



SO GENAU WIE MÖGLICH

Die Raumkorrektur-Software Acourate verspricht, jedes HiFi-System zu optimieren - wie gut sind die Ergebnisse wirklich und wie einfach ist sie zu benutzen? Ein praktischer Test.

Text: Julian Holländer

Den perfekten Raum gibt es nicht, jedenfalls akustisch gesehen. Ob Wohnzimmer, Hörraum oder wo sonst auch immer eine (Stereo-) Anlage Musik spielt, der Raum beeinflusst den Klang immer zumindest ein bisschen. Vielleicht entspricht der Einfluss dem persönlichen Geschmack, vielleicht ist man daran gewöhnt - oder aber man unternimmt etwas dagegen. Das schließt sowohl Änderungen im Raum ein, wie etwa Akustikpaneele anbringen oder reflektierende Flächen reduzieren, als auch digitale Raumkorrekturen.

Die Raumkorrektur soll dabei das Musiksignal so anpassen, dass es die Defizite des Raumes ausgleicht. Anwendungen dafür gibt es einige - sogar automatisierte Verfahren etwa in Aktivboxen oder Soundbars -, doch es variiert die Qualität und die Menge an möglichen Anpassungen. Besonders viele und präzise Möglichkeiten verspricht das Programm Acourate von Dr. Ing. Ulrich Brüggemann und seiner Firma AudioVero. Spannend dabei: Die Raumkorrektur kann auf verschiedene Weisen durchgeführt werden, nicht zuletzt durch den Experten selbst.

Wer also nicht selbst Hand anlegen will und das beste Ergebnis wünscht, kann Dr. Brüggemann zu sich nach Hause einladen, wo er den gesamten Prozess unterstützt. Genau das wollten wir auch in unseren STEREO-Räumlichkeiten testen, in die der Acourate-Entwickler Begleitung mitbrachte: Lautsprecherbauer Markus Grelka und Raumkorrektur-Experte Ralf Höllmann.

Zusammen sind die drei das Kernteam des „Pure Acourate Sound Project“. Sie haben es sich zur Aufgabe gemacht, das ultimative Soundsystem zu bauen - mit Acourate als Herzstück. Da endet die Liste

der Partner aber nicht, auch die Lautsprecherbau-Legende Joachim Gerhard, das Messsystem Klippel und der Chassis- und Verstärker-Hersteller Purifi tragen ihren Teil zum Gesamtkonzept bei. Seine Premiere feierte das ausgefeilte Projekt auf der High End 2024 in München, inklusive der extra dafür gebauten Lautsprecher würde es über 70.000 Euro kosten. Zum Verkauf steht es aber nicht, das System sei erst mal ein „Showcase“, was heute mit digitaler Technik und Raumkorrektur möglich sei. Nichtsdestotrotz ein spannendes Projekt, auf dessen weitere Entwicklung wir gespannt sind.

Korrektur durch die Profis

Zurück zur „einfachen“ Optimierung eines Systems, für welche das Team in Euskirchen eintraf. Zuerst die Entscheidung: Welches System wollen wir optimieren? Das Set-up aus den Zwei-Wege-Kompaktboxen Gauder Capello 40 und dem T+A R2500R als Streaming-Verstärker ist schon mal nicht billig und klingt nicht schlecht – oder eher „sehr gut“, nach ihrer jeweiligen Note. Ein Test ohne Vergleich zeigt auch: Trotz ihrer Größe lassen die Boxen kaum etwas zu wünschen übrig. Doch dann kommt die Accurate-Raumkorrektur.

Sofern Kunden es wie wir hier machen, kriegen sie von dem eigentlichen Prozess nicht viel mit. Das Team baut einen Laptop auf, schließt ein Mikrofon per Soundkarte an, Testton auf der Anlage abspielen, fertig. Alles, was danach folgt, geschieht am Computer. Und wollen wir als Kunden uns nicht viel mit dem Programm auseinandersetzen, bekommen wir nicht viel mit, während Dr. Brüggemann am PC die notwendigen Einstellungen vornimmt. Am Ende generiert er eine Korrektur, die nur in die Anlage integriert werden muss.

Das geschieht über ein Abspielprogramm, was mit dem so erzeugten „Convolution-Filter“ arbeiten kann. Wir nutzen hier Roon als gängige und einfach zu nutzende, wenn auch nicht billige, Software. Ist die Datei reingeladen, lässt sich die Korrektur mit einem Klick aktivieren.

Und das klangliche Ergebnis, das wir dann mit den drei Experten genießen, kann sich sehen lassen. Während das Team ihr liebstes Hörtest-Stück vorspielt, staunen wir nicht schlecht, wie die vorher bereits als sehr gut erachtete Wiedergabe runder ist, sich weiter öffnet und plastischer wirkt. Obwohl (wie auf Seite 53 zu sehen) die Korrektur den Bass abschwächt, hat dieser Punch und klingt keineswegs schwach, sondern kontrollierter. Auch war das verbesserte Timing beeindruckend,

Impulse waren schneller und schärfer „da“. Ein bisschen hing das auch vom Musikstück ab, und der insgesamt präzise gelöste Stil könnte auch Geschmackssache sein, gefiel uns aber in der Praxis.

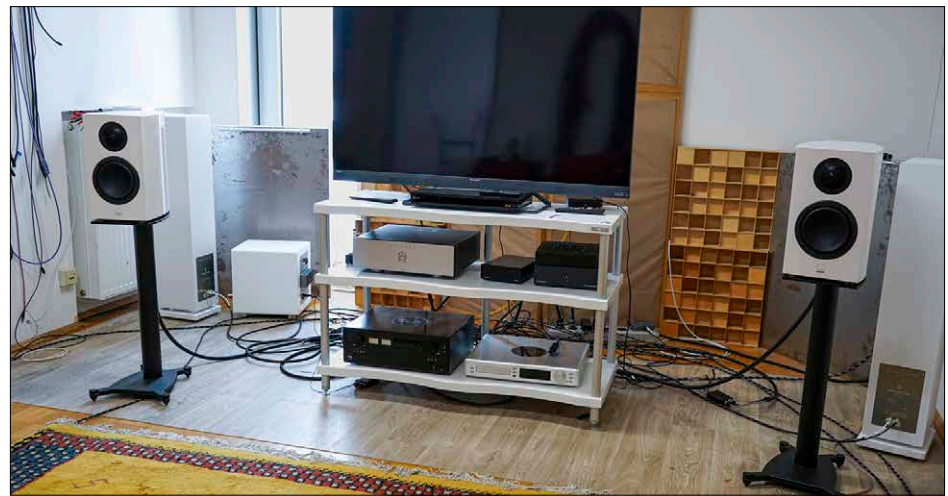
Dabei war unserem Besuch besonders wichtig, ein Augenmerk darauf zu legen, den Klang der Boxen nicht zu „verfälschen“. Denn anstatt einfach eine neutrale, flache Kurve als Optimum anzusehen und das Signal in diese zu „zwängen“, nahmen sie sich den gemessenen Frequenzgang der Gauder-Lautsprecher als Vorbild.

Was aber nicht zu vergessen ist: Dieses Ergebnis haben wir dadurch bekommen, dass drei Experten in unserem Hörraum werkeln und optimieren. Das kommt laut Dr. Brüggemann eher selten vor, da Kunden ihm natürlich zusätzlich zur normalen Arbeitszeit noch Anfahrt (45 Euro/Stunde plus Kilometerpauschale) und gegebenenfalls Unterkunft zahlen müssen.

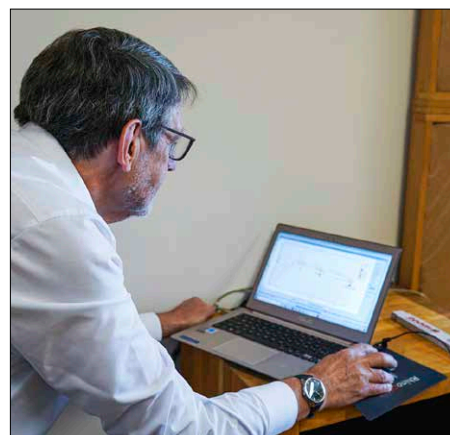
Aber wie erwähnt, findet der Großteil am PC statt, ist somit auch aus der Ferne möglich. Die komplette Prozedur dauert bei einem passiven Stereo-System meist um die zwei Stunden. Wie einfach ist es, ein solches oder ähnlich gutes Ergebnis als „unbedarfter“ Nutzer selbst zu erreichen? Dieser Aufgabe wollten wir uns in einem praktischen Test widmen.

Korrektur selbst gemacht

Zuerst: Man steht nie ganz allein da, außer man will es. Die allermeisten der bisherigen Kunden übernehmen mindestens die Messung selbst, der vielleicht einfachste Teil: Mikrofon an den Hörplatz stellen, mit PC und Anlage verbinden, Testsignal abspielen, schon sind die Boxen gemessen – nicht perfekt neutral, aber eben so, wie sie in dem aktuellen Raum spielen. Denn das ist auch wichtig, der Klang ist am Ende eine Kombination aus Anlage und Raum.



Das Set-up für die erste Korrektur: gute Kompaktboxen und ein Streaming-Verstärker. Realitätsnah steht dazwischen ein Fernseher, und der Raum ist auch nicht komplett „nackt“.



So sieht der Großteil des Korrektur-Prozesses aus: Dr. Brüggemann bearbeitet die Zielkurve.



Dr. Brüggemann und das Pure-Accurate-Sound-Team Markus Grelka (M.) und Ralf Höllmann (r.).

Fotos: STEREO, Hersteller

WAS IST CONVOLUTION?

Bei dem kompletten Raumkorrektur-Prozess geht es darum, einen „Convolution“-Filter zu erstellen. Doch was ist das überhaupt?

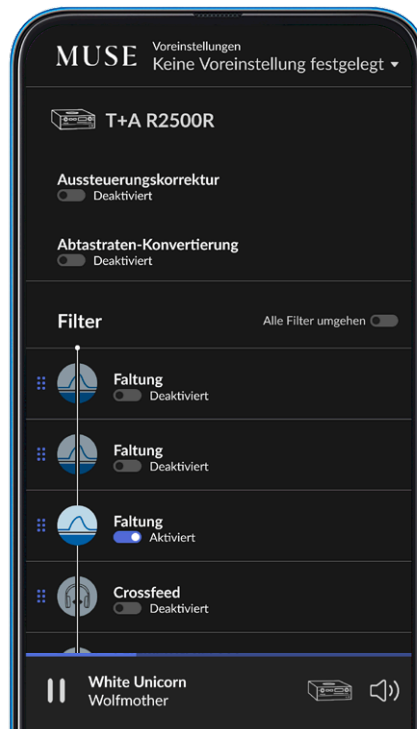
Die Filterdateien, die Acurate (und andere Filterprogramme wie etwa Room EQ Wizard, FIR Creator oder Rephase) erzeugen, sind „Convolution“-Filter und werden so auch in Roon, JRiver, Foobar, dem AudioVero-eigenen Acurate Convolver oder andere Programme integriert – selbst erzeugen können diese Abspielprogramme die Filter nicht, und sie haben keinen Einfluss auf den Filter. Das deutsche Wort für das mathematische Prinzip der „Convolution“ wäre „Faltung“ und beschreibt in etwa den zugrundeliegenden Prozess: Eine Formel wird mit einer anderen verrechnet bzw. „gefaltet“.

Bei Audio bedeutet das konkret, dass ein Filter mit dem zur Wiedergabe anstehenden Musiksignal gefaltet wird, und dieser Filter „biegt“ das Musiksignal so, dass es dem von ihm definierten Optimum entsprechen sollte. So können FIR-Filter („Finite Impulse Response“) in die Musikwiedergabe integriert werden, die einerseits stabiler als IIR-Filter („Infinite Impulse Response“) sind sowie Phase und Frequenz getrennt behandeln können.

Der vom Programm erstellte Convolution-Filter kann in verschiedenen Formen auftreten. Am simpelsten ist eine Audio-Datei (meistens .wav), die den Filter enthält. Wenn man mehrere hat – jede Abtastrate braucht etwa einen eigenen Filter –, können diese Dateien als Ordner zusammengefasst werden. In diesem Ordner können auch Text-Dateien (bzw. .cfg) erstellt werden, was noch mal komplexer ist.

Ist der Filter in Acurate oder einem anderen Programm erzeugt, muss er nur im Wiedergabeprogramm eingesetzt werden. Dieser Schritt ist

dabei eher einfach, da die Programme darauf ausgelegt sind, die angelieferten Dateien nur zu verarbeiten und somit keine weiteren Einstellungen benötigen. Bedeutet aber auch, dass das Wechseln eines solchen Filters aufwendiger ist: Die Filterdatei muss auf dem Computer vorhanden sein und stets neu eingesetzt werden.



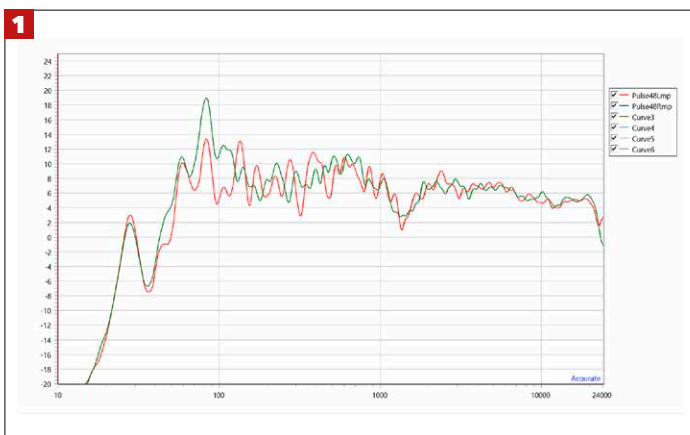
Ist der Filter einmal erzeugt, wird er per PC in Roon eingesetzt und dann einfach aktiviert.

Diesen Schritt können auch Nicht-Technik-Affine-HiFi-Fans meistern. Wer nicht tiefer eintauchen will, kann sich dann Hilfe von Dr. Brüggemann holen. Der Profi kennt sein eigenes Programm natürlich in- und auswendig. Die mit ihm oder allein erstellte Korrektur-Datei wird am Ende über die PC-Anwendung in Roon eingespielt und von dort oder dem Handy bzw. Tablet aktiviert. Die Musik mit Filter wird etwas leiser sein – die vorgegebene Kurve wird erreicht, indem Signale darüber abgeschwächt werden. Bei uns waren es meist zwischen 3 und 7 dB. Dadurch sollte keine Anlage in Probleme kommen, nur für einen A-B-Vergleich ist das wichtig.

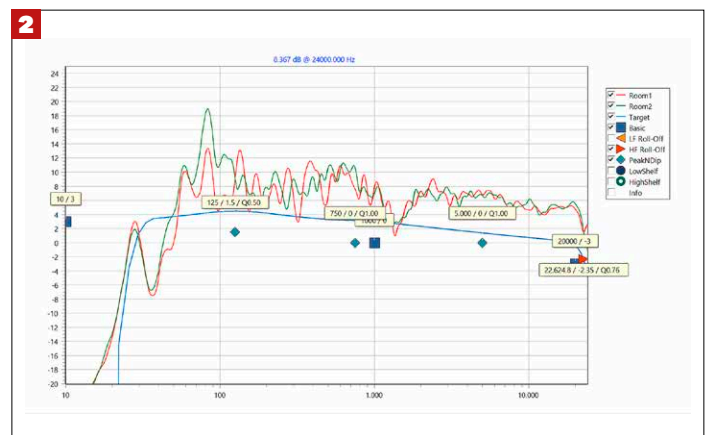
Extrem viel Rechenleistung braucht der „Core“, das Zuhause für Roon, nicht, das „Einsteiger-Modell“ Nucleus One meisterte die Verarbeitung problemlos. Auch Acurate läuft auf schwächeren PCs, aber vielleicht etwas langsamer – wobei in unserem Test mit einem über zehn Jahre alten Laptop das Programm gut arbeitete. Einzige für Mac ist Acurate nicht verfügbar.

Vorbereitung für die Messung

Und was braucht man außer dem PC für die Messung? Natürlich die Software, eine Lizenz kostet 495 Euro; normale Updates sind kostenlos, zukünftige größere Updates können einen kleinen Aufpreis kosten. Das Mikro sollte ein Messmikrofon sein, bestenfalls kalibriert. Ein Behringer ECM8000 sei laut dem Team schon eine gute Wahl – im Handel kostet es um 35 Euro, AudioVero bietet eine kalibrierte Version für 90 Euro an. Nebst passendem Ständer und Kabeln brauchen wir noch ein Audio-Interface als Schnittstelle zwischen Mikrofon, Computer und Anlage. Damit finden sowohl A/D- als auch D/A-Wandlung an gleichem Ort statt und demnach



Nachdem die Lautsprecher (hier die Gauder Capello 40) gemessen sind, bereitet Acurate das Ergebnis psychoakustisch auf – hier der Frequenzgang.



Der zweite und vielleicht wichtigste Schritt: die Erstellung einer Zielkurve (blau). Extrem viele Eingriffe brauchte es hier nicht, nur eben die richtigen.

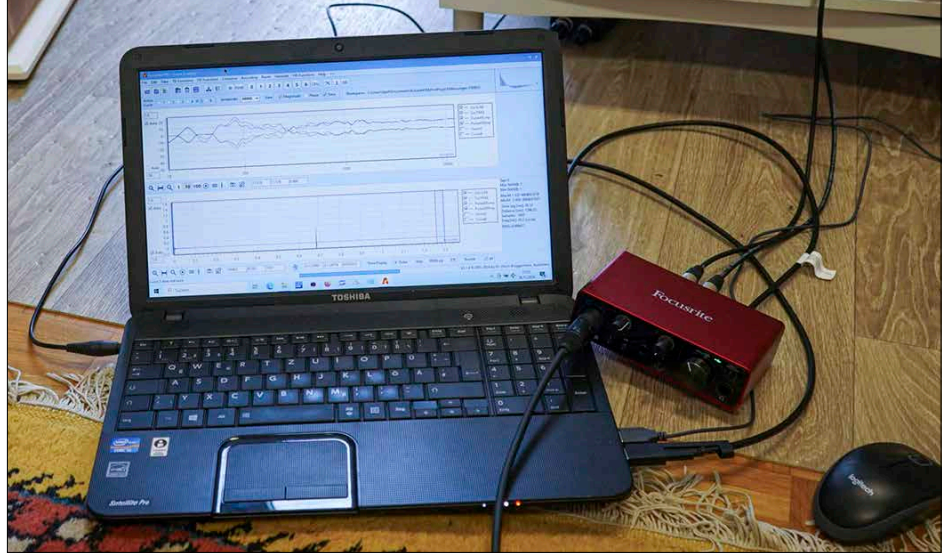
auch nach der gleichen Clock. Im Test nutzten wir einen Focusrite Scarlett Solo, das ab 90 Euro zu haben ist. Dazu kommt schlussendlich die Arbeitszeit von Dr. Brüggemann, falls man seine Hilfe in Anspruch nehmen will – 70 Euro pro Stunde.

Für ein Programm ist das nicht wenig Geld. Ziehen wir aber den Vergleich zu anderen High-End-Klangverfeinerungen, ist der Preis gar nicht mal so hoch. Wenn die Anlage jenseits der 10.000 Euro kostet, sind gängige Optimierungen wie die richtige Verkabelung oder Stromversorgung gern mal teurer. Das nur zur Relation.

Sind diese Anschaffungen gemacht, kann es ans Messen gehen. Zuerst kommt die ausgeglichene Aufstellung der Lautsprecher, bei der Acourate assistiert. Das ist für die Messung wichtig, aber hilft auch an sich schon dem Klang. Das Programm spielt einen Testton ab und erkennt über das Mikrofon, ob die Signale der Lautsprecher gleichzeitig ankommen. Nachdem wir einen Lautsprecher gemäß der Anweisung etwas verschieben, folgt die Messung, bei der ein Testton abgespielt wird.

Alles Weitere findet rein am Computer statt. Man kann sich also, wie erwähnt, Hilfe holen und so die Korrektur meistern. Wer sich den monetären Aufwand sparen, selbst experimentieren oder tiefer in das Thema einsteigen will – und nicht von der folgenden, vereinfachten Erklärung abgeschreckt wird –, macht in Acourate weiter. AudioVero bietet eine gute Schnellstart-Anleitung und weitere Infos, andere Tutorials sind auch im Internet zu finden.

Etwas theoretisches Verständnis von Frequenzen, Impulsen, Technik und Computern sollte man aber haben oder sich anlernen – was für die eigentliche Zielgruppe des Programms wohl zutrifft. Hilfreich: Acourate nimmt Nutzer insofern „an die



Das Wichtigste für den Prozess ist ein Windows-PC, bei uns reichte ein eher alter Laptop. Über USB wird er mit dem Audio-Interface (rechts) verbunden, was mit Anlage und Mikrofon kommuniziert.

Hand“, als dass alle Schritte der Raumkorrektur als „Makros“ direkt erreichbar sind – auf weitere Funktionen wie Erstellung einer digitalen Frequenzweiche gehen wir hier nicht ein. Trotzdem ist das Programm in der Nutzung komplexer, als es auf Geräten vorinstallierte Raumkorrekturen oft sind, aber eben auch detaillierter.

Nach der Messung bekommen wir zwei Dateien: Da das Programm die Stereo-Kanäle einzeln bearbeitet, werden stets zwei erstellt, je links und rechts. Diese zeigen erst mal das Messergebnis, etwa als Frequenzgang und Sprungantwort. Ersteres zeigt die Stärke, mit der welche Frequenzen wiedergegeben werden, Letzteres, nach welcher Zeit die Signale ankommen.

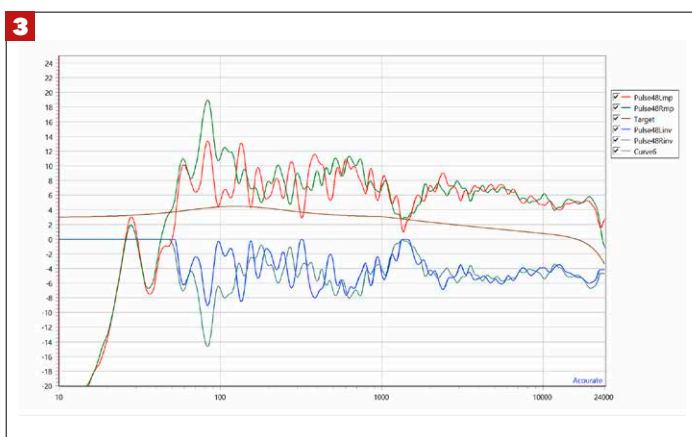
Raumkorrektur-Prozess im Detail

Die erste Messgrafik an sich ist aber noch nicht perfekt aussagekräftig. Dafür unterzieht das Programm das Signal einer psychoakustischen Behandlung, nach der wir einen sauberen Frequenzgang vor uns haben (1). Psychoakustik ist die Verbindung

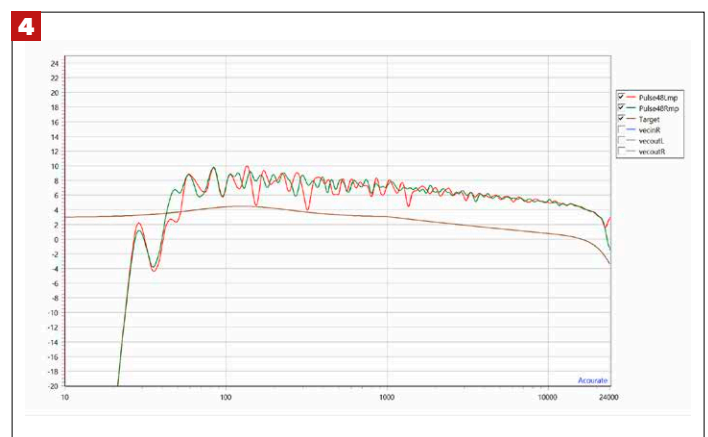
von den gemessenen Parametern mit dem menschlichen Empfinden selbiger. Damit zeigt der so behandelte Frequenzgang im Prinzip, wie der menschliche Hörer die Töne wahrnimmt. Will man nichts weiter einstellen, ist dieser Schritt nur ein Klick.

Dann kommt der zentrale Prozess der Raumkorrektur; das Design der Zielkurve (2). Also wie am Ende das Signal bearbeitet wird. Eine Möglichkeit ist durchaus, im Programm einfach weiterzuklicken und die Zielkurve als flache Linie zu belassen, was wir aber nicht empfehlen würden.

Ist man bereit, etwas Arbeit zu investieren, profitiert das Ergebnis. Einen Ansatz gibt die Anleitung: Wie vorgeschlagen setzen wir den Hochtönen etwas herunter, dazu einen Tiefpass-Filter, damit die hohen Frequenzen natürlich abfallen. Später kommt ein Subsonic-Filter, der sehr tiefe Frequenzen, die vielleicht Störgeräusche verursachen, herausfiltert. Für den Moment setzen wir noch eine kleine Erhebung in den Bass und heben zudem den ganzen Frequenzlauf an. Das ist mit etwas Geduld,



Danach spiegelt Acourate die gemessene Kurve (oben) an der Zielkurve (Mitte), um eine Korrekturkurve zu erhalten (unten); jeweils kanalgetrennt.



Am Ende wird im Programm der korrigierte Frequenzgang simuliert, wie er voraussichtlich sein wird; hier im Vergleich zur Zielkurve.

PRAXIS ACOURATE

Auseinandersetzen mit Computern und Lesen der Anleitung machbar, jedenfalls als „Pi-mal-Daumen“-Einstellung. Für genauere Anpassungen bräuchte es einiges an Fachwissen und Übung mit Acourate, weswegen wir diesen ungefähren Stand als das ansehen, was viele Nutzer mit moderatem Aufwand erreichen könnten.

Auch wenn dann der vielleicht Furcht einflößendste Teil abgeschlossen ist, folgen weitere Schritte. Das nächste Makro (3) verrechnet die gemessene Kurve mit der Zielkurve; es entsteht die Filterkurve, die im Prinzip eine Spiegelung des ursprünglichen Frequenzgangs an der Zielkurve ist. Makro 4 erstellt dann die Korrekturfilter und bietet einige Einstellungen – etwa die Fensterung, die vorgibt, dass nur Messwerte aus einem bestimmten Zeitabschnitt für die Korrektur verwendet werden. Das kann Einfluss auf die Phase haben, wodurch die Schallwellen von Hoch- und Tieftöner zeitlicher näher aneinander am Hörplatz ankommen sollten. Und während die Filter die Sprungantwort präziser und synchroner machen, können sie ihr auch unerwünschtes „pre-ringing“, also Einschwingen, hinzufügen; das in diesem Punkt manuell reduziert werden kann.

Das fünfte Makro dient als Simulation des Ganzen (4) und verrechnet die gemessene Kurve mit den erstellten Filtern, damit man eine Vorschau des Ergebnisses hat; und so noch Anpassungen vornehmen kann, bevor man den Filter einspielt.

Hier empfiehlt der Experte das Ausprobieren zwischen Makro 4 und 5. Um in der Simulation zu sehen, was konkret angepasst



Für die Messung wird das Mikrofon auf Ohrhöhe am Hörplatz aufgestellt. Damit ist die Optimierung am Ende für den „Sweet Spot“, hat aber natürlich auf den Klang überall Einfluss.

werden muss, ist aber durchaus einiges an Fachwissen nötig. Immer möglich und am wichtigsten ist natürlich die persönliche klangliche Einschätzung – doch ein Hörtest dauert länger als eine Simulation.

Als Letztes in der Liste steht „Interchannel Phase Alignment“ – eine Funktion, die dafür sorgen soll, dass beide Lautsprecher phasenkorrekt spielen und sich somit nicht gegenseitig stören. In der Simulation zeigt das Programm bei uns einen niederfrequenten Buckel im rechten Kanal. Hier wird es eher kompliziert – um den Buckel wegzubekommen, reicht aber erst mal, ihn zu markieren und die Optimierung laufen zu lassen. Damit ist noch nicht alles getan, hier kann man immer weiter simulieren, Einstellungen ändern, etc. und schlussendlich den Filter erstellen.

Gehen wir aber endlich über zum „pay-off“, dem Musikhören nach der Arbeit: Zusätzlich zu unseren beiden eben er-

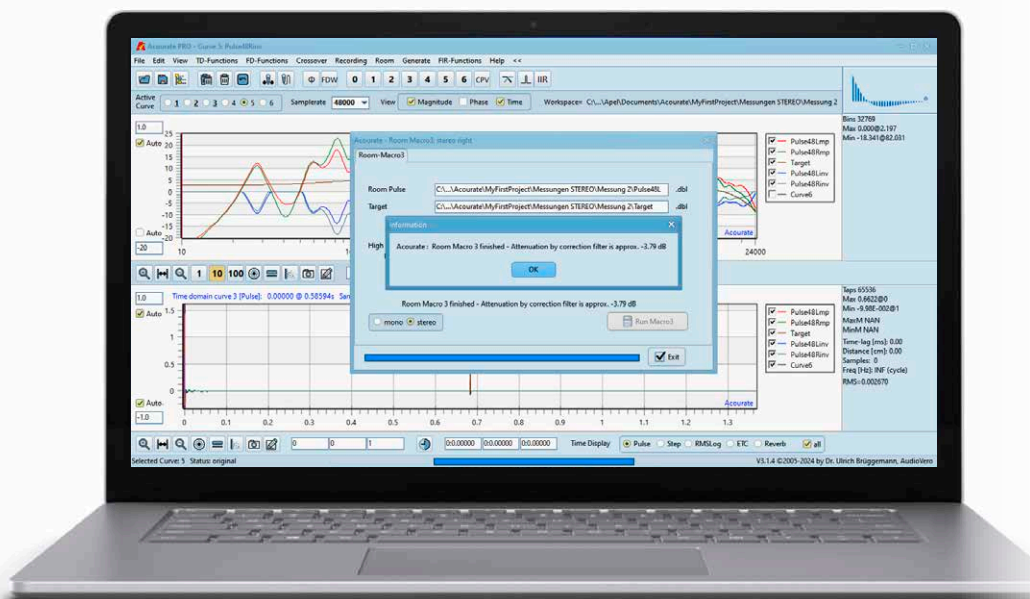
wähnten Filtern haben wir noch die Messdaten an Dr. Brüggemann geschickt, der sie für uns aufbereitete – und erklärt, wie wir selbst zu diesem Stand kommen, was Herumprobieren und Erkennen von Problemen in den Grafiken einschließt.

Mit dem „flachen“ Frequenzgang als Ziel wird schnell klar, dass dieser in der Praxis nicht unbedingt überzeugt. Bei unserer Anlage wurde eine bei dieser Aufstellung und hohen Lautstärken auftretende Raummode – die sich als dröhnender Bass äußert – beseitigt. Gleichzeitig wirkte die Wiedergabe dünner und farbloser, insgesamt nicht unbedingt besser. Aber das war auch nur ein Experiment und nicht die vorgesehene Nutzung des Programms.

Das klangliche Ergebnis

Also nehmen wir unsere zweite Korrekturkurve, die wir nach Anleitung und mit einigem an Einlesen in Acourate erstellt haben. Auch sie befreit uns von der dröhnenden Raummode. Gleichzeitig behält die Wiedergabe aber größtenteils ihren Körper, ist sauberer, die Klangbühne ist etwas ausladender, und auch die Impulsivität ist besser. Außer man hätte sich an den im Vergleich zu starken Bass gewöhnt, ist es mit dieser Korrektur besser.

Es folgt der mithilfe des Acourate-Entwicklers gebaute Filter. Dessen Zielkurve ist der von uns selbst erstellten relativ ähnlich, doch präziser eingestellt. Dazu kommen die restlichen Settings – Fensterung, Einschwingen und Phasenkorrektur. Das sind scheinbare Feinheiten, die aber wichtig sind, damit die Korrektur „ganzheitlich“ ist. Und die sich klanglich bemerkbar machen, dieser Filter steigert noch mal die Kohärenz und Neutralität der Wiedergabe, die in Präzision und Schnelligkeit weiter zulegt – hier wurde nicht nur der Fehler des Raumes korrigiert, sondern der gesamte Klang optimiert. Der ist detaillierter und aufgefächerter, gleichzeitig plastisch und kontrolliert.



Der Großteil des Acourate-Bildschirms wird von Mess- und Simulations-Grafiken eingenommen, die Buttons in der oberen Leiste führen direkt zu den Raumkorrektur-Makros. Hier die Filtererstellung.

Sowohl bei preiswerten als auch bei teureren Lautsprechern bringt Acourate eine Verbesserung – ob sich der Preis lohnt, hängt auch vom Verhältnis zur Anlage ab. Genauso hängt der Erfolg teils davon ab, wie viel Zeit und Wissen man investiert. Selbst unsere „laienhafte“ Korrektur aber klingt plastischer, präziser und räumlicher als die unbehandelte Wiedergabe. Um das Maximum zu bekommen und zu sehen, wie Acourate die Anlage noch weiter optimieren kann, braucht es einiges an Aufwand und Expertise – entweder selbst angelernt oder durch die Hilfe des netten Entwicklers umgesetzt.

DAS STEREO-FAZIT

Ein paar Aspekte gibt es zu beachten: Sollte sich also etwas an der Anlage oder dem Raum ändern, muss die Raumkorrektur von vorn durchgeführt werden. Da die Filter am Ende in ein Abspielprogramm geladen werden, kommen sie auch nur Musik zugute, die über das Programm läuft. Das Signal etwa eines Plattenspielers kann zwar digitalisiert durch einen PC mit Filter gespeist werden, aber solche Aufbauten sind umständlich. Musikdateien, die etwa von einem Heimserver gestreamt werden sollen, kann man zudem manuell direkt mit dem Filter verrechnen, wodurch „optimierte“ Dateien erstellt werden. Diese brauchen dann keine Filterung mehr in der Wiedergabe.



Julian Holländer
Redakteur

»DIE EINARBEITUNG IN ACOURATE IST NICHT LEICHT - EIN EXPERTE KANN ABER VIEL HERAUSHOLEN.«

Ist einmal ein gutes Ergebnis erreicht, kann das beeindruckend sein. Der (negative) Einfluss des Raumes sinkt, und das Plus an Kontrolle, Präzision und Timing war bei unseren Tests hervorragend, ohne künstlich zu wirken. Das schafft Acourate, fordert aber auch Expertise. Ohne Zeit, Motivation und Vorwissen ist das Ergebnis nicht so gut, wie es sein könnte, und der Prozess möglicherweise frustrierend. Eine der großen Stärken des Programms ist sein Entwickler – der Experte und seine Hilfe bei Messung und Korrektur ist im Zweifel nur einen Anruf oder eine E-Mail entfernt. Und zeigt, was mit Acourate möglich ist, nämlich eine vielseitige, sehr gute und extrem detaillierte Raumkorrektur. Um das beste Ergebnis zu erzielen, reicht es nicht, sich „nur“ einen Nachmittag mit Acourate zu beschäftigen. Aber vielleicht für eine kleine Verbesserung, die motiviert, sich mehr mit Raumkorrektur zu beschäftigen – oder mithilfe des Experten noch die nächste Optimierung auszuloten. ■

Info: www.audiovero.de, www.pureacouratesound.com