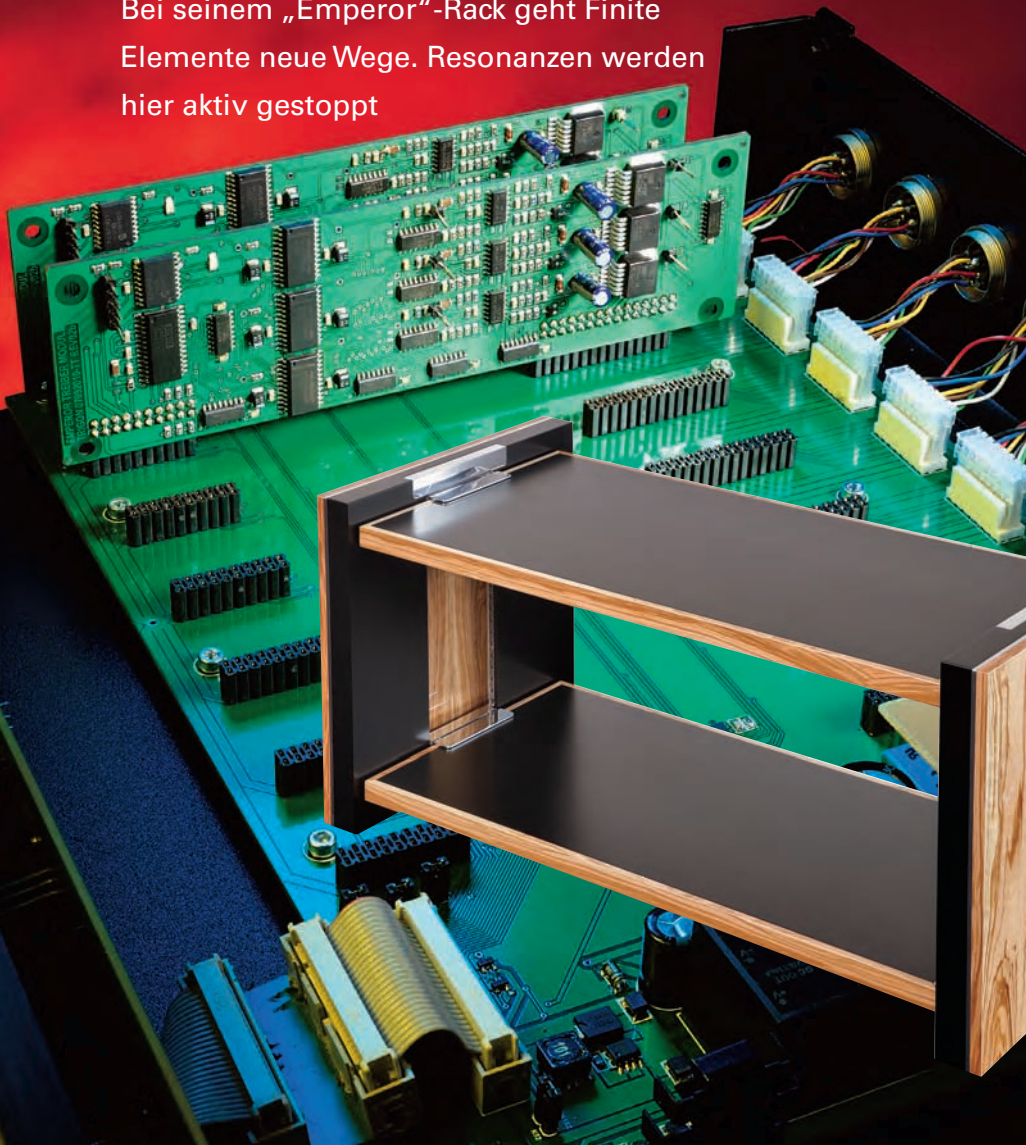


Stopp-Signal

Bei seinem „Emperor“-Rack geht Finite Elemente neue Wege. Resonanzen werden hier aktiv gestoppt



Den Durchbruch brachte eine patentierte Innovation des Fraunhofer-Instituts LBF in Darmstadt. Dort entwickelte man zur Steigerung der Materialfestigkeit und Betriebssicherheit ein Verfahren zur aktiven Schwingungsdämpfung, das die Briloner exklusiv auf den Rack-Sektor übertragen. Zusätzlich zu den mechanischen Ansätzen sorgen deshalb bei ihrer „Active Vibe Control“, kurz AVC, weltweit erstmalig von einem Steuergerät aus mit elektrischen Signalen befeuerte Elemente für eine aktive, gezielte Schwingungsreduktion (Erläuterungen im Kasten).

Erfolg durch „Active Vibe Control“

Die beiden Bereiche zusammenzuführen und die Erfindung der Fraunhofer auf die Notwendigkeiten der Rack-Welt zu übertragen, war die Aufgabe von Dipl.-Ing. Bernd Brockhoff, zuständig für Entwicklung und Konstruktion bei Finite Elemente.

Denn ein Einsatz von AVC im vorhandenen Pagode-System kam nicht infrage. Damit die aktive Resonanzdämpfung optimal funktioniert, sind bestimmte Voraussetzungen zu schaffen. So muss etwa das mechanische Umfeld der den störenden Schwingungen entgegenwirkenden piezokeramischen Aktoren gewisse Bedingungen erfüllen. Das Konstrukt aus MDF-Platten, Holz und Aluminiumprofilen der Pagode-Serie war dafür ungeeignet.

Fündig wurden die Sauerländer schließlich bei „ALPORAS“ für die in mehrlagiger Sandwich-Bauweise gefertigten Ebenen des anspruchsvoll „Emperor“ genannten neuen Racks. Dieser Aluminiumschaum besitzt eine offenporige Oberfläche, wobei die einzelnen Zellen in sich geschlossen sind. Eine hervorragende Homogenität sowie ein sehr geringes Gewicht bei hoher spezifischer Steifigkeit werden neben einer exzellenten Energieabsorption als positive Merkmale des Hightech-Werkstoffs angeführt. Die ALPORAS-Platten bilden somit das solide Rückgrat des Emperors.

Parallel zur Materialauswahl musste die elektronische Korrektur entwickelt und umgesetzt werden. Diesen Part übernahm in enger Abstimmung mit Finite Elemente Trigon in Kassel. Der für erstklassige HiFi- und HighEnd-Komponenten bekannte Hersteller verfügt zweifellos über die notwendige Kompetenz. Trotzdem be-

Sie sind buchstäblich die Basis praktisch jedes Gerätetests bei STEREO: die aufwändig konstruierten Racks Pagode Master Reference von Finite Elemente aus dem sauerländischen Brilon. In unseren Hörräumen, aber auch im Zuge von Vergleichen etwa während Workshops im Handel haben sie sich als erstklassige Stellfläche erwiesen. Sie ermöglichen jedweden Komponenten zu zeigen, was in ihnen steckt, während einfachere Regale die Performance beschneiden, die eingestellten Geräte kompakter, undynamischer, verfärbt oder weniger aufgelöst spielen lassen. Kurzum: Die Master Reference-Racks sind unsere Grundlage für

verlässliche Klangaussagen und gehören zu den besten HiFi-Möbeln überhaupt.

Das gilt nach wie vor, doch Finite Elemente arbeitet seit Längerem daran, sein seit 1999 angebotenes Master Reference noch zu überflügeln. Dabei wurde schnell klar, dass man mit konventioneller Technik keinen echten Schritt nach vorne kommen würde. Schließlich besitzt auch das bisherige Top-Modell schon über horizontal eingesetzte Spikes fest verspannte Böden mit speziell abgestimmten passiven Resonatoren sowie ausgetüftelte Kugelkontakte in den Füßen, um Schwingungen entweder gar nicht erst entstehen zu lassen oder sie effektiv abzuleiten.

reitete gerade die im Zuge einer effektiven Dämpfung geforderte „Schnelligkeit“ der ergo in Echtzeit anzuliefernden Korrektursignale ein einiges Kopfzerbrechen.

Steuergerät von Trigon

In dem schwarzen „Control“-Gerät bedient ein High Speed-Computer die Regelelektronik. Diese ist auf Platinen verteilt (siehe großes Foto links), wobei jeder Ebene eine Karte zugeordnet ist. Bis zu sieben passen in den Steuerkasten. Entsprechend viele Ebenen lassen sich individuell bedämpfen. Diese Differenzierung ist ein Muss, denn je nach Größe, Gewicht und Belastung variieren die Zielwerte.

Aber wie stark und bei welchen Frequenzen muss man überhaupt korrigieren? Das stellten die Fraunhofer durch den Einsatz modernster Laser-Messtechnik



fest. So identifizierten sie die problematischen Frequenzmoden gemäß der Ebenengröße und ermittelten zugleich die effektivsten Positionen für die piezokeramischen Bauteile, also für die Sensoren und die Aktoren (siehe Grafik unten). In unmittelbarer Nähe zum Rack ist bei eingeschaltetem und korrekt eingestelltem Control ein geringes, von den Aktoren

Bis zu sieben Korrekturschübe lassen sich am Steuergerät Control hinsichtlich der Ebenenbreite und ihrer Belastung individuell einstellen

herrührendes helles Summen wahrnehmbar, das im Abstand von zwei bis drei Metern aber kaum mehr auffällt und bereits von leiser Musik schon bei Entfernungen darunter locker übertönt wird.

Die Emperor-Technik

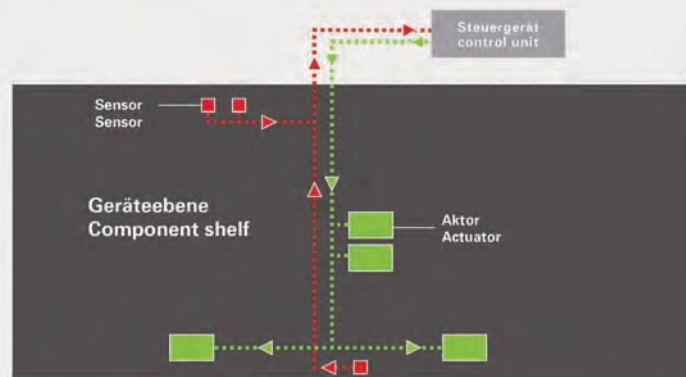
Die Arbeitsweise des Emperor-Racks besteht darin, dass es störenden Resonanzen aktiv entgegenwirkt. Die Schwingungsreduktion realisiert es mit Hilfe „adaptronischer Elemente“, die entweder Resonanzen erkennen oder diese durch Einleitung einer Gegenschwingung bedämpfen. Im Falle des Emperor sind dies piezokeramische Folien, die bei Bewegungen Spannungen erzeugen beziehungsweise sich bei Zuführung einer Spannung bewegen und somit sensorisch oder aktorisch genutzt werden.

Als Sensor detektieren sie die Schwingungen und melden sie an das angeschlossene Steuergerät weiter. Dieses bewertet die Störungen und sendet in Echtzeit entsprechende entgegengesetzte Korrektursignale an die Stopp-Aktoren, die diese dann mechanisch durch Eigenschwingung in die Ebene einkoppeln.

Das obere Bild veranschaulicht das in der Theorie simple, in der Praxis aufgrund des hohen Präzisionsanspruchs jedoch sehr aufwändige Verfahren, bei dem auch die verwendeten Materialien eine große Rolle spielen. So soll der Aluminumschaum der Sandwich-Böden seine optimale Wirksamkeit garantieren.

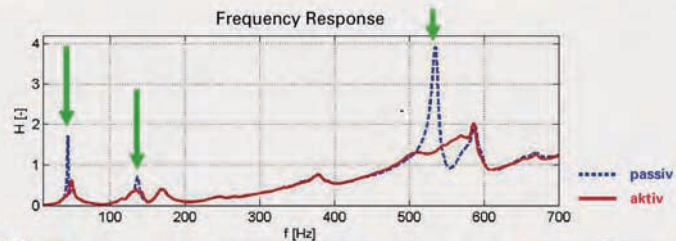
Das untere Diagramm zeigt das Resonanzspektrum der 125-Zentimeter-Ebene. Dessen Störspitzen ragen vor allem bei 37, 135 und 536 Hertz aus dem Schwingungsumfeld heraus und formen sich dabei als breite Wellen, als eng benachbarte Berge und Täler oder als fokussierte Aufbrüche aus. Der Vergleich der Kurven zeigt, dass der Aktivmodus (rot) die Eckfrequenzen um jeweils zehn Dezibel absenkt, während er die mittlere um immerhin vier dB verringert. Insgesamt bedeutet dies erheblich weniger Rack-Schwingungen, die sich auf die ins Emperor gestellten Geräte übertragen und dort Störungen verursachen können.

ActiveVibeControl Funktionsprinzip



Quelle: Finite Elemente

Schwingungsreduktion durch das aktive System



Reduktion ca. 10 dB
1. Mode = 37 Hz



Reduktion ca. 4 dB
2. Mode = 135 Hz



Reduktion ca. 10 dB
3. Mode = 536 Hz

Quelle: Fraunhofer LBF

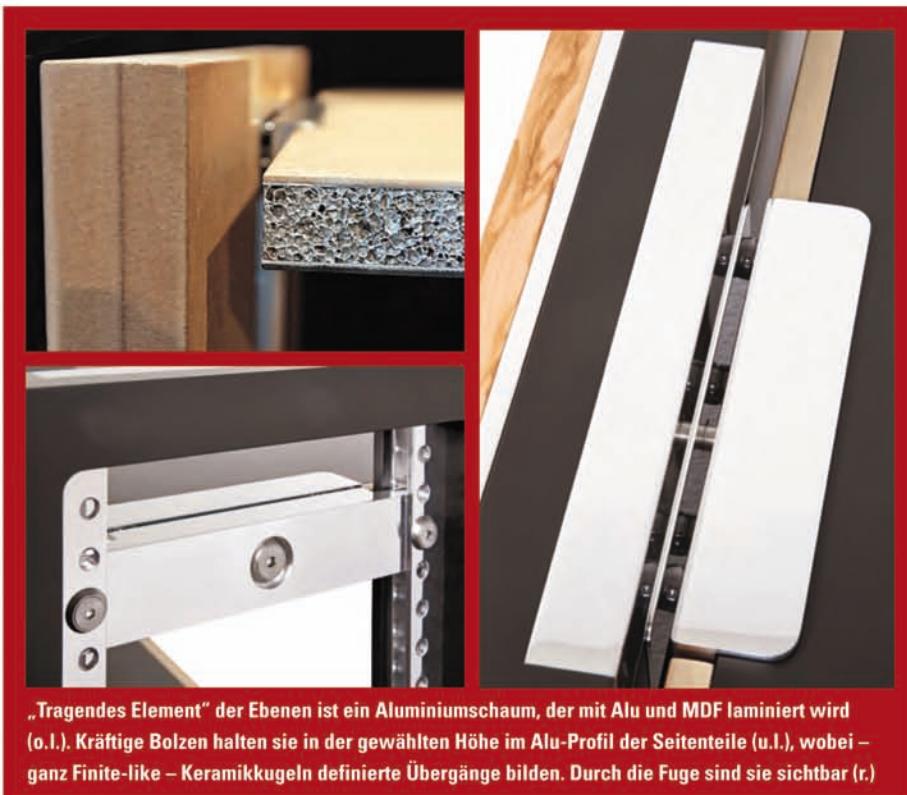
Abseits der elektronischen Mittel ergreift Finite Elemente beim Emperor natürlich obendrein bewährte mechanische Maßnahmen, um sein Super-Rack stabil und resonanztechnisch unempfindlich zu machen. Zum erwähnten, in dieser Hinsicht sehr geeigneten Aluminiumschaum kommt die Verbindung der Teile des in erweiterbarer Modular ausgeführten Regals mittels harter Keramikugeln. Die ebenso bestückten „Cerabase“-Füße der Briloner – ohnehin Spezialisten, wenn es um die Vermeidung, Absorption und Ableitung von Vibrationen geht – gehören zum Lieferumfang.

Die Seitenpaneele des Emperor mit Relling-System erlauben eine flexible Positionierung und Erweiterung der in drei unterschiedlichen Breiten (60, 80 und 125 Zentimeter) erhältlichen Stellflächen. Wir erhielten das auch in einer passiven Version angebotene Aktiv-Rack – wobei eine Nachrüstung nicht möglich ist – mit zwei 1,25-Meter-Ebenen nebst „Steuermann“. In dieser Form stehen satte 13740 Euro auf dem Preisschild, von denen 4000 Euro auf die mit zwei Korrekturplatinen bestückte „Control“-Einheit entfallen.

Auch wenn es sich beim Emperor um ein HiFi-Möbel handelt, so ist es doch ein Möbel und besticht durch einen Auftritt, der dem exklusiver italienischer Manufakturzeugnisse nicht nachsteht. Kein Vergleich zum spröden Pagode-Modell.

Triumph der Aktiv-Dämpfung

Im großen STEREO-Hörraum kam es zum finalen Finite-Shootout: Emperor versus Pagode Master Reference. Zuerst setzten wir das Emperor passiv ein, ließen also sein Steuerteil ausgeschaltet. Schon so reichte es dem Herausforderer zu einem glatten Patt. Auf ihm tönten die Geräte sogar etwas sonorer und stämmiger, während sie im Pagode etwas beweglicher und



„Tragendes Element“ der Ebenen ist ein Aluminiumschaum, der mit Alu und MDF laminiert wird (o.l.). Kräftige Bolzen halten sie in der gewählten Höhe im Alu-Profil der Seitenteile (u.l.), wobei – ganz Finite-like – Keramikugeln definierte Übergänge bilden. Durch die Fuge sind sie sichtbar (r.)

schlanker klangen. Je nach Musikstil war mal das eine, mal das andere Möbel im Vorteil.

Das änderte sich, als wir mit dem Control zugleich die in den Ebenen versteckten Folienschwinger aktivierten. Nun straffte das Emperor die Wiedergabe merklich, die Durchzeichnung legte über den gesamten Frequenzbereich, vor allem jedoch in den unteren Lagen deutlich zu. Obendrein fokussierten die eingestellten Geräte ihre Energie präziser, spielten gleichzeitig wuchtig und filigran.

Doch das alles ist nur das Beiwerk der Emperor-Performance, denn der eigentliche Gewinn liegt in der Zunahme an Authentizität, Dreidimensionalität und Ablösung des Spektrums von den Lautsprechern. So ließ das aktivierte Emperor die

Dimensionen des Saals spüren, in dem Antonio Forcione sein „Attempo“ zum Besten gab, erschien der Applaus der Zuhörer in Keith Jarretts „Carnegie Hall Concert“ noch flächiger und plastischer, als wenn die Komponenten vom Master Reference aus musiziert. Vorne/Hinten-Kontraste traten per Emperor deutlicher hervor, zum Teil lag der vordere Bühnenrand vor den Lautsprechern, und tonal war's mit dem Super-Rack so homogen und stimmig wie selten.

Keine Frage, die aktive Schwingungsunterdrückung funktioniert vorzüglich. Wie gut, zeigte eine mit einer piezoelektrischen Folie präparierte Stimmgabel, die Finites „Goldenes Ohr“ Luis Fernandes im Gepäck hatte. Angeregt schwang sie lang anhaltend auf dem Kammerton A. Wurde per Knopfdruck die Kompensation aktiviert, verstummte dieser jäh. Solch kurzen Prozess machen die Akteure auch mit den Störtönen im Emperor. Damit unsere Top-Komponenten noch räumlicher, abgestufter, flüssiger und einfach besser klingen als je zuvor. **Matthias Böde**



Emperor-Entwickler Bernd Brockhoff führte das Rack während der High End-Messe in München vor



Der Test mit der präparierten Stimmgabel bewies die Wirkung der piezokeramischen Folie

Preis: wie abgebildet mit zwei Aktiv-Ebenen um € 13740 (Zusatzebene um € 2585), wie abgebildet mit zwei Passiv-Ebenen um € 8540 (Zusatzebene um € 1985)
 Maße: wie abgeb. 147 x 67 x 56 cm (BxHxT)
 Vertr.: Finite Elemente, Tel.: 02961/966110
www.finite-elemente.de