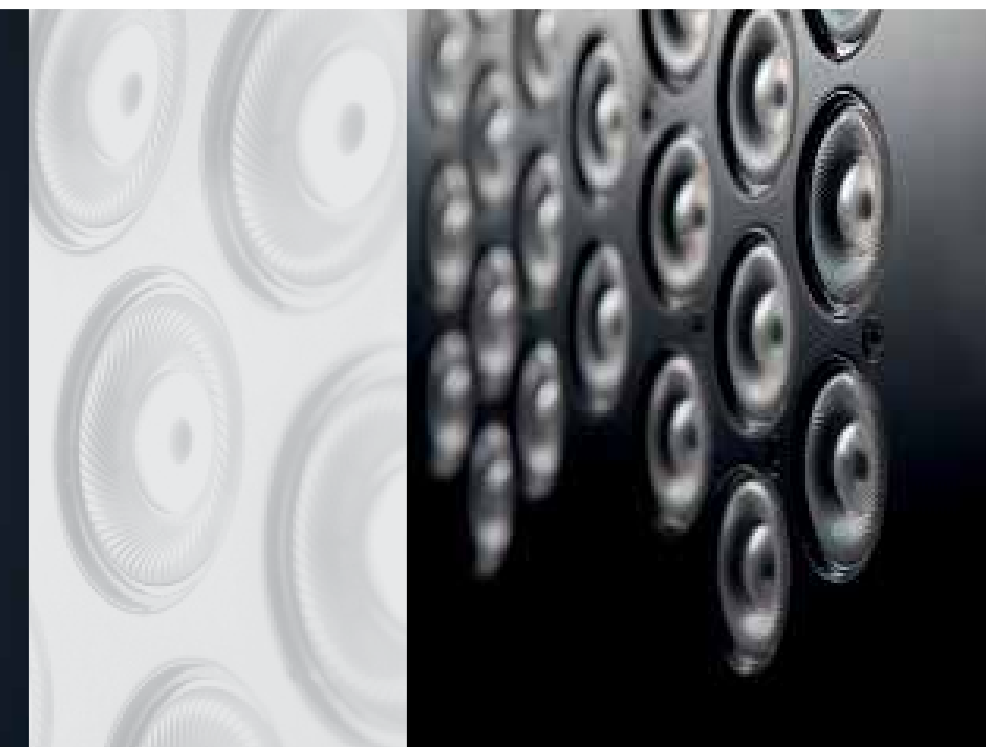




Klang mit persönlicher Note

In einem Raum, aus dem kein Ton in die Außenwelt dringt, entwickeln Forscher die Lautsprecher der Zukunft.

Text: Monika Weiner



Die Lautsprecher-Panels der Zukunft sind flacher als ein 1-Euro-Stück, leistungsfähig wie eine richtige Box und können direkt an die Wand montiert werden. Die Arrays bestehen aus einer Anordnung kleiner Wandler, die elektrische in akustische Signale umsetzen (Bilder links).
© Fraunhofer IDMT

Die Wandler-Arrays in Zoom-Ansicht (Bilder Mitte und rechts).
© Fraunhofer IDMT

Die mächtige Tür fällt ins Schloss und nun ist alles still. Beängstigend still. Dicke Keile aus Mineralwolle, die wie Stacheln in den Raum ragen, schlucken jeden Schall. Das Akustiklabor hat massive Betonwände und ein eigenes Fundament, das auf einer federnden Gummischicht ruht. Kein Laut kann hier die Untersuchungen stören.

Doch irgendetwas ist da: ein leises Gemurmel? Oder singt da wer? Das kaum wahrnehmbare Geräusch kommt aus einer Reihe mit acht kleinen Lautsprechern, die auf einem Stativ in der Mitte des Raums aufgebaut sind. Das soll die Audiotechnik der Zukunft sein? Neugierig folge ich Dr. Daniel Beer. Der geht direkt auf die Lautsprecherleiste zu. Doch so nah wir der auch kommen, das Gemurmel wird nicht lauter. Zumindest nicht, wenn man in der Mitte bleibt. Nun macht Beer einen Schritt nach rechts und winkt mich heran. Ich gehe zu ihm und höre plötzlich klar und deutlich die Musik: Marla Glen »Cost of Freedom«. Ein Schritt zurück zur Mitte: Die Musik wird leiser und verstummt schließlich ganz. Erstaunlich! Geht man hingegen ein Stück nach links, werden die Stimmen lauter: Hier kann man dem Hörbuch „Mensch, Mammut“ lauschen.

Die Technik, die unterschiedliche »Hörzonen« schafft, haben die Forscher am Fraunhofer-

Institut für Digitale Medientechnologie IDMT in Ilmenau unlängst zum Patent angemeldet. Der Trick: »Alle Boxen strahlen dieselben Programme aus, das Hörbuch und den Musiktitel«, erklärt Beer. »Die Steuerung der Lautsprecher sorgt jedoch dafür, dass sich die Wellen überlagern und sich dadurch verstärken oder auch auslöschen.« Auf diese Weise entstehen Schallstrahlen in bester Klangqualität, die sich genau positionieren lassen. Zum Beispiel im PKW. Eingebaut in den Autohimmel würden die Lautsprecher allen Insassen akustische Autonomie verschaffen: Eltern könnten während der Fahrt entspannt Musik hören, ohne von Benjamin Blümchen, der die Kinder auf dem Rücksitz unterhält, gestört zu werden. Theoretisch lässt sich sogar für jeden der Sitze ein eigenes Klangfeld erzeugen. Kein Wunder, dass die Auto-Hersteller großes Interesse an der neuen Personal-Sound-Zone-Technologie haben.

Noch sind die Lautsprecher allerdings zu klobig. Die Boxen, aus denen der Demonstrator im Akustik-Labor des IDMT aufgebaut ist, benötigen ein Volumen von je zwei Zentilitern – das entspricht dem eines Schnapsglases. Die ganze Lautsprecherleiste ist 80 Zentimeter lang und vier Zentimeter dick – für den Einbau im Auto-dach ist das Arrangement bisher nicht geeignet.

Die Boxen müssen also schrumpfen: »Einer der Knackpunkte bei der Miniaturisierung ist das Gehäuse«, erklärt Beer. Seine linke Hand umfasst einen imaginären Raum, dem sich die flache rechte Hand immer weiter nähert: »Wenn wir das Gehäuse zu klein machen, wirkt die Luft im Inneren wie eine Dämpfung, die die Membran beim Schwingen behindert. Man kann sich das vorstellen wie eine zugehaltene Luftpumpe: Die Luft in der Pumpe kann nicht entweichen, der Kolben, der zum Pumpen bewegt werden müsste, steckt fest. Das selbe würde mit der Membran in einem zu kleinen Lautsprecher passieren.«

Könnte man das Gehäuse nicht einfach weglassen? »Theoretisch ja«, antwortet der Ingenieur. »Doch ohne Gehäuse würde der Schall des Wandlers, der elektrische Signale in akustische verwandelt, in alle Richtungen gehen.« Dies führe zu einem massiven Qualitätsverlust, weil die Schallanteile von der Vorderseite der Membran die von der Rückseite überlagern. Fazit: Gehäuse muss sein. Es ist der Dreh- und Angelpunkt des guten Tons.

Aber wie weit darf es schrumpfen? Um das herauszufinden, hat Beers Team im Keller des Instituts einen Messplatz eingerichtet, an dem

sich für jeden Wandler das minimale Gehäusenvolumen ermitteln lässt. Heute liegt ein neues Modell auf dem Prüfstand – besonders flach, besonders klein. Obwohl es nur elf Millimeter dünn ist, enthält es alle Bauteile, die ein Wandler braucht: die Membran, auf deren Rückseite sich eine Spule befindet, und den Permanentmagneten. Beer schiebt die Ärmel seines Kapuzensweatshirts hoch und schließt den Wandler an die Stromversorgung an. Weil sich nun um die Spule ein elektromagnetisches Feld aufbaut, das vom Permanentmagneten angezogen oder abgestoßen wird, beginnt die Membran zu vibrieren. Aus dem Schwingungsverhalten berechnet eine Software das notwendige Volumen des Gehäuses. Der neue Wandler benötigt einen Zentiliter – ein halbes Schnapsglas. Damit ist er, verglichen mit dem Demonstrator schon um die Hälfte geschrumpft. Durch technische Tricks lässt sich das Volumen sogar noch weiter reduzieren: »Indem wir einen stärkeren Antrieb verwenden, der die Dämpfung der Luft überwindet, können wir ein weiteres Drittel einsparen«, erläutert Beer. In der institutseigenen Werkstatt wird das Gehäuse für den Winzling maßgenau angefertigt.

Bringt der miniaturisierte Lautsprecher noch die gewünschte Leistung? Für den Härtestest

kehren wir zurück ins Akustiklabor. Wieder diese beklemmende Stille. Beers Stimme klingt dumpf: »Zugegeben, es ist gewöhnungsbedürftig. Aber ich bin gern hier. Es ist ein idealer Platz, um Lautsprecher zu testen, weil keine Reflexionen die Messergebnisse stören.« Der Raum ist praktisch schalltot. Weil sich aber Reflexionen trotz dicker Mineralwolle-Keile nie hundertprozentig ausschließen lassen, nennen die Forscher ihr Labor – etwas bescheidener, aber dafür physikalisch korrekt – »reflexionsarm«.

Härtestest im Akustik-Labor

Beer hat den Lautsprecher auf einem schwenkbaren Stativ befestigt, nun schließt er die Tür – von außen, denn während der Messungen darf niemand im Raum bleiben: Schallwellen, die vom menschlichen Körper reflektiert werden, könnten die Ergebnisse verfälschen. Vom benachbarten Maßraum aus startet er per Fernbedienung den standardisierten Test. Über eine Kamera kann er das Geschehen beobachten. Auf dem Stativ bewegt sich der neue Lautsprecher Grad für Grad um die eigene Achse, dann dreht er sich nach oben, kreist wieder, bis sämtliche Raumrichtungen abgedeckt sind. An jedem Messpunkt erzeugt er Töne, immer dieselben, die klingen wie das Quiaken eines

Meerschweinchens. Ein Mikrofon fängt diesen »Sinus-Sweep« auf und überträgt die Signale an die Rechereinheit. Auf dem Bildschirm erscheinen Kurven. Beer nickt zufrieden: Die Abstrahlung ist gut. »Wenn wir die kleinen Lautsprecher noch etwas verbessern, müssten sie leistungsfähig und laut genug sein, um Fahrgeräusche zu übertönen.« Acht Stück nebeneinander könnten dann dank Personal-Sound-Zone-Technik den Insassen eines Autos individuellen Hörgenuss ermöglichen.

Aber nicht nur für die mobile Beschallung eignen sich die neuen Mini-Boxen: Mit Flachlautsprecher-Arrays, in denen Dutzende der kleinen Schallquellen zusammengeschaltet werden, lässt sich in Wohnzimmern und Besprechungsräumen ein optimaler Sound erzeugen. »Die Klangqualität ist vergleichbar der von hochwertigen Stereoboxen«, betont Beer. Er muss es wissen, als Hobby Musiker legt er großen Wert auf guten Sound. Weil solche Flachlautsprecher, dank der winzigen, integrierten Gehäuse, nur 24 Millimeter tief sind und direkt auf die Wand montiert werden können, eröffnen sie völlig neue Gestaltungsmöglichkeiten. Man kann sie in ein dekoratives Bild, einen Flachbildschirm oder in eine Schranktür integrieren. Der Klang der Zukunft wird das Auge nicht mehr stören. ■