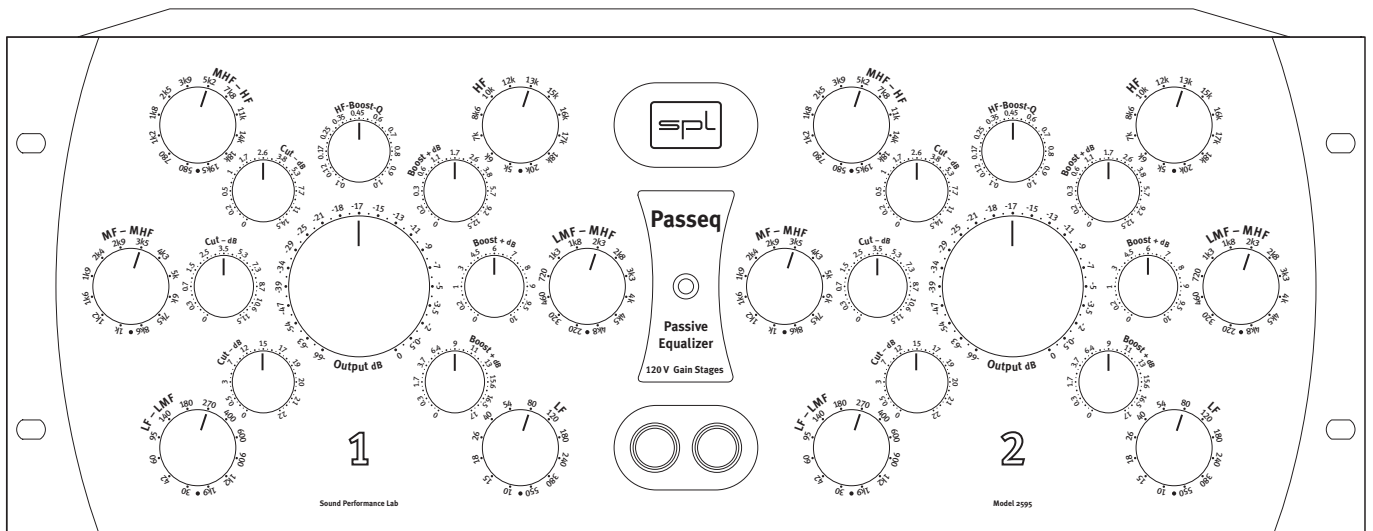


Bedienungsanleitung



Passeq

Modell 2595

Bedienungsanleitung Passeq, Modell 2595

Version 1.1

Entwickler: Wolfgang Neumann

Dieses Handbuch enthält eine Beschreibung des Produkts, jedoch keine Garantien für bestimmte Eigenschaften oder Einsatzerfolge. Maßgebend ist, soweit nicht anders vereinbart, der technische Stand zum Zeitpunkt der gemeinsamen Auslieferung von Produkt und Bedienungsanleitung durch die SPL electronics GmbH.

Konstruktion und Schaltungstechnik unterliegen ständiger Weiterentwicklung und Verbesserung. Technische Änderungen bleiben vorbehalten.

Dieses Handbuch ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte bleiben vorbehalten. Das Kopieren, Vervielfältigen, Übersetzen oder Umsetzen in irgendein elektronisches Medium oder maschinell lesbare Form im Ganzen oder in Teilen ist nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung der SPL electronics GmbH gestattet.

SPL electronics GmbH

Sohlweg 80, 41372 Niederkrüchten

Tel. (0 21 63) 98 34 0, Fax (0 21 63) 98 34 20

E-Mail: info@soundperformancelab.com, Web: www.soundperformancelab.com

CE-Konformitätserklärung

Hersteller: SPL electronics GmbH

Produkttyp: Elektroakustisches Gerät

Produkt: Passeq, Modell 2595

Prüfungsingenieur: Wolfgang Neumann

Prüfgrundlagen:

EN 50081-1:1992, EN 50082-1:1992, EN 60065:1993 Schutzklasse 1, EN 61000-3-3:1995, EN 60065:2002, EN 55013:2001, EN 55020:2002, EN 61000-3-2:2000, Niederspannungsrichtlinie 73/23 EWG; 93/68 EWG.

Hiermit erklären wir, dass die Bauart des Passeq, Modell 2595, den oben genannten Bestimmungen entspricht.



Hinweise zum Umweltschutz

Am Ende seiner Nutzungsdauer darf dieses Gerät nicht mit dem normalen Hausmüll entsorgt werden. Geben Sie es stattdessen an einer Sammelstelle für Elektro- und Elektronikschrott ab. Die entsprechenden Symbole dafür stehen auf dem Gerät, auf der Verpackung und in der Bedienungsanleitung. Entsprechend ihrer Kennzeichnung können die eingesetzten Materialien wiederverwendet werden. Leisten Sie einen wichtigen Beitrag zum Schutz unserer Umwelt, indem Sie die Wiederverwendung, das Recycling von Rohstoffen oder andere Arten von Altgeräte-Recycling ermöglichen. Weitere Informationen über Ihre zuständige Abfallbeseitigungsstelle erhalten Sie bei Ihrer örtlichen Verwaltung.



WEEE-Registrierung: 973 349 88

© 2008 SPL electronics GmbH. Alle Rechte, technische Änderungen und Druckfehler vorbehalten. Alle genannten Markennamen sind Warenzeichen der jeweiligen Inhaber.

Sicherheitshinweise	4
Inbetriebnahme	5
Einleitung	6
Einzigartige Merkmale, Besondere Merkmale	6
Vorteile passiver Filter, 72 passive Filter mit 120-V-Aufholverstärkern, Filterarten, Einzelkern-Spulen, Peak- und Shelving-Filter	7
120-V-Aufholverstärker, SPL-SUPRA-Operationsverstärker	8
Lundahl-Übertrager, Weitere Merkmale, Fazit	9
Rückseite	10
Abbildung Rückseite, XLR-Pinbelegung	10
Anschluss	11
Netzspannungs- und Signalanschluss	11
Bedienung	11
Power, Kanalschalter, Anordnung der Bedienelemente, Das mächtigste passive Filternetzwerk aller Zeiten	11
Eine Spule pro Filter – pro Spule ein Kern, Die Einteilung der Frequenzen, Frequenztabelle pro Band	12
Frequenztabelle/Verteilung über den Frequenzbereich	13
LF-LMF-Cut und LF-Boost, MF-MHF-Cut und LMF-MHF-Boost	14
MHF-HF-Cut und HF-Boost, HF-Boost-Güteeinstellung mit dem Proportional-Q-Prinzip, MHF-HF-Cut, Output-Regler	15
Empfehlungen für die Equalizer-Anwendung	16
Grundlegende Herangehensweisen und Arbeitstechniken, EQ Yin & Yang	16
Erst Pegel kontrollieren, dann filtern, Erst reduzieren, dann anheben, Reduktion von Einstreuungen anderer Instrumente oder Rauschen außerhalb des Frequenzbereichs eines Instruments, Reduktion von Einstreuungen innerhalb des Frequenzbereichs eines Instruments, Obertonfrequenzen anheben, Grundtöne anheben	17
Grundtöne senken, Hauptfrequenzen von Instrumenten akzentuieren, In der Mischung ... oder nicht?, Frequenzbänder teilen, um Maskierungen zu verringern, Komplementär filtern	18
Übersicht Frequenzen und Beispiele für Eingriffsmöglichkeiten	19
Klassische Instrumente und ihre Frequenzen	20
Grundlagen der Frequenzfilterung	21
Frequenz und Energie, Ton und Klang, Entzerren und Gestalten	21
Frequenzfilter, Filterarten, Shelf-Filter, Peak-Filter	22
Bandbreite, Equalizer, Passive EQs, Schema und Blockschaltbilder zu passiven Filtern ...	23
Aktive EQs, Parametrische EQs, Grafische EQs	24
Stromversorgung	25
Technische Daten	26
Garantie & Produktregistrierung	26
Kopiervorlage Einstellungen	27

Bewahren Sie diese Anleitung bitte auf. Lesen und befolgen Sie alle Sicherheits- und Betriebsanleitungen vor der Gerätebenutzung aufmerksam. Befolgen Sie alle auf dem Gerät angebrachten und in dieser Anleitung vermerkten Warn- und Sicherheitshinweise.

Anschlüsse: Verwenden Sie nur beschriebene Anschlüsse. Andere Anschlüsse können zu Gefahren und Schäden führen.

Wasser und Feuchtigkeit: Verwenden Sie dieses Gerät nicht in Wassernähe, z. B. neben einem Waschbecken oder einer Badewanne, in einem feuchten Keller, neben Schwimmbecken usw. Es besteht die Gefahr sehr gefährlicher Stromschläge!

Eindringen von Fremdkörpern und Flüssigkeiten: Stecken Sie niemals irgendwelche Fremdkörper durch die Gehäuseöffnungen in das Gerät. Sie können mit gefährlichen Spannungen in Kontakt geraten oder einen Kurzschluß auslösen. Schütten Sie niemals Flüssigkeiten jeglicher Art auf das Gerät. In allen Fällen besteht die Gefahr von Feuer oder gefährlichen Stromschlägen!

Gerät öffnen: Öffnen Sie das Gerät nicht, weil es dadurch beschädigt werden kann und auch nach Trennung von der Stromversorgung die Gefahr eines Stromschlags besteht.

Stromversorgung: Betreiben Sie das Gerät nur an Spannungsquellen, die auf dem Gerät angegeben sind. Wenden Sie sich im Zweifelsfall an Ihren Händler oder Ihren Stromversorger. Ziehen Sie den Netzstecker aus der Steckdose, um das Gerät von der Stromversorgung zu trennen. Stellen Sie daher sicher, dass der Netzstecker immer zugänglich ist. Trennen Sie das Gerät von der Stromversorgung, wenn es längere Zeit nicht verwendet wird.

Netzkabelschutz: Verlegen Sie Netzkabel stets unter Ausschluss der Gefahr von Kabelquetschungen – Darauftreten oder daraufliegende Gegenstände vermeiden.

Überlastung Netzkabel: Vermeiden Sie die Überlastung von Wandsteckdosen, Verlängerungskabeln oder Mehrfachsteckdosen. Beachten Sie die Herstellerhinweise. Bei Überlastung besteht Feuergefahr und das Risiko von Stromschlägen.

Blitz: Ziehen Sie vor einem Gewitter den Netzstecker aus der Steckdose (jedoch niemals während eines Gewitters – Lebensgefahr!). Verfahren Sie ebenso mit verbundenen Geräten. Ziehen Sie ggf. über eine Geräteketten verbundene Antennen- und/oder Telefonkabel aus der Steckdose, um das Gerät vor Blitz- oder Überspannungsschäden zu schützen.

Luftzirkulation: Schlitze im Gehäuse dienen der Belüftung, um das Gerät vor Überhitzung zu schützen. Bedecken oder versperren Sie diese Öffnungen niemals. Stellen Sie das Gerät niemals auf eine weiche Unterlage (Teppich, Sofa, Decke o. ä.). Sehen Sie als Abstand zu anderen Geräten sowie bei Schrank- oder Rack-Einbau rundum ca. 4-5cm Abstand vor.

Reparaturen: Ziehen Sie den Netzstecker aus der Steckdose und lassen Sie nur von qualifizierten Fachkräften eine Reparatur durchführen, wenn Flüssigkeiten oder Fremdkörper in das Gerät gelangt sind, das Gerät Regen oder Wasser ausgesetzt worden ist, das Gerät heruntergefallen oder auf andere Weise beschädigt worden ist oder das Gerät trotz Beachtung aller Anleitungen nicht normal funktioniert bzw. Veränderungen in der Leistung aufweist.

Schalten Sie vorab die Sicherung des betreffenden Stromkreises ab, falls das Netzkabel oder der Netzstecker beschädigt ist. Ziehen Sie erst dann den Netzstecker.

Betätigen Sie nur Regler und Schalter, die in der Bedienungsanleitung beschrieben werden. Die fehlerhafte Einstellung anderer Regelelemente kann zu Beschädigung führen und Reparaturaufwand nach sich ziehen. Betätigen Sie Schalter und Regler niemals gewaltsam.

Ersatzteile: Stellen Sie sicher, dass Servicetechniker Original-Ersatzteile oder Teile solche mit denselben Spezifikationen wie die Originalteile verwenden. Falsch spezifizierter Ersatz kann Feuer, elektrischen Schlag oder andere Gefahren sowie Folgeschäden verursachen.

Sicherheitsprüfung: Bitten Sie Servicetechniker stets darum, eine Sicherheitsprüfung vorzunehmen, damit der einwandfreie Betriebszustand des Gerätes gewährleistet ist.

Reinigung: Verwenden Sie zur Reinigung keine Lösemittel, um die Gehäuseoberfläche nicht zu beschädigen. Benutzen Sie ein sauberes, trockenes Tuch, eventuell mit ein wenig säurefreiem Reinigungsmittel getränkt. Trennen Sie das Gerät vor der Reinigung von der Stromversorgung.

Stromanschluss

Stellen Sie vor dem Anschluss des Geräts an die Stromversorgung sicher, dass die Position des rückseitigen Spannungswahlschalters der Spannung Ihrer lokalen Stromversorgung entspricht (230V/50 Hz = 220-240 V, 115V/60 Hz = 110-120 Volt). Wenden Sie sich im Zweifelsfall an Ihren Händler, einen qualifizierten Elektriker oder an das örtliche Elektrizitätswerk.

Vor dem Anschließen an die Stromversorgung und an weitere Geräte sind das Gerät und alle daran anzuschließenden Geräte auszuschalten (Netzschalter rückseitig). Ebenso ist das Gerät vor jeder Änderung der Verkabelung stets auszuschalten.

Aufstellung

Platzieren Sie das Gerät ausschließlich auf einer festen, ebenen und geraden Unterlage. Das Gehäuse des Geräts ist weitgehend gegen elektromagnetische und hochfrequente Einstreuungen geschützt. Dennoch ist Sorgfalt bei der Wahl des Aufstellplatzes angebracht, um nachteilige Effekte durch eventuell einfallende Störsignale oder -potentiale auszuschließen. Stellen Sie das Gerät weder in der Nähe von Störquellen wie Transformatoren und Motoren oder hochspannungsführenden Leitungen und Geräten noch unmittelbar über oder unter Endstufen und digitalen Prozessoren auf. Stellen Sie das Gerät nicht an einem Platz mit direkter Sonneneinstrahlung oder nahe einer Heizung auf. Vermeiden Sie allgemein die Einwirkung von Vibrationen, Rauch, Staub oder Schmutz, Hitze oder Kälte.

Sorgen sie stets für ausreichende Luftzirkulation: halten Sie rundum einen Abstand von 4-5 cm zu anderen Geräten ein. Befolgen Sie alle Sicherheitshinweise auf Seite 4.

Rack-Einbau

Halten sie über und unter dem Gerät immer ein Abstand von einer HE (44 mm) ein, um elektromagnetische und hochfrequente Einstreuungen anderer Geräte auszuschließen. Außerdem ist so eine ausreichende Luftzirkulation sichergestellt, die ein gegenseitiges Aufheizen der Geräte im Rack vermeidet. Platzieren Sie andere Geräte, die besonders viel Wärme produzieren, nicht unterhalb des Geräts. Die Rückseite des Geräts sollte insbesondere bei Transport-Racks zusätzlich abgestützt werden.

Warnungen

SETZEN SIE DIESES GERÄT WEDER REGEN, FEUCHTIGKEIT NOCH SONSTIGEN FLÜSSIGKEITEN AUS, UM DIE GEFAHR VON FEUER ODER STROMSCHLAG UND BESCHÄDIGUNGEN ZU VERHINDERN. ÖFFNEN SIE DAS GERÄT NICHT. DAS BLITZSYMBOL IN EINEM DREIECK WARNT SIE VOR EINER NICHT ISOLIERTEN, HOHEN SPANNUNG IM INNERN DES GERÄTEGEHÄUSES MIT DEM RISIKO EINES GEFÄHRLICHEN ELEKTRISCHEN SCHLAGES FÜR PERSONEN – AUCH NACH TRENNUNG DES GERÄTS VON DER STROMVERSORGUNG.



Symbole und Hinweise

DAS BLITZSYMBOL IN EINEM DREIECK WARNT SIE IN DIESER ANLEITUNG VOR DER GEFAHR EINES GEFÄHRLICHEN ELEKTRISCHEN SCHLAGES – DAS GILT FÜR DAS INNERE DES GERÄTS AUCH NOCH EINIGE ZEIT NACH TRENNUNG DES GERÄTS VON DER STROMVERSORGUNG.



DAS AUSTRUFEZEICHEN IM DREIECK MACHT SIE IN DIESER ANLEITUNG DARAUF AUFMERKSAM, DASS AN DIESER STELLE WICHTIGE BETRIEBS- UND WARNUNGSHINWEISE AUFGEFÜHRT SIND. LESEN SIE DIESE HINWEISE BESONDERS AUFMERKSAM UND FOLGEN SIE DEN HINWEISEN UNTER ALLEN UMSTÄNDEN.



Das Symbol der einzuschaltenden Lampe lenkt Ihre Aufmerksamkeit auf Erklärungen wichtiger Funktionen oder Anwendungen.



ACHTUNG

Führen Sie keine Änderungen an diesem Gerät ohne Genehmigung der SPL electronics GmbH durch. Andernfalls können Sie Garantie-, Gewährleistungs- und Produktberatungsansprüche verlieren.

SPL Passeq – der mächtigste passive Equalizer aller Zeiten

Einzigartige Merkmale

- Der mächtigste passive EQ aller Zeiten — 72 (!) passive Filter in einem EQ.
- Jeweils eigene Spulen pro Frequenz.
- Einzelkern-Spulenfilter, das heißt jede Spule ist auf einen eigenen Kern gewickelt. Gegenseitige Beeinflussungen sind daher ausgeschlossen, wodurch hauptsächlich verbesserte THD-Werte erzielt werden.
- 120-V-Aufholverstärker auf Basis der SPL SUPRA-OPs mit 150dB Dynamikumfang und 200V/ms Anstiegsgeschwindigkeit.

Besondere Merkmale

- Individuelles Design und Komponentenauswahl für jedes Filter.
- Eigens gefertigte Spulen für die kritischen Mitten- bzw. Stimmfrequenzen.
- Boost- und Cut-Frequenzbänder greifen wie Zahnräder ineinander, so dass die umfangreichsten Frequenzkurven mit variablen Flankensteilheiten erstellt werden können, die ein passiver EQ jemals anbieten konnte.
- Die Symmetrierung wird über klanglich hervorragend passende Ein- und Ausgangsübertrager von Lundahl vorgenommen.

Vorteile passiver Filter

- Die Induktivität der Spule wird in fast allen Fällen aktiver Filterung nur simuliert. Ein passives Spulenfilter hingegen liefert die echten, klanglich entscheidenden Resultate dieses Bauteils.
- Die Verzerrungsanteile aktiver Filter sind bei passiven Filtern ausgeschlossen.
- Aus den Unterschieden hinsichtlich Aufbau und Komponenten gegenüber aktiven Filtern ergeben sich natürlich auch andere harmonische Strukturen (THD, Verzerrungen, Phasenlagen etc.), so dass passive Filter zumindest immer eine klangliche Alternative darstellen — in unseren Ohren allerdings oft eine hervorragende Alternative.
- Das gesamte passive Filter (variabler Widerstand, Kondensator und Spule) liefert eine sehr schöne Klangcharakteristik. Wesentlichen Anteil daran hat neben der Komponentenauswahl das Ladeverhalten der Kondensatoren und Sättigungsverhalten der Spulen. Die dadurch hervorgerufene relative Trägheit oder Latenz gegenüber potentiell sehr schnellen aktiven Filtern ist der Grund für eine angenehme, musikalisch sehr vorteilhafte Klangcharakteristik. Wir würden Geschmeidigkeit und Transparenz sowie auffallend seidige Höhen und kernige Bässe als für unser Empfinden passende Beschreibung wählen.

72 passive Filter mit 120-V-Aufholverstärkern

Der Passeq übertrifft mit 72 passiven Filtern (36 x Boost, 36 x Cut pro Kanal) alle bisherigen Geräte dieser Gattung bei weitem. Jeder Kanal ist in drei Cut- und drei Boost-Bänder aufgeteilt, die jeweils 12 schaltbare Frequenzen anbieten. Cut- und Boost-Frequenzen sind nicht identisch; die Übergänge greifen wie Zahnräder ineinander, so dass mit der hohen Zahl an Frequenzen umfangreiche S-Kurven mit variierbaren Flankensteilheiten eingestellt werden können.

Eine weitere Besonderheit des Passeq ist die individuelle klangliche Gestaltung jedes induktiven Filters durch eigene Spulen-/Kondensator-/Widerstands-Kombinationen: im Gegensatz zu ursprünglichen Gerätekonzepten sind beim Passeq für jedes Filter die Induktivitäten speziell auf die jeweilige Frequenz angepasst. Die Spulen für die kritischen Stimmfrequenzen werden speziell für den Passeq hergestellt, um hier eine besonders warme, reichhaltige und musikalische Bearbeitung zu ermöglichen. So ergibt sich insgesamt die breiteste Palette an Frequenzklangfarben, die je mit einem passiven EQ erreicht werden konnte.

Filterarten

Im Passeq kommen zwei Arten von Filtern zum Einsatz: Filter mit zu Kuhschwanz- oder Shelf-Filtern vergleichbaren Charakteristiken sowie Glocken- bzw. Peak-Filter. Diese beiden Charakteristiken kombinieren breitbandiges Arbeiten im Tief- und Hochtonbereich mit punktuellen Eingriffsmöglichkeiten im Mittenbereich auf ideale Weise, da gegenseitige Beeinflussungen weitgehend reduziert werden.

Einzelkern-Spulen

In bisherigen Konzepten beruhten die Filter zwar auf unterschiedlichen Wicklungen, aber auf einem gemeinsamen Spulenkern. Beim Passeq sitzt jede Wicklung auf einem eigenen Kern, so dass Beeinflussungen ausgeschlossen sind — u. a. verbesserte THD-Werte sind die Folge.

Peak- und Shelving-Filter

Mid-Boost und -Cut sowie die HF-Boost-Filter sind als Peak- bzw. Glocken-Filter ausgelegt, während Hi-Cut, Low-Cut und Low-Boost mit zu Shelving- bzw. Kuhschwanz-Filtern vergleichbaren Charakteristiken arbeiten. Das HF-Boost-Band bietet variable Güteeinstellungen von $Q=1$ bis $0,1$.

120-V-Aufholverstärker

Für die Aufholverstärkung der durch passive Filterung zwangsläufigen Pegelabsenkung kommen SPLs SUPRA-OPs zum Einsatz, die mit in der Analogtechnik einzigartigen 120V Betriebsspannung arbeiten. Mit einem Rauschspannungsabstand von 116dB und einer Übersteuerungsfestigkeit von +34dB verarbeiten sie einen Dynamikumfang von ca. 150dB, womit sie die mit Abstand besten technischen Daten in der gesamten analogen oder digitalen Audiosignalverarbeitung aufweisen.

Die enorm hohe Anstiegsgeschwindigkeit der Aufholverstärker von 200V/ms erlaubt eine extrem exakte Verarbeitung der Filterausgangssignale, die insbesondere dem klanglich enorm wichtigen Aspekt der Transientenverarbeitung Rechnung trägt. Die hohe Qualität der Aufholverstärker gestatten also eine extrem gute Übertragung der klanglichen Eigenschaften der passiven Filter, bei der Nebeneffekte und Einschränkungen mit Mitteln reduziert sind, welche die Grenzen des technisch machbaren ausreizen.

SPL SUPRA-Operationsverstärker

Die für Audio-Anwendungen hochoptimierten, diskreten SUPRA-OPs sind dreistufig und mit extrem leistungsfähigen und rauscharmen Transistoren aus der HF-Technik aufgebaut.

SUPRA-Eingangsstufen

Bei der Konzeption der SUPRA-Bausteine wurde insbesondere auf eine hohe Schleifenverstärkung, geringe Phasenverschiebung und einen geringen Klirrfaktor bei hoher Verstärkung sowie eine Frequenz-Übertragungsbandbreite bis 200kHz geachtet. Ein wesentlicher Vorteil gegenüber gebräuchlichen Operationsverstärkern liegt bereits darin, dass für andere Industriebereiche erforderliche, für die Audio-Bearbeitung aber überflüssige Schaltungssektionen nicht vorhanden sind.

Die Eingangssektionen sind als symmetrische Differenzstufen ausgeführt und bestehen aus sechs selektierten, rauscharmen und parallel geschalteten Hochspannungstransistoren.



Die Konzeption der Eingangsstufe nutzt die Gesetzmäßigkeit, dass sich die Spannungen von parallel geschalteten und untereinander nicht korrelierten Rauschquellen geometrisch addieren, wodurch das Gesamtrauschen der parallelen Eingangsschaltung abgesenkt wird. Die Eingangsstufe der SUPRA-Bausteine ist koppelkondensatorfrei, um Rauschteile der Kondensatoren auszuschließen. Die symmetrische Arbeitsspannung für die Verstärkungshybride von +/- 60 Volt wird aus einem rauscharmen, linearen -80dB Hochvolt-Netzteil gewonnen.

SUPRA-Zwischenstufen

Das Audiosignal wird symmetrisch zu einer weiteren Differenzstufe geführt. Von dort wird es über verschiedene Arbeitsstufen (Konstantstromquelle, Stromspiegel und Ruhestromeinstellung) auf eine sehr verzerrungsarme Class-A-Ausgangsstufe geleitet. Zum Aufbau der passiven Bauteile werden ausschließlich audiophil bewährte Komponenten eingesetzt.

SUPRA-Class A-Ausgangsstufen

Die extrem rauscharmen Ausgangstransistoren in Hochvolt-Ausführung werden mit einem hohen Ruhestrom eingestellt, die überschüssige Wärme wird über Leistungstransistoren auf Spezialkühlbleche abgeführt.

Lundahl-Übertrager

Die schwedische Firma Lundahl ist weltweit anerkannt für ihre handgefertigten, hervorragend klingenden Übertrager. SPL verwendet Lundahl-Produkte seit vielen Jahren, für die meisten unserer Produkte werden sie als optionale Ein- und Ausgangsstufen angeboten. Beim Passeq allerdings erübrigt sich die Frage, ob elektronische oder trafobasierte Ein- und Ausgänge die bessere Wahl sind: die Lundahl-Übertrager passen klanglich hervorragend zu diesem EQ und unterstreichen den warmen, runden und ausgeglichenen Klangcharakter des Passeq.

Übertrager sind Transformatoren und als klassische analoge Bauelemente in vielen „Vintage“-Geräten zu finden. Neben erhöhter Betriebssicherheit durch die galvanische Trennung, die einen Einfall von Störspannungen über die Ein- und Ausgänge ausschließt, dürfte Ihr Anteil an der „Wärme“ vieler klassischer Analoggeräte beträchtlich sein — die häufige Reduktion auf Röhrenschaltungen etwa greift sicher oft zu kurz.

Den Klang der von uns im Passeq verwendeten Lundahl-Übertrager würden wir im Vergleich zu elektronischen Stufen folgendermaßen beschreiben: Der Bass- und Grundtonbereich wird runder, voller und erhält mehr Druck, der Hoch- und Obertonbereich klingt etwas seidiger und präsenter, jedoch ohne den Eindruck einer Betonung oder Anhebung zu vermitteln. Zudem erscheint die Lokalisation der einzelnen Elemente einer Mischung verbessert.

Als Gründe sind reduzierte Anteile ungerader Obertöne (die für harte Hochtoneindrücke verantwortlich sind) und wiederum eine gewisse Trägheit gegenüber elektronischen Stufen festzumachen, wovon hauptsächlich die Tief- und Grundtoncharakteristik klanglich profitieren dürfte.

Weitere Merkmale

XLR-Buchsen von Switchcraft dienen als Ein- und Ausgänge. Schalter und Regelemente stammen von Elma und ALPS (u. a. ALPS „Big Blue“ mit 41 Raststufen). Das interne, vollanaloge Netzteil mit großzügig dimensioniertem Ringkerntransformator bietet schaltbare Eingangsspannungen (110-120 V/60 Hz oder 220-240 V/50 Hz).

Fazit

Der Passeq ist das mächtigste passive EQ-System für die Klanggestaltung und erfüllt höchste Ansprüche in allen Bereichen der Audiosignalverarbeitung von der Aufnahme über die Mischung bis hin zum Mastering.

GROUND LIFT

Voltage Selector

ZH 00 / A02 - 110 V
ZH 05 / A02 - 230 V

220 V - 240 V / 50 Hz
110 V - 120 V / 60 Hz

AC Mains Input

Fuse Rating

220 V - 240 V / 50 Hz: 500mA slow
110 V - 120 V / 60 Hz: 1A slow

WARNING

TO REDUCE RISK OF FIRE OR ELECTRIC SHOCK DO NOT EXPOSE THIS UNIT TO RAIN OR MOISTURE. DISCONNECT MAINS BEFORE REMOVING COVER. THIS EQUIPMENT MUST BE EARTHED.

Serial Number

Sound Performance Lab
Niederkrüchten, Germany
www.soundperformancelab.com
MADE IN GERMANY

SPL

XLR Pin-Wiring: Pin 1 = GND, Pin 2 = (+) Hot, Pin 3 = (-) Cold

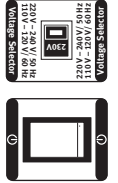
Right Channel

Right Channel

Left Channel

Left Channel

Ground-Lift: Schalter nach oben trennt die Gehäuse-masse von der Betriebsmasse, Brummschleifen können so aufgehoben werden.



Power- und Netzspannungswahlschalter: Bitte Hinweise auf der nächsten Seite beachten.



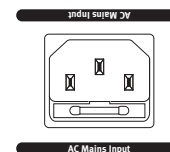
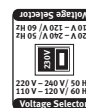
Pinbelegung XLR-Buchsen
1=Masse, 2=heiß (+), 3=kalt (-)

Netzspannungs- und Signalanschluss

Stellen Sie vor dem Anschluss des Passeq an das Stromversorgungsnetz sicher, dass die Position des rückseitigen Spannungswahlschalters der Spannung Ihrer lokalen Stromversorgung entspricht (230 oder 115 Volt).

Vor dem ersten Anschluss und bei allen Kabelanschlussarbeiten sind das Gerät und alle daran anzuschließenden Geräte auszuschalten (rückseitiger Netzschalter muss nach unten gedrückt sein).

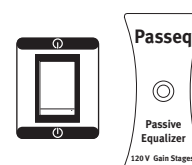
Das mitgelieferte, dreipolige Kaltgeräte-Netz Kabel wird an die dreipolige Standard-IEC-Anschlußbuchse (Mains Input) angeschlossen. Transformator, Stromkabel und Kaltgerätebuchse entsprechen den VDE-, UL- und CSA-Bestimmungen. Die Stromsicherung hat einen Wert von 500 mA (230V) bzw. 1A (115V).



Bedienung

Power

Der Passeq wird mit dem rückseitigen Power-Schalter ein- und ausgeschaltet. Die zentral angeordnete, blaue LED auf der Front zeigt den Betriebszustand an.



Kanalschalter

Die beiden zentral angeordneten, orange beleuchteten Schalter aktivieren oder deaktivieren jeweils den rechten oder linken Kanal.



Anordnung der Bedienelemente

Beim ersten Blick auf den Passeq fällt gleich die kreisförmige Anordnung der Bedienelemente auf. So ungewöhnlich sie zunächst erscheinen mag, so klar und nachvollziehbar ist sie, sobald man sie sich näher anschaut.

Neben der Tatsache, dass uns diese Anordnung einfach gefällt, repräsentiert sie sehr gut das Konzept eines passiven EQs: die Filter zum Absenken und Anheben eines Frequenzbereichs sind grundsätzlich getrennt voneinander aufgebaut. Entsprechend sind die Bedienelemente links vom zentralen Ausgangspegelregler für das Absenken (Cut) zuständig, während die Bedienelemente rechts des Ausgangspegelreglers zur Anhebung (Boost) dienen. Jedem Frequenzbandwahlschalter ist direkt der jeweilige Cut- oder Boost-Regler zugeordnet, die Frequenzbänder sind mit den tiefen Frequenzen beginnend aufsteigend von unten nach oben angeordnet — alles in allem also eine sehr klare Aufteilung, ohne jedoch mit der üblichen Symmetrie zu langweilen.



Das mächtigste passive Filternetzwerk aller Zeiten

Der Passeq ist der erste passive EQ, der jeweils drei getrennte Frequenzbereiche für den Verstärkungs- und den Absenkungsbereich bereitstellt. Ein, wenn nicht das klassische Design unter den passiven Equalizer ist der Pulteq-EQ aus den 1950/60er Jahren. Dieser EQ verfügte über jeweils zwei Frequenzbereiche (LF und HF), bot allerdings nur wenige schaltbare Frequenzen an. Beim Passeq sind es dagegen je 12 schaltbare Frequenzen pro Band — macht 36 Frequenzen für die Absenkung und 36 Frequenzen für die Verstärkung. Boost- und Cut-Frequenzen sind dabei nicht identisch, sondern greifen ineinander, so dass mit 72 Frequenzen pro Kanal enorm umfangreiche Frequenzgangskurven eingestellt werden können (siehe auch das nächste Kapitel, „Die Aufteilung der Frequenzen“).

Der Passeq bietet daher erstmals Eingriffsmöglichkeiten mit passiven Filtern über den gesamten relevanten Frequenzbereich — und zwar mit einer unerhörten Fülle an Filtern.

Eine Spule pro Filter – pro Spule ein Kern

Jedes Filter im Passeq ist individuell für seine Frequenz mit jeweils eigenen Spulen aufgebaut, d. h. Spule, Kondensator und variabler Widerstand (also das Boost- oder Cut-Potentiometer) sind jeweils auch klanglich auf ihre Frequenz abgestimmt. Jedes Frequenzfilter hat also eine eigene, musikalisch sinnvolle Klangfarbe. Jede Spule wiederum ist auf einen eigenen Kern gewickelt, um gegenseitige Beeinflussungen wie in klassischen Designs zu vermeiden, bei denen die verschiedenen Wicklungen auf gemeinsame Kerne gewickelt wurden. Der Aufbau jedes Filters mit eigenen Induktivitäten auf eigenen Kernen und die allgemein hohe Bauteilgüte bringt nicht zuletzt hervorragende THD-Werte mit sich.

Die Einteilung der Frequenzen

Eine der größten Herausforderungen beim Passeq war die Bestimmung der wählbaren Frequenzen, da sie ja im Gegensatz zu einem parametrischen Design fixiert sind. Man könnte sich an normierten Frequenzen, so genannten ISO-Frequenzen orientieren, aber damit ginge man eher auf Konventionen aus der Messtechnik oder der Raumentzerrung ein statt auf musikalisch sinnvolle Frequenzen. Für den Passeq lag es also deutlich näher, bei der Festlegung der Frequenzen auf die fast 30-jährige Erfahrung von SPLs Chefentwickler Wolfgang Neumann als Tontechniker und Musiker zu setzen. Darüber hinaus wurden natürlich auch prominente Toningenieure zu ihren „Lieblingsfrequenzen“ befragt. So haben unter anderen David Reitzas, Michael Wagener, Bob Ludwig, Ronald Prent und Peter Schmidt wertvolle Informationen beigesteuert. Dabei stellte sich zunächst heraus, dass es eine Gemeinsamkeit bei der Bevorzugung bestimmter Frequenzen gibt – und diese lagen zumeist außerhalb der ISO-Frequenzen.

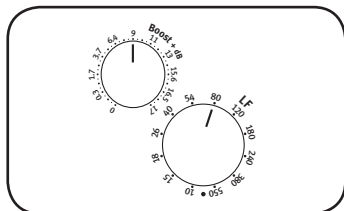
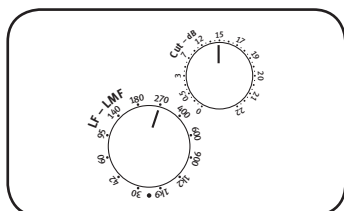


Es zeigte sich auch, dass die Verschachtelung der Boost- und Cut-Frequenzen sehr wichtig und sinnvoll ist (siehe Tabelle auf der nächsten Seite). Dadurch kann man einerseits Frequenzen genauer treffen, andererseits ergibt sich die Möglichkeit, die für passive EQs typische, vergleichsweise kleine Güte (geringer Q-Faktor) durch das Bilden so genannter S-Kurven zu beeinflussen. Dazu ein Beispiel: Angenommen man möchte im Mittenbereich um 320 Hz ein Instrument oder eine Stimme hervorheben und gleichzeitig den Frequenzbereich darunter durch die kleine Güte des Filters nicht mitverstärken, sondern im Gegenteil sogar etwas abschwächen. Dazu wählt man nun zunächst das LMF-MHF-Boost-Band und verstärkt die angewählte Frequenz (320 Hz) um sagen wir mal 3 dB. Gleichzeitig stellt man 270 Hz im LF-LMF-Cut-Band ein und senkt diese Frequenz um beispielsweise 4 dB ab. Durch die Nähe beider Frequenzen vergrößert sich jetzt die Steilheit der Flanke (engl. „Slope“), und eine definiertere Trennung wird erzielt. Im Englischen spricht man hier von „S-Slope-EQing“, und der Passeq dürfte durch seinen einzigartigen Aufbau Weltmeister in dieser Disziplin sein.

Frequenztabelle pro Band

LF Boost	LF-LMF Cut	LMF-MHF Boost	MF-MHF Cut	MHF-HF Boost	HF Boost
Frequenz	Frequenz	Frequenz	Frequenz	Frequenz	Frequenz
10	30	220	1k	580	5k
15	42	320	1k2	780	6k
18	60	460	1k6	1k2	7k
26	95	720	1k9	1k8	8k6
40	140	1k3	2k4	2k5	10k
54	180	1k8	2k9	3k9	12k
80	270	2k3	3k5	5k2	13k
120	400	2k8	4k3	7k8	15k
180	600	3k3	5k	11k	16k
240	900	4k	6k	14k	17k
380	1k2	4k5	7k5	18k	18k
550	1k9	4k8	8k6	19k5	20k

Cut LF-LMF	Cut MF-MHF	Cut MHF-HF	Boost LF	B. LMF-MHF	Boost HF
					20k
		19k5			
		18k			18k
					17k
					16k
					15k
		14k			
					13k
					12k
		11k			
					10k
	8k6				8k6
		7k8			
	7k5				
					7k
	6k				6k
		5k2			
	5k				5k
				4k8	
				4k5	
	4k3				
				4k	
		3k9			
	3k5				
				3k3	
	2k9				
				2k8	
		2k5			
	2k4				
				2k3	
1k9	1k9				
		1k8		1k8	
	1k6				
				1k3	
1k2	1k2	1k2			
	1k				
900					
		780			
				720	
600					
		580			
			550		
				460	
400					
			380		
				320	
270					
			240		
				220	
180			180		
140					
			120		
95					
			80		
60					
			54		
42					
			40		
30					
			26		
			18		
			15		
			10		

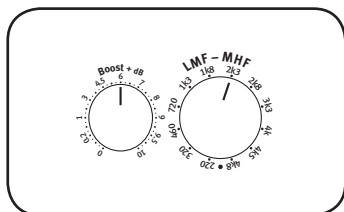
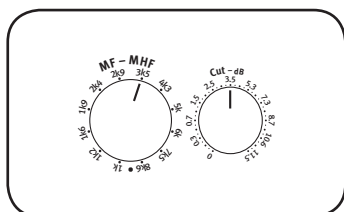


LF-LMF-Cut und LF-Boost

Das tiefe Cut-Frequenzband reicht von 30Hz bis 1,9kHz und ist daher als LF-LMF (Low Frequencies bis Low-Mid-Frequencies) bezeichnet. Im Gegensatz dazu reicht das tiefe LF-Boost-Band von 10Hz bis 550Hz. Die erzielbare maximale Verstärkung im LF-Boost-Band liegt bei 17 dB. Die maximale Absenkung des LF-LMF-Cut-Bandes liegt bei 22 dB.

Die Filter beider Bänder repräsentieren optisch eine Shelving-Charakteristik mit einer Flankensteilheit von ca. 6dB. Die Steilheit lässt sich bei passiven Filtern nicht direkt bestimmen, da sie sich als feste Größe aus der Wahl der Komponenten ergibt und nicht wie innerhalb einer aktiven Filterschaltung eine definierbare Größe darstellt.

Die niedrigste Frequenzen beginnt hier bei 10Hz, weiter geht's mit 15 Hz, 18Hz, 26 Hz, 40Hz usw. Nun mag man zunächst denken, dass eine derart üppige Frequenzauswahl für diesen Bereich am Leben vorbei gewählt ist, da sich akustisch eher wenig unterhalb von 26Hz abspielt. Die Auswahl ist jedoch alles andere als weltfremd: Diese Frequenzen stellen immer den -3dB-Punkt einer in diesem Fall abfallenden Frequenzkurve dar. Das heißt, dass die Kurve mit sanften 6dB abfällt und somit auch Frequenzen weit oberhalb von z. B. 10Hz mitbearbeitet werden. Wie hier und da bereits erwähnt, sind für alle Frequenzen individuelle Spule-Kondensator-Widerstandsnetzwerke aufgebaut worden. Durch die Wahl einer anderen Induktivität ergibt sich also eine andere Klangfarbe, auch wenn die geringe Frequenzunterscheidung zwischen 10Hz oder 15 Hz zunächst eine untergeordnete Rolle spielt. Zudem ist auch das Phasenverhalten anders und somit ebenfalls klangbestimmend. Da besonders beim Bearbeiten von Bassfrequenzen bei modernen Produktionen eine gewisse klangliche Auswahl bestehen muss, um ein optimales Ergebnis zu erzielen, bietet der Pässeq hier also diese Vielfalt an tiefsten Frequenzen an.



MF-MHF-Cut und LMF-MHF-Boost

Die Mittenbänder machenden Pässeq erst komplett — die klassischen passiven EQs bieten diese Filter gar nicht an. Beide Mittenbänder sind so genannte Peak-Filter. Das heißt, bezogen auf das Boost-Band sieht die Frequenzkurve aus wie eine Glocke, deren Flanken oberhalb und unterhalb der gewählten Mittenfrequenz abfallen. Die Steilheit bzw. die Güte (Q) ist durch den Aufbau und die Komponenten des passiven Filternetzwerks fest definiert und daher nicht variabel, aber von Entwickler Wolfgang Neumann auf höchste musikalische Effizienz abgestimmt. Die Peak-Struktur wurde für die Mittenbänder gewählt, um sie von den LF- und HF-Bändern sauber zu trennen. Ein Shelving-Filter würde zu viele Nachbarfrequenzen mitnehmen und somit deutlicher auf die LF- und HF-Frequenzbänder einwirken, die bereits über die breitbandigen Filter dieser Bänder bearbeitet werden. Hinzu kommt die Tatsache, dass mit den Mittenfiltern in Peak-Charakteristik eine Schwerpunktbearbeitung in den kritischen Frequenzbändern für Stimmen und Grundtöne vieler Instrumente erleichtert wird.

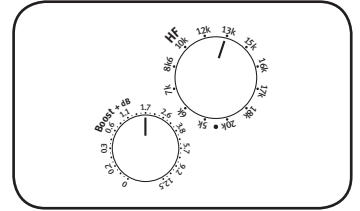
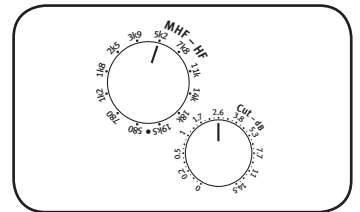
Das MF-MHF-Cut-Band überlappt mit seiner untersten Frequenz von 1kHz das LF-LMF-Cut-Band um etwa eine Oktave. Ähnlich verhält es sich mit dem LMF-MHF-Boost-Band und dem LF-Boost-Band. Die unterste Frequenz des LMF-MHF-Boost-Bands liegt bei 220Hz und damit anderthalb Oktaven unter der höchsten Frequenz des LF-Boost-Bands. Die maximale Absenkung der MF-MHF-Cut- und LMF-MHF-Boost-Bänder beträgt 11,5 dB, die maximale Verstärkung liegt bei 10 dB.

An der Überlappung der Bänder lässt sich die mögliche Präzision der Frequenzeinstellung gut erkennen: im LMF-MHF-Boost-Band kann beispielsweise bei 220Hz angehoben werden, im LF-Boost-Band dann 240Hz gefolgt von 320Hz im LMF-MHF-Boost-Band und 380Hz im LF-Boost-Band, dann kommt 460Hz im LMF-MHF-Boost-Band und 550Hz im LF-Boost-Band ...

MHF-HF-Cut und HF-Boost

Die Hochtonbänder des Passeq sind für den Cut-Bereich und den Boost-Bereich wiederum unterschiedlich ausgelegt: das MHF-HF-Cut-Band ist breitbandig und kuhschwanzähnlich aufgebaut, wohingegen das HF-Boost-Band als Peak-Filter mit variabler Güte (Q) arbeitet.

Wie schon im LF-Boost-Band kann man auch im HF-Boost-Band eine Verdichtung der wählbaren Frequenzen im Hochtonbereich feststellen. Hierfür gelten im Grunde die gleichen Gründe, wie schon oben beschrieben: Die individuell aufgebauten Spule-Kondensator-Widerstands-Netzwerke produzieren auch hier immer ein leicht unterschiedliches Hochtonklangbild. Daher sind ab 10kHz sieben weitere Frequenzen schaltbar. Durch die variable Güte, die mit dem HF-Boost-Q-Regler zwischen $Q=0.1$ und $Q=1.0$ einstellbar ist, lassen sich enorm flexible Hochtonverstärkungen erzielen.



HF-Boost-Güteeinstellung mit dem Proportional-Q-Prinzip

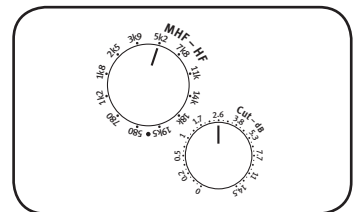
Beim Proportional- oder Variable-Q-Prinzip wird die eingestellte Verstärkung am Boost-Regler nur dann erzielt, wenn der HF-Boost-Q-Regler auf $Q=1.0$, also im Rechtsanschlag steht. Wird die Güte verkleinert, also die Bandbreite vergrößert, dann sinkt auch die Verstärkung ab. Das kann dazu führen, dass man beispielsweise bei einer Einstellung des HF-Boost-Q-Reglers von $Q=0.1$ und einem Boost von 3 dB fast keine Anhebung der angewählten Frequenzen hört. De Facto liegt bei diesem Q-Wert die Verstärkung um 0,3 dB. Drehen Sie daher bei einer Güte von 0.1 den Boost-Regler des HF-Bandes ruhig mal auf: bei vollen 12,5 dB liegt die Verstärkung in Wirklichkeit bei etwa 3,5 dB. Bei engeren Güte-Einstellungen (z. B. 0.6) erhöht sich auch wieder die Verstärkung. Der Vorteil des Proportional-Q-Designs liegt in der musikalischeren Arbeitsweise gegenüber dem Constant-Q-Design. Die Schallenergie unterhalb der Verstärkungsglocke bleibt quasi gleich und damit bleibt die Balance der Hochtonfrequenzen zum gesamten Frequenzspektrum erhalten, wenn man mit der Güte experimentiert. Zwar muss man sich von den angezeigten dB-Werten am HF-Boost-Regler lösen, da diese nur für die Güte von 1 zutreffen, dafür wird man aber mit einer einfacheren Bedienung und der musikalisch sinnvollerer Arbeitsweise belohnt, die nicht zur ständigen Nachregelung der Güte zwingt. Man sollte also nicht mit den Augen, sondern mit den Ohren arbeiten.



MHF-HF-Cut

Das MHF-HF-Cut-Band ist ein Shelving-ähnliches Filter, um im oberen Frequenzbereich breitbandig senken zu können. Entsprechend groß ist der Frequenzumfang für dieses Band: beginnend mit 580 Hz bis hinauf zu 19,5 kHz überstreicht dieses Band über fünf Oktaven und überlappt sogar mit dem untersten Band, dem LF-LMF-Cut-Band um knapp zwei Oktaven. Somit kann man sehr breitbandig senken, und mit den Peak-Filtern der Mittenbänder gezielt Bereiche weiter absenken oder auch anheben. So lassen sich sehr interessante Kurven erzeugen. Die maximale Absenkung beträgt 14,5 dB, die maximale Verstärkung liegt bei 12,5 dB.

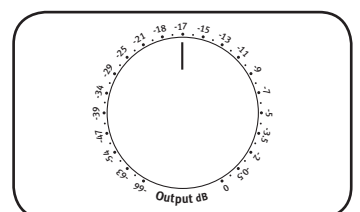
Der Passeq ist auf keine bestimmten Anwendungsbereiche festzulegen und beispielsweise auch hervorragend bei der Aufnahme und Bearbeitung einzelner Instrumente einzusetzen. Dabei macht das weit herunterreichende MHF-HF-Cut-Band ausgesprochen viel Sinn. Einzelne Instrumente können hervorragend nach oben hin begrenzt werden, etwa um sie kompakter werden zu lassen oder wenn der Hochtonbereich beispielsweise mit einem anderen Mikrofon abgenommen wird — oder weil es sich im Mix einfach anbietet.



Output-Regler

Der zentrale Output-Regler dient zur Regelung des Ausgangspegels. Eine Werterhöhung, hervorgerufen durch Verstärkungen, kann so wieder zurückgesetzt werden, so dass Ein- und Ausgangspegel identisch bleiben (vgl. Blockdiagramm „passives Filter bei +18 dB Anhebung“ auf Seite 21).

Als Potentiometer kommt hier das bewährte ALPS „Big Blue“ mit 41 Raststufen zum Einsatz.



Empfehlungen für die Equalizer-Anwendung

Im Bereich Tonaufnahme und -mischung kann man hauptsächlich zwei Ziele bei dem Einsatz von EQs unterscheiden: Klangkorrektur bzw. Klanggestaltung bei der Einzelkanalbearbeitung und verbesserte Separation der Bestandteile einer Mischung.

Im gesamten Aufnahmeprozess verursachen Unzulänglichkeiten der beteiligten Technik Nebenwirkungen wie z. B. Rauschen oder Einstreuungen benachbarter Instrumente, die vom natürlichen Klang eines Instruments wegführen. Durch den Frequenzgang eines Mikrofons oder Phasenauslöschungen durch Reflektionen kann die Energie einiger Frequenzen gegenüber dem ursprünglichen Klang eines Instruments verringert werden oder verloren gehen. Der EQ ist eines der wesentlichen Werkzeuge, um solche Nebenwirkungen zu bekämpfen. Darüber hinaus kann der Klang eines Instruments auch akzentuiert oder erweitert werden – bis hin zur kreativen Arbeit mit Klängen, die erst durch EQs ihren endgültigen Charakter für die jeweilige Produktion erhalten.

Grundlegende Herangehensweisen und Arbeitstechniken

Wir würden nie behaupten, es gäbe im Bereich kreativer und künstlerischer Arbeit Regeln. Ebenso wenig könnten wir für die Arbeit mit einem EQ feststehende Grundsätze vorgeben: es gibt nicht „die Stimme“, „die Kick-Drum“ oder „das Piano“. Alles, was wir hier zur Orientierung, Hilfestellung oder als Ausgangspunkte für die eigene Arbeit anbieten, sollte daher nicht allzu dogmatisch missverstanden werden.

Es ist allerdings von entscheidender Bedeutung, grundlegende musikalische und technische Erkenntnisse zu beachten, um mit einem EQ die gesteckten Ziele zu erreichen.

EQ Yin & Yang

Der Abschnitt „EQ Yin & Yang“ gibt Formulierungen und Gedanken von Bob Katz wieder – wir empfehlen die Lektüre seines großartigen Buchs „Mastering audio, the art and the science“, erschienen bei Focal Press.

Yin und Yang bezeichnen in der chinesischen Philosophie unbedingt zusammenhängende Gegenstücke einer Einheit, die sich ergänzen – aber keine Gegensätze, die sich bekämpfen. Diese Sichtweise hilft auch, die Zusammenhänge von Musik und Harmonie, Grund- und Obertönen gut zu verstehen (siehe dazu auch „Grundlagen der Frequenzfilterung/Ton und Klang“ ab Seite 18). Der Zusammenhang und die Interaktion zwischen zwei Polen bedingt, dass Einflüsse an einer Stelle immer auch Auswirkungen an anderer Stelle haben.

Hier einige Beispiele:

- Eine kleine Senkung im unteren Mittenbereich um 250 Hz kann einen ähnlichen Effekt haben wie eine Anhebung im Präsenzbereich um 5 kHz.
- Zusätzliche Energie im extremen Hochtonbereich von 15-20 kHz lässt den Klang im Bass- und unteren Mittenbereich dünner erscheinen.
- Einer Stimme mehr Wärme zu verleihen wird ihre Präsenz verringern. Bei der Arbeit mit dem EQ das Yin und Yang-Prinzip anzuwenden heißt, sich idealerweise immer mit sich ergänzenden Frequenzbereichen zu beschäftigen, z. B. um einen sowohl warmen als auch präsenten Klang zu erhalten. Härte im oberen Mittenbereich bis zu den unteren Höhen kann mit mehreren Maßnahmen bekämpft werden: eine hart klingende Trompeten-Sektion kann mit einer Reduktion um 6-8 kHz verbessert werden und/oder mit einer Anhebung bei etwa 250 Hz. Beide Maßnahmen ergeben einen wärmeren Klang, entscheidend für die Wahl der Maßnahme ist, was sich besser auf die übrigen Elemente der Mischung auswirkt. Man sollte also nie außer Acht lassen, dass man bei der (isolierten) Beschäftigung mit einem Element einer Mischung nur allzu leicht in die Falle tappt zu vergessen, wie sich die Arbeit daran auf den Rest auswirkt.

Erst Pegel kontrollieren, dann filtern

Schlechte Pegelinstellungen erzwingen oft den übertriebenden Missbrauch von Equalizern. Sobald man z. B. das Gefühl hat, mehr als 6 dB Boost zu brauchen, sollte man untersuchen, ob nicht eine Pegelkorrektur sinnvoller ist.

Erst reduzieren, dann anheben

„Dem Ohr“ sind Energiereduktionen in einem Frequenzband vertrauter, daher fallen Verstärkungen mehr auf. Ein 6-dB-Boost ist etwa so auffällig wie ein 9-dB-Cut. Um gewünschte Frequenzen hervorzuheben ist es daher immer besser, zunächst unerwünschte Frequenzen zu verringern. Das Resultat ist bessere Transparenz und Deutlichkeit bei geringerer Verfälschung des Klangs.

Reduktion von Einstreuungen anderer Instrumente oder Rauschen außerhalb des Frequenzbereichs eines Instruments

Es bieten sich breitbandige Filter an. Die Einsatzfrequenz sollte ein bis zwei Oktaven ober- oder unterhalb der höchsten oder tiefsten Frequenzen des Instruments liegen. Beispiel: Um einstreuende Becken von einer Kick-Drum-Aufnahme zu entfernen, sollte man eine Einstellung ab 10 kHz mit einer Reduktion von ca. 10-15 dB versuchen.

Reduktion von Einstreuungen innerhalb des Frequenzbereichs eines Instruments

Die Hauptfrequenzen des einstreuenden Instruments sollten soweit wie möglich reduziert werden, ohne den Klang zu unnatürlich werden zu lassen.

Obertonfrequenzen anheben

Obertöne anzuheben ist eine der ersten Arbeitstechniken, um die Deutlichkeit und Unterscheidbarkeit von Instrumenten zu verbessern. Hier eine Übersicht für drei typische Instrumente:

Bass - 400 Hz: Basslinien werden akzentuiert
Bass - 1500 Hz: Mehr Deutlichkeit (Anschlaggeräusche)
Gitarre - 3 kHz: Attacks deutlicher
Gitarre - 5 kHz: Heller, brillanter
Stimme - 5 kHz: mehr Präsenz
Stimme - 10 kHz: aufhellen

Wichtig: Pro Instrument finden sich also mindestens zwei Obertonfrequenzen, um höhere Deutlichkeit oder Aufhellung zu erreichen.

Grundtöne anheben

Unerfahrene Toningenieure versuchen oft als Erstes, Grundtöne anzuheben — normalerweise sollte das jedoch immer das Letzte sein, das man in Erwägung zieht.

Grundtöne hervorheben führt üblicherweise zu undeutlicherem, matschigen Klang. Spielen zwei Instrumente den gleichen Part, so haben sie auch die gleichen Grundtöne. Eine Anhebung ihrer Grundtöne führt daher dazu, dass sie ähnlicher klingen — was einer geringeren Unterscheidbarkeit gleichkommt. Gleiches gilt, wenn zwei Instrumente ähnliche Parts in der gleichen Tonart spielen.

Ausnahmen: Wenn ein Instrument dünn oder klein klingt, kann eine Anhebung der Grundtöne helfen. Vielleicht war das Mikrophon schlecht platziert oder der Obertonanteil wurde bereits durch Equalizing überbetont. Auch wenn Instrumente allein spielen bzw. Soli gespielt werden, kann eine Grundtonanreicherung bisweilen sinnvoll sein.

Grundtöne senken

Die Energie der Grundtonfrequenzen zu senken hebt alle Obertöne hervor und ist eine gute Alternative zur Anhebung von Obertönen. Recht verbreitet in Rock/Pop-Produktionen, kann dieses Prinzip auf alle Genres angewendet werden. Hier einige Beispiele:

Bass, Reduktion bei 40 Hz: verringert Wummern, verstärkt Durchsetzungsfähigkeit

Gitarre, Reduktion bei 100 Hz: verringert Wummern, verbessert Deutlichkeit

Stimme, Reduktion bei 200 Hz: verringert matschigen Klang

Hauptfrequenzen von Instrumenten akzentuieren

Eine Bandbreite von $1 \frac{1}{3}$ Oktaven ist generell ein sehr guter Ausgangspunkt — diese Bandbreite entspricht zumeist dem Maß, in dem verschiedene Instrumente den Audio-Frequenzbereich abdecken. Bei perkussiven Instrumenten kann die Bandbreite verringert werden, größere Bandbreiten sind bei melodischeren Instrumenten wie Streicher oder bei Stimmen empfehlenswert. Die Boost-Werte sollten zwischen 3 und 6 dB liegen.

In der Mischung ... oder nicht?

Je weiter ein Instrument „außerhalb“ (bzw. vor oder über) einer Mischung platziert wird, desto natürlicher sollte sein Klang wiedergegeben werden. Bei einer Einbettung innerhalb einer Mischung können die Hauptfrequenzen dagegen mit engerer Bandbreite und höheren dB-Werten bearbeitet werden. Ein Beispiel: Eine deutlich vor einer Mischung platzierte Stimme erhält mit einem Boost von 3 dB bei 5 kHz und großer Bandbreite eine Menge Präsenz, während bei einer Platzierung innerhalb der Mischung ein 6-dB-Boost mit geringerer Bandbreite brauchbar sein könnte.

Frequenzbänder teilen, um Maskierungen zu verringern

Um zwei Instrumente im gleichen Band voneinander zu trennen sollten jeweils Frequenzen gewählt werden, die eine halbe Oktave auseinander liegen. Mit einer Bandbreite von einer halben Oktave und einem Boost von etwa 3 dB erhält man nun mehr Klarheit und Unterscheidbarkeit. Die höhere Frequenz sollte auf das obertonreichere bzw. heller oder brillanter klingende Instrument angewendet werden.

Komplementär filtern

Eines der schwierigsten Probleme, dem man bei der Mischung von Instrumenten begegnet, ist der Maskierungseffekt. Laute Instrumente maskieren andere, wenn ihre Frequenzen im gleichen Band liegen. Es kann frustrierend sein festzustellen, dass ein für sich hervorragend klingendes Instrument langweilig klingt, sobald es im Mix platziert wird.

Abhilfe schafft hier neben der zuvor beschriebenen Teilung der Frequenzbänder das komplementäre Filtern der Signale. Dabei wird eine bestimmte Frequenz des einen Instruments schmalbandig gesenkt und die gleiche Frequenz des anderen Instruments angehoben. Die Boost- und Cut-Werte bewegen sich dabei immer nur um ca. 3-6 dB.

Klassische Konflikte ergeben sich beispielsweise bei Kick-Drum und Bass oder bei Lead-Vocals und Background-Vocals, daher hier Beispiele zur komplementären Filterung, um Maskierungen zu vermeiden:

- Kick-Drum/Bass: Eine Reduktion zwischen 350 und 400 Hz und eine Anhebung der gleichen Frequenz beim Bass nimmt der Kick-Drum den Papp-Klang und verleiht dem Bass mehr Präsenz.
- Lead-/Background-Vocals: Eine Reduktion zwischen 3 und 4 kHz bei den Background-Stimmen lässt sie luftiger werden, die frequenzgleiche Anhebung der Lead-Stimme lässt diese deutlicher hervortreten.

Empfehlungen für die Equalizer-Anwendung

Übersicht Frequenzen und Beispiele für Eingriffsmöglichkeiten

(angegeben sind Näherungswerte, die sich auch über weitere, angrenzende Bereiche erstrecken können)

50 Hz – Reduktion: Verringert Wummern aller tiefen Instrumente (Bässe, Kick-Drum, Toms), die implizite Hervorhebung der Obertöne verbessert die Durchsetzung von Basslinien.

50 Hz – Anhebung: Vollere Klänge für alle tieffrequenten Instrumente.

100 Hz – Reduktion: Verringert Wummern und erhöht Deutlichkeit bei Gitarren, verringert Tom-Sustain.

100 Hz – Anhebung: Härterer Bassklang für alle tieffrequenten Instrumente, mehr Wärme bei Piano und Hörnern.

200 Hz – Reduktion: Weniger matschige Stimmen und mittige Instrumente, entfernt „Gong“-Klang bei Becken.

200 Hz – Anhebung: Vollere Stimmen, Snare-Drums und Gitarren.

400 Hz – Reduktion: Verringert hohlen Klang tieferer Trommeln.

400 Hz – Anhebung: Deutlichere Basslinien.

800 Hz – Reduktion: entfernt „billigen“ Gitarrenklang.

800 Hz – Anhebung: deutlicherer, druckvollerer Bass.

1,5 kHz – Reduktion: entfernt Langeweile bei Gitarren.

1,5 kHz – Anhebung: klarer, sauberer Bass.

3 kHz – Reduktion: Tarnung schlecht gestimmter Gitarren oder falsch intonierender Stimmen.

3 kHz – Anhebung: Besserer Anschlag bei Bass-Gitarren, mehr Attack bei E- und A-Gitarren, Snares und anderen Drums sowie tieferen Piano-Parts, verbesserte Klarheit bei Stimmen.

5 kHz – Reduktion: Zeichnet dünne oder blecherne Gitarren weich.

5 kHz – Anhebung: Verbessert Stimmpräsenz und hellt Gitarren auf, mehr Attack bei tieffrequenten Trommeln, Piano, akustischen Gitarren.

7 kHz – Reduktion: Verringert Zischlaute.

7 kHz – Anhebung: Mehr Attack bei perkussiven Instrumenten.

10 kHz – Reduktion: verringert Zischlaute.

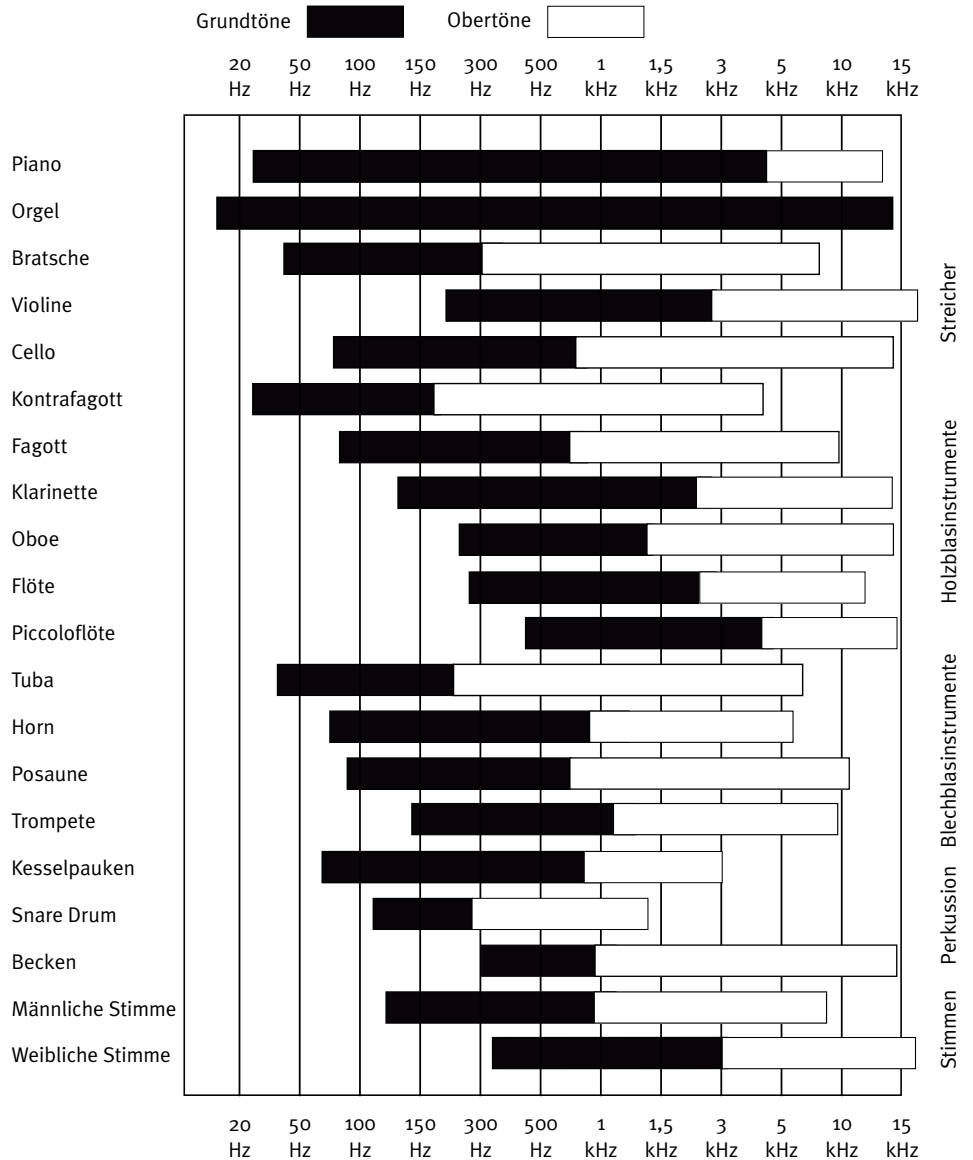
10 kHz – Anhebung: hellt Stimmen auf, leichte Aufhellung bei Gitarren und Piano, härtere Becken.

15 kHz: Anhebungen in diesem Bereich hellen so ziemlich alles auf, aber Vorsicht: hier leben auch viele Frequenzen mit dunklen Hüten — auf Rauschen und Zischen achten. Wie immer gilt: zuerst mit Reduktionen zur Betonung arbeiten, bevor man Anhebungen vornimmt.

Empfehlungen für die Equalizer-Anwendung

Klassische Instrumente und ihre Frequenzen

Ein symphonisches Orchester stellt idealtypisch eine harmonische, ausgewogene Verteilung der Instrumentierung über das Frequenzband dar. Es macht durchaus Sinn, sich daran auch bei Mischungen für andere musikalische Genres zu orientieren — so wird es auch einer Rock/Pop-Produktion nicht schaden, eine vergleichbar ausgewogene Verteilung der Elemente anzustreben.



Frequenz und Energie

Eine Frequenz bezeichnet allgemein die Häufigkeit eines Ereignisses pro Zeitintervall. Die Frequenz der Schwingungen einer Schallwelle pro Sekunde wird in Hertz angegeben. Tiefe Töne erzeugen lange Wellen, hohe Töne erzeugen kurze Wellen, je höher also die Frequenz, desto höher der Ton. Je größer der Ausschlag (Amplitude) einer Welle ist, desto höher ist ihre Energie und desto lauter der Ton.

Ton und Klang

Im Bereich der Musik wird ein Schall- oder Klanggeschehen gern als Ton bezeichnet. Ein Ton ist komplex: es setzt sich aus verschiedenen Frequenzen mit jeweils unterschiedlich hoher Energie zusammen.

Bei näherer Betrachtung des Komplexes eines natürlich erzeugten Tons, wie ihn etwa reale Instrumente oder Stimmen hervorbringen können, zeigt sich bezogen auf die Zusammensetzung der Frequenzen eine Ordnung: ein natürlicher Ton besteht immer aus einer Grundfrequenz, bezeichnet als Grundton, und vielen höheren Frequenzen, bezeichnet als Obertöne oder Harmonische. Die Folge aller Obertöne heißt Obertonreihe, die Gesamtheit von Grundton und Obertönen wird als Teiltonreihe bezeichnet — aus der gesamten Teiltonreihe ergibt sich das Frequenzspektrum eines Tons.

Der Grundton als tiefster Teilton legt die Grundfrequenz fest und bestimmt die empfundene Tonhöhe. Die Frequenzen der Obertöne sind Vielfache der Frequenz des Grundtons, sie machen den spezifischen Klang eines Tons bzw. eines Instruments oder einer Stimme aus.

Wird nun versucht, einen Ton mit geeigneter Elektrotechnik aufzunehmen und für die Speicherung und Wiedergabe zu verarbeiten, so ist nicht nur entscheidend, die Zusammensetzung des Frequenzspektrums so weit wie möglich beizubehalten, um ihn wiederzuerkennen. Ebenso wichtig ist der Aspekt der jeweiligen Energie aller Frequenzen, aus denen er sich zusammensetzt.

Bei der Tonerzeugung wird die Energieverteilung im Frequenzspektrum beispielsweise entscheidend vom akustischen Umfeld beeinflusst, da sich Direktschall und Reflexionen des Direktschalls mischen. Das Energieverhältnis zwischen Grund- und Obertönen im reflektierten Schall ist anders als im Direktschall (Obertöne des reflektierten Frequenzspektrums können z. B. deutlich mehr Energie haben), so dass der Klang eines Tons sich ändert. Spätestens wenn nun der Musiker der Meinung ist, die Aufnahme gebe nicht den Klang wieder, den er gespielt oder gesungen habe, ist es an der Zeit, über Eingriffe am Frequenzspektrum nachzudenken.

Entzerren und Gestalten

Neben den akustischen Einflüssen der Umgebung einer aufzunehmenden Schallquelle ist selbstverständlich zu berücksichtigen, dass auch die Technik zur Tonaufnahme und –wiedergabe gewisse Grenzen aufweist, die das klangliche Ergebnis — gelinde ausgedrückt — beeinflussen.

In den ersten Jahrzehnten der elektronischen Tonaufnahme und -verarbeitung wurde die Klangqualität einer Aufnahme nahezu ausschließlich durch Auswahl und Position des Mikrofons bestimmt. Mit den ersten Equalizern wurden technische und akustische Probleme ausgebügelt: unzureichende Frequenzgänge von Mikrofonen und Lautsprechern oder ungünstige raumakustische Verhältnisse mussten korrigiert bzw. entzerrt oder verzerrt werden. Das Ziel war also immer, sich den ursprünglichen Frequenzspektren der Töne möglichst wieder zu nähern.

Mit der Einführung der Mehrspurtechnik in den 1960er Jahren änderten sich die Arbeitsweisen grundlegend. Instrumente konnten für eine Wiedergabe erstmals nacheinander aufgenommen werden. Die Mischung vieler Einzelaufnahmen auf zunächst nur vier Spuren brachte aber das Problem mit sich, dass bei jeder weiteren Zusammenführung die Qualität der zuerst aufgenommenen Spuren zunehmend litt. →

Hier tat sich nun ein völlig neues Arbeitsfeld für Equalizer auf: Um z. B. einzelne Instrumente bei der Überspielung zu betonen, damit sie nicht von Neuaufnahmen verdeckt werden, wurden bestimmte Frequenzbereiche ihres klanglichen Spektrums verändert. Neben der Hervorhebung klanglich charakteristischer Merkmale bot sich allerdings auch ein eher kreativer Umgang mit dem Klang an: streng genommen unnatürlich veränderte Klangbilder setzten sich im Mix besser durch. Zweifellos hatte aber auch die zunehmende Popularität elektronischer Tonerzeugung großen Anteil an dem Einsatz elektronischer Frequenzfilterung als kreatives Element.

Frequenzfilter

In der Regel dürfte jeder von uns seine erste Bekanntschaft mit Frequenzfiltern an Gerätschaften zur Tonwiedergabe machen. Die recht treffend als Klangregler bezeichneten Filter sind einfache Beispiele amplitudenbasierter Filter: dreht man einen Bassregler im Uhrzeigersinn, so erhöht sich die Energie für alle tiefen Frequenzen.

Am Beispiel des zuvor erläuterten Spektrums eines natürlich erzeugten Tons wird schnell deutlich, dass eine solche Regelung jedoch nicht nur die Energie des Grundtons beeinflusst, sondern immer auch den Klang des Tons — das Verhältnis der Energie zwischen Grundton- und Obertonfrequenzen wird verändert.

Generell wird bei der amplitudenbasierten Frequenzfilterung immer die Energie für einen Bereich der Audiofrequenzen (=Frequenzband) verstärkt oder abgesenkt. Hierbei können Filter mit unterschiedlichsten Auslegungen und Arbeitsweisen eingesetzt werden; je nach technischem Aufbau filtern sie beispielsweise nur hohe oder tiefe Frequenzen auf eine bestimmte Art und Weise.

Filterarten

Im Passeq kommen zwei Arten von Filtern zum Einsatz: Mit Kuhschwanz- oder Shelf-Filtern vergleichbare, breitbandige Filter (Shelf=Brett, Ebene) und Glocken- oder Peak-Filter mit engerer Bandbreite (Peak=Spitze).

Shelf-Filter

Ein Shelf-Filter, im Deutschen wegen der Form der Regelkurve auch als „Kuhschwanzfilter“ bezeichnet, verstärkt oder reduziert die Energie aller Frequenzen oberhalb oder unterhalb einer gewählten Einsatzfrequenz. Je nach Arbeitsrichtung spricht man von High Frequency (HF) oder Low Frequency (LF) Shelf-Filter. Das mit der Einsatzfrequenz bestimmbare Frequenzband wird dabei wie eine Ebene angehoben oder abgesenkt. Die maximale Verstärkung liegt bei der jeweils von der Einsatzfrequenz am weitesten entfernten Frequenz an (20 Hz bei einem LF-Shelf-Filter, 20 kHz bei einem HF-Shelf-Filter). Die Einsatzfrequenz hat gewöhnlich eine um 3 dB geringere Verstärkung (bei maximaler Verstärkungseinstellung). Daraus ergibt sich die für dieses Filter charakteristische, ansteigende Form der Regelkurve.

Peak-Filter

Ein Peak-Filter verstärkt oder senkt die Energie einer gewählten Frequenz mit maximaler Verstärkung und ein definierbares Frequenzband um sie herum mit einer zu beiden Seiten abfallend geringeren Verstärkung von bis zu 3 dB. Die gewählte Frequenz mit der größten Verstärkung wird als Center-Frequenz bezeichnet, denn sie liegt in der Mitte an der Spitze der Regelkurve. Die sich daraus ergebende Form der Regelkurve führte zu dem deutschen Namen Glockenfilter, im englischen findet man daher auch die Entsprechung „Bell“-Filter.

Bandbreite

Die Breite eines Frequenzbandes wird musikalisch in Oktaven definiert. Die technische Entsprechung ist die „Güte“ (oder engl. „Quality“) eines Filters, abgeleitet von der englischen Bezeichnung findet man daher zumeist den „Q“-Faktor als Maß einer Bandbreitenregelung.

Ein hoher Q-Faktor entspricht einer geringen Bandbreite, ein geringer Q-Faktor entspricht einem großen Bereich:

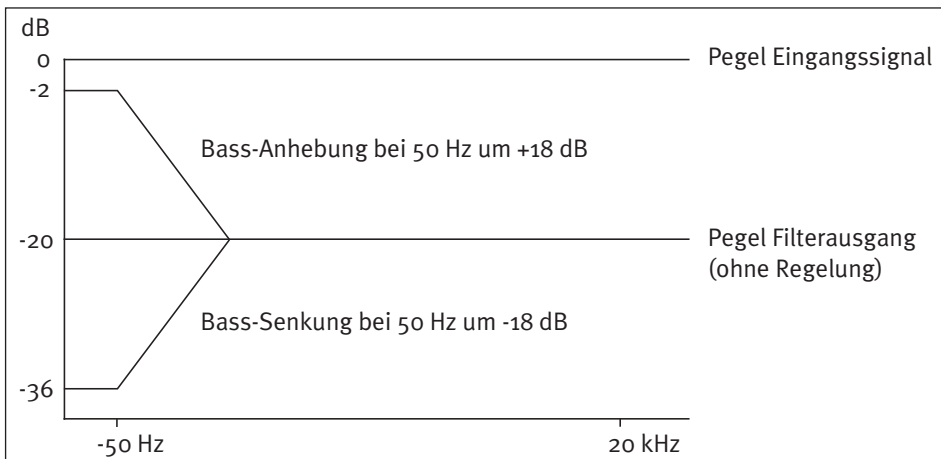
- Bandbreite 2 Oktaven: 0,7 Q
- Bandbreite 1 1/3 Oktaven: 1 Q
- Bandbreite 1 Oktave: 1,4 Q
- Bandbreite 1/2 Oktave: 2,8 Q

Equalizer

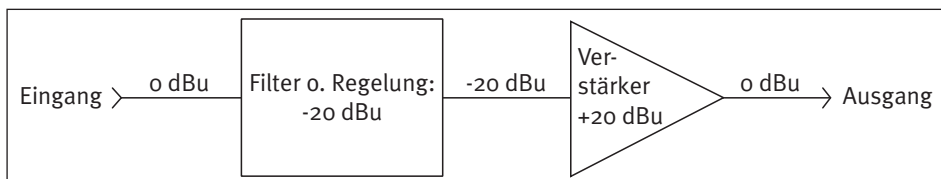
In unserem Zusammenhang ist ein EQ ein Frequenzfilternetzwerk, dessen Ausgangscharakteristik sich in Abhängigkeit der Frequenz ändert. Das in der Tonstudioteknik zur Klangformung oder Korrektur gebräuchliche Konzept ist das des Amplituden-EQs. Es gibt ungeheuer viele existierende Formen allein schon aufgrund der zahlreichen Möglichkeiten, verschiedene Filterarten zu kombinieren. Eine grobe Übersicht dürfte folgende Kategorisierung liefern, welche die wesentlichen technischen Unterschiede aufzeigt.

Passive EQs

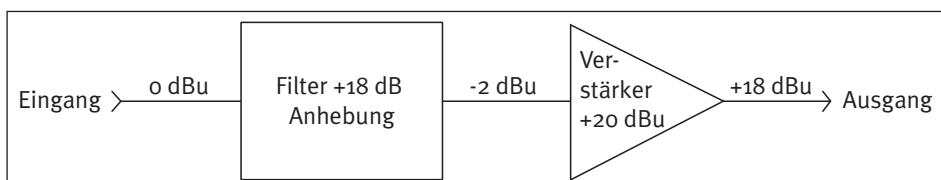
Die Filter im passiven Netzwerk besitzen keine Verstärkungselemente und benötigen daher keine externe Spannung. Im Prinzip können sie daher die Energie der Frequenzen nur absenken. Um mit einem passiven Filternetzwerk die Energieverhältnisse der Frequenzen dennoch in beide Richtungen ändern zu können (also absenken und anheben), wird der Signalpegel des Filter-Eingangssignals generell um einen bestimmten Wert gesenkt. Von diesem Wert aus kann nun eine weitere Senkung (Cut) oder eine Anhebung vom reduzierten Niveau aus (Boost) vorgenommen werden. Einem passiven Filter folgt immer ein Verstärker, der die Absenkung des Signalpegels wieder aufholt – er ist jedoch nicht Teil der eigentlichen Filterschaltung. →



Schema: passives Frequenzfilter



Blockdiagramm: passives Filter ohne Regelung



Blockdiagramm: passives Filter bei +18 dB Anhebung

Grundlagen der Frequenzfilterung

Passive Filter reagieren klanglich anders als aktive Filter, wesentlichen Anteil hat daran u. a. das Sättigungsverhalten der Spulen und das Ladeverhalten der Kondensatoren. Die Charakteristik passiver Filter ist im musikalischen Sinn häufig sehr vorteilhaft, da sie sehr angenehme klangliche Eigenschaften haben können: sie klingen vergleichsweise „weich“ und harmonisch (siehe auch „Einführung/Vorteile passiver Filter“ auf Seite 5).

Aktive EQs

Die Filter im aktiven Netzwerk benötigen externe Spannung und können die Energie der Frequenzen durch in die Filterschaltung integrierte Verstärkungselemente sowohl anheben (Boost) als auch senken (Cut). Aktive EQs dominieren den Markt; nicht zuletzt die Bedienfreundlichkeit eines Filters (bzw. Reglers), mit dem man gleichzeitig verstärken und senken kann, dürfte ein Grund dafür sein. So können sehr gute aktive Filterkonzepte durch ihren Aufbau bedingt häufig sehr schnell arbeiten und vergleichsweise wenig färben bzw. eigene Klangcharakteristiken aufweisen. Die Betonung liegt jedoch auf „können“ — das klangliche Ergebnis einer Filterentwicklung wird von so vielen Parametern beeinflusst, dass kategorische Aussagen hier kaum möglich sind.

Parametrische EQs

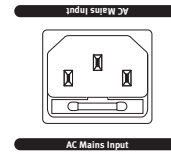
Ein vollparametrischer EQ kann in allen Parametern gesteuert werden: Frequenz, Amplitude und Bandbreite kann vom Anwender pro Filter festgelegt werden. Der vollparametrische EQ ist daher ideal geeignet, wenn an beliebiger Stelle sehr gezielt bzw. in engen Grenzen bearbeitet werden muss. Beim semiparametrischen Filter ist die Bandbreite festgelegt, meist bei etwa zwei Oktaven.

Grafische EQs

Für den gesamten zu bearbeitenden Frequenzbereich werden in bestimmten Frequenzschritten aktive Filter angeboten, die in ihrer Bandbreite festgelegt sind. Man kann also pro Filter nur die Amplitudenregelung bestimmen. Da die ersten Konzepte mit Schiebereglern realisiert wurden, wird durch die Reglerstellung die Bearbeitung des Frequenzgangs optisch repräsentiert — daher der Name grafischer EQ.

Auf das Netzteil ist besondere Sorgfalt gelegt worden, denn eine „saubere“ Stromversorgung ist eine entscheidende Voraussetzung für klanglich hervorragende Gesamtergebnisse. Das Netzteil ist um einen Ringkerntransformator aufgebaut, dessen minimales Streufeld kein elektronisches Brummen oder mechanisches Geräusch verursacht. Auf der Sekundärseite des Netzteils werden mit einer RC-Kombination netzseitige Rausch- und Brummspannungen herausgefiltert. Alle Komponenten, die Audiosignale verarbeiten, werden von zwei separaten Spannungsregulatoren versorgt, um den Einfluss eventueller Störanteile aus den übrigen Komponenten zu minimieren.

Das mitgelieferte, dreipolige Kaltgeräte-Netzkabel wird an die dreipolige Standard-IEC-Anschlußbuchse angeschlossen. Transformator, Stromkabel und Kaltgerätebuchse entsprechen den VDE-, UL- und CSA-Bestimmungen. Die Stromsicherung hat einen Wert von 500 mA bei 230V und 1A bei 115 V.



Technische Daten

Eingänge & Ausgänge

Instrumentationsverstärker, trafosymmetriert

Nominaler Eingangspegel	+4 dBu
Eingangsimpedanz	=22 kOhm
Ausgangsimpedanz	< 600 Ohm
Max. Eingangspegel	+28 dBu
Max. Ausgangspegel	+32 dBu

Messungen

Frequenzbereich	20 Hz-50 kHz linear, 50 kHz-100 kHz: -3 dB
Gleichtaktunterdrückung	> 70 dBu (bei 1kHz)
THD & N (bei 0 dBu Eingangspegel)	> -110 dBu
S/N A-bewertet	-115 dBu
Übersprechen L/R (bei 1kHz)	> -85 dBu
Dynamikumfang	143 dB

Netzteil

Ringkerntransformator	48 VA
Sicherungen	500 mA/230 V, 1 A/115 V

Spannungswahlschalter	230/50 Hz ↔ 115 V/60 Hz
Leistungsaufnahme	40 W

Maße

Einbaumaße (B x H x T)	482 x 176 x 390 mm, Standard EIA 19-Zoll-Gehäuse/4 HE
Gewicht	11,8 kg

Anmerkungen:

0 dBu = 0,775 V

Technische Änderungen vorbehalten.

Garantie & Produktregistrierung

Für alle SPL-Produkte gewähren wir eine Herstellergarantie von zwei Jahren bei Material- oder Verarbeitungsfehlern ab Werksauslieferungsdatum, Röhren unterliegen einer Garantie von drei Monaten.

Endkunden wird eine zweijährige Gewährleistung seitens des Handels gewährt. Bitte wenden Sie sich daher für vollständige Gewährleistungsbestimmungen und in allen Servicefällen immer zunächst an Ihren Händler.

Direkter Produkt-Support seitens SPL erfordert die Produktregistrierung. Bitte füllen Sie daher die beiliegende Garantiekarte vollständig und gut lesbar in Druckbuchstaben aus und senden sie direkt an SPL oder nutzen Sie die Online-Registrierung unter www.soundperformancelab.de.

Kopiervorlage Einstellungen



Künstler:

Toningenieur:

Album:

Spur(en) /Gruppe:

Titel:

Datum:

