.
Die Liebe zum Detail haben wir.**

15 Jahre Audiokompetenz Made in Germany

Unsere Partner zählen auf uns - wann zählen Sie dazu?






IMM Gruppe | www.imm-gruppe.de | audio@imm-gruppe.de

The Peak of Performance

Im Bereich hochwertiger Instrumente zur Visualisierung von Audiosignalen setzt RTW als Innovationsleader immer wieder neue Maßstäbe. So erlauben zum Beispiel unsere neuartigen TouchMonitore einen nie gekannten Grad an Präzision, Effizienz, Leistungsfähigkeit und Flexibilität. Getreu unserem Motto: RTW. The Peak of Performance. Erfahren Sie mehr auf www.rtw.de



Die Wachablösung



slate pro audio DRAGON
Der neue FET-Kompressor

akzent audio Exklusiv im Vertrieb in Deutschland und Österreich
akzent audio • Tulpenweg 4 • 76571 Gaggenau
 Tel +49 7225 913730 • info@akzent-audio.de
www.akzent-audio.de

Studioplanung
Studioinstallation
Verdrahtung
Modifikation
Sonderanfertigung
Service

TAD
Tontechnik
Arno Düren

Professionelle Dienstleistungen
rund um's Audio-, Video-
und Multimediastudio

Pescher Straße 29 41352 Korschenbroich info@tadnet.de www.tadnet.de
 Fon: +49 (0) 2161 649290 Fax: +49 (0) 2161 649297
 Mitglied des Digital/Audio Network

XL2 Audio- und Akustik Analysator

von Profis für Profis!

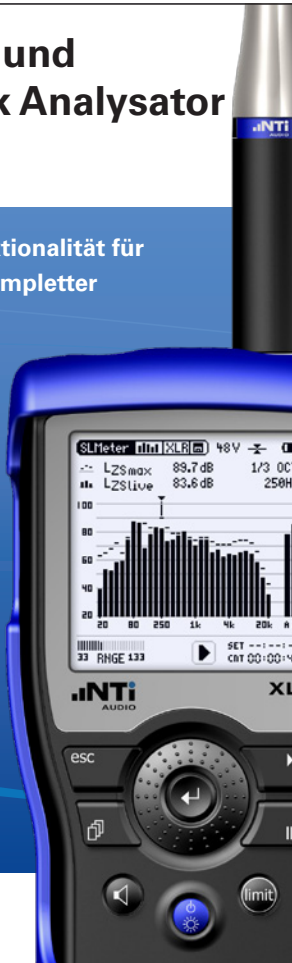
XL2 bietet kompromisslose Funktionalität für die Überprüfung und Wartung kompletter Audio-Systeme. Er analysiert:

- Audio Signale mit Frequenz- und Pegelmessung von 10 µV bis 25 V
- Klirrfaktor mit Eigenverzerrung von < -100 dB (0.001 %) typ.
- Schallpegel mit Güteklasse 1. Erfüllt alle Anforderungen der DIN 15905 mit Grenzwerten
- Terzpegel mit Logging Funktionen
- Nachhallzeit mit Terzauflösung
- Echtzeit FFT
- Polarität von Lautsprechern u. Kabel

Weitere Informationen unter:
www.nti-audio.com



Schweizer Qualität



NEW Multichannel HD/SD Waveform Monitor



DK - Technologies

PT0760M



- HAUPTFUNKTIONEN PT0760M/00A**
- 1 x HD/SD-SDI, autoformat De-Embedder
 - Module für AES Ein- und Ausgänge
 - Module für analog Audio
 - Dolby E/AC3-Decodermodul
 - 5.1 Surround Sound Messung
 - ITU-Loudness mit 400Hz oder 1 kHz Referenz

Email: info@dk-technologies.com • Web: www.dk-technologies.com
Tel: +49 (0)40-70103707 • Fax: +49 (0)40-70103705

DK-Technologies Germany GmbH, Tibarg 32c, 22459 Hamburg.

adebar acoustics

Forsell Technologies SMP-2



Deutscher Vertrieb durch
www.adebar-acoustics.de

NEUMANN.BERLIN
THE MICROPHONE COMPANY



The new TLM 102

Smart. Sweet. Powerful.

Georg Neumann GmbH • Ollenhauerstraße 98 • 13403 Berlin • Germany • www.neumann.com

THERMIONIC CULTURE ENGLAND



GET CULTURED
Real Tube Recording Products

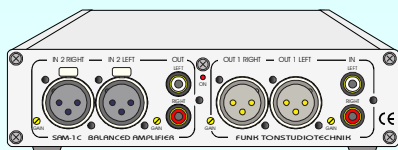
International Distribution by UNITY AUDIO LTD

Tel: UK+ 1440 785843 Fax: UK+ 1440 785845 sales@unityaudio.co.uk www.thermioniculture.com

SAM-1C SAM-2C

analoge Audio-Konverter für höchste Ansprüche

- * Brummschleifen beseitigen
- * Audiosignale symmetrieren
- * Audiosignale asymmetrieren
- * Audiosignale summieren
- * Audiosignale verteilen
- * Audiopegel absenken
- * Audiopegel verstärken
- * Impedanz anpassen
- * Massepotential-Unterschiede ausgleichen
- * SAM-1C: 2..4 Audiokanäle SAM-2C: 4..10 Audiokanäle



analoge Symmetrier- und Differenzverstärker mit der höchsten Störsignalunterdrückung ihrer Klasse

INFOS: www.funk-tonstudioteknik.de E-MAIL: funk@funk-tonstudioteknik.de
FUNK TONSTUDIOTECHNIK D-10997 BERLIN PFUELSTR.1A TEL. 030-6115123 FAX 030-6123449

Full-Service zu Internetpreisen

Top 5
im Preisvergleich

www.123CD.de



Werden Sie Stützpunkthändler auf Provisionsbasis!
Händler-Anfragen bitte an info@123cd.de

Symphony I/O

The new standard in recording technology



APOGEE

apogeedigital.com

contact: germany@apogeedigital.com

www.solid-state-logic.com

SSL. Let's make music.



Duality & AWS 900+



Die neuen Standards für Musikkonsolen

XLogic



Analoge Bearbeitung von SSL im Rack

C200 HD & C300 HD



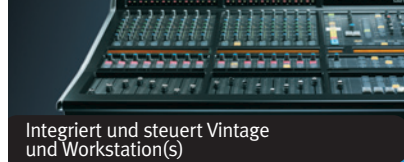
Digital und intuitiv mit Workstationsteuerung

I/O Range



Umfangreiches I/O-Angebot

Matrix



Integriert und steuert Vintage und Workstation(s)

Duende



SSL-Prozessoren in ihrer Workstation

Ob Home-, Projektstudio oder kommerzieller Multiplex - vom Workstationbeschleuniger bis zur definitiven Musikkonsole, unsere sämtlichen Produkte haben ein Ziel: ihre Kreativität zu entfesseln.

Entdecken sie die volle Bandbreite der SSL-Klangbearbeitung unter www.solid-state-logic.com

www. proaudiotext.

Produkt-Dokumentation
Handbuch-Konzept/ Realisation
Grafik/ Layout
Übersetzung **Dieter Kahlen**
Redaktion Fachredaktion
Foto 02845-33991
0172-7419970
dk@proaudiotext.de

STELLER-ONLINE

pro audio und computertechnik



Professionelle
Audio PC-Systeme
Audio und Video
Workstations
Studiotechnik
und Software
Individuelle Beratung
und Support

www.steller-online.com | Tel.: +49 (0) 61 42 / 55 00 850

VERTIGO SOUND DISCRETE VCA COMPRESSION



www.vertigosound.com
distributed by www.hestudiotechnik.de

Music.
This is SSL.

Solid State Logic
SOUND | | VISION

SSL Germany; Direktkontakt Pulte: +49 175 721 4520 Direktkontakt sonstiges: +49 172 673 5644