



# Der Audio-Rechenschieber

*Rechenschieber vergangener Tage ermöglichten es, durch simples gegenseitiges Verschieben zweier Lineale erstaunlich komplexe Rechenoperationen zu realisieren. Ein analoges Tool zur stufenlosen Regulierung der Phase erweckt im Zeitalter von samplegenauem Time-Alignment zunächst einen ähnlich anachronistischen Eindruck. Doch Vorsicht! – Roger Schults Phasenschieber W2324 hat es faustdick hinter den Rackohren....*

VON IGL SCHÖNWITZ

**D**er Elektroniker und Vinyl-Fan Roger Schult – seine Wohnung ist voll mit edler historischer HiFi- und Rundfunktechnik von EMT, Quad, Neumann und anderen – ist ein ausgewiesener Spezialist für analoge Audiotechnik. Bereits seit 1977 ist er als Servicetechniker

und Entwickler für hochwertige Elektronik tätig. Seiner Leidenschaft folgend begann er im Jahre 2004 damit, unter eigener Firmierung Geräte zu entwickeln und zu vermarkten. Den Anfang machte der nur auf Bestellung gefertigte Mastering-Equalizer UF1, gefolgt von weiteren Geräten wie die Filter der W2377-Serie, die eine Auskopplung einzelner Bänder

dieses Frequenzreglers der Superlative darstellen.

Das nüchtern-sachliche Design der Schult-Komponenten inklusive dem Logo, das durch die Form einer hochgestellten Raute nicht von ungefähr an das Neumann-Emblem erinnert, sind eine Hommage an die Technik der goldenen Rund-

funkära. Dieses Traditionsbewusstsein setzt sich im Inneren der RS-Geräte fort: Beim Schaltungsdesign wird nichts dem Zufall überlassen und alle verwendeten Bauteile haben schlicht allerhöchste Qualität. Die Produkte werden von Roger Schult höchstpersönlich von Hand gefertigt und an einem der Potis hängt bei Auslieferung stets ein kleiner, von Roger handsignierter Prüfzettel, der verschiedene erfolgreich absolvierte Qualitätskontrollen dokumentiert.

Nicht unerwähnt bleiben dürfen auch Rogers augenzwinkernde Schwarz-Weiß-Produktvideos im Design vergangener Tage, die ihn als Professor im weißen Kittel darstellen, der in einer krachenden und zischenden Laborumgebung seine Produkte präsentiert. Zur kurzweiligen Unterhaltung wärmstens empfohlen...

## Phasenbearbeitung in der Audiotechnik

Phasenbearbeitung gehört zu den komplexeren Themen in der Audioproduktion, denn schließlich kann das menschliche Gehör die Phase eines Signals für sich genommen nicht hören. Allerdings ist die Phasenlage zweier Signale zueinander durchaus hörbar, und zwar auf unterschiedliche Weise: Bei einer größeren A/B-Mikrofonaufstellung beispielsweise kommt zur **Intensitätsstereophonie**, die auf Pegeldifferenzen des rechten und linken Mikrofons basiert, auch ein Laufzeitfaktor hinzu: Ein von rechts kommendes Signal kommt am rechten Mikrofon früher an als am linken, die Phasenkorrelation der Stereokanäle zueinander ändert sich.

Derlei **Phasendifferenzen** können durchaus erwünscht sein, da sie zu einem räumlich **plastischen Klang** beitragen. Wird das Signal jedoch mono abgehört oder über die Panregelung schmaler gemacht, so führt diese Phasendifferenz zu unerwünschten **Frequenzüberhöhungen** und **Auslöschungen durch Kammfiltereffekte**.

Ähnliches geschieht, wenn Klangquellen mit mehreren Mikrofonen, also beispielsweise mit einer Stereo-Hauptmikrofonie und zusätzlichen Stützen, abgenommen werden. Hier ist es in aller Regel sinnvoll, das Stützmikrofon zu verzögern, sodass es zur Hauptmikrofonie „in Phase“ läuft. Dies kann in der DAW über Sample Delays geschehen,

aber auch eine stufenlose analoge Regelung der Phase kann reizvoll sein.

Ein weiterer Anwendungsbereich für eine Phasenregelung sind 2.1 oder 5.1-Lautsprecher setups, die mit Subwoofern arbeiten. Hier ist es wichtig, dass der Subwoofer phasenkorrekt zum Hauptlautsprecher läuft. Einige Subwoofer besitzen daher eine Phasenregelung, die in den meisten Fällen allerdings denkbar ungenau ist. Ein hochpräzise einstellbares Phasentool wie Roger Schults W2324 kann hier wertvolle Dienste leisten.

Darüber hinaus eröffnet der W2324 eine überaus kreative Spielweise bei Mix- und Mastering, auf die ich später noch ausführlich zu sprechen kommen werde – zunächst wollen wir uns wie üblich mit dem Gerät selbst beschäftigen.

## Roger Schults W2324 Phase Shifter

Roger Schults Phasenschieber kommt als Einschubkarte für das beliebte 500er-Modulsystem von API daher – ein „Lunchbox“-Einschubträger, wie er inzwischen von diversen Anbietern erhältlich ist, wird zum Betrieb also zwingend benötigt. Der W2324 nimmt eine Standard-Einschubbreite ein und ist in mono ausgelegt. Für Stereoanwendungen braucht man dementsprechend zwei Module.

Das Modul wird durch ein Metallgehäuse komplett abgeschirmt, die Frontplatte ist aus chromatiertem Aluminium gefertigt. Alle Bedienelemente sind akribisch genau beschriftet und sitzen bombenfest an ihrer Position. Die Potis für Gain und Phasenwinkel besitzen einen transparenten Ring mit aufgedrucktem Zeiger, durch den ihre Position an der jeweils auf der Frontplatte befindlichen Skala exakt abgelesen und reproduziert werden kann.

Die Verarbeitungsqualität ist, wie von Roger Schult gewohnt, vorbildlich und erweckt den Eindruck, man habe wieder ein Stück deutsche Ingenieurskunst aus vergangenen Tagen vor sich, wenngleich der W2324 eine völlige Neuentwicklung ist, die man in der vorliegenden Form auch mit keinem aktuell oder historisch existenten Gerät wirklich vergleichen kann. Neben den erwähnten digitalen Möglichkeiten zum Phase Alignment fällt mir in der analogen Welt nur der **Little Labs IBP** ein, der aber ein etwas anderes Konzept verfolgt



Roger Schults Phasenschieber kommt als Einschubkarte für das beliebte 500er-Modulsystem von API daher.

professional  
audio  
Aufnehmen • Abmischen • Produzieren

### Roger Schult W2324 Phase Shifter

- + - Innovatives Konzept
- + - Äußerst präzise Einstellung der Phasenlage
- + - Hohes Kreativpotential
- + - Hervorragende Verarbeitung

Der W2324 Phasenschieber ermöglicht äußerst präzise Phasenbearbeitung ist damit sowohl für Standardaufgaben wie auch für kreative Experimente gleichermaßen hervorragend geeignet.

€ 500,-  
unverbindlicher Richtpreis inkl. MwSt.

und lange nicht so akkurat einstellbar ist wie Roger Schults Einschubmodul.

### Konzept und Bedienelemente

Die Frontplatte des W2324 gestaltet sich übersichtlich: Neben den beiden erwähnten Drehpotis findet sich lediglich ein 11-stufiger Elma-Drehschalter zur Frequenzwahl sowie ein Kippschalter. Sonstige Anzeigen oder LEDs, die Auskunft über den Betriebszustand geben, sucht man vergeblich. Um die einzelnen Bedienelemente zu verstehen, ist es zunächst notwendig, sich mit dem nicht

ganz alltäglichen Konzept des W2324 vertraut zu machen:

Unten auf der Frontplatte findet sich der Elma-Drehschalter, mit dem sich elf Frequenzen von 23 Hz bis 1,57 kHz auswählen lassen. Nun ist es selbstverständlich nicht so, dass das Gerät nur eine bestimmte Frequenz in der Phase verschiebt – es wird immer das komplette Signal bearbeitet. Vielmehr wird mit dem Frequenzwähler schlicht der Bezugspunkt für das in der Mitte der Bedienfront angebrachte Drehpoti festge-

legt, mit dem sich der Phasenwinkel stufenlos zwischen 10° und 125° einstellen lässt. Denn schließlich ist die Zeitspanne, um die ein Signal verzögert werden muss, um einen bestimmten Phasenwinkel zu erreichen, abhängig von der Wellenlänge und damit der Frequenz des Signals.

Eine Phasendrehung um 180° entspricht einer kompletten Auslöschung bzw. einer schlichten Umpolung und ist deshalb für eine stufenlose Phasenregelung erst einmal uninteressant. Das Poti für den Phasenwinkel hat daher eine Mittenrastung bei 90°, was einem Viertel der Wellenlänge der eingestellten Frequenz entspricht. Zur Veranschaulichung: Bei 1,57 kHz beträgt  $\frac{1}{4}$  der Wellenlänge 5,5 cm – das Signal wird also um 0,16 ms verzögert. Beim anderen Extrem des Frequenzwählers – 23Hz – beträgt die Verzögerung bei 90° Phasenwinkel dementsprechend 11 ms. Bedenkt man nun, dass es zwischen diesen beiden Extremen elf Schalterstellungen gibt, in denen die Phase jeweils stufenlos von 10° bis 125° bearbeitet werden kann, so wird klar, dass der W2324 ein überaus genaues Arbeiten ermöglicht, das auch die Auflösung eines samplegenauen Time Alignments der digitalen Welt übertrifft.

Zuoberst auf der Bedienfront des W2324 ist ein weiteres 41-stufig gerastertes Poti angeordnet, das den Gesamtpegel zusätzlich um bis zu 5 dB anheben oder absenken kann, um eventuelle Pegeländerungen durch die Phasenbearbeitung auszugleichen. Last but not least befindet sich zwischen dem Frequenzwahlschalter und dem Poti zur Einstellung des Phasenwinkels noch der erwähnte dreistufige Kippschalter, mit dem sich der Regelbereich des Phasenschiebepotis zusätzlich zwischen der Normalstellung 10° bis 125° und einem erweiterten Bereich von 190° bis 305° umschalten lässt. In der Praxis bedeutet das eine 180°-Invertierung des eingestellten Phasenwinkels, was in der kreativen Arbeit mit dem W2324 überaus hilfreich sein kann, wie wir noch sehen werden. In seiner mit „0°“ beschrifteten Mittelstellung deaktiviert der Schalter den Phasenschieber.

### Der W2324 Phase Shifter in der Praxis

Der Einsatz eines Phasenreglers zur exakten Korrelation zweier Audiosignale, beispielsweise zur Anpassung eines

## M/S-Codierung und Decodierung

Gerade im Mastering ist es verbreitet, statt mit L/R- mit M/S-Stereophonie zu arbeiten. Hierbei wird das Signal anstelle von einem linken und einem rechten in einen Mitten- (M) und einen Seitenkanal (S) aufgeteilt, was interessante Möglichkeiten eröffnet. In der Rock- und Popmusik sind Instrumente wie Bass, Bassdrum, Snare und Vocals in aller Regel in der Mitte angesiedelt, während sich Chöre, Keyboardflächen, Effekte und Hall auf der Seite befinden. Durch M/S-Codierung kann man diese Elemente auch in einem Stereomix separiert bearbeiten und nachträglich gut Einfluss auf die Stereobreite nehmen.

Um M/S-Stereophonie zu verstehen, ist ein wenig Rechenarbeit vonnöten. Zunächst kopiert man den Ursprungstrack einmal. Da wir nun zwei Originaltracks haben, müssen wir diese jeweils um 6 dB (die Hälfte des Pegels) absenken, um am Ende einen unveränderten Gesamtpegel zu erhalten. Das Mittensignal erhält man, indem man einfach beide Kanäle des um 6 dB abgesenkten Stereosignals mono summiert – rechnerisch bedeutet das

$$M = (L + R) / 2.$$

Für den Seitenkanal verfährt man mit der Kopie des zu bearbeitenden Tracks ebenso, dreht dabei jedoch den rechten Kanal in der Phase. Alle Signalanteile, die sich in der Mitte befinden, also auf beiden Stereokanälen gleich vertreten sind, löschen sich nun aus, es bleibt das reine Seitensignal gemäß der Formel:

$$S = (L - R) / 2.$$

Möchte man das Ganze nun wieder dekodieren, so muss man obige Formeln ein wenig umformen und erhält folgende Gleichungen für den linken bzw. rechten Kanal

$$L = M + S = ((L + R) / 2) + ((L - R) / 2)$$

$$R = M - S = ((L + R) / 2) - ((L - R) / 2).$$

Erschrecken Sie nicht, das sieht komplizierter aus, als es ist. In der Praxis routet man einfach das Mittensignal auf die Mitte des Stereobusses (also auf die beiden Ausgabekanäle für Links und Rechts zu gleichen Teilen), und das Seitensignal auf den linken Kanal in Phase und gleichzeitig auf den rechten Kanal mit gedrehter Phase. Im Idealfall bastelt man sich hierzu ein intelligentes Routingsystem in seiner DAW, mit etwas Tüftelei ist das kein Problem.

Häufig ist es hilfreich, sich eine zusätzliche Kopie des ursprünglichen Tracks anzulegen, und diese insgesamt in der Phase zu drehen. Nun kann man das Original sehr einfach mit der M/S-Bearbeitung vergleichen. Lässt man beide parallel laufen, so löschen sie sich bei unbearbeiteten Signalen vollständig aus, und man kann seine M/S-Bearbeitung quasi in einem „Solo-Modus“ kontrollieren.

Subwoofers, ist hinreichend bekannt und wird von Roger Schults Phase Shifter akkurat bedient. Wir wollten darüber hinaus genauer wissen, ob und wie sich ein Gerät wie der W2324 kreativ in Mix und Mastering einsetzen lässt.

Zunächst probierten wir den Einschub im Zusammenspiel zweier Bassdrummikrofone (innen und außen) aus. Bereits bei der Mikrofonierung war hier auf eine saubere Korrelation geachtet worden, sodass eine Phasenbearbeitung an sich unnötig war. Dennoch: Durch die feinfühlig gestufte Regelung ergeben sich völlig neue Tonalitäten und Obertonstrukturen, die sich kreativ nutzen und so mit keinem EQ erzielen lassen. Bei der Interaktion zwischen Bass und Bassdrum lässt sich durch die Feinjustierung der Phasenlage des Bass-Signals eine deutlich bessere Differenzierung erreichen. Auch das ist in der Form mit bekannten digitalen Mitteln deutlich mühsamer, wenn nicht unmöglich.

Sehr interessant war der Einsatz bei der Akustikgitarre. Hier war es zum einen tatsächlich so, dass das Stützmikrofon unterschiedliche Abstände zu den beiden Stereomikrofonen hatte, zum anderen war zusätzlich ein Pickup-Signal im Spiel. Wir setzten je ein W2324-Modul auf der Pickup- und der Stützmikrofonspur ein und justierten die Phasenlage so, wie uns Tonalität und Transientenwiedergabe akustisch am besten gefielen, und zwar sowohl im jeweiligen Bezug auf die Stereomikrofonie als auch zwischen Stützmikro- und Pickupsignal untereinander. Die im Kasten dargestellte rechnerische Arbeitsweise wurde also ersetzt durch ein intuitives Herangehen nach Gehör.

Nach einigem Experimentieren erhielten wir eine Akustikgitarre, die so prägnant war, dass sie sich plötzlich im Mix räumlich vor den Leadvocals positionierte. Das war natürlich ebenso beeindruckend wie unerwünscht, doch erstaunlicherweise bot der W2324 auch und gerade dafür die Lösung: Durch gleichzeitige Feinjustierung der Phasenpotis unserer beiden Module konnten die Transienten so feinfühlig bearbeitet werden, dass sich die Gitarre quasi stufenlos in der Tiefenstaffelung unserer Abmischung nach hinten schieben ließ. Solch ein Effekt nur durch Phasenbearbeitung war auch für uns eine neue Erfahrung, die

wohl nur durch die hohe Auflösung des W2324 und die unmittelbare direkte Bedienung eines analogen Tools in der Form realisierbar ist.

Besonders interessant ist die Phasenbearbeitung eines Stereomixes im Mastering. Wir erstellten zunächst eine MS-Matrix in unserer DAW (siehe Kasten) und insertierten die beiden W2324-Module in den Seitenkanal und sein invertiertes Pendant (das M/S-Decoding wurde über unsere Analogkonsole realisiert), ließen sie allerdings zunächst deaktiviert. Danach erstellten wir eine weitere Stereospur mit dem gleichen Audiomaterial. Mischt man das MS- und das um 180° phaseninvertierte Stereosignal mit gleichem Pegel, so sollten sich die beiden Quellen komplett auslöschen.

Bei Aktivierung der beiden W2324 wird in diesem Setup ausschließlich die Phasenbearbeitung hörbar und kann genau auf die Frequenzen abgestimmt werden, die im Stereobild bearbeitet werden sollen. Sobald man die phasengedrehte Stereospur

stummschaltet, hört man wieder das gesamte bearbeitete MS-Signal. Die vorher eingestellten Frequenzbereiche lassen sich jetzt durch simples Umschalten des Phasenbereiches über den Kippschalter des W2324 entweder Richtung mono schieben oder eindrucksvoll in die Stereo-breite ziehen. Nicht nur für akustische Aufnahmen kann das ein eindrucksvolles Werkzeug sein, um Obertonstrukturen und Hallräume größer – oder eben auch kleiner – wirken zu lassen. Ein ähnlicher Effekt ist so gezielt und feinfühlig justierbar mit kaum einem anderen mir bekannten Tool zu erreichen.

## Fazit

Roger Schults W2324 Phase Shifter ist ein wohlthuendes Beispiel deutscher Ingenieurskunst aus einer kleinen, sympathischen Manufaktur. Das hervorragend verarbeitete Gerät macht mit seinem innovativen Konzept eine stufenlose Phasenregelung mit beispielloser Präzision möglich. Dadurch ergeben sich auch abseits der üblichen Einsatzfelder einer Phasenbearbeitung ungekannte kreative Möglichkeiten – ausgiebiges Testen wärmstens empfohlen!

### STECKBRIEF ROGER SCHULT W2324 PHASE SHIFTER

Vertrieb	esc Erfstadt electronic service center Roger Schult Peter-May-Str. 104 50374 Erfstadt Tel: 02235 / 953535 info@rogerschult.com www.rogerschult.com
Typ	Analoges Phasenbearbeitungstool, API 500-Einschub
Abmessungen Steckkarte (HxT), mm	115 x 172
Abmessungen Frontplatte	19" / 3 HE (API 500-System)
Gewicht [kg]	0,575
€	500

Nennausgangspegel	+6 dBu
Max Ausgangspegel	+25 dBu (0,003% THD+N)
Ausgangsscheinwiderstand	40 Ohm
Verstärkung	0 dB
Fremdspannungsabstand	<100 dB
Störspannungsabstand	91dB
THD+N / 0 dBu	0,007%
Übertragungsbereich	20Hz - 40 kHz (+0,1 / -0,2 dB)
Stromversorgung	+/- 16V; max. 120 mA

#### EIN- UND AUSGÄNGE

Eingänge	1, elektronisch symmetriert
Ausgänge	1, elektronisch symmetriert

#### BEMERKUNG

Der W 2324 ist ein analoges Phasenwerkzeug allerhöchster Präzision und eignet sich für verschiedenste Aufgaben in Mix, Mastering und Raumakustik

#### BEWERTUNG

Ausstattung	sehr gut
Bedienung	sehr gut
Messwerte	sehr gut
Klang	sehr gut



#### REGELMÖGLICHKEITEN

Pegelregler	Potentiometer, 41 stufig, +/- 5 dB; 1/4dB-Schritte
Phasenregler	Potentiometer, stufenlos, 10°-125°, Mittenrastung bei 90°
Phasen-Bereichsschalter	Kippschalter, 3-stufig, 10°-125°; 0°; +180°
Frequenz-Schalter, 11-stufig	23Hz; 36 Hz; 48 Hz; 73 Hz; 170 Hz; 230 Hz; 338 Hz; 470 Hz; 730 Hz; 1 kHz; 1,57 kHz

#### TECHNISCHE DATEN (HERSTELLERANGABEN)

Nenneingangspegel	+6 dBu
Max. Eingangspegel	+20 dBu

Gesamtnote	Spitzenklasse sehr gut
Preis/Leistung	sehr gut