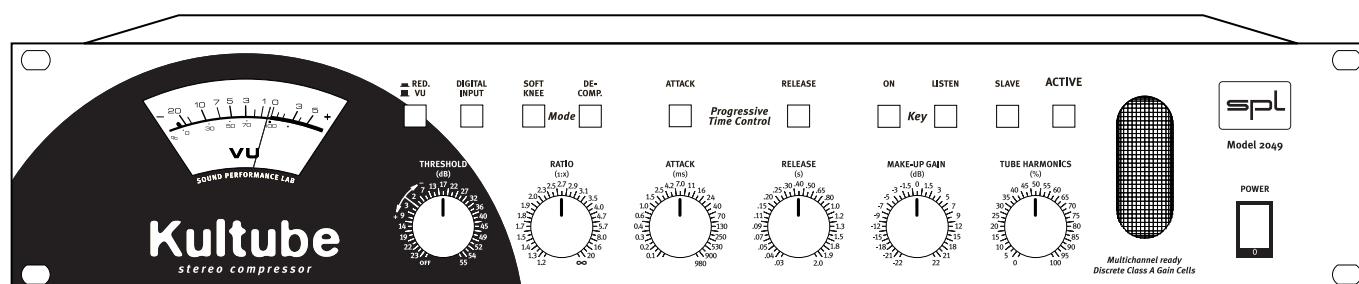


Bedienungsanleitung



Kultube

Modell 2049

Stereokompressor

Version 1.1 – 11/2004

Entwickler: Ruben Tilgner

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

Postfach 1227

41368 Niederkrüchten

Tel. (02163) 98340

Fax (02163) 983420

E-Mail: info@soundperformancelab.com

www.soundperformancelab.org



© 2004 SPL electronics GmbH. Alle Rechte, technische Änderungen und Druckfehler vorbehalten.



Einleitung	4
Besonderheiten	4
Inbetriebnahme/Sicherheitshinweise	5
Stromversorgung	5
Anschlüsse	
Rückseite/Verkabelung	6
Allgemeine Hinweise, Buchsen & Schalter	7
Bedienelemente	
Red. /VU, Digital Input, Softknee, De Comp.	9
PTC-Attack, PTC-Release, Key On, Key Listen, Slave, Active	9
Threshold, Ratio, Release, Make Up Gain	11
Tube Harmonics	12
Bedienung – Kultube verstehen und genießen	
Die Threshold-Regelung	12
Die Ratio-Regelung	13
Die Attack-Regelung	14
Progressive Time Control – Attack	15
Die Release-Regelung	16
Progressive Time Control – Release	17
Anwendungen – Kultube benutzen und genießen	
Summenbearbeitung	19
Einzelkanal- und Subgruppenbearbeitung	19
Sidechain	20
Mehrkanal- und 5.1-Surround-Bearbeitungen	21
Technische Daten	22
Garantie	23
Ihre Notizen	24

Der Kultube ist als „Universalkompressor“ konzipiert und bietet mit umfangreichen Schalt- und Regelmöglichkeiten äußerst vielseitige Einsatzmöglichkeiten, so dass bei allen kompressortypischen Anwendungen keine Wünsche offen bleiben dürften. Angefangen vom Aufwerten des Summensignals im „Midi-Studio“ bis hin zum Surround-Mastering mit mehreren gekoppelten Geräten sind alle Aufgaben in höchster Qualität lösbar.

So kann zwischen Hard- und Soft-Knee-Charakteristik gewählt werden, über eine Sidechain-Buchse können externe Geräte zur Steuerung angeschlossen werden. Mit der einzigartigen „Progressive Time Control“ für Attack und Release können eingangssignalabhängig optimierte Zeitkonstanten erzielt werden (schnelle Impulse werden z. B. mit bis zu 20 μ s Attackzeit abgefangen). Im Master/Slave-Modus können beliebig viele Geräte zentral gesteuert werden.

Die einstellbare Röhrensättigung der Ausgangsstufen mit automatischer Ausgangspegelanpassung kann nuancierte bis brachiale Röhrensoundeffekte ins Spiel bringen, während der Dekompressor-Modus überkomprimiertes Material (etwa Samples) wiederbeleben kann.

Somit steht eine einzigartige Bandbreite an Kompressionsmöglichkeiten zur Verfügung: vom subtilen, unauffälligem Komprimieren bis hin zu abgedrehten Effektkompressionen ist alles möglich. Ob als edler Kompressor im MIDI- und Projektstudio oder als Kreativposten im Profi-Studio – der Kultube vereint herausragende Audioqualität mit typischen SPL-Attributen wie Musikalität und Bedienungsfreundlichkeit. Die Einsatzgebiete reichen dementsprechend vom klassischen Kompressor für Stimmen und Instrumente im Mono- und Stereobetrieb über den Stereobetrieb für die Subgruppenbearbeitung oder das Stereo-Mastering bis hin zum Mehrkanal- oder Surround Einsatz.

Optional kann der Kultube mit SPLs 24/96-AD/DA-Wandler und klangveredelnden Lundahl-Ein- und Ausgangsübertragern (galvanische Trennung) ausgerüstet werden.

Zu den technischen Leckerbissen gehören die von SPL eigens entwickelten, diskret aufgebauten Gain-Zellen, die statt herkömmlicher VCAs erstmals im Kultube zum Einsatz kommen: sie gewährleisten höchste Musikalität bei der Signalverarbeitung und weisen einen deutlich verbesserten Klirrfaktor auf.

Auch das Platinenlayout weist bemerkenswerte Besonderheiten auf: Die zentrale Sternpunkt-Masseführung minimiert Störeinflüsse, die über die Massebahnen einwirken könnten, indem die Audio-Masse von der restlichen Gerätemasse getrennt wird. Auch dies trägt wesentlich zu einer hohen, im wahrsten Sinne des Wortes „sauberen“ Klangqualität bei.

Besonderheiten

- Stereokompressor mit diskret aufgebauten Class A Gain-Zellen
- „Progressive Time Control“: Zuschaltbare und regelbare Optimierung der Attack- und Release-Zeiten in Abhängigkeit vom Eingangssignal
- Regelbare Röhrensättigung mit Ausgangspegelanpassung
- Soft- und Hardknee-Charakteristik wählbar
- Einzigartiger Dekompressions-Modus
- Großes VU-Meter (Gain-Reduktion oder Ausgangspegel in Mono)
- Sidechain-Eingänge auf der Front schaltbar

Inbetriebnahme und Sicherheitshinweise

Wählen Sie den Aufstellplatz des Kultube sorgfältig aus. Stellen Sie das Gerät nicht an einem Platz mit direkter Sonneneinstrahlung oder nahe einer Heizung auf. Vermeiden Sie die Einwirkung von Vibrationen, Staub, Hitze, Kälte oder Feuchtigkeit. Der Kultube sollte weder in der Nähe von Störquellen wie Transformatoren oder Motoren noch unmittelbar über oder unter Endstufen und digitalen Prozessoren aufgebaut werden. Die Unterbringung in einem „Analog-Rack“ ist ratsam, um Probleme mit eventuell einfallenden Taktfrequenzen zu vermeiden. Öffnen Sie das Gerät nicht, weil es dadurch beschädigt werden kann und die Gefahr eines elektrischen Schlages besteht.



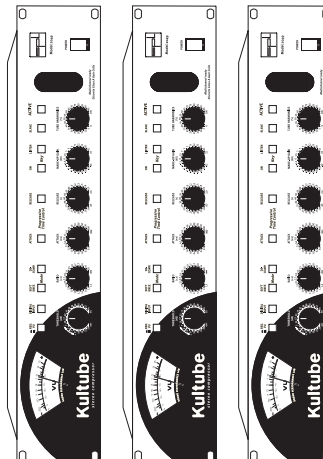
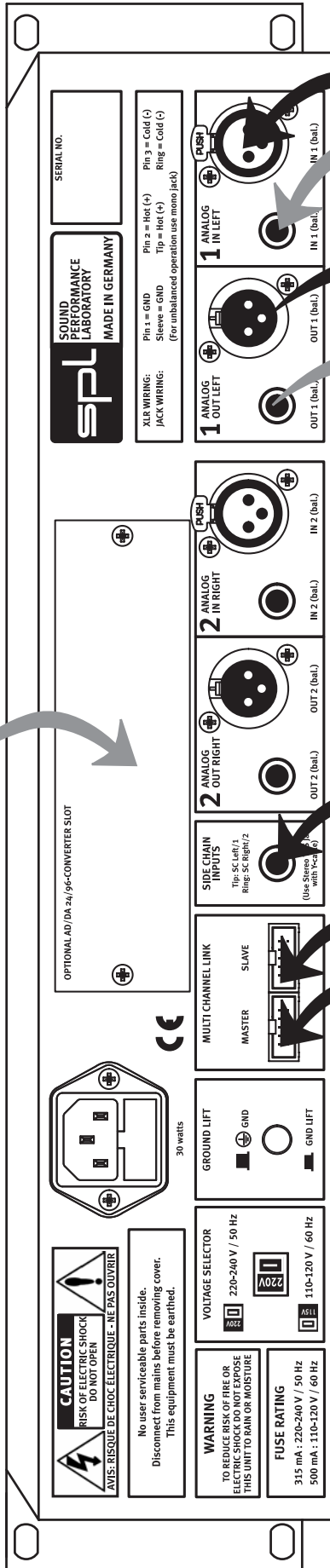
- Überlassen Sie Wartungs- und Reparaturarbeiten stets einem Fachmann. Sollte ein Fremdkörper in das Gerät gelangen, wenden Sie sich an Ihren Fachhändler.
- Um Feuergefahr und die Gefahr eines elektrischen Schlages zu vermeiden, darf weder Regen noch Feuchtigkeit in das Gerät gelangen.
- Bei Blitzschlaggefahr das Netzkabel aus der Steckdose ziehen. Das Netzkabel immer am Stecker aus der Dose ziehen, niemals am Kabel ziehen.
- Betätigen Sie Schalter und Regler niemals gewaltsam.
- Verwenden Sie zur Reinigung keine Lösungsmittel, um das Gehäuse nicht zu beschädigen. Benutzen Sie ein sauberes, trockenes Tuch.
- Beim Einbau in ein 19“-Rack sollte die Rückseite des Geräts abgestützt werden (insbesondere in Touring-Cases).

Stromversorgung

Auf das Netzteil ist beim Kultube besondere Sorgfalt gelegt worden, denn eine „saubere“ Stromversorgung ist eine entscheidende Voraussetzung für klanglich hervorragende Gesamtergebnisse.

Das Netzteil ist um einen eigens gefertigten Ringkerntransformator aufgebaut, dessen minimales Streufeld kein elektronisches Brummen oder mechanisches Geräusch verursacht. Ein vor dem Netzschalter platziertes Netzfilter beseitigt Störeinflüsse in der Stromversorgung. Auf der Sekundärseite des Netzteils werden mit einer RC-Kombination netzseitige Rausch- und Brummspannungen herausgefiltert. Die Halbwellen werden mit jeweils 10.000 µF für den positiven und negativen Pfad geglättet. Alle Komponenten, die Audiosignale verarbeiten, werden von zwei separaten Spannungsregulatoren versorgt, um den Einfluss eventueller Störanteile aus den übrigen Komponenten zu minimieren. Die 220-V-Anodenspannung zur Versorgung der Röhrenstufe wird mit 200 µF ausgesiebt und mit Spannungsreglern präzise stabilisiert, um auch letzte Brummanteile zu eliminieren. Eine Strombegrenzung der Heizspannung gewährleistet ein schonendes Aufheizen der Röhren, zusätzlich wird die Anodenspannung erst nach der Aufwärmphase zugeschaltet. Beide Maßnahmen verlängern die Lebensdauer der Röhren entscheidend. Die Primärspannung kann zwischen 230 V/50 Hz und 115 V/60 Hz umgeschaltet werden. 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 315 mA. Die Verbindung zwischen Betriebsmasse und Gehäuse kann mit dem GND Lift-Schalter aufgetrennt werden.

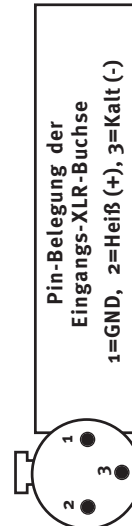
Der Kultube kann mit einem optionalen Wandlermodul ausgestattet werden.



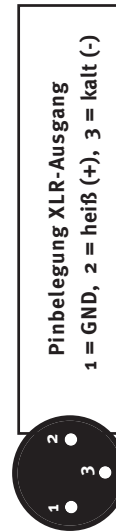
Weitere Kultube als Slaves im Multi-Channel-Link-Betrieb

Anschluss für externe Steuerung (z. B. Equalizer)

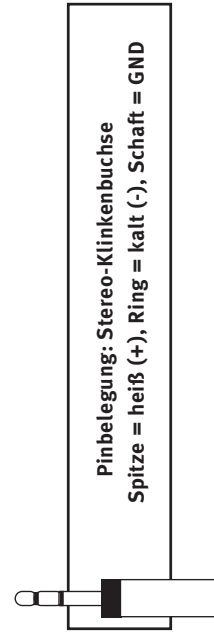
Anschluss Mischpult: Insert Sends ... Analoge Eingänge, Insert Returns ... Analoge Ausgänge



Pin-Belegung der Eingangs-XLR-Buchse
1=GND, 2=Heiß (+), 3=Kalt (-)



Pinbelegung XLR-Ausgang
1 = GND, 2 = heiß (+), 3 = kalt (-)

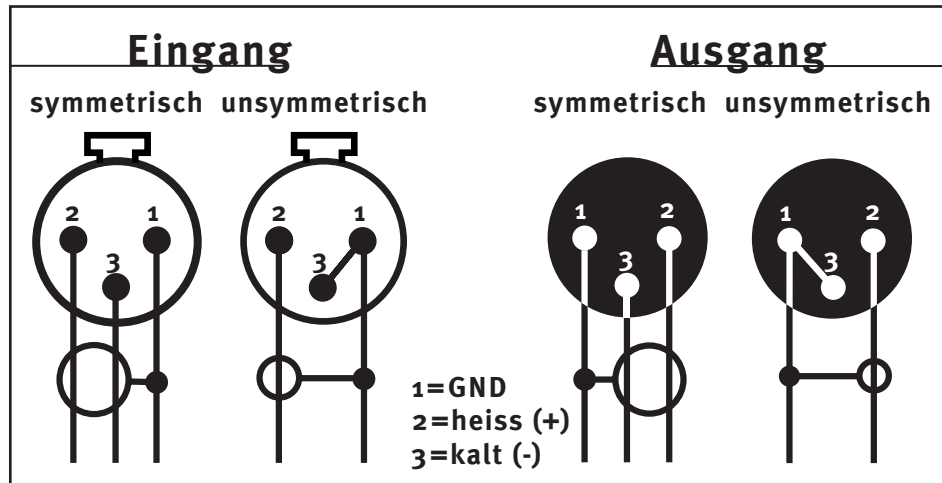


Pinbelegung: Stereo-Klinkenbuchse
Spitze = heiß (+), Ring = kalt (-), Schaft = GND

Allgemeine Hinweise

Das Gehäuse des Kultube ist EMV-sicher und weitgehend gegen HF-Einstreuungen geschützt. Dennoch ist Sorgfalt bei der Wahl des Aufstellplatzes angebracht, um nachteilige Effekte durch eventuell einfallende Störsignale auszuschliessen. Achten Sie darauf, dass die richtige Netzspannung am Netzspannungswahlschalter auf der Rückseite des Kultube eingestellt ist. Vor dem Anschließen müssen der Kultube und alle daran angeschlossenen Geräte ausgeschaltet werden.

Die nachstehende Abbildung zeigt die korrekte Vorgehensweise für einen unsymmetrischen Betrieb der (symmetrisch ausgelegten) XLR-Buchsen:



Die Ausgangsklinkenbuchse kann sowohl mit symmetrischer Verkabelung als auch mit unsymmetrischer Verkabelung (= Mono-Klinkenstecker) betrieben werden.

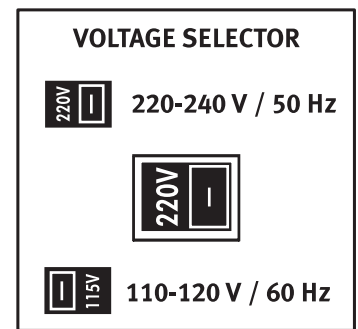
Buchsen & Schalter

Analoge Ein- und Ausgangsbuchsen (XLR und Klinke)

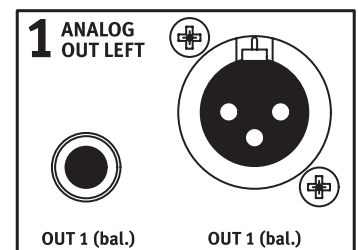
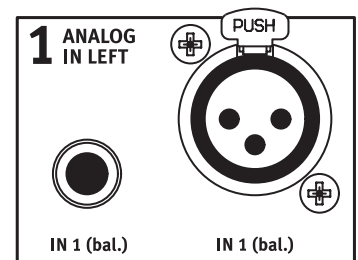
Als analoge Ein- und Ausgänge dienen symmetrisch ausgelegte XLR- und Klinkenbuchsen. In der Regel wird hier ein analoges Mischpult angeschlossen (Insert Send/Return). Da die Klinken- und XLR-Buchsen parallel geschaltet sind, wirkt sich ein unsymmetrischer Betrieb der Klinkenbuchse auch auf die XLR-Buchse aus und umgekehrt.

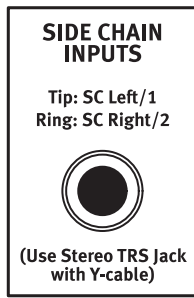
Der Kultube ist für einen nominalen Pegel von +4dBu ausgelegt und verkräftet einen Eingangspegel von max. 25dBu, am Ausgang stehen max. +23dBu zur Verfügung. Es ist empfehlenswert, den Kultube mit einem Signalpegel zwischen 0dBu und 12dBu anzusteuern – dies ist der optimale Ansteuerungsbereich für die Signalverarbeitung, in dem auch der Signal-Rauschabstand am größten ist.

Anschlüsse



Anschlüsse



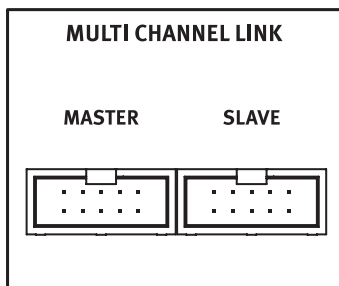


Side Chain-Eingänge

Diese Buchse dient als Side Chain-Eingang, an dem ein externes Audiosignal zur Steuerung des Kultube angeschlossen werden kann (z. B. über EQ gesteuerte, frequenzselektive Kompression). Sie ist als Stereoklinkenbuchse ausgelegt – auf der Spitze liegt der linke Kanal, auf dem Ring der rechte Kanal.

Am besten benutzt man ein normales Insert-Kabel, welches einen Stereoklinkenstecker (anzuschließen am Kultube) und zwei Mono-Klinkenstecker (anzuschließen am Steuergerät) verbindet. Bei Verwendung eines Equalizers kann man dessen Eingänge an die noch freien Klinkeneingängen am Kultube anschließen. So bekommt sowohl der Equalizer als auch der Kultube das gleiche Eingangssignal, da XLR- und Klinkenbuchsen parallel geschaltet sind.

Um den Side Chain-Eingang zu nutzen, aktiviert man den KEY ON-Schalter auf der Front. Um das Signal vorzuhören, betätigt man den KEY LISTEN-Schalter. Weitere Hinweise zur Verwendung der Side Chain-Funktion finden Sie auf Seite 20.



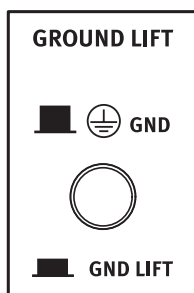
Multi Channel Link

Über die MULTI CHANNEL LINK-Buchsen können mehrere Kultube für den Mehrkanal-Betrieb verbunden werden, so dass Sie gemeinsam mit einer Master-Einheit bedient werden können. Vor dem Anschluss der Link-Kabel legen Sie das Mastergerät fest und verbinden das Linkkabel mit dessen MASTER-Buchse. Alle zu verknüpfenden Geräte werden ausschließlich über deren SLAVE-Buchse verbunden.

ACHTUNG – AUSDRÜCKLICHE WARNUNG: Immer nur ein Mastergerät definieren! Niemals mehr als ein Gerät über die MASTER-Buchse verbinden – andernfalls können Bauteile zerstört werden!

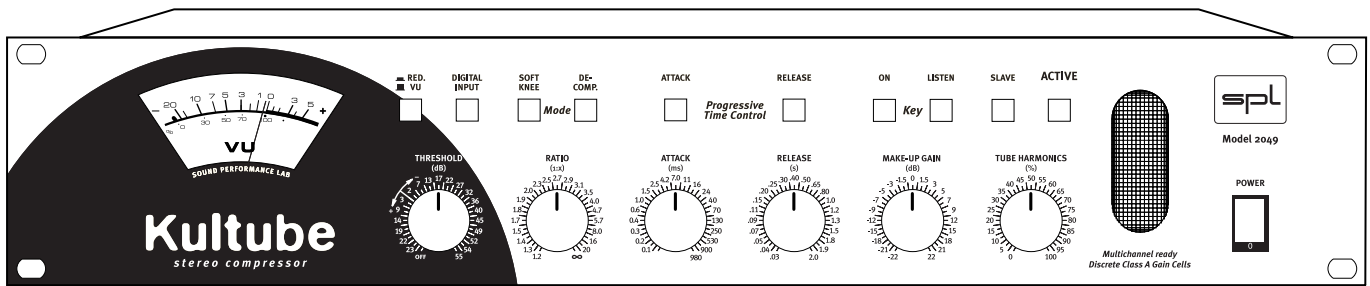


Nachdem die Kabelverbindungen installiert sind, muss der SLAVE-Schalter auf der Front jeder Slave-Einheit aktiviert werden. Von nun an werden alle Funktionen aller Slave-Einheiten vom Mastergerät gesteuert. Weitere Informationen zum Multi-Channel-Link-Betrieb lesen Sie bitte auf Seite 21.



Brummen? Ground Lift!

Mit dem GND Lift-Schalter auf der Geräterückseite können „Brummschleifen“ behoben werden, indem die interne Masse von der Gehäusemasse getrennt wird. Brummschleifen können beispielsweise auftreten, wenn der Kultube an Geräte mit anderem Erdungspotential angeschlossen wird. Solche Probleme können allerdings auch durch eine konsequente symmetrische Verkabelung vermieden werden. Im Normalfall ist daher die GND Lift-Funktion nicht aktiviert.



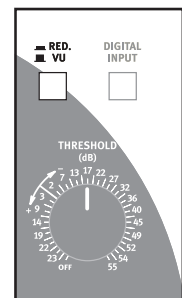
Bitte beachten Sie zu allen Bedienelementen auch die jeweiligen Hinweise unter „Kultube verstehen und genießen“ ab Seite 12.

RED./VU

Dieser Schalter schaltet das VU-Meter in den Gain-Reduction-Modus. Die Zeigernadel springt dann auf den 0-dB-Wert und bewegt sich mit zunehmender Regeltätigkeit des Kompressors nach links. Die skalierten Werte geben nun Auskunft über die Gain-Reduction.

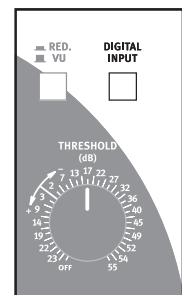
Ist der RED./VU-Schalter nicht gedrückt, zeigt das VU-Meter den Ausgangspegel an.

Ist sowohl der RED./VU-Schalter als auch der ACTIVE-Schalter nicht gedrückt, so zeigt das VU-Meter den Eingangspegel an. Im Slave-Modus wird die Gain-Reduction vom Mastergerät gesteuert.



DIGITAL INPUT

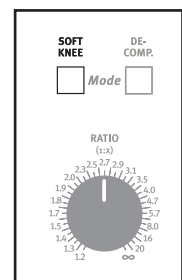
Kommt das optional erhältliche Digitalwandlermodul zum Einsatz, kann man mit dem Schalter DIGITAL INPUT die gewandelten Digitalsignale als Eingangsquelle für den Kultube auswählen. Das Wandlermodul erweitert den Kultube somit um digitale Ein- und Ausgänge, über die er sehr einfach in eine digitale Produktionskette integriert werden kann.



SOFTKNEE

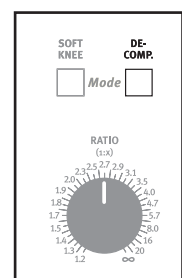
Mit SOFTKNEE wird die Kennlinie des Kompressors verändert. Normalerweise arbeitet das Gerät im Hardknee-Modus, drückt man den SOFTKNEE-Schalter, dann arbeitet das Gerät im Softknee-Modus.

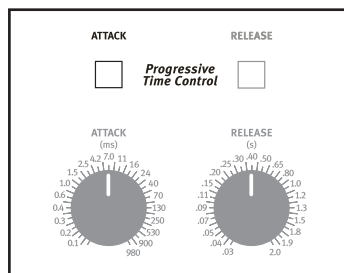
Grundsätzlich erzielt man mit der Softknee-Kennlinie unauffälligere und weichere Kompressionsergebnisse; die größtmögliche Lautheit ist dagegen nur im Hardknee-Modus zu erreichen. Der Verlauf der Kennlinien ist auf Seite 13 dargestellt.



DE-COMP.

Dieser Schalter aktiviert den Dekompressions-Modus, der eine entgegen gesetzte Arbeitsweise des Kompressors bewirkt: Alle Signale oberhalb des eingestellten Schwellwerts (Threshold) werden lauter, der Ratio-Regler bestimmt die Intensität des Lautstärkezuwachses. Bitte beachten Sie, dass auch der Make-Up-Regler nun umgekehrt arbeitet: das Signal wird leiser, wenn der Regler nach rechts bewegt wird und es wird lauter, wenn der Regler nach links bewegt wird.

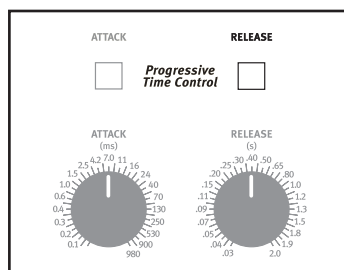




Progressive Time Control: ATTACK

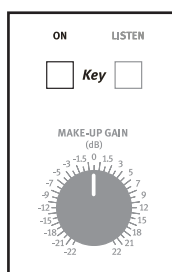
Mit dieser Funktion wird für die Attack-Zeitkonstanten eine justierbare Automatik zugeschaltet, die mit dem Attack-Regler eingestellt wird.

Vereinfacht ausgedrückt kann man nun die Intensität der Kompression bei schnellen Signalanstiegen beeinflussen, bei ausgeschalteter Funktion bestimmt man die Zeit, bis eine bestimmte Kompression erreicht wird.



Progressive Time Control: RELEASE

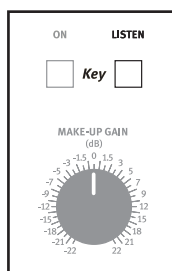
Auch für die Release-Zeitkonstanten kann die justierbare Automatik zugeschaltet werden, deren Wirkungsweise vom Release-Regler abhängig ist: Dieser bestimmt nun einen Mittelwert, auf den die Release zurückgefahren wird. Insbesondere bei komplexen Summensignalen ist die Anwendung der Progressive Time Control sehr empfehlenswert.



KEY ON

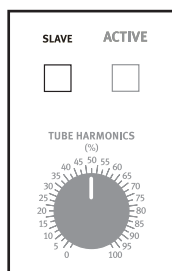
Mit KEY ON kann ein externes Signal als Steuerquelle für den Kompressor genutzt werden.

Dieses wird an die rückseitige SIDECHAIN INPUT-Buchse angeschlossen. Die Regeltätigkeit des Kompressors hängt nun ausschließlich von dem externen Signal ab.



KEY-LISTEN

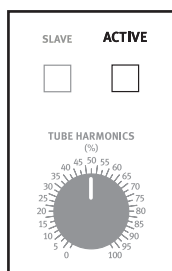
Um das externe Sidechain-Signal vorzuhören, benutzt man den KEY LISTEN-Schalter. So ist es z. B. sehr einfach, einen angeschlossenen Equalizer vorzuhören und anzupassen. Zeigt das VU-Meter normalerweise den Ein- bzw. Ausgangspegel an, so wird mit eingeschalteter KEY LISTEN-Taste das Sidechain-Signal angezeigt. Auf diese Weise lässt sich auch schnell prüfen, ob ein Signal anliegt.



SLAVE

Hiermit schaltet man den Kultube in den Slave-Modus, so dass er vom Master-Gerät gesteuert werden kann.

Alle Funktionen bis auf Tube Harmonics werden nun vom Master-Gerät gesteuert. Sowohl die Master-Einheit als auch alle Slave-Einheiten erhalten das gleiche Steuersignal. Zur Analyse werden auch die Signale der Slave-Geräte ausgewertet.



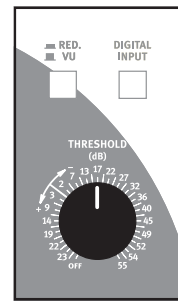
ACTIVE

Mit dem ACTIVE-Schalter wird der Kultube eingeschaltet. Ist das Gerät nicht eingeschaltet, so wird das Eingangssignal direkt zu den Ausgangsbuchsen geleitet (Hard Bypass über Relais). Über den ACTIVE-Schalter lässt sich daher bequem das Originalsignal mit der Bearbeitung vergleichen. Beim Einschalten des Kultube blinkt die LED des ACTIVE-Schalters, um den Aufwärmprozess der Röhren anzuzeigen. Das Gerät ist betriebsbereit, wenn die LED nicht mehr blinkt.

THRESHOLD

Der Theshold-Regler bestimmt den Einsatzschwellwert des Kompressor. Die Werteskala des THRESHOLD-Reglers zeigt den Pegel in dBu an.

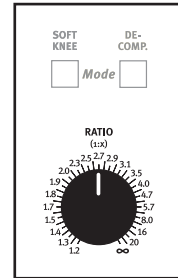
Im Linksanschlag ist noch keine Regeltätigkeit vorhanden, im Rechtsanschlag erfolgt die Kompression ab einem Pegel von ca. -55 dBu.



RATIO

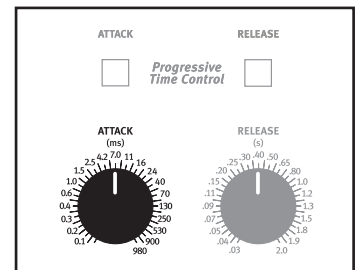
Mit dem RATIO-Regler stellt man das Verhältnis zwischen Originalsignal und komprimiertem Signal ein.

Eine Ratio von 1:4 bedeutet, dass eine Pegelzunahme von 4dB am Eingang eine Ausgangsänderung von 1dB zur Folge hat. Je mehr der Regel im Uhrzeigersinn bewegt wird, umso intensiver wird die Bearbeitung. Im Rechtsanschlag arbeitet das Gerät als Limiter.



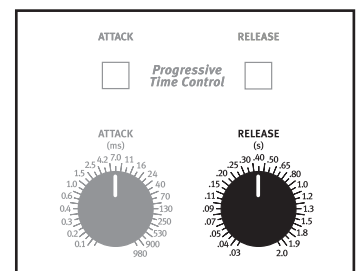
ATTACK

Der Attack-Regler bestimmt die Zeit, die der Kompressor benötigt, um bei einem Pegelsprung von 20dB eine Reduktion von 63% zu erreichen. Im Linksanschlag liegt diese Zeit bei ca. 100µs, im Rechtsanschlag bei ca. 0.9s. Bei zugeschalteter Progressive Time Control ist die Wirkung etwas anders, jetzt bestimmt man die Intensität, mit der schnelle Signalsprünge komprimiert werden, während die Attack-Zeit automatisch adaptiv optimiert wird. Bei vielen Signalarten ist der Progressive Time Control-Modus vorteilhafter, da die Attack-Zeit jeweils nur so schnell wird, wie für die jeweilige Signalart nötig. Das Resultat ist ein deutlich unauffälligeres und ruhigeres, im Ergebnis also musikalischeres Kompressionsverhalten ohne unerwünschte Nebeneffekte.



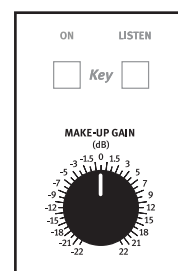
RELEASE

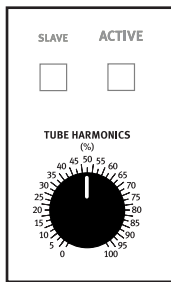
Mit dem RELEASE-Regler wird die Zeit eingestellt, die der Kompressor benötigt, um auf 63% des Originalwertes zurück zu regeln. Im Linksanschlag liegt diese Zeit bei ca. 30 ms, im Rechtsanschlag bei ca. 2s. Wird die Progressive Time Control zugeschaltet, so stellt man jetzt mit dem RELEASE-Regler den Mittelwert ein, auf den die automatisierte Release-Zeit zurückregelt. Je weiter der Regler im Uhrzigersinn bewegt wird, desto langsamer wird die Mittelwertbildung. Insbesondere bei komplexem Musikmaterial kann man sehr viel bessere Ergebnisse erzielen als mit der konventionellen Methode der starren Release-Zeiteinstellung.



MAKE UP GAIN

Mit dem MAKE UP GAIN-Regler kann man den Ausgangspegel in einem Bereich von ca. -22 dB bis +22 dB ändern. Bei einer Kompression stellt man damit den Wert ein, der auf der VU-Anzeige im GAIN REDUCT MODE angezeigt wird. Mit Betätigen des ACTIVE-Schalters wird der Lautheitsgewinn wahrnehmbar. Bei eingebauter Digitalwandler-Option wird mit dem MAKE UP GAIN-Regler auch der Wandler angesteuert. Im DE-COMP-Modus arbeitet der MAKE UP GAIN-Regler genau umgekehrt: im Rechtsanschlag wird eine Dämpfung von -22 dB erzielt während im Linksanschlag eine Verstärkung um +22 dB erreicht wird.





TUBE HARMONICS

Mit dem Regler TUBE HARMONICS lässt sich die Röhrenaussgangsstufe stufenlos in die Verzweiflung treiben: sie gerät zunehmend in die Sättigung und erzeugt umso mehr Harmonische, je weiter der Regler aufgedreht wird. Der Ausgangspegel dieser Stufe wird dabei automatisch angepasst, d. h. sie hält annähernd den gleichen Pegel wie das Eingangssignal. So kann mit nur einem Regler das gesamte Klangverhalten der Röhren kontrolliert verändert werden.

Bedienung

Kultube verstehen und genießen

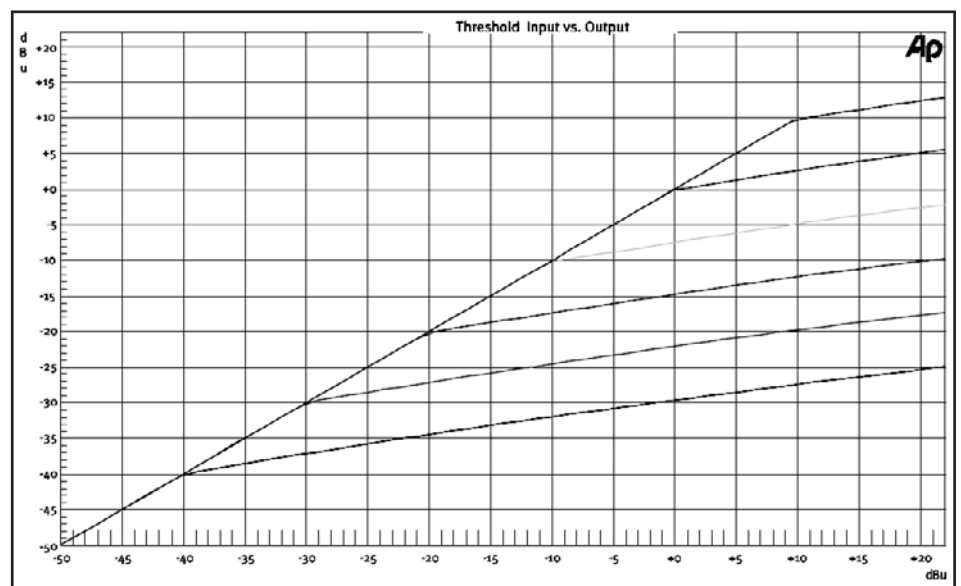
Kultube verstehen und genießen

In diesem Kapitel wollen wir Ihnen die einzelnen Parameter des Kultube genauer beschreiben und mit entsprechenden Diagrammen das Verständnis für die Arbeitsweise und die Funktionalitäten des Kultube erleichtern.

Die Threshold-Regelung

Mit diesem Parameter bestimmt man, ab welchem Pegel (oder Lautstärke) das Gerät überhaupt reagieren soll, indem ein entsprechender Einsatzschwellwert festgelegt wird. Manchmal sind nur einzelne Spitzen zu bearbeiten, in anderen Fällen muss heftiger ins Geschehen eingegriffen und der Threshold niedriger angesetzt werden.

Abbildung „Threshold Input vs. Output“



Das Diagramm zeigt die Kennlinien bei verschiedenen Threshold-Einstellungen. Auf der X-Achse ist der Eingangspegel dargestellt, beginnend bei -50dBu bis +22dBu. Auf der Y-Achse ist der Ausgangspegel zu sehen. Es ist ein deutlicher Knick zu sehen: hier beginnt der Kompressor zu arbeiten. Vor dem Knick ist das Verhältnis zwischen Ein- und Ausgang genau gleich, ein Eingangspegel von z.B. -30dBu liegt also auch am Ausgang vor.

In dem Bereich, wo die Kurve abgelenkt ist, beträgt die Ratio (also das Verhältnis) ca. 1 zu 4. Das bedeutet, dass am Ausgang nur noch ein Viertel des Dynamikzugewinns vorhanden ist. Ein Pegelsprung von 8dB ist am Ausgang nur noch 2dB groß.

Die Ratio-Regelung

Sie bestimmt, wie zuvor schon angedeutet, das Verhältnis zwischen Ein- und Ausgangspegel oberhalb der Threshold-Einstellung. Der eingestellte Wert gibt an, wie sich die Eingangsdynamik gegenüber dem Ausgang verhalten soll. Ein Verhältnis von 1 zu 2 besagt, dass am Ausgang nur noch die Hälfte der Dynamikänderung auftritt. Bei 10dB Dynamik liegen also am Ausgang nur noch 5dB an, bei einer Ratio vom 1/8 wird aus 10dB 1,25dB usw.

Kurz gesagt: es wird bestimmt, wie viel Dynamik noch übrig bleiben darf. Wird mit dem Kompressor z.B. ein Sprecher bearbeitet, der sehr große Lautstärkeschwankungen produziert, so ist ein hoher Ratio-Wert zu wählen (1:5 - 1:10), um ein ausgewogenes, gut verständliches Signal zu erhalten. Bei einer Bearbeitung von Summensignalen hingegen nimmt man zum Teil sehr hohe Einstellungen vor, um nur die „Spitzen“ des Signals bearbeiten. Dabei ist eine sorgfältige Einstellung des Threshold-Reglers sehr wichtig.

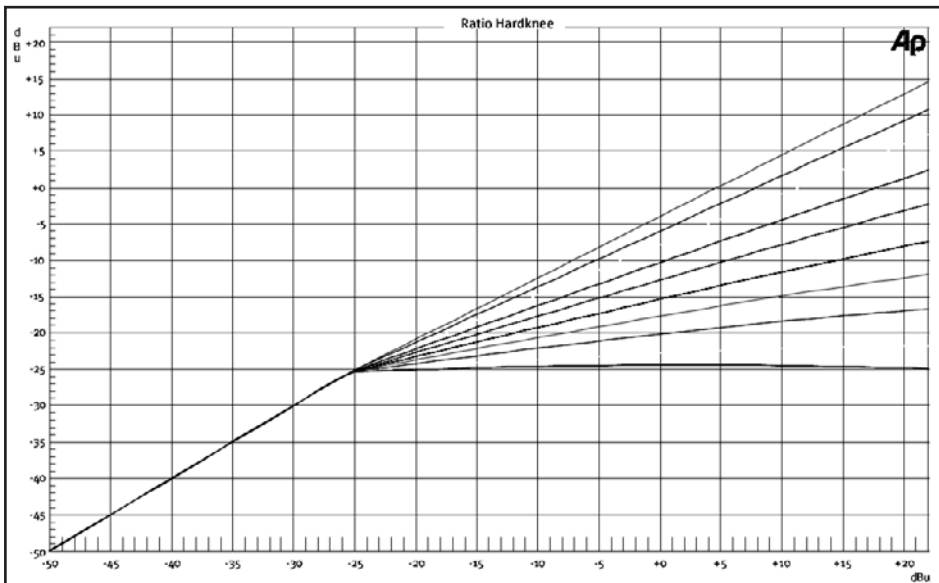


Abbildung „Ratio Hardknee“

Der Verlauf der Kompressor-Kennlinie kann gerade sein mit einem plötzlichen Anstieg (Abb. oben, „Ratio Hardknee“), er kann aber auch einen leicht gebogenen Verlauf aufweisen, bei dem die Kompression erst langsam beginnt (Abb. unten, „Ratio Softknee“).

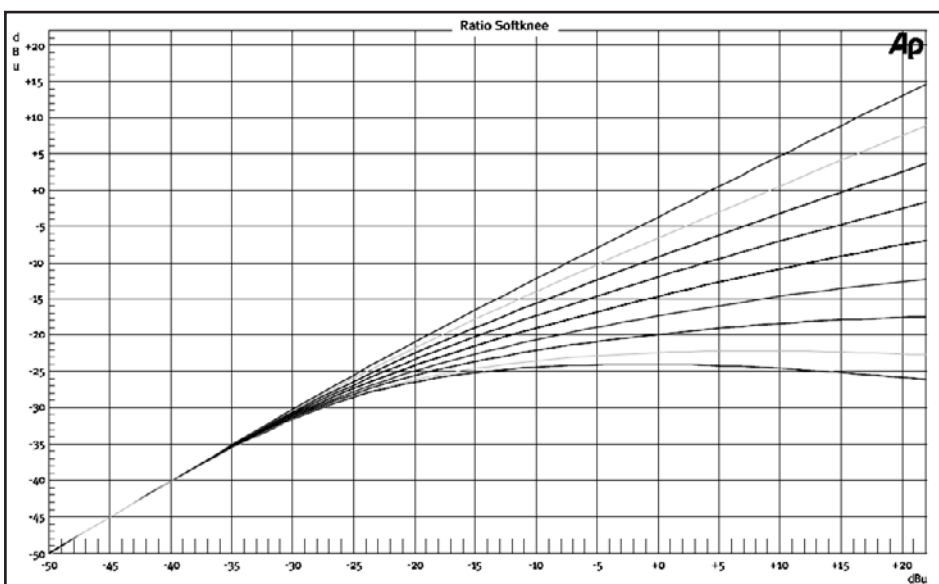


Abbildung „Ratio Softknee“

Bei der letztgenannten Variante ändert sich das Ratio-Verhältnis abhängig vom Eingangspegel. In der Nähe des eingestellten Threshold-Wertes ist das Verhältnis eher klein (1:1,5) und erreicht erst bei hohen Eingangspegeln den eingestellten Maximalwert. Das Resultat ist eine deutlich unauffälligere Kompression, da der Arbeitsprozess nicht so plötzlich einsetzt wie im Hardknee-Modus. Allerdings erreicht man im Hardknee-Modus eine höhere Lautheit und Verdichtung der Programmmaterials.

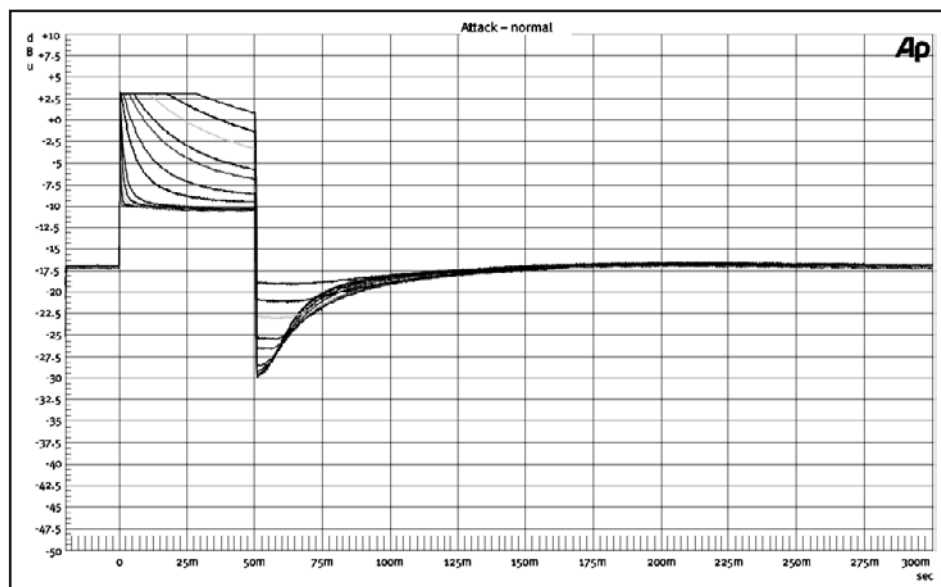
Bei Verwendung des De-Kompressors ist das Verhältnis genau umgekehrt, eine Eingangspegeländerung von z.B. 2dB ergibt am Ausgang 4dB. Die aufgedruckten Ratiowerte sind hier nicht zu gebrauchen, da diese deutlich abweichen. Mit dem De-Kompressor sollte man daher vorsichtig umgehen, da prinzipiell die Signale lauter werden. Auch die Einstellung des Threshold-Reglers sollte behutsam erfolgen.

Die Attack-Regelung

Zu den wichtigsten Funktionen eines Kompressors gehört die Regelung der Zeitkonstanten. Der Attack-Regler bestimmt eine der Zeitkonstanten, und zwar das Einschwingverhalten des Kompressors. Grob gesagt wird hiermit die Zeit bestimmt, ab der eine Reduktion des Signals erfolgen soll. So lässt sich festlegen, wie schnelle Signalsprünge behandelt werden sollen.

Wie so etwas bei einem Sinus-Burst (Testsignal) aussehen kann, zeigt folgende Abbildung (Attack).

Abbildung
„Attack Normal“



Es ist deutlich zu erkennen, dass der erste Teil des Burst-Signals unbearbeitet ist und erst bei schnelleren Einstellungen früher zugegriffen wird. Bei sehr kurzen Attack-Zeiten reagiert der Kompressor auch auf schnellste Transienten, so dass die Peaks abgefangen werden. Bei langsameren Einstellungen werden Transienten unbearbeitet durchgelassen – es erfolgt eine Art Leveling, bei dem der Kompressor eher auf den Durchschnittspegel reagiert. Wird z. B. eine Drum-Loop bearbeitet, kann sich eine Änderung der Attack-Zeit so auswirken, dass ein paar Transienten „stehen bleiben“. Durch Veränderung des Attack-Reglers bestimmt man nun, wie viele Transienten unbearbeitet bleiben.

Bei sehr kurzen Werten (0.5ms) ist es teilweise nur noch eine Halbwelle eines Signals, bei mittleren Werten (10ms) können es schon eine ganze Reihe von Wellenformen sein, die dann unbearbeitet bleiben.

Diese Art des Verhaltens wird auch häufig ausgenutzt, um die Transienten eines Signals deutlicher hörbar zu machen.

Ein Schlagzeug kann sich mit dieser Bearbeitung besser durchsetzen und „schneller“ klingen. Allerdings ist die richtige Einstellung nicht immer ganz einfach, da man meistens immer einen Kompromiss finden muss. Gerade bei sehr schnellen Einstellungen läuft man Gefahr, sich hörbare Verzerrungen einzuhandeln – insbesondere wiederum bei tiefen Frequenzen, da der Kompressor nun bei jedem Wellenformanstieg eine Regelung durchführt. Das entsprechende Steuersignal erhält eine „Sägezahnform“, die dann das Audiosignal verzerrt. Um diesen Effekt zu unterbinden, müsste man die Attack-Zeit wieder erhöhen, bis die Verzerrungen nicht mehr auftreten. Im Normalbetrieb arbeitet auch die Attack-Regelung im Kultube wie gerade beschrieben. Eine einzigartige Besonderheit des Kultube erweitert allerdings die Möglichkeiten zur Kompression erheblich, indem durch eine spezielle Technik optimale Resultate in allen Situationen erzielt werden können: Die Progressive Time Control.

Progressive Time Control (Attack)

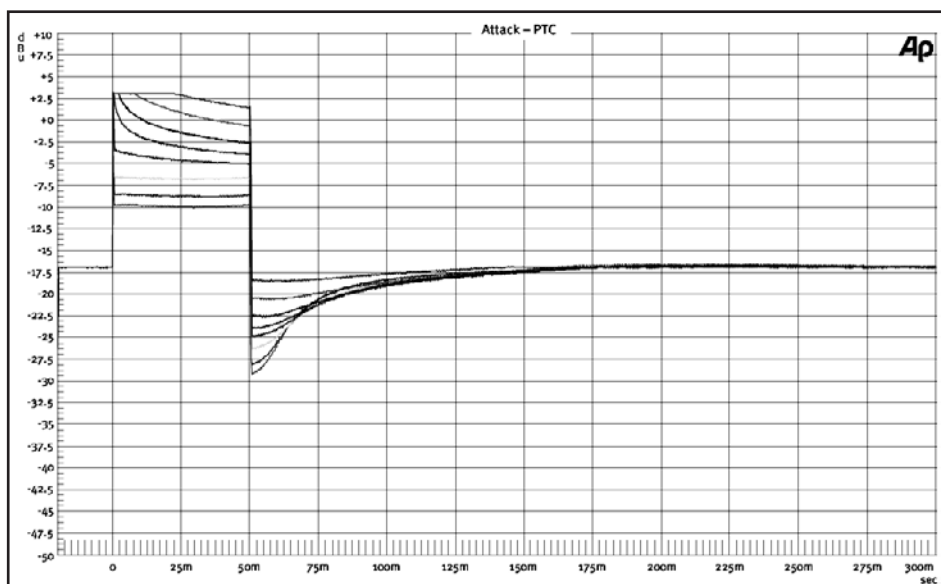
Die Progressive Time Control (PTC) ist einfach ausgedrückt eine justierbare Automatik, deren Arbeits- und Wirkungsweise wir hier näher erläutern.

Die übliche (starre) Attack-Regelung eines Kompressors funktioniert wie oben beschrieben so, dass man einen Widerstandswert innerhalb der Regelungsschaltung variieren kann, um die „Reaktionszeit“ der Regelung festzulegen. Der entscheidende Nachteil insbesondere bei komplexem Musikmaterial ist, dass die Einstellung sich nur auf einen Moment bezieht, aber nicht in jedem Moment optimal ist.

Eine automatische Einstellung der Attack-Zeit (abhängig vom Eingangssignal) hat den Vorteil, für jeden Moment die optimale Einstellung vorzunehmen. Es muss also die Steuerung des Widerstandswertes, der die Attack-Zeiten festlegt, automatisiert werden. Das geschieht über einen speziellen Schaltkreis, der die jeweils optimale Attack-Zeit ermittelt und den Widerstand entsprechend einstellt. Beim Kultube kommt allerdings kein Widerstand zum Einsatz, sondern ein spannungsgesteuertes Filter, weil es erheblich schneller arbeitet. Die Attack-Zeiten können zwischen $20\mu\text{s}$ und 980ms variiert werden und werden dank analoger Elektronik nahezu in Echtzeit eingestellt.

Diese Automatik ist also ein Garant für perfekte Kompressionsergebnisse, allerdings geht die PTC im Kultube noch einen entscheidenden Schritt weiter: Über den Attack-Regler lässt sich die Intensität bestimmen, mit der die Kompression im Automatikbetrieb schnelle Signalsprünge bearbeitet. Bei einer Änderung der Attack-Zeiteinstellung mit PTC, z. B. bei der Bearbeitung von Drum-Sounds, kann man also die Behandlung schneller Signalsprünge sehr einfach beeinflussen, während gleichzeitig sicher gestellt ist, dass z. B. das Einschwingverhalten nicht zerrissen wird. Eine Drum-Loop wirkt also dichter, behält aber ihren eigentlichen klanglichen Charakter bei. →

Abbildung
„Attack PTC“

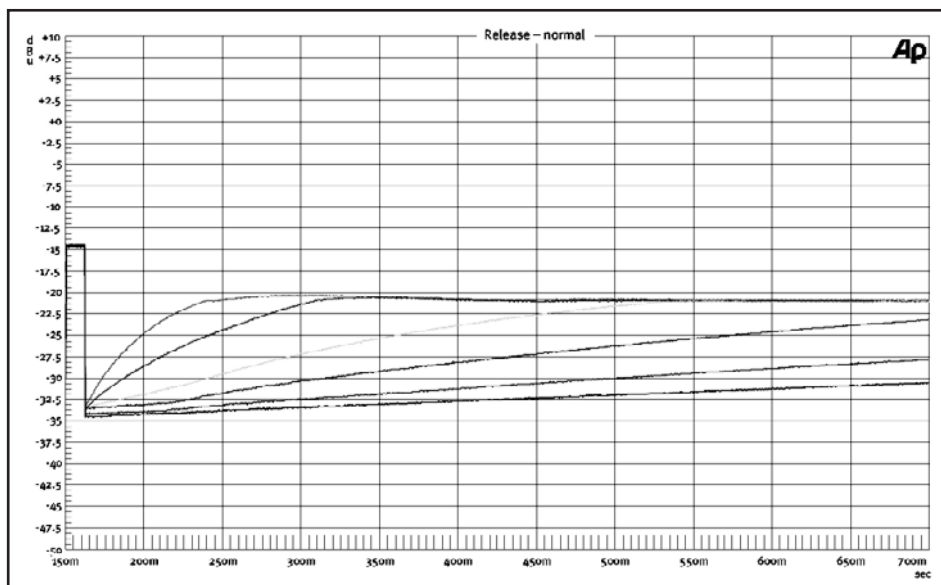


Die Abbildung oben („Attack – PTC“) zeigt das Regelverhalten anhand eines Sinus-Burst. Die verschiedenen Einstellungen machen deutlich, dass das Burst-Signal in seiner Form fast unverändert bleibt, lediglich die Intensität ändert sich. Nicht nur bei perkussiven, sondern auch bei vielen anderen Musiksignalen (Sprache, Gesang, Gitarren, Bässe, Bläser, Synthesizer etc.) kann die PTC-Regelung hervorragende Dienste leisten, da der Einsatz der Kompression bei höchster Effizienz sehr unauffällig und natürlich klingt. Wir empfehlen daher, „hemmungslos“ mit der PTC zu experimentieren und deren Möglichkeiten voll auszuschöpfen.

Die Release-Regelung

Mit dem Release-Regler bestimmt man, wie lange der Kompressor nach einer Reduktion braucht, um auf den Originalwert zurückzuregeln. Die Wirkungsweise ist in folgender Abbildung („Release – normal“) zu sehen.

Abbildung
„Release Normal“



Es handelt sich dabei um den gleichen Sinus-Burst wie bei den Attack-Diagrammen, allerdings beginnt die Darstellung erst im letzten Teil den Burst-On. Man kann deutlich erkennen, wie sich bei verschiedenen Einstellungen des Release-Reglers die Zeiten ändern, innerhalb derer wieder der Originalpegel erreicht wird.

Auch der Release-Parameter ist zum großen Teil dafür verantwortlich, wie auffällig oder unauffällig die Kompression klingt. Daher ist es auch nicht immer einfach, den optimalen Release-Wert zu finden – besonders bei komplexen Summensignalen ist eine feste Release-Zeit kaum zu gebrauchen. Ähnlich wie bei den Attack-Zeiten muss immer ein Kompromiss gefunden werden: bei sehr schnellen und kurzen Signalspitzen (z. B. Schlagzeug & Perkussion) wählt man kleine Release-Zeiten (100ms), damit diese möglichst unauffällig zurückgeregelt werden. Allerdings ist diese Einstellung meist in allen anderen Momenten des Musikstücks unbrauchbar, da nun jede kleine Dynamikschwankung ausgeregelt wird – das klingt dann schnell sehr rau und verzerrt.

Wählt man indes größere Release-Zeiten (1s), werden zwar die restlichen Stellen ruhiger klingen, aber bei kurzen, lauten Peaks hört man das Zurückregeln in Form des berüchtigten „Pumpens“. Auch in dieser Situation kommt man mit der PTC-Regelung zu besseren Ergebnissen.

Progressive Time Control (Release)

Auch hier handelt es sich um eine Release-Automatik, die mit dem Release-Regler beeinflussbar ist. Bei aktivierter PTC-Release-Regelung berechnet der Kultube einen Mittelwert der Pegel, die das Musiksinal liefert. Die automatische Regelung der Release-Zeit bezieht sich jetzt auf diesen Mittelwert, so dass zwar kurze, laute Spitzen entsprechend schnell behandelt werden, aber insbesondere bei komplexem Material (Summe) nicht auf jede kleine Spitze in der Nähe des Mittelwertes reagiert wird. So wird ein erheblich ausgeglicheneres Regelverhalten erreicht.

Die PTC ermöglicht darüber hinaus, Einfluss auf die Mittelwertbildung zu nehmen: je schneller die Release-Zeit im PTC-Modus gewählt wird, umso mehr Signalanteile werden in die Bearbeitung einbezogen. Daher empfiehlt sich bei Summensignalen, eher langsamere Release-Werte anzuwenden, während z. B. bei einer Schlagzeugbearbeitung mit schnellen Einstellungen die besten Ergebnisse erzielt werden können.

Wie verschiedene Einstellungen bei einer Drum-Loop aussehen können zeigen die Abb. 1-3. Linie A entspricht der Steuerspannung für die Gain-Zellen, Linie B dem gleichgerichteten Musiksinal und C der Mittelwertbildung.

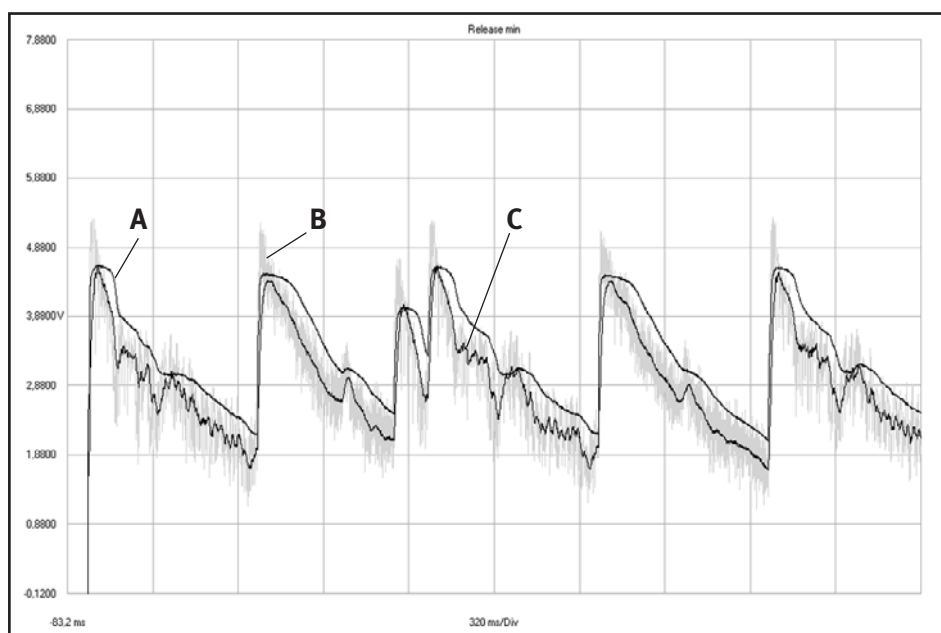


Abbildung 1

Abbildung 2

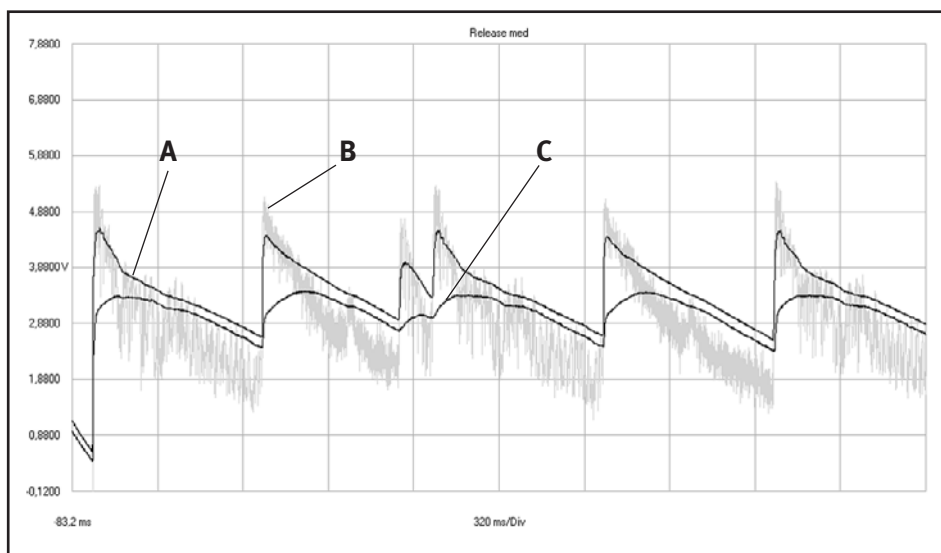
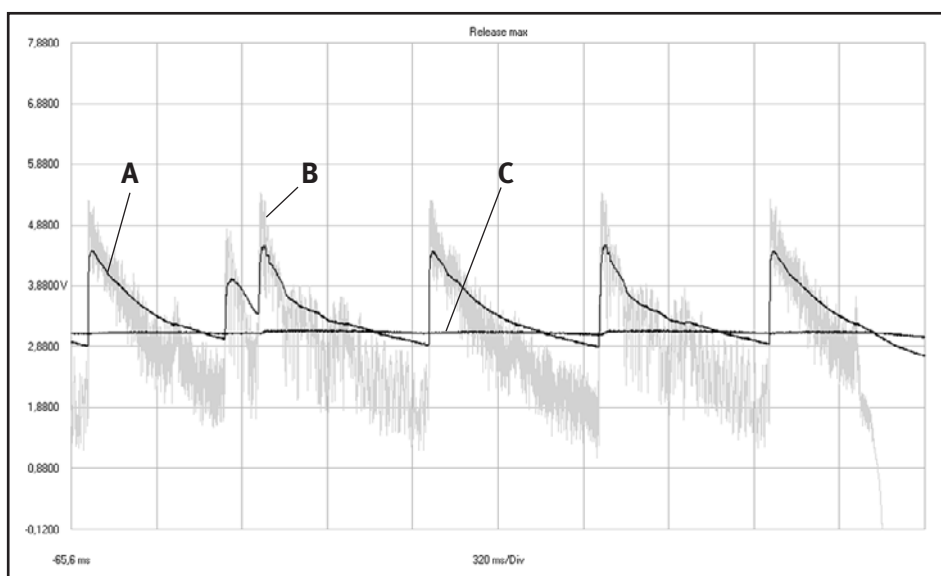


Abbildung 3



Bei Einstellungen mit größeren Mittelwerten ist die Änderung der Release-Zeit gut zu erkennen. Bei sehr kleinen Werten „klebt“ die Steuerspannung der Gain-Zellen fast am gleichgerichteten Signal und arbeitet nahezu wie ein Hüllkurvenverfolger.

In der Abbildung auf Seite 19 oben („Release – PTC“) sind anhand eines Sinus-Burst die verschiedenen Auswirkungen bei unterschiedlichen Release-Zeiteinstellungen dargestellt, allerdings ist die Wirkungsweise hier nicht sehr gut zu erkennen.

Am deutlichsten hört man diese Änderungen bei einer Drum-Loop mit viel Dynamik. Im Linksanschlag (schnelle Mittelwertbildung) pumpt das Schlagzeug und es entsteht eine hohe Lautheit, im Rechtsanschlag wird das Regelverhalten unauffälliger, dagegen ist der Lautheitsgewinn entsprechend geringer. Daher ist bei Summensignalen eine mittlere Zeiteinstellung (0.8s bis 1.5s) zu empfehlen. Ähnlich wie die Attack-Regelung mit PTC ist die Release-Regelung mit PTC nicht nur bei der Summenbearbeitung sinnvoll, sondern kann auch bei anderen Signalarten wie Bass, Perkussion, Effekte oder der mindestens so problematischen wie verbreiteten Signalart „ungeübter Sprecher“ zu hervorragenden Resultaten führen und zugleich die Bearbeitung erheblich vereinfachen.

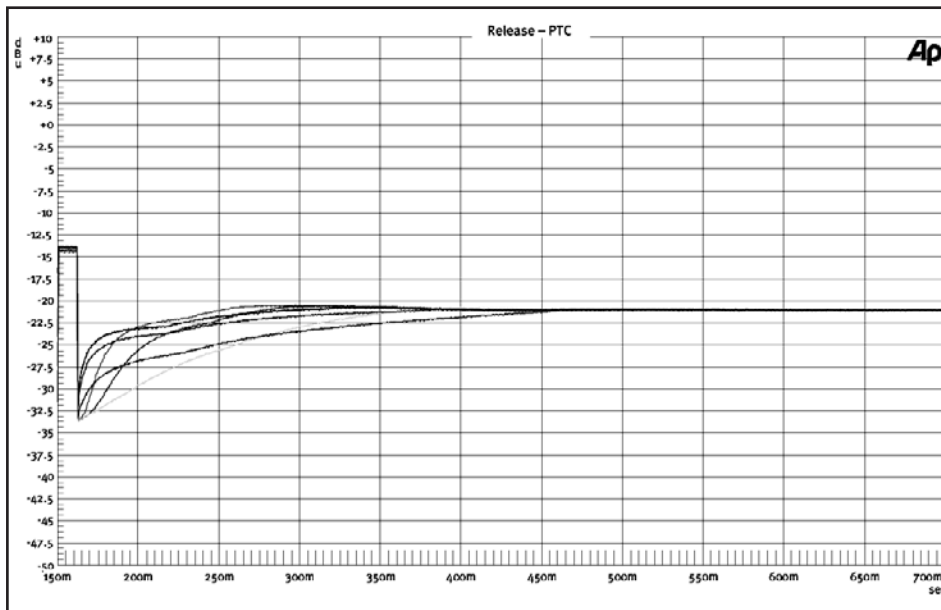


Abbildung „Release – PTC“

Kultube benutzen und genießen

Anwendungen

Summenbearbeitung

Der hauptsächliche Anwendungsbereich des Kultube liegt in der Stereo-Summenkompression in Verbindung mit einem Analog-Mischpult.

Der Kultube wird dazu in die Insert-Wege („Insert Send/Return“) eingeschliffen. Die Insert-Wege liegen üblicherweise vor dem Masterfader des Pultes, damit die Ansteuerung des Kompressors unabhängig von den Einstellungen des Master-Faders ist. Sollten weitere Effektgeräte (z. B. EQ) in der gleichen Insert-Schleife liegen, kann der Kultube davor oder dahinter angeschlossen werden – eine bestimmte Reihenfolge ist dabei nicht vorgeschrieben.

**Stereosummenbearbeitung:
Inserts Send/Return**

Einzelkanal- und Subgruppenbearbeitung

Ein weiterer wichtiger Anwendungsbereich ist die Einzelkanalbearbeitung (Sprache, Gesang, Bass, Gitarre, Streicher etc.). Dazu wird der Kultube in die Insert-Wege der jeweiligen Kanäle eingeschliffen. Die Bearbeitung erfolgt dann zumeist während des Mixdowns. Gleiches gilt natürlich auch für Subgruppenbearbeitungen, um gezielt einzelne Instrumentengruppen (Schlagzeug) bearbeiten zu können.

**Einzelkanäle und
Subgruppen:
Kanal-Inserts**

Sidechain

Kompression mit externen Steuersignalen

Durch die Verwendung des SIDECHAIN-Inputs erweitern sich die Möglichkeiten, das Kompressionsverhalten zu steuern. Eine typische Anwendung ist die frequenzselektive Kompression: Dabei werden mit einem externen Equalizer, der das gleiche Eingangssignal wie der Kultube bekommt, die Frequenzen angehoben, auf die der Kompressor stärker reagieren soll, oder die Frequenzanteile herausgefiltert, auf die der Kompressor nicht reagieren soll.

Frequenzselektive Kompression

Weist ein Summensignal z. B. hohe Bassanteile auf, die auch erhalten bleiben sollen, entsteht häufig die Problematik, dass der Kompressor sehr stark auf diese Frequenzbereiche reagiert und es schwer fällt, mittlere und hohe Frequenzen zu bearbeiten. Senkt man nun mit dem Equalizer die betreffenden Bassfrequenzen ab, so reagiert der Kultube nicht mehr so stark darauf und man kann sich ungestört den übrigen Bereichen zuwenden.

Zischlautentfernung

Eine weitere typische Anwendung ist das „De-Essing“ (Zischlautentfernung): Der betreffende Frequenzbereich (um 6-8kHz) wird angehoben, damit der Kompressor genau dort eingreift und die Zischlaute reduziert. Um das gefilterte Signal (also das Signal, das der EQ liefert) vorzuhören, drückt man auf der Frontplatte den KEY LISTEN-Schalter. Jetzt kann man leicht die Einstellung am EQ vornehmen, ohne eine zusätzliche Verschaltung vornehmen zu müssen. Sobald das Signal in der Sidechain benutzt werden soll, betätigt man den KEY ON-Schalter.

SPL bietet mit dem Auto Dynamic De-Esser allerdings einen Spezialisten zur Zischlautentfernung an, der spätestens bei regelmäßigem Bedarf sehr zu empfehlen ist.

Ducking: Automatisch das gewünschte Pegelverhältnis zwischen zwei Signalen (z. B. Musik- und Mikrofonsignal)

Sehr interessant und hilfreich ist auch das so genannte „Ducking“. Dabei füttert man die Sidechain z.B. mit einem Mikrofonsignal. Bei entsprechender Einstellung wird jetzt das Musik-Signal immer dann leiser, wenn gesprochen wird – DJs u. ä. freut sowas.

Ducking & Dekompression: Rhythmische Strukturen auf beliebige Signale übertragen

Weitere, hoch interessante Effekte entstehen, wenn bei der Ducking-Anwendung der Dekompressions-Modus eingeschaltet wird. Dazu sollte man den MAKE UP GAIN-Regler auf Rechtsanschlag stellen (in diesem Modus bedeutet das Absenken!) und mit den Threshold- und Ratio-Reglern den Arbeitspunkt bestimmen. Jetzt wird die Lautstärke des Musiksignals von der Sidechain gesteuert, d. h. je lauter die Sidechain, desto lauter wird auch das Musiksignal. Mit dieser Arbeitsweise sind absolut neue Sounds möglich. Nur ein Beispiel: führen Sie einen Synthesizer-Flächensound (Synthpad) in den Audioeingang des Kultube und eine Drum-Loop in die Sidechain. Das Synthpad erhält jetzt die gleiche Rhythmik wie die Drum-Loop!

Hinweis zur VU-Anzeige: Zeigt das VU-Meter den Ausgangspegel an, so wird bei Betätigung des KEY LISTEN-Schalters das Signal vom Sidechain-Input dargestellt.

Mehrkanal- und 5.1-Surround-Anwendungen

Der Kultube bietet die Möglichkeit, mit der MULTI CHANNEL LINK-Funktion beliebig viele Einheiten für Mehrkanal- oder Surround-Anwendungen zu verknüpfen. Dazu definiert man ein Master-Gerät, das alle anderen Einheiten (Slaves) steuert. Jedes Slave-Gerät muss durch den SLAVE-Schalter auf der Gerätefront als Slave definiert werden. Alle Funktionen bis auf die TUBE HARMONICS-Ausgangsregelung werden nun vom Master gesteuert: ACTIVE, THRESHOLD, RATIO, ATTACK, RELEASE, MAKE-UP GAIN, SOFT KNEE, DE-COMP und PTC. Bitte beachten Sie, dass die PTC-Kontrollleuchten an den Slaves nicht leuchten, obwohl die Funktion vom Master aktiviert wird. Der TUBE HARMONICS-Regler muss an jedem Gerät separat eingestellt werden, da diese Regelung nicht über eine Steuerspannung beeinflussbar ist – die „Fernsteuerung“ wäre extrem aufwändig geworden und stünde in keinem vertretbaren Verhältnis zum Nutzen, zumal diese Einstellung in der Regel nicht laufend geändert wird.

Zur Erzeugung der Steuerspannungen werden auch die Daten aller Slave-Einheiten herangezogen, danach arbeiten alle Einheiten mit der identischen Steuerspannung.

Bei einer 5.1-Bearbeitung empfehlen wir folgende Vorgehensweise: Die Master-Einheit ist für die vorderen Kanäle Links und Rechts zuständig. Ein zweiter Kultube bearbeitet die hinteren Surround-Kanäle (SL & SR) und wird im Slave-Modus betrieben. Mit der dritten Einheit (2. Slave) werden schließlich der Center- und der Sub-Kanal bearbeitet. Mit dem Master-Gerät werden nun alle Einstellungen vorgenommen, während über den ACTIVE-Schalter alle Geräte gleichzeitig zugeschaltet werden können. Sollen bestimmte Kanäle separat bearbeitet werden, so muß nur am entsprechenden Gerät der SLAVE-Schalter deaktiviert werden.

**Multi Channel Link:
Mehrkanal- oder Surround-
Bearbeitung im Master/
Slave-Modus**

**Empfohlene Konfiguration
zur 5.1-Bearbeitung**

Technische Daten

Messungen

Frequenzbereich (100 kHz = -3 dB) 10 Hz-150 kHz

Gleichtaktunterdrückung (bei 0 dBu) 1 kHz: > 80 dB / 10 kHz: > 65 dB

THD & N (bei 0 dBu) > 82 dB

Rauschen (A-bewertet) 90 dBu

Eingangsdaten

Eingangsimpedanz Line: 20 kOhm

Max. Eingangspegel Line: +22 dBu

Ausgangsdaten

Max. Ausgangspegel (XLR & Klinke) +22 dBu

Ausgangsimpedanz < 50 Ohm

Netzteil

Ringkerntransformator 30 VA

Sicherungen 230 V/50 Hz: 500 mA

115 V/60 Hz: 800 mA

Maße

Standard-EIA-Gehäuse (19 Zoll, 2HE) 482 x 88 x 210 mm

Gewicht 4,3 kg

SPL-Produkte werden nur unter Verwendung hochwertiger, vorselektierter Materialien und mittels modernster Produktionstechnik hergestellt.

Jedes SPL-Produkt wird vor Verlassen des Werkes einer eingehenden Qualitätsprüfung unterzogen und akustisch sowie meßtechnisch getestet.

Garantiezeit SPL Kultube, Modell 2049: 24 Monate

Innerhalb der Garantiezeit werden mögliche Material- oder Fertigungsfehler entsprechend folgender Bedingungen behoben:

1. Die Garantiezeit beginnt mit dem Kauf des Produktes und gilt nur für den Erstkäufer.
2. Der Kauf muß bei einem autorisierten SPL-Fachhändler erfolgt sein.
3. Die Garantiekarte (im Originalkarton beiliegend) muß binnen 14 Tagen nach dem Kauf vollständig ausgefüllt an SPL geschickt werden.
4. Die Garantie besteht nur bei Mängeln, die aufgrund von Material- und Herstellungsfehlern auftreten, nicht aufgrund natürlicher Abnutzung. Bei begründeten Beanstandungen während der Garantiezeit werden wir nach eigener Wahl die betreffenden Teile kostenlos reparieren oder ersetzen, wobei wir berechtigt sind, entsprechend dem technischen Fortschritt auch ein Nachfolgemodell zu liefern. Weitergehende Ansprüche, insbesondere auf Schadensersatz jeglicher Art, sind ausgeschlossen.
5. Die Garantiezeit wird durch eine Garantieleistung nicht verlängert, auch nicht für ersetzte oder reparierte Teile.
6. Bei unsachgemäßer Behandlung und Eingriffen von Personen, die nicht von SPL autorisiert sind, erlischt der Garantie-Anspruch. Ebenso bei Schäden, die durch falschen Anschluß oder Gebrauch entstanden sind.
7. Von der Garantie ausgenommen sind Transportschäden, die umgehend bei der Speditionsfirma (Bahn, Post, Spedition) zu reklamieren sind. Kratzer am Gehäuse oder sonstige offensichtliche Mängel sind innerhalb von drei Tagen beim Händler zu melden.
8. Die Bestimmungen des deutschen Produkthaftungsgesetzes und vergleichbarer ausländischer Vorschriften bleiben, soweit unabdingbar, unberührt. Technische Änderungen, die dem Fortschritt dienen, behalten wir uns vor.

SPL electronics GmbH, 41372 Niederkrüchten

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....