



Fachthema-Interview: Dr. Roland Gauder

# Der Raum ist das Ziel

Ein Wohnraum hat seine eigenen Gesetze.  
Dr. Roland Gauder von Isophon gibt im Fach-  
thema-Interview wichtige Raumakustik-Tips.

**hifi & records:** Herr Dr. Gauder, kaum ein Thema brennt den HiFi-Fans so unter den Nägeln wie der richtige Umgang mit der Raumakustik, zumindest wenn wir die Anfragen an uns zum Maßstab nehmen. Nun ist jeder Raum verschieden, gibt es da überhaupt allgemein gültige Regeln?

**Gauder:** Wenn wir den Grundriß eines Wohnzimmers betrachten und darin unsere Lautsprecher platzieren, sehen wir, daß außer dem Direktschall von den Wandlern auch erste Reflexionen von der Seitenwand auf die Ohren treffen. Hinzu kommen Irrläufer-Signale, die über die Wände wie eine Billardkugel hinter den Hörer gelangen und dann von hinten auf das „falsche“ Ohr treffen, sowie ganz unangenehme Flatterechos. Diese Abhörsituation ist in allen Räumen grundsätzlich gleich.

**hifi & records:** Das sind ja eine ganze Menge Probleme.

**Gauder:** Wenn man so eine rein geometrische Darstellung aufzeichnet, ist es schon verwunderlich, daß die Musikübertragung überhaupt funktioniert. Es kommen ja noch Resonanzen im tieffrequenten Bereich und störende Umgebungsgeräusche hinzu. Aber es geht dennoch, sogar sehr gut.

**hifi & records:** Wie packt man das Thema an?

**Gauder:** Zum besseren Verständnis des Sachverhalts müssen wir das Ohr und seine Entstehungsgeschichte berücksichtigen.

## „In einem unterdämpften Raum ist weder das Wohnen noch das Musikhören ein Vergnügen.“

Die Evolution hat den Menschen über Jahrtausende hinweg auf die Umweltbedingungen eingestellt, das heißt, das Ohr ist im Freifeld entstanden. Es muß die überlebenswichtigen Geräusche möglichst deutlich erkennen, deshalb ist seine Empfindlichkeit auch abhängig von der Lautstärke: Bei niedrigen Pegeln ist die Sensibilität im Baß und in den Höhen gering, der Präsenzbereich für die Wahrnehmung betont. Erst ab 80 bis 90 Dezibel arbeitet das Gehör dann fast linear. Dafür besitzt es ein enormes Auflösungsvermögen: Wäre das Auge genauso präzise, könnten wir eine Zeitung auf dem Mond lesen. Dazu würde schon das Licht einer Kerze ausreichen.

**hifi & records:** Welche Konsequenzen hat das für die Raumakustik?

**Gauder:** Im Raum kommt zum Direkt-schall der Indirektschall von den Wänden hinzu. Das ist zunächst einmal nichts Schlimmes, denn das Gehirn kann die Laufzeitunterschiede zwischen dem linken und rechten Ohr detektieren und gewinnt daraus zu-

sätzliche Information über die Schallherkunft. Im Freifeld ist es sehr schwer, eine Stimme zu lokalisieren, im Raum dreht sich jeder sofort in die richtige Richtung – das Ohr ist schon ein wunderbares Instrument.

**hifi & records:** Die Raumreflexionen verbessern die Ortung?

**Gauder:** Im Prinzip ja, aber es gibt einen Riesennachteil. Die Anteile von den Seitenwänden kann ich zur Differenzierung nutzen, die Boden- und Deckenreflexionen aber sind zu beiden Ohren gleich lang unterwegs. Auch sie liefern eine zusätzliche Information, doch die verschmiert nur das Originalsignal. Die erste Grundregel lautet also: Boden und Decke bedämpfen. Da helfen ein Teppich und eine Holzdecke, sofern sie nicht zu dick einlasiert ist, denn sonst sind die Poren weg.

**hifi & records:** Die Poren? Was machen die?

**Gauder:** Das, was angesichts des ungünstigen Nachhalls not tut: absorbieren. Ich kann ja von jedem Medium die akustische Impedanz ( $Dichte \times Schallgeschwindigkeit$ ) und damit den Übergang von Luft in Beton bestimmen. Der Reflexionskoeffizient beträgt in diesem Fall stolze 99,99 Prozent, das heißt, nur ein Promille der Schall-Energie dringt aus der Luft in eine glatte Betonwand ein, der Rest kehrt in den Raum zurück. Die Poren sind quasi kleine Kanäle in einem beliebigen Material, und mit ihnen steigt der Absorptionsgrad für hohe Frequenzen dramatisch an. Bei zehn Prozent Porosität muß das Auge schon ganz genau hinschauen, um das überhaupt zu sehen, aber der Absorptionswert steigt auf 33 Prozent an. Das ist genau das, was wir brauchen.

**hifi & records:** Wie sehen solche porösen Absorber in natura aus?

**Gauder:** Die sind uns allen wohlvertraut: Teppiche, Vorhänge, Wandbe-

spannungen, Bilder, Decken aller Art, Kissen, dicke Polstermöbel...

**hifi & records:** Alles auf einmal, wird das nicht zuviel?

**Gauder:** Die meisten Wohnräume kann man gar nicht überbedämpfen, weil sie so viele Türen und Fenster haben. Wer keine speziellen Dämm-Materialien oder Noppenschäumstoff verwendet, bekommt ganz bestimmt kein Problem.

**hifi & records:** Können die seitlichen Reflexionen nicht auch irritieren? Es entstehen ja virtuelle Schallquellen.

**Gauder:** Wenn ich eine Asymmetrie habe, auf jeden Fall. Links ein Fenster, rechts eine Bücherwand, so etwas ist sehr heikel. Da hilft dann nur ein Vorhang vor dem Fenster. Wir haben hier auch schon öfters diskutiert, ob die Verbreiterung des Stereo-Panoramas über die Box hinaus wirklich von seitlichen Reflexionen herrührt. Ich glaube das nicht – aber sicher bin ich mir da auch nicht in letzter Konsequenz.

**hifi & records:** Oder ein auf den Hörplatz ausgerichteter, stark bündelnder Lautsprecher?

**Gauder:** Da bin ich dagegen, denn wir leben schon auch von den seitlichen Reflexionen. Wenn ich Energie nach vorne stark bündele wie beim Horn, wird der Klang außerdem trötig-näselnd. Meiner Ansicht nach sollte der ideale Lautsprecher nur in der Vertikalen bündeln, um Boden- und



Deckenreflexionen vorzubeugen, in der Horizontalen aber absolut frei abstrahlen. Mit einer sehr schlanken und hohen Schallwand geht das. Der Grund ist der gleiche wie für die Fähigkeit, um die Ecke zu hören: Die akustische Wellenfront breitet sich auch hinter einem Hindernis aus. Wenn die Wellenlänge des Schalls größer ist als das Hindernis, dann tritt Beugung auf; ist sie kürzer, kommt es zu reiner Reflexion.

**hifi & records:** Stimmt die alte Faustregel noch, daß ein Raum, in dem man sich gut unterhalten kann, auch fürs Musikhören gut geeignet ist?

**Gauder:** Ja natürlich, klar – die Stimme ist ein tragendes Element, für sie haben wir Menschen eine extreme Affinität. Wir erkennen an dem bißchen Spektrum, das durch den Telefonhörer dringt, den Gesprächspartner am anderen Ende der Leitung, was für einen Computer unmöglich ist. Stimmen sind ein vertrautes Signal, wir können damit sehr schnell und zuverlässig urteilen.

**hifi & records:** Welche Proportionen hat so rein Raum?

**Gauder:** Wir kommen immer wieder auf den quaderförmigen Raum zurück. Der kreisrunde Saal ist ganz schlecht, da gibt es Stellen der maximalen Auslöschung, und da versteht man dann gar nichts mehr. Der normale Wohnraum ist für Musikwiedergabe hervorragend geeignet. Die Studios sind ja auch meist nicht irgendwie gebogen oder gekrümmt. Die Resonanzverteilung im Tieftonbereich ist beim Quader schon günstig. Die Länge, Breite und Höhe des Raumes bedingen stehende Wellen, die man berechnen kann und auf deren Verteilung es ankommt. Aber im Normalfall hat ein Wohnzimmer nur ein oder zwei Problemfrequenzen.

**hifi & records:** Deren Dröhnen kennt dafür wohl jeder. Was kann man da machen außer Boxen rücken?

**Gauder:** Eine gute Frage. Bei den Frequenzen geht mit Dämm-Material gar nichts, da hilft nur ein auf die Problemfrequenz abgestimmter resonanter Absorber. Das Prinzip ist das gleiche wie bei der Baßreflexbox, nur daß die mitschwingende Luftsäule ihre Energie nicht von der Membran, sondern vom Raum bezieht. So eine Baßfalle mit 30 bis 40 Litern Volumen kann die Nachhallzeit um 15 bis 30

## „Der Lautsprecher darf den Hörraum nur kurz anregen – wehe wenn der einschwingt.“

Prozent drücken, was oftmals schon dieses unpräzise Grummeln entfernt. Den Resonator zu berechnen und zu bauen ist kein Problem. Schwieriger ist die Bestimmung der Problemfrequenz, doch mit einem Sinusgenerator kann man sie sogar gehörmäßig ermitteln. Liegen mehrere dröhnende Resonanzen dicht beieinander, stimmt man den Absorber auf die mittlere ab und füllt ihn zur Verbreiterung des Wirkungsbereichs noch mit Dämm-Material.

**hifi & records:** Wie weit müssen die Boxen dann noch von den Wänden entfernt stehen?

**Gauder:** Wer die Güte seines Lautsprechers im Baßbereich und seine untere Grenzfrequenz kennt, kann das berechnen. Es gibt da einen Algorithmus, aber das ist eine ziemlich komplizierte

Geschichte. In der Praxis hilft wirklich nur eines: Boxen rücken. Ein Meter zur Rückwand sind schnell erreicht, und da sind wir meist erst bei 60 Hertz. Wenn eine Box bis 20 Hertz überträgt, muß man sie für eine optimale Aufstellung sogar drei Meter von den Wänden entfernt aufstellen. Nur wenn ich keinen Baß von der Box habe, brauche ich zur Unterstützung die Rückwand. Dafür gibt es dann keine Tiefe, keine Rauminformation, keinen wirklich realistischen Konzerneindruck. Ein großes Manko, denn wir machen ja eine Illusion, und je realistischer die gelingt, desto perfekter wird man übertölpelt, desto schöner wirkt sie. Tonalität, Dynamik und Räumlichkeit, das geht. Wir nennen es das 2c/3D-Prinzip: two channels, three dimensions.

**hifi & records:** Was ist bei der Auswahl des Hörplatzes zu beachten?

**Gauder:** Es ist ein Grundübel, daß fast alle Leute mit dem Rücken zur Wand sitzen. Das ist beim Hörplatz schlimmer als bei der Boxenaufstellung. Direkt vor der Wand klingt alles grummelig und dröhnend, in der Raummitte gibt's aufgrund von Auslöschungen extrem wenig Baß. Die alte Faustformel, den Hörplatz bei zwei Drittel der Raumlänge einzuplanen, macht nach wie vor Sinn. Im Normalfall bestimmt aber die Optik die Einrichtung des Wohnzimmers, und da sind dann Kompromisse nötig. Aber etwas Abstand zwischen Hörer und Rückwand muß schon sein.

**hifi & records:** Welchen Anteil hat die Abstimmung der Box an solchen Dröhn-Effekten?

**Gauder:** Es dauert ja eine Weile, bis der Raum einschwingt, ich muß also vermeiden, ihn lange anzuregen. Wenn eine Box allerdings fünf Dezibel Baßbetonung im Frequenzgang aufweist, dann heißt das eindeutig, daß sie ein schlechtes Impulsverhalten haben muß. Sie regt also bei diesem Peak den Raum lange an, so daß der voll einschwingt und dann richtig mitarbeitet.





**hifi & records:** Heißt das sicherheits- halber „Finger weg von Baß“?

**Gauder:** Wenn ich echtes HiFi will, dann muß die Box runtergehen bis zur Hörgrenze oder zumindest in die Nähe davon. Der Ärger entsteht ja nicht durch echten Tiefbaß, sondern durch Peaks irgendwo bei 80 bis 100 Hertz. Hat die Box einen präzisen Baßbereich mit flachem Verlauf ohne Überhöhungen, dann geht's sogar in der Nähe der Wand noch sehr ordentlich. Ein Lautsprecher muß eben für einen Wohnraum gebaut sein.

**hifi & records:** Noch ein Tip für den Umgang mit Raumecken?

**Gauder:** Man will ja den Schall auch mal verteilen, nicht nur schlucken. Daher kommt als Diffusor in den Ecken

jeder feste gekrümmte Gegenstand in Betracht. Ein Blumentopf zum Beispiel.

**hifi & records:** Welche Bereiche im Raum sind besonders kritisch?

**Gauder:** Die Rückwand zwischen den Lautsprechern wegen der direkten Reflexionen. Die sollte man bedämpfen, am besten mit einem Vorhang, was nicht gerade in Mode ist. Auch Pflanzen mit großen Blättern sind günstig. Die haben zudem den Vorteil, daß der reflektierte Anteil sehr diffus wird – der gute alte Gummibaum bringt also akustisch große Vorteile. Aber der Vorhang ist variabel und deckt ein breiteres Spektrum ab als Pflanzen. Lautsprecher sollten nicht vor Bücher- oder Schrankwänden stehen, und auch das Geräterack hat zwischen den Boxen nichts zu suchen. Es ist schön, wenn da möglichst wenig ist, ein Sofa wiederum ist dort wunderbar, vor allem, wenn die Boxen wandnah stehen. Dann wird da wenigstens noch ein bißchen was geschluckt.

**hifi & records:** Was sollte man tunlichst vermeiden?

**Gauder:** Drei Dinge. Erstens: Hellhörige Räume in jeglicher Form – die sind immer unangenehm, man fühlt sich beobachtet. Zum zweiten achte man

auf eine gut bedämpfte Rückwand: Ein Schallereignis, das von hinten kommt, bedeutet immer „Achtung, umdrehen, Gefahr“. Das ist fürs Musikhören alles andere als günstig. Drittens: Es ist vergebene Liebesmüh, Raum-Resonanzen durch ein anderes Lautsprecher-Kabel in den Griff bekommen zu wollen. Es soll ja Händler geben, die so etwas empfehlen, aber wenn's dröhnt, nutzt das neue Kabel auch nichts. Wir haben ein Modell gebaut, mit welchem wir all die beschriebenen Maßnahmen simulieren und hörbar machen können. Wer das einmal miterlebt hat, weiß genau, daß er an die Akustik ran muß statt an Symptomen herumzudoktern. ■

## Die Baß-Formel

Wer seine eigene Baßfalle bauen möchte, kann diese nach folgender Formel berechnen:

$$L_r = \frac{n \cdot 94170}{V \cdot f_b^2} \cdot r^2 - 1,463 \sqrt{n} \cdot r$$

Dabei stehen  $L_r$  für die Länge,  $n$  für die Anzahl und  $r$  für den Radius der Reflexrohre. Das Volumen  $V$  sollte 30 bis 40 Liter betragen, die Resonanzfrequenz  $f_b$  bestimmt man am einfachsten per Sinusgenerator.

**hifi  
& records**

Das Magazin für  
hochwertige Musikwiedergabe