



Modifikation 1+

Ein perfektes Konzept für exzellenten Klang

Swoboda Audio Modification • Lindauhöhe 11 • 45259 Essen

Tel.: (02 01) 46 80 80 • Fax: (02 01) 46 80 90

e-mail: Team@SwobodaAudio.de

www.SwobodaAudio.de



Von der Idee zur Klangensation: Die Erfolgsstory von Swoboda Audio Modification

Im Mai 1992 stand die Fachpresse kopf: "Einen besseren Player gab's bei AUDIO noch nie", resümierte das Hifi-Magazin aus Stuttgart in einem spektakulären Beitrag. Hatten sich die Tester irgendeinen sündhaft teuren Exoten in den Hörraum geholt? Top-CDMaschinen werden ja durchaus für 25.000 Euro oder zu noch höheren Preisen gehandelt. Doch das Gegenteil war der Fall: Die Begeisterung der Redakteure bezog sich auf einen Sony-Player vom Typ CDP-X777ES, Kostenpunkt: höchst irdische 1800 Euro. Für einen Aufpreis von nur 700 Euro hatten wir, die Swoboda Audio Modification, dieses Modell klanglich veredelt. Und zwar auf so eindrucksvolle Weise, dass die in der Redaktion versammelte Player-Elite vor den Klangleistungen unserer Nachrüst-Platine kapitulieren musste. Seit dieser Zeit riss die Nachfrage nach weiteren Swoboda-Modifikationen nicht mehr ab. Im Herbst 1992 erschien eine Version für den CDP-X779ES, das Nachfolgemodell des CDP-X777ES. Nur wenig später klebte das Schild "Swoboda Audio Modification" auch auf einem DAT/Wandler, dem Sony-Modell DTC59ES. Immer wieder erkämpften Swoboda-Produkte Urteile wie "bester CD-Spieler", "bester DAT-Wandler und DAT-Recorder" in den verschiedensten Testzeitschriften. Noch wichtiger aber war es für uns, die unglaublich positive Resonanz unserer Kunden zu erleben - ein Zeichen dafür, dass wir mit unseren Vorstellungen vom optimalen Klang von Digitalkomponenten von Anfang an richtig lagen.

Perfektion ist kein zeitloser Wert: Unser Analogfilter der zweiten Generation setzt neue Maßstäbe

Das Herzstück unserer Modifikation besteht aus einem Analogfilter. Neben dem Digital-/Analogwandler hat diese Elektronik großen Einfluss auf das Klangresultat eines CD-Spielers. Für die Top-Geräte von Sony gilt das in besonderem Maß: Hier sind die Mechanik, die Abtastoptik und der Digital/Analogwandler bereits so gut, dass die Qualität des Analogfilters entscheidende Bedeutung erlangt. Deshalb haben wir uns nicht auf unseren Lorbeeren ausgeruht: Alle Erfahrungen der letzten Jahre haben wir sorgfältig dokumentiert und ausgewertet. Sie mündeten schließlich in eine Entscheidungsphase: Sollten wir versuchen, unsere Erkenntnisse nach und nach als kleine Detailverbesserungen in unsere Fertigung einfließen zu lassen? Oder sollten wir sie konsequent in die Entwicklung einer neuen Analogfilter-Generation umsetzen? Wir haben uns für den zweiten, den kompromisslosen Weg entschieden. Das, so glauben wir, sind wir unseren Kunden schuldig.

Keine Chance für Verzerrungen: Weshalb das Analogfilter so wichtig ist

In jedem CD-Player, in jedem DAT-Recorder und in jedem externen Wandler-Baustein hat das Analogfilter die Funktion eines "integrierten Vorverstärkers". Das heißt: Sämtliche analogen Signale, die der Digital/Analogwandler verlässt, müssen diese Elektronikgruppe passieren. Das Analogfilter hebt die winzigen Wandler signale auf das Niveau des Hochpegelausgangs an und filtert gleichzeitig die Aliasingverzerrungen, die durch die digitale Abtastung entstehen, vollkommen aus den Musiksignalen heraus. Die Ausgangsstufe des Analogfilters sollte möglichst viel Strom liefern können und mit hoher Anstiegsgeschwindigkeit arbeiten, um die Kapazität des Anschlusskabels schnell umladen zu können. Denn die Verbindungskabel zum Verstärker verhalten sich wie kleine Kondensatoren. Wenn das Analogfilter vor dieser Eigenschaft kapituliert, bleiben die Lebendigkeit und die Detailauflösung auf der Strecke. Deshalb hat das Analogfilter einen so großen Einfluss auf den Klang. Kurzum: Das Analogfilter kann gar nicht gut genug sein.

Extremer Aufwand zahlt sich aus: In der CD stecken noch ungeahnte Klangreserven

Hört man einmal extrem teure CD-Spieler-Kombination neuester Generation aus separaten Laufwerken und Wandlern, Preisgrößenordnung: jenseits von 25.000 Euro, so merkt man sehr schnell, wie viel Musikinformation auf der silbernen Scheibe wirklich vorhanden ist. Die teuren Digitalmaschinen agieren mit einer unglaublichen Detailauflösung und Transparenz, und sie trennen die einzelnen Instrumente selbst dann noch sauber voneinander, wenn einfachere Digitalkomponenten nicht mehr klar differenzieren können. Ihre "innere Ruhe" und die Mühelosigkeit, mit der sie Musik reproduzieren, ist überwältigend. So ist es manchmal schwer vorstellbar, dass hier eine Digitalkomponente spielt, die sich hauptsächlich mit abstrakter Rechenarbeit beschäftigt. Der Klang eines hervorragenden CD-Abspielgerätes gleicht eher dem eines sehr guten Analoglaufwerks.

Unser Ziel war es daher, im Klang möglichst nah an solche Superkomponenten heranzukommen, die Detailauflösung im Vergleich zu unserer ersten Modifikation noch erheblich zu steigern, die Musik noch lebendiger und wirklichkeitstreuer zu reproduzieren, die Raumabbildung noch authentischer zu gestalten und gleichzeitig eine hohe "innere Ruhe" des Klangbildes zu erreichen, dem jede Schärfe fremd ist. Nur so ist es möglich, lange Zeit Musik zu genießen, ohne dabei zu ermüden. Auf der anderen Seite halten wir nichts davon, einen CD-

Player künstlich auf überzüchtete Seidigkeit zu trimmen; ein Klavier muss die natürliche "Härte" aufweisen, der Klangkörper darf nicht nach "Glas", sondern muss nach "Holz" klingen, wie es eben der Natur dieses wunderbaren Instruments entspricht.

Technik für subtile Klänge: Das haben wir alles an unserer neuen Modifikation verbessert

Für die Konstruktion unseres neuen Analogfilters haben wir uns sehr viel Zeit genommen. Viel Zeit, um neue Schaltungstechniken zu erproben, viel Zeit, um die besten und teuersten Bauteile aus aller Welt auf ihren Klang hin zu untersuchen, und viel Zeit, um für die Führung der Leiterbahnen ein ideales Layout zu entwickeln.

Modernste Computersimulationsprogramme halfen uns dabei. Sie erlaubten uns zum Beispiel, wichtige Vorentscheidungen über die Filtercharakteristik zu treffen. Wir haben den Filterfrequenzgang unserer neuen Schaltung sehr sanft ausgelegt. Das heißt: Wir filtern so wenig wie möglich und soviel wie gerade nötig, um einerseits das Musiksinal nur minimal zu beeinflussen, andererseits aber die Aliasingprodukte sicher zu eliminieren. Zugleich strebten wir eine möglichst schnelle Signalverarbeitung an, um eine hohe Detailauflösung zu erreichen.

Verbessert haben wir auch das Layout der neuen Analogfilterplatine. Sie trägt ihre Leiterbahnen jetzt auf beiden Seiten. Die eine führt nur Versorgungsspannungen und Signale, die andere ist für sternförmig angeordnete Masseleitungen reserviert, die den bestmöglichen Rückfluss der Musiksignale garantieren. Mit diesem Kunstgriff konnten wir die Detailauflösung, die räumliche Abbildungsgenauigkeit in der Breite und in der Tiefe erheblich verbessern. Auch agiert die neue Platine mit einer faszinierenden Mühelosigkeit, dagegen klingt der Vorgänger angestrengter und komprimierter.

So mancher Fortschritt basiert aber auch auf der Kunst des Weglassens. So haben wir alle Kondensatoren aus dem direkten Signalweg entfernt, um die Musikalität zu steigern. In konventionellen Schaltungen dienen Kondensatoren dazu, Gleichspannungsanteile am Ausgang (Fachausdruck: DC-Offset) zu unterbinden. Diese Aufgabe haben wir nun wesentlich eleganter gelöst: Ein in der Computersimulation optimierter Offsetregler hält die Gleichspannung am Ausgang sehr sanft, aber präzise auf Null Volt. Auch durch diese Maßnahme erzielen wir eine höhere Auflösung der Musikinformationen - ganz besonders im Hochtonbereich.

Eine Schaltung kann aber nur so gut klingen, wie es ihre Spannungsversorgung erlaubt. Auch dieser Baugruppe widmeten wir deshalb liebevolle Detailarbeit. Die üblichen integrierten Spannungsregler kamen für uns nicht in Frage. Wir verließen uns lieber auf eine

Eigenentwicklung aus diskreten Einzelbauteilen. Ein extrem schneller Regler arbeitet in unserem neuen Analogfilter auf 32 Hochfrequenz-Elektrolytkondensatoren. Diese Kondensatoren zeichnen sich durch niedrige Impedanzen im hohen Frequenzbereich aus. Nicht-Physiker müssen sich das nicht merken. Sie sollten nur die Auswirkungen kennen: Das Netzteil kann blitzartig auf schnelle Veränderungen des Musiksignals reagieren. In aberwitzigem Tempo stellt es den aktiven Bauelementen stets den passenden Strom zur Verfügung. Und das kann man hören: Hifi-Tester würden von einer hohen Feindynamik sprechen, Musikgenießer spüren die unglaublich lebendige Wiedergabe.

Wenn es darum geht, schnell, präzise und souverän große Stromreserven für das ganze Dynamikspektrum der Musikwiedergabe zu mobilisieren, dann müssen alle beteiligten Baugruppen höchsten Anforderungen genügen. Unser neuer Ausgangstreiber kann deshalb zehnmal soviel Strom liefern wie ein normaler Operationsverstärker. Seine Schnelligkeit, mit der er selbst komplexeste Musiksingnale folgt, ist frappierend: In einer Billionstel Sekunde verarbeitet er mühelos die erforderliche Ausgangsspannung des CD-Players von 2 Volt. Das Resultat ist eine phantastische Lebendigkeit und Dynamik, auch bei sehr leisen Musikpassagen.

Man sieht - beziehungsweise man hört: Es lohnt sich, die gängige Elektronikkonfektion hinter sich zu lassen. Wir haben das zum Prinzip erhoben. Die aktiven Bauteile unseres Analogfilters - sie haben den größten klanglichen Einfluss auf die Wiedergabequalität - suchen wir nicht wie allgemein üblich, aus dem Datenblatt aus. Wir ermitteln sie statt dessen in intensiven Hörvergleichen. Nur ein Beispiel: Für die heikle Signalaufbereitung der winzigen Wandlerströme nehmen wir Operationsverstärker, die stolze 10 Euro pro Stück kosten. Zum Vergleich: Der Standard-Operationsverstärker, der selbst in etlichen CD-Playern der 5000-Euro-Klasse zu finden ist, kostet gerade einmal 25 Cent.

Aber auch unsere passiven Bauteile sind aller erste Güte. An sehr kritischen Stellen verwenden wir ausschließlich kostspielige Styroflexkondensatoren. Im FDNR-Filter -das Kürzel steht für Frequency Dependent Negative Resistor und gehört zu den technischen Feinheiten unserer Schaltung- , setzen wir hochwertige Polypropylen-Kondensatoren ein. Das FDNR-Filter liegt im Rückwärtszweig der Schaltung und wirkt deshalb grundsätzlich nur in geringem Maß auf den Klang ein. Wichtig ist aber auch hier, dass die Kondensatoren sehr schnell und möglichst verlustarm arbeiten. Unsere Polypropylen Kondensatoren erfüllen diese Voraussetzungen weit besser als normale Folienkondensatoren. Das hörbare Ergebnis sind Seidigkeit und Natürlichkeit im Klang.

Neben der Kür haben wir die Pflicht nicht vergessen. Sprich: Selbst um so elementare Dinge wie die Kanalgleichheit haben wir uns intensiv gekümmert und somit noch bessere Werte erzielt. Sie gehen auf das Konto sehr eng tolerierter Bauteile: Wir verwenden grundsätzlich



Metallfilmwiderstände, die vom Sollwert höchstens 1 Prozent abweichen, in sehr kritischen Schaltungsteilen liegt die Toleranzgrenze sogar bei 0.1 Prozent. Kondensatoren haben eine Toleranz von nur 2.5 Prozent, in einigen klangentscheidenden Partien unserer Elektronik akzeptieren wir als Höchstgrenze sogar nur 1 Prozent. Nur so konnten wir eine hervorragende Gleichbehandlung der beiden Stereokanäle erreichen. Und die ist wichtig: nicht um der Gerechtigkeit willen, sondern zum Zweck einer exakten räumlichen Abbildung.

All unsere Mühe um eine makellose Musikwiedergabe verdient Gold. Wir sprechen nicht von Medaillen oder goldenen Ohren: Darüber müssen unsere Kritiker befinden. Aber das gelbe Edelmetall ist gerade gut genug, um einen sicheren, dauerhaften Signalfluss zu gewährleisten. Zum Anschluss unserer Analogfilterplatine dienen deshalb Goldkontakte des renommierten Schweizer Herstellers Multi-Contact. Sie stellen die elektrische Verbindungen mit sehr präzisen, lammellenförmigen Kontaktfedern her und gewährleisten niedrigste Übergangswiderstände - und das ist wichtig - sie sind langzeitstabil und verschleißfrei.

Und last, but not least: Wer sich für eine Swoboda-Modifikation der zweiten Generation entscheidet, verhilft auch den übrigen Komponenten seiner Hifi-Anlage zu besseren Arbeitsbedingungen. Denn wir rüsten jedes von uns modifizierte Gerät mit einem abgeschirmten Netzkabel aus, das allen digitalen Störungen den Weg abschneidet und somit verhindert, dass der Vorverstärker sie auf dem Umweg über das Stromnetz einfängt. Die Einzeladern des Kabels tragen Ummantelungen aus einem Ferritpulver, die wie ein Filter wirken: Die gefürchteten Taktfrequenzen der digitalen Komponenten werden nach dem Wirbelstromprinzip quasi im

Kabel kurzgeschlossen. Verstärker, die auf diese Weise vor hochfrequenten Digitalstörungen verschont bleiben, klingen ruhiger und stimmiger, jeglicher Anflug von digitaler Härte verschwindet vollkommen aus der Musik

Erleben Sie neue Klangwelten: Die Modifikation 1 ist der Schlüssel dazu

Die Zeit ist nicht stehen geblieben: Neue Erkenntnisse und neue Entwicklungen haben die Maßstäbe verschoben. Um mit unseren Produkten weiterhin hart an der Grenze des technisch Realisierbaren zu bleiben, haben wir eine Elektronik geschaffen, die für noch höhere Detailauflösung, für eine faszinierende innere Ruhe, für ansteckende Lebendigkeit, für höchst sensible Dynamik und für ungemein plastische räumliche Abbildung steht - kurz: für ein unnachahmliches Stück Lebensgenuss. Wir von Swoboda Audio Modification haben diese Qualität für Sie erschlossen. Ihre positive Resonanz empfinden wir als die Krönung unserer Arbeit.

Wie die Bits besser in den Player kommen: Unsere Laufwerksmodifikation

Dass die Laufwerkseinheit eines CD-Spielers einen immensen Einfluss auf den Klang hat, wird kein audiophil engagierter Musikliebhaber mehr ernsthaft bestreiten wollen. Hatte man früher gedacht, dass sowieso "nur" Bits aus der CD gelesen werden und im schlimmsten Fall die Fehlerkorrektur alles wieder geradebiegt, so wird man beim Hören unterschiedlicher Laufwerke eines Besseren belehrt: Das Laufwerk bestimmt maßgeblich den gesamten Klangcharakter eines integrierten an CD-Playern oder einer Laufwerks/Wandler-Kombination. In der Fachpresse werden CD-Player mit überragenden Laufwerken und eher bescheiden konstruierter Wandler / Ausgangsstufe klanglich über sehr gut entwickelte CD-Player mit überragender Ausgangsstufe, aber eben mit einem Durchschnittslaufwerk gesetzt. Swoboda Audio hat individuell für die Sony-Player (707 / 779 / 777 / 77 / 559 / 505) eine Laufwerksmodifikation entwickelt, die klanglich absolutes Weltklassenniveau erreicht.

Im "Rohzustand", also ohne Laufwerksmodifikation, erzielen die Sony-Player klanglich als Laufwerk betrachtet nur mittelmäßige Bewertungen. Bei der Fachzeitschrift Audio liegen sie bei ca. 5 auf der Bewertungsskala (1 =schlecht, 10 = bestes Laufwerk), Mit der Laufwerksmodifikation erreichen die Sony-Player die Bestnote von 10. So urteilte Audio bei der Beschreibung der klanglichen Eigenschaften des reinen Laufwerkes eines modifizierten 707: "... Selbst für das ... -Laufwerk (Preis: 12.000,- Euro) reichte es nur zu einem gütlichen Pakt. Eine Sensation P Joachim Pfeiffer (Redaktion stereoplay) urteilte noch radikaler: Unbeschadet des Preises, kenne ich aktuell keine weitere CD-Maschine, die Silberscheiben so aufgeräumt und lebhaft zugleich reproduziert."

Die überragenden Klangeigenschaften unserer Laufwerksmodifikation verbessern natürlich auch die Wiedergabequalität eines integrierten Players oder einer Laufwerks/Wandler-Kombination: Die Zunahme an Dynamik, Musikalität, Klangfarben, innerer Ruhe und Timing gegenüber einem unmodifizierten Sony-Laufwerk ist so groß, dass man meint, zwei völlig unterschiedlichen CD-Maschinen zuzuhören. Die Laufwerksmodifikation besticht durch eine bedeutend höhere Auflösung, Sie hören Details von der CD, die Sie vorher noch nie gehört haben, gleichzeitig nimmt die Präzision zu, die räumliche Abbildung erreicht ein nahezu perfektes Niveau, das flache, manchmal zur Kühle neigende Klangbild wird durch eine vollmundige, klangfarbenstarke Wiedergabe ersetzt, das Resultat der Laufwerksmodifikation, die eine bedeutend bessere Auslesung der digitalen Musikinformationen der CD gewährleistet. Es ist so, als ob die



"digitalen Treppen" der Player viel feiner und runder werden, Ecken und Kanten verschwinden, das Klangbild also bedeutend analoger in Richtung eines guten Plattenspielers geht.

Wir konnten uns vorher nicht vorstellen, welcher immenser Klanggewinn durch das Laufwerk erreicht wird. Das sieht die Fachpresse genau so. Das "+" hinter der 2, also die zusätzliche Laufwerksmodifikation katapultierte einen von uns modifizierten CD-Player vom Typ 707 auf unglaubliche 110 Klangpunkte.

Erreicht haben wir diese extreme Klangverbesserung durch eine völlig neue mechanische Ankopplung des Laufwerksblocks an das Gehäuse und eine Anpassung der elektrischen Ansteuerung der Lasereinheit für Tracking und Fokussierung. Der Laufwerksblock wird mittels einer speziellen Seilkonstruktion mit Miniaturspannschlössern an einen stabilisierenden Aluminiumrahmen aufgehängt und somit völlig von dem Gehäuse entkoppelt. Ein nahezu nicht dehnbares Kevlar-Seil wird mit Hilfe von Präzisionswaagen genau nach den ermittelten optimalen Zugkräften gespannt. Durch seinen geringen Dehnungsfaktor von nur einem Prozent sorgt es für eine absolute Langzeitstabilität. Diese Konstruktion ist daher wartungsfrei. Ein von uns Laufwerksmodifizierter 777 klingt nach 2 Jahren Dauerbetrieb immer noch wie am ersten Tag. Lediglich bei einem Austausch der Lasereinheit, die wir ebenfalls in unserem Hause durchführen, muss diese Konstruktion neu gespannt werden. Die Bedienbarkeit sämtlicher Sony CD-Player bleibt durch die Laufwerksmodifikation unverändert erhalten.

Bei der Laufwerksmodifikation wird die Laufwerkseinheit von Swoboda Audio messtechnisch komplett durchgecheckt: Wir überprüfen den Referenztakt, das Tracking, die Fokussierung und die Laserpower und sagen Ihnen, ob ein Wechsel des Lasers für optimale Klangqualität erforderlich ist oder nicht. Das Laufwerk wird vollkommen zerlegt, gereinigt und neu geölt, es wird also quasi generalüberholt. Diese Inspektion der mechanisch bewegten Teile Ihres CD-Players ist in dem Paketpreis der Laufwerksmodifikation enthalten.

Klangkriterien einer CD-Maschine

Seidigkeit, Härte, Klangfarben

Am unangenehmsten ist es, wenn eine CD-Maschine Härte im Klangbild produziert. Stimmen klingen rau und unnatürlich hart, Streichinstrumente verlieren ihren Glanz und ihre Seidigkeit. Solche CD-Maschinen ermüden den Zuhörer sehr schnell, man ist geneigt, die Lautstärke

herunterzufahren und per Fernbedienung schnell durch die einzelnen Stücke zu scannen. Gute CD-Maschinen dagegen verführen dazu, zuzuhören, die Musik zu genießen und "fließen" zu lassen. Man kann stundenlang Klänge aufnehmen, sehr laut und sehr leise hören, ohne dass es unangenehm wird. Aber: Eine CD-Maschine muss auch eine natürliche Härte aufweisen, sonst klingt ein Flügel nach "Glas" und nicht nach Holz, eine Gitarre eher wie eine Harfe anstatt nach einem Saiteninstrument mit hölzernem Resonanzkörper. Die CD-Maschine muss also auch die Klangfarben der einzelnen Musikinstrumente richtig wiedergeben können.

Leichtigkeit, Mühelosigkeit

Die meisten Digitalkomponenten klingen angestrengt. Da müht sich eine CD-Maschine hörbar ab, komplexe Klanggeschehen auseinander zu dividieren. Mit Einzelstimmen oder Einzelinstrumenten fällt das aber kaum auf. Kommen zu den Solostimmen dann noch beispielsweise Gitarre, Schlagzeug und Blechbläser hinzu, dann klingen solche Maschinen so, als wollen sie, können aber nicht. Die Musik klingt dann plötzlich gepresst, die CD-Maschine spielt quasi "gegen sich selbst". Das Einschwingen der Instrumente ist gerade noch hörbar, nicht aber das charakteristische Ausschwingen. Gute CD-Maschinen glänzen auch bei komplexen Passagen durch eine Leichtigkeit und Mühelosigkeit, hinzukommende Instrumente natürlich wiederzugeben, ohne Stimmen oder andere Instrumente zu verdrängen. Der "Atem" zwischen den Instrumenten und Vokalisten ist plötzlich da, die Musik "fließt" richtig ab.

Auflösung, Präzision

Die besten CD-Maschinen reproduzieren Details der silbernen Scheibe, die von schlechten Geräten einfach unterschlagen werden. Man geht auf die musikalische Entdeckungsreise durch seine CD-Sammlung und entdeckt hier noch eine Background-Stimme, da noch eine Triangel und bemerkt, dass der Chor noch einige Stimmen dazubekommen hat. Die feinen Mikroinformationen, die sonst verborgen bleiben, lassen den richtigen Spaß beim Musikhören erst aufkommen.

Lebendigkeit, Feindynamik

Fehlen diese so wichtige Eigenschaften, dann klingt es so, als ob das Orchester seine zehnte Zugabe spielt und die Musiker mit ihren Gedanken schon längst zu Hause sind. Müde und kraftlos klingen solche Geräte, sie sind nicht in der Lage, die Höhen und Tiefen, die Dramaturgie der Musik richtig wiederzugeben. Es entsteht der Eindruck, die Musik spiele "langsamer", so als

ob die Umdrehungszahl eines Analoglaufwerks zu niedrig eingestellt wäre. Lebendige CD-Maschinen dagegen lassen die Musik regelrecht explodieren und können die unglaubliche Dynamik eines großen Orchesters in vollem Umfang auch wiedergeben. Solche CD-Maschinen machen süchtig und man hat den Eindruck, als spielten sie lauter als die anderen Player.

Räumliche Abbildung

99.99% aller CD-Maschinen bilden falsch ab. Da schrumpft ein Klavier plötzlich auf Papierkorbgröße oder die Sängerin hat im umgekehrten Fall den Mund eines Scheunentores. Die richtige Raumabbildung sieht allerdings anders aus: Einzelne Instrumente und Vokalistinnen müssen sich genau in der Breite und in der Tiefe orten lassen und müssen die physikalisch richtige Größe haben. Ein großer Chor darf nicht zwischen den Boxen "hängen", sondern muss auf einer Bühne hinter den Boxen aufspielen.