

# Erhöret!

Roman Beilharz

**Effiziente Produktionsumgebungen kombinieren die Vorzüge digitaler und analoger Frequenzbearbeitung. Dabei sollten das Ohr, der Workflow und die inhaltliche Konzeption stets Priorität vor starren Rezepten haben.**

War beim letzten Toni-Stammtisch wieder mal kein Schwung drin? - Kein Problem, lassen Sie beim nächsten Mal einfach lapidar eine der folgenden Phrasen fallen: „An Kabelklang glauben nur Esoteriker“, „Mischungen aus dem Computer klingen sowieso furchtbar“ oder „PlugIns sind etwas für Leute, die sich keine analoge Peripherie leisten können“. Die Wahrscheinlichkeit ist hoch, dass diese immer wieder neu aufkochenden Reizthemen die Gemüter der Kollegen in Wallung bringen werden und der sonst so nette Heinz seinen berühmten knallroten Kopf bekommt.

Woran liegt das? Wir Homo sapiens sehnen uns nach Klarheit, nach Regelwerken, damit wir uns orientieren, uns auf der sicheren Seite wähnen können. Wir wollen zu den „Guten“ gehören. Wir wollen die „Wahrheit“ wissen, ein für alle Mal.

Mit dieser verständlichen Sehnsucht ausgestattet, setzen wir uns jedoch immer wieder selbst - häufig ohne es zu merken - Scheuklappen auf, welche es schwer machen, ungewohnte Blickwinkel einzunehmen und die Gültigkeit dessen, „was nicht sein kann/soll/darf“, konkret und praktisch für uns selbst und unsere Arbeitsumgebung zu überprüfen. Im selben Zuge sind wir durchaus in der Lage, uns durch Fachpresse und allgemeine Euphorie gehypte Produkte schön zu hören - wie ein Kind unter dem Weihnachtsbaum. Häufig dauert es eine ganze Weile, bis wir uns eingestehen müssen, dass wir einer Lobby, griffigen Werbekonzepten und unserer eigenen Gier nach „dem ultimativen XYZ“ zum Opfer gefallen sind. Absolutismen wie „die Wahrheit“ und „das Gute“ sind bei genauerer Betrachtung Vexierbilder; Kaleidoskope, welche bei jeder Positionsänderung ein anderes Bild zeigen: Was in einem Fall eine tolle Lösung ist, kann sich in einem anderen Falle als mangelhaft herausstellen.

## Die Kabelwege des Herrn ...

Das hitzig diskutierte Thema Kabelklang ist ein gutes Beispiel für das Spannungsg-

gefüge zwischen dem Bedürfnis nach allgemeingültigen Rezepten und der Notwendigkeit ihrer bisweilen komplexen Differenzierung. Ich habe für die Zeitschrift Music & PC in 2007 einen umfangreichen Hörvergleich mit verschiedenen Mikrofon- und Instrumenten-Kabeln durchgeführt. Der Blindtest belegte trotz anfänglicher Skepsis in der Testhörerschaft eindeutig klangliche Unterschiede in einem solchen Maße, dass ich seitdem die Wahl des Kabels bei der Mikrofonierung genauso wohl überlege wie die Wahl des Mikrofons und dessen Positionierung. Meine persönliche Daumenregel: Wenn eine optimale Übertragung der Hochmitten und Höhen im Vordergrund steht, kommen Vovox-Direct-S-Kabel zum Einsatz, wenn runde und kompakte Bässe mit eher „silbrigen“ Höhen gefragt sind, ziehe ich das Carbo-kab 225 von Sommer Cable vor. Wer solche Rezepte ungeprüft imitiert, wird jedoch unter Umständen gar nicht glücklich werden. Wie der ausgesprochen fundierte, mehrteilige Beitrag von Gerd Jüngling (ADT) im Studio Magazin zum Thema „Wohlklang durch Kabel“ ausführlich darlegt, hängen schon die bekannten elektrischen Eigenschaften von Wechselwirkungen mit Kabeln in einem hohen Maße von der verwendeten Peripherie ab. Im Falle meines Music & PC-Testes hießen die - offenbar gar nicht so passiven - Mitspieler SPL GainStation, AT 4050, Microtech Gefell M 930, Fender Stratocaster und eine Music Man StingRay-Kopie mit aktiver Elektronik. Ich gehe inzwischen davon aus, dass neben den bekannten und unbekanntem physikalischen Faktoren auch die klanglichen Eigenschaften von Kabeln mit allen Elementen der Signalkette variieren. Es wäre also verfehlt, solchen Testergebnissen absolute Allgemeingültigkeit zuzusprechen. Ebenso verfehlt wäre es zu behaupten, Kabel könnten - eine durchschnittliche elektromechanische Güte vorausgesetzt - in keinem Falle hörbar klangrelevante Faktoren in der Signalkette darstellen, weil es „physikalisch nicht sein kann“. Solche Aussagen sind meines Erachtens gleichzusetzen mit „Die Erde kann keine Kugel sein, weil wir sonst unten herunterfallen würden“; in beiden Fällen wird man zum Opfer eines überholten physikalischen Modells. Dummerweise neigen wir zu schlichten Modellen ebenso wie zu Schwarz-Weiß-

Denken: Wer z.B. aufgrund vorteilhafter Ergebnisse mit Vovox-Mikrofonkabeln beginnt, sein komplettes Studio mit Schweizer Klangleitern zu verstricken, fällt einem mitunter sehr teuren Irrtum zum Opfer: Was im Frontend gut ist, ist nicht automatisch für Line-Pegel die beste Wahl. Der konkurrenzlos aufwändige Hörvergleich des Studio-Magazins kam interessanter Weise zu einem ähnlichen Ergebnis wie ich, denn bei der Strecke von DA-Wandler/Abhörcontroller zu Aktivbox/Endstufe klang ein klassisch mit Kupfer-Litzen verseiltes, abgeschirmtes Kabel - es muss sich wohl um das Galileo 238 von Sommer Cable gehandelt haben - signifikant am besten. Diese Aussage ist meiner Erfahrung nach wiederum nicht blindlings auf alle anderen Line-Pegel-Strecken übertragbar. So habe ich die Strecke von den Mikrofon-Vorverstärkern zu AD-Wandler bzw. Audio-Interface aus Kostengründen mit selbst verdrillten Massivleitern mit hohem Adernabstand bestückt - gewonnen aus drei



Roman Beilharz arbeitet seit 15 Jahren als Produzent von Film- und Theatermusiken im eigenen Tonstudio in der Nähe von Kassel. In 2007 erhielt er zwei Mal die Auszeichnung ‚Beste Filmmusik‘ auf internationalen Festivals. Er arbeitet neben seiner beständigen Lehrtätigkeit (Unterricht, Seminare, Workshops) auch als freier Autor und hat als solcher seit 1999 unzählige Testberichte und Specials verfasst (c't, Music & PC, Production-Partner, Studio-Magazin). Sein jüngstes Projekt ist die Musik und das Drehbuch zu dem Spielfilm „The Gap“, welches 2007 zum Hessischen Drehbuchpreis nominiert war und 2006 beim Great-Lakes-Filmfestival in den USA ausgezeichnet wurde.

identischen, aus der Schirmung geschälten Sat-Kabeln; eine Art „Do-it-yourself-Vovox“ für Arme. Kostenpunkt für insgesamt 70 m symmetrische Kabel-Strecke inklusive hochwertigen Neutrik-Steckern und Lohn für meinen kleinen Sohn, der mir beim Verdrillen geholfen hat: knapp 100 Euro. Klanglich ist an dieser Stelle kein signifikanter Unterschied zu „echten“ Vovox-Kabeln hörbar - wohl gemerkt immer im Zusammenhang mit den vorhandenen Komponenten betrachtet (div. SPL GoldMike, SPL Gain Station, SPL Track One, RME Fireface 800). Im Übrigen waren Optik, Haptik und Biegefestigkeit bei dieser Kabelstrecke kein Thema, da die Leiter fest in einem Kabelkanal verlegt werden konnten. Entscheidend ist jedoch, dass sich der Sachverhalt in anderen Signalketten klanglich völlig anders darstellen kann. Sind zudem Einstreuungen und Langzeit-Stabilität ein Thema (Massivleiter müssen bedachtsamer auf- und abgewickelt werden), würde man einem klassischen geschirmten Kabel sicherlich auch hier den Vorzug geben.

Ich habe dieses fernab des Themas „Effekte“ befindliche Beispiel deswegen einleitend gewählt, weil es einige immer wieder kehrende Phänomene bei der Auseinandersetzung mit verschiedenen tontechnischen Lösungen sehr klar illustriert:

1. Es gibt keine Patentrezepte, weder physikalisch, tontechnisch noch künstlerisch.
2. Es gibt keinen „absoluten Wohlklang“. Jedes Element in der Signalkette muss im Zusammenhang mit allen anderen Elementen und im Kontext der Dramaturgie und Stilistik des Tonprogramms funktionieren.
3. Wir neigen dazu zu hören, was wir hören wollen/sollen.
4. Was dem eigenen Weltbild widerspricht, wird häufig gar nicht erst überprüft.

Letztlich tut man im Bereich der Tontechnik gut daran, bei Investitions-Entscheidungen klangliche, klanggestalterische, kreative, ergonomische und ökonomische Aspekte zu sehr ähnlichen Teilen in die Entscheidungsfindung mit einfließen zu lassen. Wenn man da gründlich vorgeht, kommt man nicht um eigene,

differenzierte Analysen herum. Und muss lernen, sich selbst und den eigenen Ohren auch in Fragen der Prozesskonzeption mehr zu vertrauen als irgendeiner Form der Meinungsmache. Dies ist manchmal aufwändig und beschwerlich, lohnt sich jedoch in jeder Hinsicht - nicht zuletzt auch in finanzieller. Da all dies auch für die Wahl eines Equalizers seine Gültigkeit hat, möchte ich mich im Folgenden auf dieses zentrale Element der Klanggestaltung ausrichten, welches aktuell wie viele andere Geräteklassen zwischen analogen Vorbildern, deren digitalen Nachbildungen und originär-digitalen Konzepten oszilliert.

### Das Märchen vom sauberen Klang

Gerade bei Gesprächen zum Thema Equalizer habe ich immer wieder den



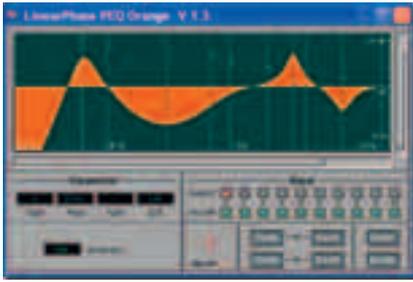
Das Vovox Direct-S sorgt auf der Strecke zwischen Mikrofon und Vorverstärker in vielen Fällen für transparentere, subjektiv direktere Signale

Eindruck, dass viele Anwender davon ausgehen, es gebe so etwas wie eine „absolute Klangqualität“. Wie könnte und sollte die wohl aussehen? Wenn wir die leicht pathologisch anmutenden Fixierungen auf „perfekte“ Linearität, Phasen- und Impulstreue sowie „absolute Störfreiheit“ von Übertragungssystemen zum Maß der Dinge erheben, dürften wir guten Gewissens allesamt nur noch linearphasige 16.384-Punkt-FIR-Filter in DDS-Systemen nutzen, denn analoge Equalizer rauschen, zerren und bringen die Phase ganz schrecklich durcheinander. Sind darüber hinaus noch Röhren oder Übertrager mit im Spiel, so bügeln diese unbarmherzig die eben noch so jungfräulichen, flinken Signalfanken glatt - grauenhaft! Es ist wirklich schade, dass linearphasige Filter gehörmäßig oft so miserabel abschneiden; sie passten so schön ins heile Weltbild vom „sauberen Klang“. Zumindest bei einer eher künstlerisch als kommerziell

ausgerichteten Musik-Mischung ist messtechnische Sauberkeit so ungefähr das letzte, was die Mischung nach vorne bringt - das wissen Sie als Tonprofi natürlich selbst. Doch trotz dieses Wissens sind viele Klanggestalter nicht bereit, sich konsequent vom Ideal „optimaler Klangreinheit“ zu verabschieden. Ich möchte daran erinnern, dass im „Schmutz“ einer Aufnahme - den Nebengeräuschen, seltsamen Interferenzen, spontanen Interaktionen, verunglückten Takes, Bedienfehlern, technischen Mängeln etc. - häufig das größte Potenzial für einzigartig berührende Schöpfungen liegt. Daraus sollte man natürlich nicht ableiten, dass es eine gute Idee wäre, jederzeit mit einem digitalen Schrott-EQ zu arbeiten: Es gibt nun mal charmanten, wohlklingenden „Schmutz“ und eher harschen, das Klangbild dürr und flach machenden „Schmutz“. Doch selbst letzterer kann bei transformativen Aufgaben, z.B. bei Elektro-Ambient- oder Experimental-Musik genau den richtigen Effekt haben (Stichwort Bit-Crusher). Die Sätze „I am curious, what kind of dirt we'll be pulling up today“ und „Gimme some drops“ („drops“ kann sowohl „Bonbons“ als auch „Drop-Outs“ bedeuten) drücken die kreative Haltung eines anonymen amerikanischen Toningenieurs sehr treffend aus: Jede Säuberungsaktion entfernt potenziell emotionalen

Content, und dieser ist es, der den Erfolg einer Aufnahme maßgeblich bestimmt. Keine Aufnahme wurde jemals wegen ihrer klanglichen Perfektion - im Sinne von Reinheit - zum Verkaufserfolg. In jedem mir bekannten Falle waren Faktoren ausschlaggebend, welche den Hörer emotional im Innersten berühren.

Ich sehe die Haupt-Aufgabe eines Toningenieurs darin, diese Faktoren in einer Form herauszukristallisieren, welche diesen Faktoren die größtmögliche Kraft gibt. Eine solcher Ansatz kann in Zeiten von sich stetig selbst kopierenden Tonprogrammen einen Beitrag dazu leisten, dass wir der Schwemme von penibel zurecht geschnipselten, zu Tode korrigierten, oberflächlich aufgeblähten, räumlich flachen und damit für mich persönlich sterbenslangweiligen Hörerlebnissen immer mehr erfrischende, lebendige Produktionen entgegen setzen können.



Der Linear Phase PEQ Orange von Algorithmix ermöglicht sehr unauffällige Reparaturen

### Stimmiger aufnehmen – weniger schrauben

An dieser Stelle erscheint mir eine Differenzierung und Nennung der vier Basis-Funktionen eines Equalizers angebracht:

- Reparieren • Balancieren •
- Separieren • Transformieren

Großmeister der Tonmischung – zu diesen zähle ich mich als ambitionierter Autodidakt mit Schwerpunkt Komposition übrigens keineswegs – schaffen es immer wieder, mit wenigen gezielten Griffen am EQ mehrere Fliegen mit einer

Klappe zu schlagen; das heißt in einem Rutsch für eine bessere Separierung zu sorgen, die Gesamtbalance nicht zu vernachlässigen und gleichzeitig das Tonmaterial zu transformieren, also künstlich zu (ver-)formen. Da ich selbst nur mäßigen Ehrgeiz habe, diese hohen Weihen zu erlangen und meine vorrangigen Zielmedien – TV-Musikmischungen, Vormischungen für Kino und DVD sowie Theaterzuspielungen – vergleichsweise anspruchslos sind, behelfe ich mir in Problemfällen mit einer Trennung der Bearbeitungsschritte; das heißt, ich gehe eine evtl. Reparatur mit einem FIR-Equalizer an, Sorge dann mit einem guten Track-EQ für die Separierung und balanciere anschließend verschiedene Elemente der Mischung in den Subgruppen mit einem breitbandig zupackenden EQ und evtl. einem Kompressor – eine Art Mini-Mastering. Bei gelungenen Aufnahmen aus „eigener Herstellung“ sind solche Verrenkungen gottlob selten nötig; ein guter Track-EQ als dezenter „Aufräumer“ ist dann – besonders bei kleinen Besetzungen – mehr als genug. Es ist schon so: Je stimmiger Darbietung, Instrument bzw. Stimme, Mikrofonierung, Raum, Vorver-

stärkung, Verkabelung, Wandlung und Zwischenformat gewählt sind (meiner Erfahrung nach in genau dieser Reihenfolge), desto geringer ist der Bedarf nach umfangreichen Frequenzbearbeitungen – und desto schneller ist man mit der Mischung fertig. Ganz bewusst sage ich „stimmiger“ und nicht „besser“. Denn was dieses „stimmiger“ ausmacht, hängt einzig und allein von der tontechnischen Konzeption auf der Basis der stilistischen Ausrichtung der Produktion und den Bedingungen des Zielmediums ab. „Besser“ gibt es für mich nicht, denn gut ist, was im Gesamtzusammenhang funktioniert.



Voxengos Curve EQ visualisiert den Eingriff im Frequenzgang auf einzigartig ergonomische Weise



## Die optimale Verstärkung für Audio Profis.

**Leicht und kompakt:** 2 HE mit 10 kg bis 12 kg und 29 cm Tiefe

**Wirtschaftlich und flexibel:** Optional 2 IN / 2 OUT bzw. 4 IN / 4 OUT 24 bit 96 kHz DSP-Lautsprechermanagement. Perfekte Emulation der Setups vieler namhafter Lautsprechersysteme (auch Cardioid Systeme)

**Zuverlässig:** Seit Frühjahr 2004 beweisen die DELTA Verstärker ihre hohe Zuverlässigkeit

# Hoellstern®

## AUDIO AMPLIFIERS



| MODELL       | OPTION | 8 Ω         | 4 Ω         | 2.7 Ω       | 2.0 Ω       | BRIDGE                                   |
|--------------|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|
| DELTA 7.2.2  | DSP    | 2 x 1.000 W | 2 x 2.000 W | 2 x 3.000 W | 2 x 4.000 W | 1 x 8.000 W @ 4 Ω                        |
| DELTA 10.4.2 | DSP    | 4 x 400 W   | 4 x 800 W   | 4 x 1.200 W | 4 x 1.600 W | 2 x 5.500 W @ 2 Ω                        |
| DELTA 10.4.4 | DSP    | 4 x 600 W   | 4 x 1.150 W | 4 x 1.700 W | 4 x 2.200 W | 2 x 4.400 W @ 4 Ω                        |
| DELTA 12.4   | DSP    | 4 x 600 W   | 4 x 1.150 W | 4 x 1.700 W | 4 x 2.200 W | 1 x 8.000 W @ 2 Ω plus 1 x 4.400 W @ 4 Ω |
| DELTA 14.4   | DSP    | 4 x 1.300 W | 4 x 2.600 W | 4 x 3.800 W | *)          | 2 x 7.600 W @ 4 Ω                        |

\*) 4 x 3.400 W oder 2 x 5.000 W an 2 Ω + 2 x 2.500 W an 4 Ω

HOELLSTERN verstärkt absolut pegelfest – extrem laststabil – auffallend audiophil

Produktion und Vertrieb: Phone +49 (0) 76 64/6 11 88-0 • info@hoellstern.com • www.hoellstern.com

## Equalizer = Ausgleicher

Bei restaurativen Eingriffen in den Frequenzgang brauchen wir den EQ dem ursprünglichen Wortsinne nach tatsächlich als „Ausgleicher“; hier kann ein hervorragender FIR-Equalizer wie zum Beispiel der Linear Phase PEQ Orange von Algorithmix Wunder wirken. Es ist ein Jammer, dass sich dieses hervorragende PlugIn so vorsintflutlich bedienen lässt und dermaßen altbacken aussieht. Ganze zehn voll parametrische Bänder ermöglichen sehr detaillierte, auf Wunsch auch extrem schmalbandige Korrekturen, ohne dass sich ein unnatürliches Klangbild einstellt.

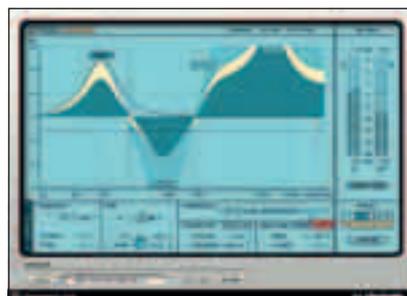
Eine eigenwillig konzipierte, aber letztlich sehr gute Ergonomie zeigt dagegen der preiswerte Curve EQ von Voxengo. Dessen 2048-Punkt FFT-Filter-Kernel und eine zweifarbige I/O-Spektrum-Analyse ermöglichen schnelles, chirurgisches Arbeiten an einer Gummiband-Kurve mit maximal 60 Ankerpunkten. Klanglich muss sich der Curve EQ dem Linear Phase PEQ Orange geschlagen geben; drastische Korrekturen bleiben hier nicht im selben Maße unauffällig wie beim PEQ Orange, doch kostet der Voxengo-EQ gerade mal ein Dreizehntel des gefühlt um den Faktor zwei zu teuren Algorithmix-EQs. Nebenbei hat der Curve EQ etliche Impulsantworten berühmter analoger Vorverstärker an Bord, deren spektraler Fingerabdruck mit der GearMatch-Funktion „nachgefaltet“ wird. Dies ist wie alle statischen IR-Modelle von im Original pegelabhängig sehr verschieden klingenden Übertragungssystemen ziemlicher Quatsch. Für eine gezielte dynamische Verdichtung sollen die verschiedenen Vintage-Modes und Saturation-Settings sorgen - eine nette Spielerei, doch greife ich zu diesem Zweck lieber zu Tritonedigitals ColorTone oder zum Sonnox Inflator (vormals SONY Oxford Inflator). Last but not least kann man beim Curve EQ mit der SpectruMatch-Funktion die durchschnittliche Frequenz-Verteilung einer Referenz-Mischung auf eine andere übertragen. Dies ähnelt der Funktionsweise, wie sie Steinbergs FreeFilter vor Jahren vorstellte, jedoch fallen die klanglichen Ergebnisse bei Voxengo wesentlich differenzierter aus.

Noch hochauflösendere „Spektral-Kopien“ bekommt man nur mit TCs Assimilator. Dessen maximale FFT-Auflösung von 8192-Punkt treibt die Spectrum-Matching-Konzeption auf die Spitze. Wer nun wie viele Laien glaubt, man müsste nur seine Lieblings-Mischung „kopieren“ und - Schwupp! - klänge der Mumpf-Mix aus dem Eierpappenkeller genauso gut, wird

natürlich enttäuscht sein. Um beim Mastern einer Zusammenstellung von sehr unterschiedlichen Mixes auf die Schnelle für eine gewisse klangliche Kontinuität zu sorgen, können diese Tools jedoch sehr hilfreich sein.

Der optional ebenfalls linearphasig arbeitende Dynamic-EQ von TC Electronic mit interner 48-Bit-Genauigkeit auf der PowerCore-Plattform ist ein weiteres innovatives Korrektur-Werkzeug aus Dänemark, welches einem Multiband-Dynamik-Prozessor ähnelt, den Schwerpunkt jedoch auf die Bearbeitung des Frequenzgangs legt. Statt pauschal alle Frequenzen stets gleich stark anzuheben bzw. abzusenken, behandelt der Dynamic EQ nur Signalanteile, welche einen gewählten Schwellwert über- oder unterschreiten, sodass ohnehin schon präsente Stellen im Signal nicht noch weiter angehoben werden - oder Absenkungen erst ab einem gewissen Pegel im jeweiligen Frequenzband „greifen“. Dadurch lassen sich zum Beispiel satte Bass-Anhebungen ohne übertriebenes Wummern bei Peaks sowie schimmernde Höhen ohne schneidend heraus fallende Crash-Becken erzeugen. Die Steuersignale der Dynamik-Einheiten aller vier Bänder lassen sich separat filtern, so dass man beispielsweise das Höhen-Band mit einer Bassdrum triggern kann. Damit ist der Dynamic EQ gleichermaßen ein mächtiges Korrektur- und Mastering-Werkzeug wie auch eine Spielweise für experimentierfreudige Sound-Designer. Trotz einer Fülle von Features leidet die Übersichtlichkeit dieses interessanten Effektes nicht; dessen Ergonomie ist vorbildlich.

Abgesehen von digitalen Hardware-EQs wie zum Beispiel dem Linear Phase EQ1 von Weiss bietet keine externe Hardware vergleichbare Möglichkeiten wie die genannten FIR-Plug-Ins. Analoge Equalizer bieten für restaurative Eingriffe weder einen ähnlichen Bedienkomfort noch erzeugen sie vergleichbare klangliche Ergebnisse; diese haben bekanntermaßen andere Vorzüge.



Der Dynamic EQ von TC Electronic erlaubt pegelabhängige Frequenzbearbeitungen

## Nachgefaltet

In der Mehrzahl aller Fälle wird der Equalizer als „Aufräumer“ benutzt, um jedem Klangereignis einen klaren Platz im Spektrum zuzuweisen und für Transparenz in der Summe zu sorgen. Paradoxe Weise entsteht bei einer gekonnten Separierung von Einzelinstrumenten oft der Eindruck einer harmonischeren Summe; es ist wie im richtigen Leben: Nur wer seinen individuellen Platz kennt und einnimmt, wird auch in der Gruppe erfolgreich sein. Hier werden die meisten Anwender, die sich einem Hörvergleich stellen, gute Analog-EQs jeder digitalen Lösung vorziehen - von speziellen, transformativen Situationen abgesehen. Da ich wie viele meiner Kollegen zu wenig begütert und von Total Recall und Automation zu verwöhnt bin, um tatsächlich wieder mit analogem Equipment zu mischen, mache ich gleich bei der Aufnahme regen Gebrauch vom Equalizer meines Channel-Strips. Hier hebe ich die Höhen häufig dezent und breitbandig an; die SPL-Töchter „Air“ und „Flair“ sind tägliche Begleiter meiner Studiotätigkeit (bei Focusrite heißt der entsprechende Regler „Breath“). Nur bei Mikrofonen, welche desgleichen bereits reichlich tun - wie zum Beispiel das Brauner Phantherra - sollte man vorsichtig sein mit pauschalen Höhenanhebungen, denn sonst kann sich ein unerfreuliches Zischeln einstellen, welches man nicht mehr in jedem Fall nachträglich in den Griff bekommt. Von solchen Härtefällen abgesehen, lassen sich zu üppige Höhen bei der Mischung auch mit durchschnittlichen digitalen Equalizern ohne unerwünschte Nebeneffekte absenken. Wohlklingende Höhenanhebungen ohne Schrille sind hingegen stets eine Herausforderung für EQ-Plug-Ins, denn hier zeigen sich Probleme durch Rundungsfehler und mangelnde zeitliche Auflösung (Stichwort Intermodulations-Verzerrungen) am deutlichsten - insbesondere bei einfachen Sampling-Raten (44,1 und 48 kHz). Auch bei drastischen Höhenanhebungen hervorragend klingt der immer noch wenig bekannte EQ HydraTone der Firma TritoneDigital. Er stellt in Sachen Klangpotential, Flexibilität und Ergonomie eine meiner Lieblings-Lösungen dar. Kompromisslos ist dessen äußerst attraktiver Anschaffungspreis von \$ 149,- (nur online unter [www.tritonedigital.com](http://www.tritonedigital.com); Demo verfügbar). Dafür sind Kompromisse in der Stabilität, Kompatibilität und Performance zumindest für PC-Anwender unvermeidbar: HydraTone benötigt die Pluggo-Runtime von Cycling74 als Shell, welche das PlugIn unter VST, RTAS und AU nutz-

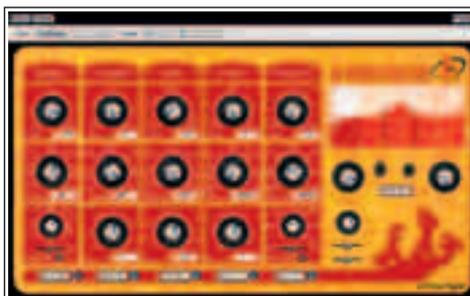
bar macht. Da Pluggo ursprünglich eine Mac-Entwicklung ist, zeigen sich auf dem PC verschiedene Zicken (Redraw-Probleme, eingeschränkte Host- und System-Kompatibilität), welche die Professionalität des Produktes auf dieser Plattform ernsthaft in Frage stellen. Dass ich als PC-User HydraTone dennoch in fast jedem Projekt einsetze, liegt daran, weil dies eines der wenigen mir bekannten PlugIns ist, welches tatsächlich im weitesten Sinne „analog“ klingt. Der Grund dafür ist simpel: Die Entwickler haben dem HydraTone sehr fein gerasterte Impulsantwort-Sets und damit die spektralen Charakteristiken der EQs Amek 9098, Avalon VT-737SP, API 550b und Focusrite ISA 110 eingebaut. Der Knaller ist, dass sich diese jeweils pro Band separat auswählen lassen, so dass man sich seinen Lieblings-Hybrid-EQ mit maximal fünf voll- bzw. semiparametrischen Bändern (beim API) und zwei zusätzlichen High-Cut/Low-Cut/Expansion-Filtern zusammenstellen kann. Manche werden diese Möglichkeit von Focusrites DSP-Controller Liquid Mix kennen, welcher mich trotz ähnlichen Prinzips (Faltung) jedoch klanglich nicht überzeugen konnte. Ein „Fire“ genannter, regelbarer Sättigungs-Algorithmus kompensiert die Beschränktheit der nicht-dynamischen Faltung so erfolgreich, dass er bei mir fast immer auf 9-10 Uhr mitläuft. Leider ist HydraTone ein relativ CPU-hungriges PlugIn, welches ich mir nur auf delikaten Solo-Spuren und beim Mastering gönne. Das Mastering-Pendant zum HydraTone ist der AngelTone, welcher vier der begehrtesten analogen Mastering-EQs nachfaltet (Avalon AD 2055, Sontec MES-430, Manley Massive Passive, Millennia NSEQ-2). Ich hatte bisher noch nicht genügend Gelegenheit, um mir ein fundiertes Urteil von AngelTone bilden zu können, doch handelt es sich nach ersten Tests ebenfalls um ein überragendes Produkt, welches ergonomisch nicht ganz so flexibel ist wie der HydraTone - und dessen Fire-Algorithmus vermissen lässt.

Ich sehe in der Konzeption der dynamischen Faltung, also einer pegelabhängig zwischen verschiedenen Impulsantworten interpolierenden Prozesslogik das größte Potential für die Entwicklung zukünftiger Digital-EQs - mit einer Fülle von wählbaren Charakteristiken pro Band. Das Problem des immensen Speicherbedarfs für eine ausreichend hohe dynamische Auflösung wird sich sicher früher oder später programmier-technisch lösen lassen. In einer solchen

Konzeption könnten sich die klanglichen, ergonomischen und ökonomischen Vorteile analoger und digitaler Frequenzgestaltung mit dem geringsten Maß an Zugeständnissen vereinen.

### Algorithmischen

Einer der universalsten, digital-algorithmischen „Classic-Equalizer“ ist der maximal 10-bandig parametrische PEQ



*TritoneDigital's HydraTone bringt die klanglichen Vorzüge bewährter Analog-EQs per Impulsfaltung in die DAW*

Blue von Algorithmix, welcher zwölf zum Teil sehr unterschiedliche, minimalphasige EQ-Charakteristiken unter einer kurvenorientierten Bedieneinheit vereint. Die klanglichen Eigenschaften der zwölf PEQ Blue-Typen sind so verschieden, dass ich sie an dieser Stelle unmöglich mit der gebührenden Detailschärfe beschreiben kann: Erwarten Sie einfach das Beste aus allen Welten zu einem Algorithmix-typischen Preis satt oberhalb der Schmerzgrenze.

Immerhin bietet der Blue durch die vielen EQ-Typen gefühlt einen höheren Gegenwert als seine Linear Phase-Brüder. Leider hat er von diesen dieselbe unselbige Bedienoberfläche geerbt, welche wie aus der ergonomischen Steinzeit der ersten Windows-95-Plug-Ins auferstanden wirkt und meiner Meinung nach einen Notfalltermin beim Designer braucht.

Klanglich für mich nicht ganz so eindrucksvoll, in Sachen Kompatibilität und Plattform-Vielfalt allen bisher genannten Kandidaten jedoch klar überlegen sind die Konsolen-Emulationen von URS. Besonders die Demo-Versionen der API-550 (URS A-Serie) und Neve-1084-Emulationen (URS N-Serie) sollten sich iLok-Besitzer keinesfalls entgehen lassen (Registrierung und Key erforderlich; VST, RTAS, TDM, AU).

Apropos Neve: Sehr gut gefallen hat mir im Test auch der Neve 1081 auf der UAD-1, jedoch bei maximal drei Instanzen pro Karte sollte man hier schon reichlich DSP-Power in Reserve haben.

Immerhin gibt es eine SE-Variante, die gut um den Faktor fünf effizienter wirtschaftet und klanglich ebenfalls sehr brauchbar ist. Eine UAD-1 ist übrigens für viele Anwender allein wegen der überragenden Pultec-Emulationen Pflicht; ich empfehle UAD-Interessenten die „nackte“ Solo-Variante ohne Plug-In-Bundle und nach dem aufmerksamen Ausprobieren der Demo-Versionen den gezielten Einkauf derjenigen Plug-Ins, welche für die eigene Arbeitsweise am hilfreichsten und wichtigsten erscheinen.

Wenn ich ehrlich bin, nutze ich jedoch im Alltag den Sonnox Oxford EQ (vormals SONY Oxford, basierend auf dem EQ der SONY OXF-R3-Konsole) wesentlich häufiger als all diese hippen, virtuellen Veteranen aus dem Retro-Schränkchen. Der „Ox-EQ“ ist ein klassisch aufgebautes Arbeitstier, welches mit fünf voll parametrischen Bändern, variablen High/Low-Cut-Filtern mit bis zu 36 dB/Okt. Flankensteilheit

genauso flexibel ist wie HydraTone - und dabei wesentlich stabiler, kompatibler und auf fast allen Plattformen verfügbar (VST, AU, RTAS, PowerCore, TDM). Das PlugIn wurde jüngst um eine interaktive Frequenzkurve bereichert: Farbige Anfasser bestimmen Einsatzfrequenz und Gain des jeweiligen Bandes, farbige Schattierungen zeigen die Charakteristik bzw. Kurve der Bearbeitung.

Die Bandbreite (Q) bzw. bei den Shelving-Filtern der Over/Undershoot-Faktor lassen sich wahlweise per Mausrad oder Rechtsklick-Scrolling (PC) bzw. Linksklick-Scrolling plus Alt-Taste (Mac) modifizieren. Lohnendes Detail am Rande: Ein „Ears only“-Modus schaltet die Kurvengrafik auf Wunsch ganz ab! Die Verknüpfung der Kurve mit den bisherigen Bedienelementen ist optimal gelöst; man muss beim Mausen die Bänder nicht mehr einzeln aktivieren. Der Oxford-EQ bietet vier verschiedene EQ-Typen an, welche sich grundlegend in der Art der Verknüpfung von Gain und Filtergüte bzw. Bandbreite unterscheiden.

Für TDM ist eine aufpreispflichtige, sehr empfehlenswerte GML-Option verfügbar, welche den EQ um eine fünfte Charakteristik bereichert. So kriegt man durch die gezielte Nutzung eines passenden Typs sowohl breitbandig ansetzende Mastering-Kurven als auch schmalbandige Effekt- und Reparatur-Bearbeitungen mit einem einzigen Plug-In in den Griff.



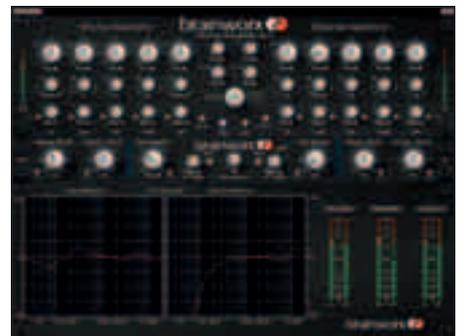
Der Sonnox Oxford EQ ist einer der souveränsten algorithmischen Digital-EQs am Markt

Kostenbewusste Fans der bewährten analogen SSL-Konsolen-Equalizer sollten SSLs „DSP-for-Native“-Lösung Duende unter die Lupe nehmen. Im Zentrum der serienmäßigen Duende-PlugIns stehen Portierungen der SSL C-Serie-Algorithmen, welche zwar auf den Klangergebnissen und den Bedienstrategien der analogen Originale fußen, jedoch bereits mit einer gewissen Eigenständigkeit entwickelt und überarbeitet wurden. Insofern darf und muss man den Duende-PlugIns einen individuellen Charakter zugestehen; hier steht anders als bei den offiziell von SSL lizenzierten Emulationen von Waves nicht in erster Linie die Authentizität der Nachbildung im Vordergrund. Das Herz des Duende-Systems ist ein in maximal 32-Mono-Instanzen ladbarer Kanalzug mit klassischer Ausstattung. Bei dessen EQ handelt es sich um einen Vierband-Entzerrer mit vollparametrischen Mitten, deren E-Serie-Charakteristik sich per Knopfdruck in eine der G-Serie entsprechende Charakteristik verwandeln lässt. Zur Erinnerung: Der G-Serie-Typ packt bei zunehmender Gain mit kleinerer Bandbreite zu, während die Bandbreite des E-Serie-EQs unabhängig vom Gain-Pegel konstant bleibt. Nebenbei vermindert der E-Serie-Modus die Over- bzw. Undershoot-Effekte der High- und Low-Shelving-Filter des G-Typs.

Momentan nutze ich Brainworx' bx\_digital beständig für Mastering-Aufgaben (Scope, VST, RTAS, TDM). Dieses PlugIn schlicht als Equalizer zu bezeichnen, ist dessen Funktionsumfang nicht ganz angemessen: Wie der parallel entwickelte, analoge Hardware-Prototyp besteht das PlugIn aus zwei Einheiten: dem bx1 und dem bx2. Der bx1, welcher sich im oberen Teil der Bedienoberfläche findet, ist ein M/S-EQ mit zweimal fünf Bändern, während der bx2 pro Kanal zwei so genannte Image Shifter, einen Mono-Maker und einen De-Esser kombiniert. Die Image-Shifter bearbeiten nicht etwa wie beim Waves-Klassiker S1 die Ste-

reobreite, sondern sind eher als musikalische, halbautomatische Equalizer für Bässe und Höhen zu verstehen (Bass Shift/Presence Shift). Diese ermöglichen intuitive Optimierungen des Tiefbass- bzw. Hochtton-Bereichs, wobei die Charakteristik stets einer S-Kurve ähnelt. Die Stärke der Bearbeitung funktioniert proportional-Q-artig, sodass die S-Kurve in Richtung Rechtsanschlag immer deutlicher „ausbeult“. Das PlugIn arbeitet per Standardwert im M/S-Mastering-Modus, welcher Stereo-Signale in Mono-Summe und Stereo-Differenz-Signal aufteilt und nach Durchlaufen aller Prozesse wieder in ein Stereo-Signal überführt. Der Clue beim bx\_digital ist, dass Brainworx eine intelligente Phasen-Korrektur integriert hat, welche dafür sorgt, dass man sowohl das M- als auch das S-Signal einzeln Solo hören kann; dieses in der Praxis entscheidende Feature gibt es bisher bei keinem anderen M/S-fähigen PlugIn. Außer bei der Scope-Version des bx\_digital existieren neben dem M/S-Mastering-Modus noch ein klassischer Dual-Mono- und ein so genannter M/S-Recording-Modus, welcher in Mitte/Seite-Technik aufgenommene Signale erwartet; also auf die primäre M/S-Matrixierung verzichtet. Die Scope-Version des bx\_digital erlaubt zum Trost für das Fehlen der dort aus technischen Gründen nur schwer realisierbaren Alternativ-Modi das Einschleifen anderer PlugIns in die Prozess-Kette oder - über die Ein- und Ausgänge der Scope-Hardware - sogar die Einbindung analoger Geräte vor der abschließenden M/S-Dematrixierung. Letzteres macht den bx\_digital in der preisgünstigen Scope-Variante geradezu zu einem Schnäppchen von einer M/S-Matrix für ökonomisch planende Mastering-Studios. Der integrierte De-Esser kommt auch mit Summen-Signalen gut zurecht und fängt S-Laute und andere hochfrequente Peaks ohne störende Artefakte ab. Das Beste am De-Esser ist jedoch dessen sinnreiche Integration in die M/S-Kette: so lassen sich Lead-Vocals z.B. nur im Monosummen-Signal de-essen, während das Stereodifferenz-Signal unangetastet bleibt - eine für Song-Reparaturen sehr praktikable Verschaltung. Einzigartig ist der Mono-Maker, welcher wie ein abstimmbarer Low-Cut funktioniert, jedoch nur die Seiten-Signale beschneidet und dies durch eine Anhebung im Mono-Signal kompensiert. Diese Maßnahme stellt sicher, dass Tiefbässe stets ohne Phasensalat aus allen Speakern donnern, während das Stereo-Panorama oberhalb der wählbaren Grenzfrequenz intakt bleibt. Die neus-

ten Plug-Ins aus dem Hause Brainworx, bx\_hybrid und bx\_control, trennen die M/S-Matrixierung vom EQ ab, so dass man beliebige Prozesse in die Bearbeitungs-Kette einfügen kann. Eine geniale Hilfe ist die automatische Solo-Funktion des bx\_hybrid für einzelne Parameter. Wenn man zum Beispiel die Frequenz eines Bandes anfasst, hört man automatisch das jeweilige Band mit maximaler Gain und schmaler Bandbreite; fasst man Gain oder Q an, hört man das aktuelle Frequenzband ohne alle anderen Bänder solo. Man fragt sich, warum da vorher noch keiner drauf gekommen ist. Die Presence- und Bass-Shift-Parameter lassen sich hier in der Frequenz abstimmen; bei TDM/ProTools praktischer Weise ohne Umschweife per Icon-Joystick.



Der bx\_digital ist ein mächtiger M/S-Equalizer, welcher es erstmals ermöglicht, das M- oder S-Signal solo abzuhören

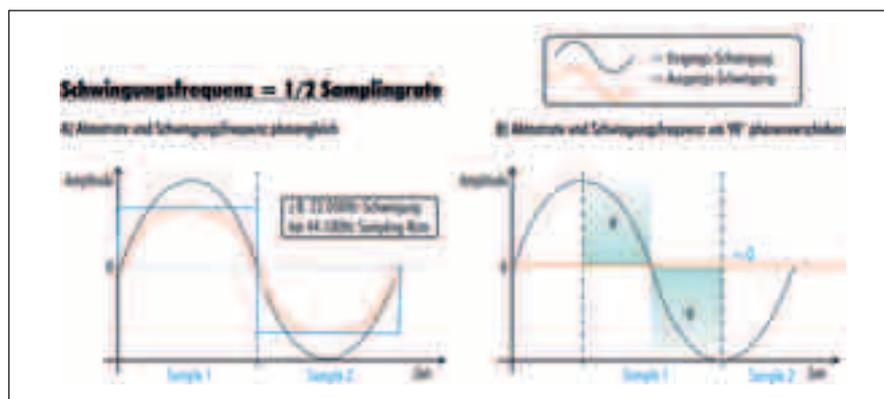
## Gemeinsam sind wir schrill

Bei Mischung und Summierung mit herkömmlichen Host-Sequencern oder Digital-Mischpulten nützt der schönste EQ mitunter wenig, denn gerade die Achillesferse aller Digital-EQs - der Höhenbereich, insbesondere bei additiven Bearbeitungen - ist exakt der Bereich, welcher bei einer Digital-Summierung vieler komplexer Einzelspuren „in the box“ (kurz ITB) massiv unter die Räder kommt. Wenn Ihnen Ihre Höhen lieb sind, möchte ich Sie dazu einladen, über verschiedene Möglichkeiten zur Analog-Summierung nachzudenken. Die theoretischen Hintergründe will ich an dieser Stelle kurz anreißen, um diesen Bericht mit einer persönlichen Empfehlung für all diejenigen abzuschließen, welche ihre digitalen Mischungen in eine möglichst integrierte Stereo-Summe überführen wollen.

Die interne Wortbreite der meisten Audio-Sequencer von 32 Bit fp ist mathematisch gesehen genug, um 256 Kanäle mit jeweils 24 Bit Wortbreite ohne Rundungsfehler zu addieren. Bei dieser Rechnung wird jedoch davon ausgegangen,

dass jede Aufnahme voll und satt ausgesteuert und jeder Kanal „bis zum Kragen offen“ ist. Nur dann stehen über die gesamte Signaldynamik tatsächlich 24 Bit Wortbreite, also gut 16,7 Millionen verschiedene Spannungswerte pro Sample zur Verfügung. In der Praxis mischen wir im virtuellen Mixer jedoch regelmäßig Signale zusammen, deren Pegel in der Summe anteilig viel niedriger ist: Bei einer PegelEinstellung von zum Beispiel -22 dB verbleiben gerade mal rund 16 Bit netto, also nur noch ca. 65.500 verschiedene Werte zur Darstellung der Amplitude des Einzelsignals. Damit hätte sich die tatsächliche Genauigkeit jedes einzelnen Samples im Vergleich zu den nominalen 24 Bit bereits um den Faktor 256 verschlechtert, bevor auch nur eine einzige Addition im Stereo-Bus stattgefunden hat. Bei der digitalen Summierung wird nun die Informationsdichte, also die Zahl der zur Beschreibung aller anliegenden Audiosignale vorhandenen Samples, weiter massiv eingedampft - mindestens um den Faktor der Spurenzahl, meist aufgrund der Reduzierung der internen Rechengenauigkeit auf die Wortbreite des Zielformats um ein Vielfaches mehr. Als wäre dies nicht gravierend genug, fallen verschiedene für sich genommen relativ harmlose, PCM-typisch unharmonische Verzerrungen bei der Summierung viel stärker ins Gewicht, so dass besonders im Höhenbereich deutlich hörbare Entstellungen die Folge sind, welche meist als „Schärfe“, „Kälte“ und „Künstlichkeit“ empfunden und beschrieben werden. Hauptverantwortlich für diesen Eindruck scheinen mir eine bei digitaler Summierung entstehende Aggravierung von Intermodulations- und Quantisierungs-Verzerrungen zu sein sowie eine Art „Shoot-Out“ um Samples zur Repräsentation hochfrequenter, schneller Signalfanken.

Wie Sie wissen, besagt das Shannon'sche Abtasttheorem, dass PCM-Signale alle Frequenzen bis zur halben Sampling-Rate übertragen können. Es könnte so schön sein, wenn eben dieses Theorem nicht stillschweigend voraussetzen würde, dass der Abtastvorgang stets bei einem Nulldurchgang im Eingang-Signal beginnt. Die obere Halbwellen einer 22,05 kHz Sinus-Schwingung ( $1/2 f_s$ ) könnte durch einen positiven, die untere Halbwellen durch einen negativen Sample-Wert beschrieben werden - denn bei 44,1 kHz Abtastrate stehen uns für eine Schwingung von 22,05 kHz genau zwei Samples zur Verfügung. In der Realität ist jedoch die Frequenz des Eingang-Signals in keiner Weise mit der Digital-Clock des



Der Intermodulations-Effekt

Wandler-Systems synchronisierbar - ein Denkfehler mit dramatischen Folgen. Selbst wenn wir bei unserem relativ simplen Beispiel-Signal von 22,05 kHz Sinus bleiben, scheitert der praktische Versuch, dieses am Ausgang zu rekonstruieren in rund 50% aller Fälle. Denn wenn die Abtastperiode zufällig erst bei der Hälfte der oberen Halbwellen beginnt und damit zwangsläufig exakt bei der Hälfte der unteren Halbwellen endet, ist der resultierende Abtastwert gleich Null: die Schwingung geht vollständig über die Wupper. Noch schlimmer zeigt sich der Sachverhalt bei Musiksignalen, denn deren Frequenz und Phasenlage verhalten sich in Bezug auf die Abtastrate völlig chaotisch. Selbst bei einem einigermaßen konstant schwingenden Musik-Häppchen mit hohen, im Verhältnis zur Abtastrate ungradzahligen Frequenzanteilen, ändert sich die Phasenlage der beschreibenden Samples mit jeder Welle - und man bekommt eine Kette von reichlich chaotischen Datenwerten. Das Phänomen ist auch als Intermodulations-Effekt bekannt.

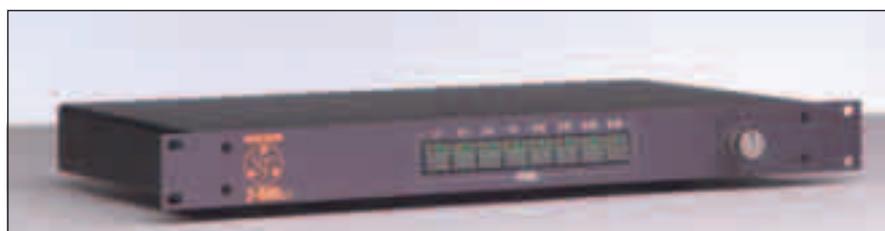
Der Grad harmonischer Verzerrungen in analogen Systemen steigt mit dem Eingangspegel an, was unserer natürlichen Hörerfahrung entspricht. Wir setzen solche Verzerrungen intuitiv mit hoher Lautstärke gleich, da unser Gehirn das Gehörte entsprechend interpretiert. Digitale Systeme verhalten sich genau umgekehrt: Je kleiner der Pegel, desto kleiner wird die Auflösung pro Sample und desto mehr Quantisierungs-Verzerrungen ent-

stehen. Erst beim Überschreiten des Maximalpegels schlagen digitale Signale ohne Vorwarnung in hässliche, unharmonische Obertonverzerrungen um (Digital-Clipping).

Eine weitere Beschränkung eines Digital-Audio-Systems ist dessen mangelhafte Impulstreue. Die traurige Wahrheit ist, dass ein beliebiges Digitalsystem mit 44,1 kHz Abtastrate schon ein Rechtecksignal von nur 7 kHz aufwärts nicht mehr originalgetreu überträgt. Dieses kommt bis zur Unkenntlichkeit geglättet als Quasi-Sinus-Schwingung wieder „hinten“ raus. Die zur Verfügung stehenden Samples beschreiben die Kanten eines hochfrequenten Rechtecksignals nicht mehr ausreichend; Frequenzen oberhalb von 10 kHz werden natürlich erst recht „weichgespült“. Auch bei hohen Abtastraten sind gängige Digital-Systeme in den Höhen nicht so impuls schnell, dass es nicht zusammen mit allen anderen Effekten bei der Digital-Summierung zu einer gewissen „Signal-Konkurrenz“ kommt und sich die Höhen - salopp ausgedrückt - gegenseitig „zumatschen“.

### Passiv summieren, hochwertig aufholen

Ich habe mich letztes Jahr intensiv mit der Summierungs-Frage befasst und im Zuge dessen verschiedene gängige Analog-Summierer von Dangerous Music, SPL, Audient etc. mit ITB-Mischungen verglichen; und zwar sowohl mit der digitalen Stereo-Summe eines Digital-Mischpultes bei 48 kHz (Mackie d8b) als auch



Bei der Summierung vieler komplexer Einzelsignale erhalten Analog-Summierer wie der 2-Bus IT von Dangerous Music den Höhenbereich besser

mit der eines PC-Sequencers bei 96 kHz. Um es kurz zu machen: Besonders im Höhenbereich klang die Analog-Summierung durchweg stimmiger; das heißt, weniger schrill, weicher und luftiger - ganz so, als seien serienmäßige Host-EQs durch (virtuell-)analoge ersetzt worden; und das trotz der zusätzlichen AD-Wandlung! Entscheidend für die Signifikanz der subjektiven klanglichen Verbesserung schien die Zahl der komplexen Einzelsignale. Bei sehr transparenten Arrangements einiger weniger, schon instrumental wohl gestaffelter Signale waren die Unterschiede vernachlässigbar gering (Kammermusik, Trio-Jazz etc.). Am extremsten fielen die Differenzen bei einem üppigen Rock-Arrangement aus, welches neben Gesängen, Gitarren, Schlagzeug und allerhand Synthesizer-Signalen noch orchestrale Backings einband. Interessanter Weise ließ sich eine fast ebenso deutliche Klangverbesserung erzeugen, wenn ich statt sämtlicher Einzelsignale sechs Subgruppen (Gesänge, Schlagzeug&Percussion, Gitarren, Bässe, Keyboard&Effekte, Orchester), also 6x2 Kanäle analog summierte. Inzwischen ha-

be ich mir von einem lokalen Dienstleister für gut 100 Euro einen Passiv-Summierer zusammenlöten lassen, welcher die Subgruppen meines Digital-Mixers per D-Sub abgreift, analog summiert und auf kurzen, hochwertigen Kabelwegen in einen Mikrofon-Vorverstärker zum Aufholen des Pegels schickt. Lassen Sie sich ruhig eine solche Passivlösung individuell nach Ihren Anforderungen fertigen, es handelt sich schließlich nur um eine Handvoll Widerstände und Draht. Manche Leute sind unverständlicher Weise bereit, für einen passiven Summierer über 1000 Euro hinzublättern; diese sollten den Summierer zur Erhaltung ihrer Seelengesundheit besser niemals aufschrauben! Wenn man mit den Sättigungseffekten der Einzelkanäle eines aktiven Summierers wie zum Beispiel dem SPL MixDream kreativ arbeitet, haben aktive Lösungen natürlich ihre Vorzüge. Ansonsten klang eine passive Summierung bei mir nie wirklich schlechter; letztlich gerade so gut, wie der verwendete Aufholverstärker. Diese Erkenntnis hat einen weiteren ökonomischen Vorteil: Sie können für Aufnahme und Summierung die

selben hochwertigen Vorverstärker nutzen. So kann man im Extremfall mit einem einzigen Stereo-Vorverstärker wie zum Beispiel dem SPL GoldMike sowohl die Aufnahme als auch anschließend den Mixdown bestreiten. Leider ist es aus klanglichen Gründen keine gute Idee, den Vorverstärker auf die Patchbay zu legen und damit zwischen den Betriebsarten „umschalten“; die Kabelwege sollten bei der passiven Summierung 3-4 Meter nicht übersteigen. Falls dies nicht möglich sein sollte, ist aktive Summierung klar die bessere Wahl. Für Surround-Formate ist mir bislang noch keine analoge Summierungs-Lösung bekannt, doch die Software-Entwickler haben den Bedarf erkannt und arbeiten emsig an der Verbesserung der ITB-Summierung. Die beständige Maximierung der internen Wortbreite und intelligente Priorisierungs-Logiken werden die Analog-Summierung aus klanglichen Erwägungen möglicher Weise eines Tages unnötig machen. Bis dahin sollte sich jeder, der sich Gedanken um „den besten Digital-EQ“ macht, auch das klangliche Potential einer optimierten Summierung erforschen. ●

## Die Faltung, ein hilfreicher Effekt, nicht nur bei der Verhallung

**Horst Zander**

Die Faltung ist eine fundamentale Funktion im Bereich der digitalen Signalverarbeitung, wie zum Beispiel der Verarbeitung von digitalen Audiosignalen. In der digitalen Audiotechnik wird auf der untersten Ebene der Signalverarbeitung – salopp gesprochen – nur 1 und 1 zusammengezählt. Multiplizieren erfolgt in einer vom Multiplikator vorgegebenen Anzahl von Additionen. Während die Addition oder die Multiplikation spätestens nach einigen Schuljahren allgemein beherrscht wird, ist die Funktion der Faltung (engl. Convolution) zunächst eher ein abstrakter Begriff.

Rein verfahrenstechnisch betrachtet bedeutet Falten, das jeder Abtastpunkt eines Digitalsignals mit jedem Abtastpunkt eines zweiten Digitalsignals multipliziert wird. Bei diesem Prozess entsteht für jeden Abtastwert des ersten Signals eine Wertetabelle, mit deren Hilfe der durch das Falten erzeugte neue Abtastwert berechnet wird. Bildlich kann man sich den

Prozess so vorstellen: Auf der Zeitachse des ersten Audiosignals wird in positiver Richtung ein zweites Signal entlang geschoben, wobei, wie gesagt, jeder Abtastwert (Sample) des einen Signals mit jedem Sample des zweiten Signals multipliziert wird. (Bei einer einfachen Multiplikation beider Signale werden dagegen jeweils nur die zeitgleichen Abtastwerte miteinander multipliziert.) Dieses Bild zeigt deutlich auf, dass Falten ein sehr rechenaufwändiger Prozess ist. Insofern beschränkt man sich bei der Anwendung in der digitalen Audiotechnik mit Blick auf die Echtzeitverarbeitung darauf, das zweite Signal zeitlich eher eng zu begrenzen, also im Grunde als zweites Signal nur einen Impuls oder einen gefensterten Signalausschnitt einzusetzen. Trotzdem waren die Anforderungen an die Prozessorleistung vor einigen Jahren noch so groß, dass eine Faltung nicht in Echtzeit durchgeführt werden konnte. Je nach Kunst und Können

des Programmierers muss man auch heute noch eine höhere Latenzzeit berücksichtigen, beispielsweise wenn Plugins mit Faltungsalgorithmen in die Spuren von Audio- oder MIDI-Sequenzern eingebunden werden.

Die Faltung eines Audiosignals mit einer Impulsantwort ist ein wichtiger Prozess zur Veränderung des klangbildenden Frequenzspektrums eines Audiosignals, denn, das lässt sich mathematisch beweisen, die Faltung zweier digitalisierter Audiosignale im Zeitbereich, also zweier diskreter Wellenformen, entspricht einer Multiplikation ihrer diskreten Spektren, oder umgekehrt, faltet man ihre diskreten Spektren entspricht das einer Multiplikation ihrer diskreten Wellenformen. Beispielsweise kann die Faltung zweier Audiosignale im Frequenzbereich mit einer Filterfunktion im Zeitbereich gleichgesetzt werden, bei der ja zwei Audiosignale miteinander multipliziert werden. Moduliert ein digitales Audiosignal ein ande-