



musikelectronic geithain

Sonderdruck aus der Produktion Partner 5/2002



Der erste seiner Art: Regielautsprecher RL901K mit nierenförmiger Abstrahlung bei tiefen Frequenzen



Kaum auffallend sind die mit akustischen Laufzeitgliedern abgeschlossenen Kammern rechts und links auf der Rückseite des RL901K

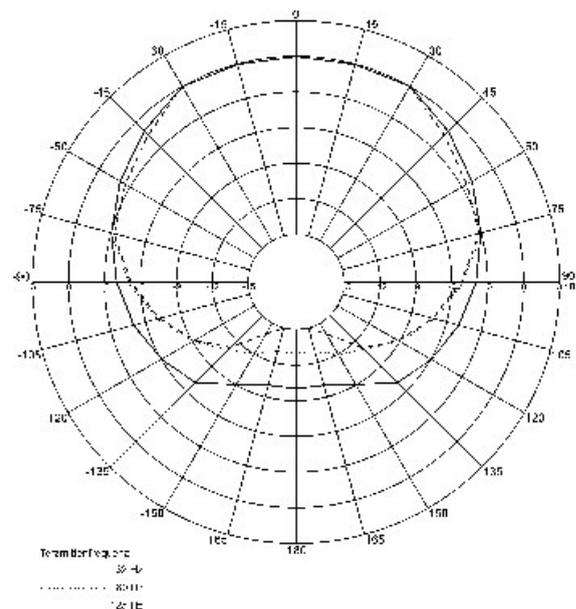
Gezähmte Bassenergie

Regielautsprecher mit Tiefton-Nierencharakteristik von Musikelectronic Geithain

Generationen von Lautsprecherentwicklern hatten sich mit einer anscheinend unumstößlichen Tatsache abfinden müssen: Unter Praxisbedingungen ist die Abstrahlcharakteristik relativ leicht bei hohen, auch bei mittleren, aber ganz und gar nicht bei tiefen Frequenzen zu steuern. Steht doch in jedem Physikbuch, dass Wellenlängen im Meterbereich d. h. unterhalb von 300 Hz es elegant verstehen, sich um Hindernisse zu beugen, die kleiner sind als sie. So entziehen sie sich allen Maßnahmen zur Beeinflussung der Richtwirkung, wie sie z.B. bei Hypnierenmikrofonen durch geschicktes Erzeugen von Laufzeiten und Phasenauslöschungen durchaus üblich sind zwar oberhalb von Tieftonregionen, aber mit überzeugender Wirkung

Dass langwellige Energie ebenfalls kontrollierbar wird, wenn man den (Phasen-) "Dreh" heraus hat, zeigt der Monitorlautsprecher RL901K von Musikelectronic Geithain (ME-Geithain). Die Box mit den Abmessungen (Bild) 550 mm x 500 mm x 430 mm (H x B x T) weist ausgeprägte Nierencharakteristik auf, die unterhalb von etwa 300 Hz bis ca. 30 Hz wirksam ist.

Das Freifeld-Diagramm verdeutlicht, wie stark die in die "falsche" Richtung abgestrahlte Tieftonenergie unterdrückt wird. Der Abfall bei 80 Hz beträgt immerhin mindestens 8 dB in einem rückwärtigen Winkelbereich von 130 Grad und mehr als 10 dB in Segment +/- 45 Grad um die hintere Mittelachse.



Das Freifelddiagramm des RL901K zeigt die Verringerung der nach rückwärts abgestrahlten Energie; sie ist bis unterhalb von 30 Hz wirksam.



musikelectronic geithain

Wie die Richtcharakteristik zustande kommt und welche Konsequenzen dies für Regieräume hat, darüber sprach Dipl.-Ing. Dieter Thomson mit Jochen Kiesler, Inhaber und Chefentwickler von ME-Geithain. Die in der Nähe von Leipzig angesiedelte Firma war schon in Vor-Wende-Zeiten bekannt für die Fertigung von Regielautsprechern in der typischen Koaxialanordnung der Hoch-Mitteltontchassis, die höchsten professionellen Ansprüchen genügen. Ohne große PR-Aktivitäten beginnt man jetzt außerdem, sich einen der vorderen Ränge im High-End-Consumersegment zu erobern.

Produktion Partner: Herr Kiesler, wie bringt man Wellenlängen im Meterbereich dazu, sich gegeneinander auszulöschen, und das nicht bei wenigen diskreten Hertz, sondern innerhalb einer 1:10 Bandbreite? Immerhin sprechen wir von Wellenlängen, die sich zwischen 1 und 10 Metern bewegen.

Jochen Kiesler: Nun, keinesfalls, indem man die Physik betrügt, das lässt die nicht mit sich machen. Auf einen kurzen Nenner gebracht, besteht der Kniff darin, dass wir an der Boxenrückseite ein rein akustisch arbeitendes Phasendrehglied angebracht haben, das etwa 160 Grad Verschiebung erzeugt. Dabei muss unabhängig von den Druckverhältnissen - das ist das größte Problem - sowohl die Amplitude konstant gehalten werden, als auch die Phase, und zwar innerhalb von fünf Grad. Der Druckbereich bewegt sich immerhin von 25 bis 125 dB im Gehäuseinneren, trotzdem hat die Strömungsgeschwindigkeit gleich zu bleiben.

PP: Mit anderen Worten, der Strömungswiderstand bewirkt eine breitbandig wirkende Verzögerung?

J. K.: So könnte man es auch formulieren. Wir verwenden dafür eine Kombination aus mehreren Materialien, auf deren Zusammensetzung ich hier nicht eingehen möchte. Die Box RL901K hat zwei Kammern, die mit diesen Strömungswiderständen rückwärts nach außen



Jochen Kiesler:

Die gegenseitigen Abhängigkeiten von Lautsprecher und Raum zu beherrschen, das kann der Nierenstrahler schon ein gutes Stück vereinfachen.

abgeschlossen werden. Die Flächen entsprechen der Membranfläche des Tieftöners, und wenn man die geeignete Zusammensetzung wählt, funktioniert das bis hinunter zu 30 Hz.

PP: Wieso ist da noch niemand eher drauf gekommen?

J. K.: Nun, irgend welchen Ansätzen hat es nicht gefehlt. Manche Konstruktionen verwendeten zwei einander entgegengesetzte Tieftontchassis - an sich eine plausible Idee. Aber in der Praxis braucht man dann für jede Box zwei möglichst hochwertige Tieftontreiber mit ihren Verstärkern und die passenden Gehäuse. Daher wurde daraus nie etwas kommerziell Brauchbares.

Wir haben dagegen aus unseren Beschallungsprojekten einige Erfahrung mit der Konstruktion von Boxen, die bis etwa 100 Hz nierenförmig abstrahlen. Eines Tages fragten wir uns, warum das Prinzip nicht auf

noch tieffrequenteren Bereiche auszuweiten ist, obwohl es keine theoretischen Grundlagen dazu gibt.

PP: Verzögerung heißt doch eigentlich, das sich die Schallgeschwindigkeit im Akustikglied verringert. Ist dem wirklich so?

J. K.: Ja. Sie reduziert sich von den üblichen 330 m/s auf etwa 310 bis 220 m/s. Das ist über den Umweg einer Phasenmessung zu ermitteln.

PP: Wie wurden die Übertragungsfunktionen für Niere und Kugel gemessen, und was sagen diese im Detail?

J. K.: Wir haben das gleiche Boxenexemplar im gleichen Raum - das war in der Tonregie einer Rundfunkanstalt - verwendet und am Abhörplatz die Messwerte über fünf Punkte gemittelt. Der Wandabstand betrug ca. ein Meter. Bei der Kugelcharakteristik waren die hinteren Abstrahlöffnungen druckdicht verschlossen. Der linke Kanal (siehe Abb.) zeigt die Unterschiede besonders deutlich, weil links ein Regieraumfenster ist und sich die Scheibe bis in untere Bereiche schallhart verhält. Außerdem hatte der Raum nur geringe Tiefe, das verschlimmerte die Situation nochmals. Der auf dem Chart erkennbare Einbruch zwischen 70 bis 100 Hz ist ganz typisch für eine Vielzahl von kleinen Abhörräumen, wie man sie heute findet. Wenn nun 10 dB weniger Schallpegel hinter dem Lautsprecher vorhanden sind, gibt es auch weniger Überlagerungseffekte bei der Ausbildung der Moden. Das führt zu geringerer Welligkeit beim Verlauf des Betriebsschallpegels, wie an der Kurve ‚Niere‘ zu sehen. Aber ich betone nochmals, dass die angegebenen Kurven für einen bestimmten Raum gelten. Ganz anders ist das bei der Aufnahme der Richtwirkung. Die haben wir im Freifeld gemessen, mit dem Meßmikrofon in der Normalhöhe von 1,40 m, so das die Bodenreflexionen mit einbezogen werden. Auch diese beeinflussen ja die nach hinten sozusagen „per Übersprechen“ geleitete Energie. Wird diese nicht



musikelectronic geithain

erfasst, wäre die Messung unrealistisch. Ganz nebenbei: Nicht einmal im schalltoten Raum erreicht man die nötige Genauigkeit, weil schon der Abstand von den Dämmkeilen zu Verfälschungen führt.

PP: Kann man davon ausgehen, dass es für den RL901K eine ideale, sozusagen vorbestimmte Raumposition gibt?

J. K.: Nein, nur eine Optimierung durch Positionsänderungen ist möglich. Ich kann auch nur vor Simulationsprogrammen warnen, von denen man nach Eingabe einiger Daten wie Flächen und Chassispezifikationen verlässliche Aussagen über die Wiedergabe in einem Raum erwartet. Daneben halte ich digitale Entzerrungen gleichfalls nur für bedingt einsetzbar. Selektive Einbrüche in der Übertragungsfunktion am Abhörpunkt lassen sich auch mit dieser Technik nicht schadensfrei beseitigen.

PP: Wenn ein Aktivlautsprecher eine bestimmte Leistung abstrahlt, wird diese nun wegen der Auslöschung weniger?

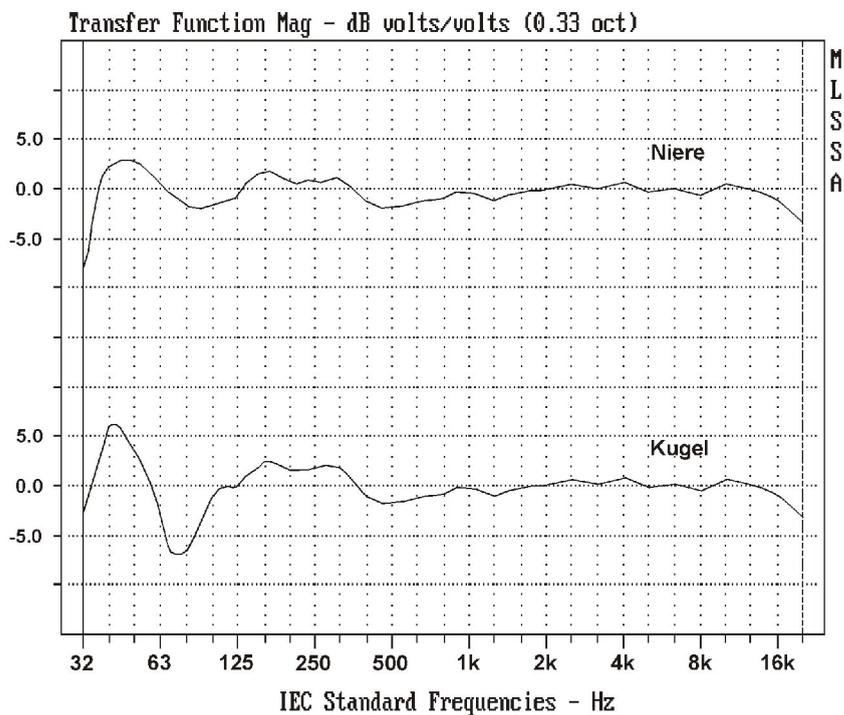
J. K. : Hier sollte man keinen Denkfehler machen; die akustisch wirksame Leistung im Gesamttraum bleibt unverändert.

PP: Bisher ist sowohl der RL901 als auch der RL901K im Programm. Wird zukünftig nur die K-Version angeboten? Lassen sich vorhandene Nicht-K-Ausführungen modifizieren und sind auch andere ME-Geithain-Modelle umrüstbar?

J. K.: Der 901 bot sich wegen seiner günstigen Innenkonstruktion zum Umbau in den K-Typ an, weil Platz für die beiden Strömungswiderstände und die rückwärtigen Ausschnitte vorhanden ist. Alle anderen Gehäuse erfordern eine Neukonstruktion. Sinn macht die Modifikation ohnehin nur bei Aktivlautsprechern.

PP: Abschließend gefragt, welchen klanglichen Unterschied bringt die Nierenabstrahlung in der Praxis?

J. K.: Es entsteht ein ausgewogeneres Bassklangbild, falls es bei kugel-



Regieraum 4 · RL901 Niere / Kugel · linke Seite · 12.02.2002

Schallpegelverläufe des RL901K für Kardiod- und Kugelabstrahlung, über fünf Positionen gemittelt gemessen in einer kleinen Hörfunkregie. Der Linearisierungseffekt zwischen 70 Hz und 100 Hz ist in der oberen Kurve deutlich erkennbar.

förmiger Abstrahlcharakteristik zu Einbrüchen im Übertragungsverlauf gekommen ist. Außerdem lässt sich die räumliche Aufstellung eines Lautsprechers für einen bestimmten Punkt und für ein definiertes Frequenzband in den Tiefen leichter optimieren. Bei gering gedämpften Eigenmoden im Raum reduziert sich die aufstellungsbedingte Anregung und somit die Nachklingzeit.

Das soll aber nicht heißen, dass man der akustischen Gestaltung eines Raumes nun keine oder lediglich geringere Aufmerksamkeit mehr schenkt; auch hier wirken sich geeignete Maßnahmen in der Verbesserung der Über-Alles-Wiedergabequalität aus. Zudem muss eines

festgehalten werden: Erst ist immer der Raum da, und vom später aufgestellten Lautsprecher erwartet man, dass er seine Dienste mit hoher Qualität tut. Die gegenseitigen Abhängigkeiten von Lautsprecher und Raum zu beherrschen, das kann der Nierenstrahler schon ein gutes Stück vereinfachen.

Das Gespräch führte
Dieter Thomsen

Text: Dieter Tomsensen
Fotos und Abbildungen:
ME-Geithain



musikelectronic geithain gmbh

STUDIOTECHNIK - BESCHALLUNGSTECHNIK

Nikolaistraße 7
D-04643 Geithain
Germany

Tel: (+49) 34341 3110
Fax: (+49) 34341 31144
e-mail: info@me-geithain.de

Moden - Schau

Ein beliebiger Raum stellt in seinem akustischen Eigenleben für sich allein betrachtet schon ein komplexes Gebilde dar - dies tritt meist erst dann zu Tage, wenn Lautsprecher darin ihre Aufgabe erfüllen sollen, nämlich ein beliebiges Klanggeschehen weitgehend unparteiisch zu reproduzieren. Oft fällt das Resultat enttäuschend aus - dies umso mehr, wenn man nach vielen Parametern optimierte professionelle Produkte einsetzt, an die entsprechend hohe Erwartungen geknüpft werden.

Da es hier um das Zusammenspiel des Systems "Hörraum" mit dem System "Lautsprecherbox" geht, wären eigentlich Optimierungsmaßnahmen an beiden Komponenten nötig. Selten haben dabei allerdings Veränderungen des Hörraums Priorität: Akustik hat immer ihren Preis. So besteht ein Kompromiss im Falle der Stereowiedergabe meist darin, durch verändern der Boxenaufstellung klangliche Verbesserungen zubewirken.

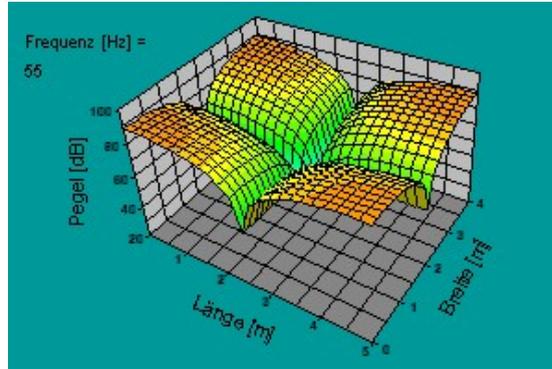
In der Hauptsache dürfen diese eine ausgeglichene, klar zeichnende Tiefenwiedergabe zum Ziel haben - der viel zitierte Sweet Spot mit seinem "neutralen" Eindruck.

Der Intimfeind jeglicher linearer Tieftonreproduktion sind Stehwellen, die sich nach dem unerbittlichen Gesetz des Vielfachen der halben Wellenlänge zwischen zwei reflektierenden Flächen bilden. An einem Schwingungsbauch einer solchen stehenden Welle kann die Resonanz-überhöhung durchaus 15 dB erreichen. Da jedoch bis in die tiefsten Bässe wirkliche schallharte Raumbegrenzungen kaum existieren, bleibt sie meist darunter. Komplizierter werden die Verhältnisse in der Praxis durch Stehwellen, die sich nicht nur axial zwischen zwei parallelen Wänden genügen der Ausdehnung bilden, sondern auch diagonal und tangential.

Schön wäre es, wenn sich derartige Effekte durch eine Vorentzerrung im Endverstärker kompensieren ließen; der Augenblickscharakter solcher sich überlagender Resonanzen - in ihrer Gesamtheit als Moden bezeichnet - lässt indessen schon den Ansatz dazu als wirkungslos erscheinen. Unterschiedliche Moden bilden sich in je dem Sekundenbruchteil bei Anregung durch die Lautsprechermembran in anderer Form. Sie folgen in ihrer Abklingdauer durchaus nicht dem zeitlichen Verlauf der anregenden Energie, sondern benötigen dazu in der Regel sehr viel länger - ein Phänomen, das ein Raumjensattsambehaltenen schwammig/bumsigen Charakter verleihen kann, sich dabei aber einer augenfälligen Begutachtung entzieht. Andererseits benötigt der Hörer eine gewisse Mischung aus Resonanzen und Reflexionen, um sich in einer akustischen Umgebung orientieren zu

können und einen Klang als lebendig zu empfinden.

Erst eine Visualisierung kann vermitteln, welche Dynamik die momentanen Energieverschiebungen entfalten. Hierzu findet sich z. B. eine anschauliche Darstellung als ladbare AVI-Datei auf der Webseite der Plattform für innovative Akustik des Fraunhofer Institutes für



Bauphysik (PIA) [1]. Aus der Animation der Modenbildung, die das Geschehen von 20 Hz bis 100 Hz in 0,5 Hz Schritten wiedergibt, kann das Bild nur eine Momentaufnahme zeigen

Zur Vertiefung des Themas sei außerdem ein Referat von Dr. Horst Wolherr und Sebastian Goossens (IRT), gehalten auf der Tonmeistertagung 1998 empfohlen [2]. In einer dort angeführten Formel für die Abstrahlung erscheint auch die Schallgeschwindigkeit als eine relevante Größe; sie spielt beim Nieren-Monitor RL901K von ME-Geithain eine wichtige Rolle. Die Summe der im Vortrag angesprochenen Aspekte sprengt freilich den Rahmen des Beitrages. Kein Zweifel: Der beste Weg zu linearer Reproduktion ohne Resonanzüberhöhungen ist derjenige, der Moden gar nicht zur Anregung bringt. Wenn finanzielle Aspekte keine Rolle spielen, ließe sich aus der bei großen Wellenlängen in alle Raumwinkel gleichförmig abstrahlenden Box (4-Pi-Strahler) durch druckdichten Wandeinbau ein einigermaßen brauchbarer 2-Pi-Strahler gestalten. Eine solche Lösung dürfte sich ganz abgeben vom bautechnischen Aufwand wohl kaum für jeden Abhörraum eignen; außerdem wird auch von dem Kontrollmonitoren z.B. unmittelbar vor dem Mischpult größtmögliche Linearität im Tieftonbereich verlangt. Akustisch geradezu "bösarzig", so Jochen Kiesler, benimmt sich solche Festinstallation in einem 5.1-Wiedergabesystem, bei dem nicht unerhebliche Energien von den Surround-Strahlern auf die Fläche vor dem Hörer auftreffen.

Die Überlegenheit der ME-Geithain-Lösung bestehen in der Tatsache, dass sie die Charakteristik des Raumes von der des Systems "Box" weitgehend zu trennen erlaubt - auch wenn aus der Nierenbox

dadurch kein idealer 2-Pi-Strahler wird, schließlich stellt der Boden des Raumes auch noch einen Störfaktor dar. Nicht ohne Grund bieten die Geithainer zu jedem Typ ihres Monitorprogramms deshalb ein stabiles Untergestell als Option an. Es bringt die Lautsprecherachse auf eine Höhe von 1,40m und ist unsymmetrisch aufgebaut. Die Folge: Unerwünschte, nach unten gerichtete Tieftonenergie wird schon von der Konstruktion her weitgehend unterdrückt.

Wenn man schon einen Weg gefunden hat, die Tiefenabstrahlung in den Griff zu bekommen, fehlt zum idealen Schallwandler nur noch ein Trick, die Luftkompressibilität zu überwinden. Sie ist es nämlich, die jeder noch so steilen, auch von den hochwertigsten Hochtönern erzeugten Flanke die Attacke raubt, bis sie beim Hörer eingetroffen ist. Aber die Entwicklung geht ja weiter...

Dieter Thomsen



Quellen:

- [1] <http://www.pia-alfa.de/de/anim.htm>
- [2] Einfluss des Wiedergaberaumes auf Lautsprechereigenschaften; Vortrag auf der 20. Tonmeistertagung 1998; Tagungsband S. 847 ff.



musikelectronic geithain gmbh
STUDIOTECHNIK - BESCHALLUNGSTECHNIK
Nikolaistraße 7
D-04643 Geithain
Germany
Tel: (+49) 34341 3110
Fax: (+49) 34341 31144
e-mail: info@me-geithain.de