

DAS M.I.T.-MAGAZIN FÜR INNOVATION

TECHNOLOGY

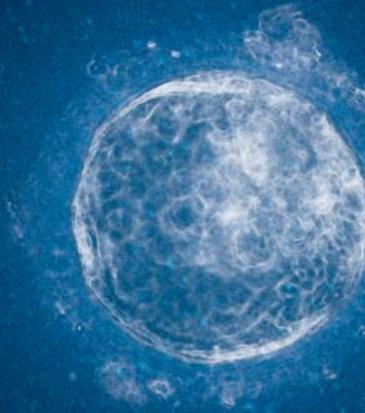
R E V I E W

MÄRKTE VON MORGEN

+
FOKUS
Fernsehen
von
morgen
+

Stammzellen

Täuscht die Hoffnung?



HOLO-SPEICHER
100 Filme auf
einer CD S.46



AUTOMOBIL
Wege aus der
Elektronikfalle S.50



ERNÄHRUNG
Fit und gesund
mit Gendiät? S.60



ENERGIE
Visionen für die
solare Ära S.66



Ultimatives Hörerlebnis:
Elektronikingenieur Peter Schippers treibt die Audio-Technik sichtlich ins Extrem



→ DEMO

Der perfekte Klang

Audiophile schwören auf die Bedeutung hochwertiger Boxen. Heutige Highend-Lautsprecher basieren auf präziser Messtechnik und Computersimulation

Das Rezept klingt verführerisch einfach: Man nehme eine Kiste, versehe sie mit zwei, drei Chassis, ergänze eine Weiche – und fertig ist der Lautsprecher. Dass die Wirklichkeit wesentlich komplizierter ist, wissen Lautsprecherhersteller aus leidvoller Erfahrung. Membranen, Schwingenspulnen, Gummisicken und Dutzende von Verklebungen machen Lautsprecher extrem toleranzempfindlich. Da jedoch alle Komponenten zum Klangergebnis beitragen, erreicht die Zahl potenzieller Fehlerquellen schnell astronomische Höhen. „Wenn Sie die Bauteile einfach aus dem Karton nehmen und in den Lautsprecher reinschrauben, sind Abweichungen von 3 Dezibel (= 30 Prozent) keine Seltenheit“, weiß Elektroingenieur Peter Schippers. „Ein solches Lautsprecherpaar ist nicht in der Lage, einen homogenen Stereoklang abzuliefern.“ Da-

mit nicht genug. Was bei Verstärkern als Anfängerübung gilt, stellt viele Schallwandler bis heute vor eine schier unlösbare Aufgabe: die zeitrichtige Auflösung von Impulsen. Ein Mangel mit weit reichenden Folgen. Denn das menschliche Gehör ist in der Lage, Schallereignisse in weniger als einer Tausendstelsekunde zu analysieren. So klingen selbst hochgezüchtete Klangboliden oft nicht natürlich, sondern schlicht nach Box.

Dies liegt vor allem an der Architektur konventioneller Mehrwege-Lautsprecher. Ein Lautsprecher wandelt elektrische Signale in Schallschwingungen um. Dabei steht jeder Schallwandler vor dem Problem, einen riesigen Frequenzbereich naturgetreu wiedergeben zu müssen. „So wie ein Automotor Gänge hat, um den nutzbaren Drehzahlbereich per Getriebe auf die gewünschte Geschwindigkeit anzupassen, benötigen Sie



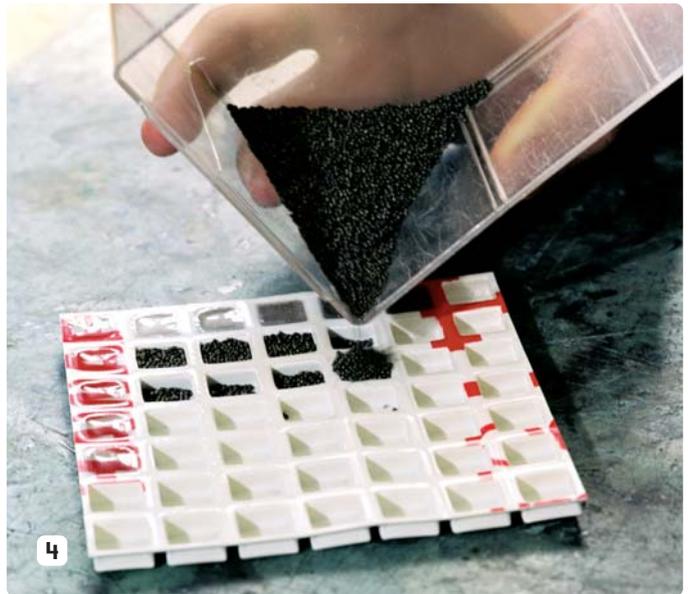
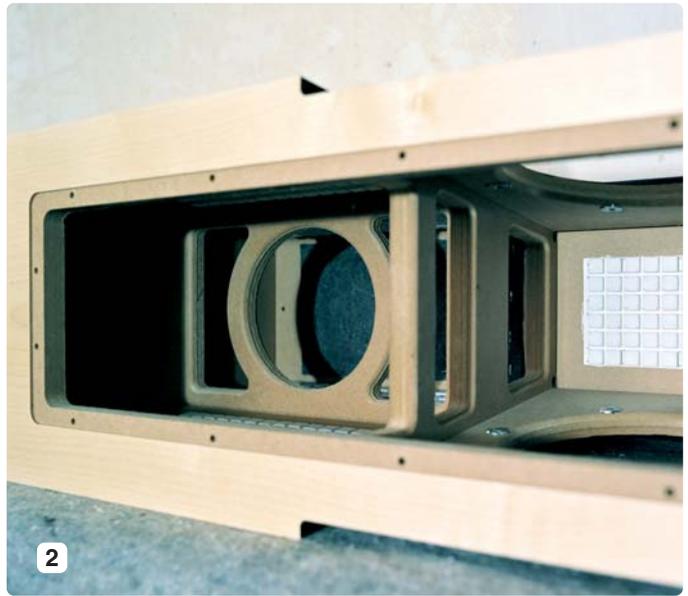
verschieden große und schwere Lautsprecherchassis, um diesen Tonumfang wirklich perfekt darzustellen“, so Schippers. In typischen Drei-Wege-Konstruktionen kommen deshalb auf einzelne Frequenzbereiche spezialisierte Tief-, Mittel- und Hochtöner zum Einsatz. Frequenzweichen verteilen das ankommende elektrische Signal auf die einzelnen Treiber, sodass der Hochtöner nur die hohen, der Tieftöner nur die tiefen Schallanteile wiedergibt. Auf dem Weg zum Hörer muss das elektrisch getrennte Signal dann wieder akustisch korrekt zusammengesetzt werden. So weit die Theorie. Tatsächlich weisen viele Lautsprecher klassischer Machart deutliche Laufzeitfehler auf: Die hohen Frequenzen eilen den mittleren, diese wiederum den tiefen voraus. „Die Folge ist eine unnatürliche Räumlichkeit von zu eng bis aufgeblasen mit einer Abbildung von scharf umrissen bis völlig diffus“, sagt Schippers. Schuld daran ist vor allem die räumlich getrennte, wie an einer Perlenschnur aufgereihe Anordnung der Chassis, deren Schallfelder sich je nach Hörwinkel und Frequenz überlagern, auslöschen oder verstärken. Das Klangbild zerfällt, weil die Schallanteile der Einzeltreiber zu orten sind.

„Der ideale Lautsprecher ist eine Punktschallquelle, also ein in seiner Funktion umgekehrtes Aufnahmemikrofon“,

erläutert Schippers. Diesem Ideal so nahe wie möglich zu kommen, ist das erklärte Ziel des musikbegeisterten Ingenieurs. Vor 23 Jahren gründete er deshalb seine Firma Audiodata, die schnell zum Inbegriff innovativer Lautsprechertechnologie avancierte. „Wir haben von Anfang an auf intensive Forschung, präzise Messtechnik und computergestützte Simulationen gesetzt“, verrät Schippers sein Erfolgsrezept.

MASSTÄBE SETZEN

Bis heute entwickelte das Aachener Vorzeigeunternehmen 15 Schallwandler, die alle als klanglich und technisch herausragend gelten: vom kompakten Wandlautsprecher bis zum Maßstäbe setzenden Referenz-Schallwandler. Auf der Suche nach dem perfekten Klang fand Schippers in dem norwegischen Chassis-Hersteller SEAS einen kongenialen Partner. Dort hatte man frühzeitig erkannt, dass der Koaxialtechnologie die Zukunft im Lautsprecherbau gehört. Zwei Jahre investierten die SEAS-Ingenieure in die Entwicklung eines exklusiven Dual-Koax-Treibers, der in intensiver Zusammenarbeit mit Audiodata entstand. Sein perfekt rotationssymmetrisches Abstrahlverhalten bildet einen Meilenstein auf dem Weg zum idealen Lautsprecher.



1 DAS BOXER-PRINZIP
Die seitlich eingebauten Tieftöner sind Teil eines ausgeklügelten Gesamtkonzepts. Vergleichbar einem Boxermotor, erzeugt diese Anordnung minimale Vibrationen, weil sich die Rückstoßkräfte der gegenüberliegenden Chassis gegenseitig aufheben.

2 AERODYNAMISCHE ARCHITEKTUR
Die bis ins Detail aufwendige Verarbeitung des Modells Avancé zeigt sich auch beim Blick durch die geöffnete Rückwand. Das Gehäuse besteht aus 37 mit Computerhilfe gefrästen Holzteilen. Im Innenraum sorgen filigran gearbeitete Stützen für eine mechanisch stabile, aber dennoch luftige Konstruktion. Tatsächlich kommt der Aerodynamik der Bauteile eine besondere Bedeutung zu. So wirken im Inneren eines Lautsprechers beachtliche Schalldrücke und Luftschwingungen. Da eckige Bauteile aber beträchtliche Strömungsgeräu-

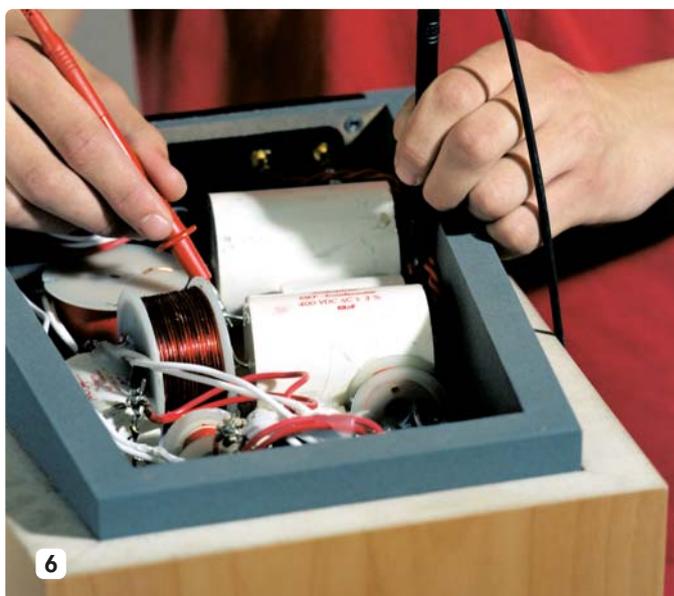
sche erzeugen, verfügen bei Audiodata sämtliche Verstärkungselemente über penibel abgerundete Kanten.

3 AKUSTISCHE ZWILLINGE
Jedes einzelne Lautsprecherchassis wird per computergesteuerter Messtechnik in seinen elektrischen, akustischen sowie mechanischen Eigenschaften geprüft und anschließend paarweise selektiert. Um klangschädliche Reflexionen bereits am Entstehungsort zu bekämpfen, erhält der Metallkörper des Magneten eine zusätzliche Ummantelung aus Filz.

4 HIGHTECH-SCHROT
Sie geben Resonanzen keine Chance: Durch mikroskopisch kleine Bewegungen heben winzige, in Kammern lagernde Stahlkugeln störende Gehäuseschwingungen auf. Jede Avancé verfügt über etwa 1500 solcher Kammern, die mit insgesamt rund 300 000 Kügelchen gefüllt sind. Auf allen vibrati-



5



6



7



8

onsgefährdeten Stellen verklebt, bauen sie Restschwingungen nach dem Sandsackprinzip ab: Während eine Gewehrkugel drei hintereinander gestellte Bretter problemlos durchschlägt, bleibt sie in einem Sandsack schon nach wenigen Zentimetern stecken. Der Grund: Sand verfügt über eine enorme innere Reibung. Sie verwandelt die kinetische Energie des Geschosses schon auf kurzer Strecke komplett in Wärme.

KLANGKÜNSTLER

5 Das Herzstück der Avancé bildet ein weltweit einzigartiges Hightech-Chassis, bei dem die komplette Hochtönerkalotte im akustischen Zentrum des Mitteltöners sitzt. Im Gegensatz zu Koaxialsystemen einfacherer Bauart schließt das Dual-Koax-Prinzip jede Weg- und Zeitdifferenz zum Ohr des Hörers aus. Das perfekt symmetrische Abstrahlverhalten kommt einer Punktschallquelle – dem Ideal der Akustik – ganz nahe. Das Ergebnis ist ein absolut homogener, zeitrichtiger Klang.

6 AUSLESE

Alle Bauteile der Frequenzweiche werden Stück für Stück gemessen und per Computersimulation individuell für jedes Lautsprecherpaar auf die jeweiligen Chassisdaten abgestimmt. Eine eigene Kammer schützt die Frequenzweiche vor Luftdruckschwankungen und Resonanzen des akustischen Gehäuses. Nach Abschluss der Weichenprüfung wird die Kammer mit feinem Quarzsand aufgefüllt, um Restmikrophonie zu bedämpfen.

7 PRÜFMARATHON

Selbst aufwendig selektierte Bauteile garantieren nicht automatisch ein perfektes Produkt. Daher kommen alle fertigen Schallwandler noch auf den akustischen Prüfstand.

8 HÖRPROBE

Trotz aller Messtechnik: Die letzte Kontrolle des Boxenpärchens bleibt dem geschulten menschlichen Gehör vorbehalten. 