

# Twin Waves MKII

## Doppel-VCO / LFO / Sample&Hold / Zufallsgenerator

### Einführung

Der MKII bringt ein neues Design, mehr Bedienelemente zum hemmungslosen „Schrauben“ und Cross-Modulation zwischen den Sektionen. Die bewährten Features bleiben: eine erstklassige Auswahl an Syntheseverfahren mit zahlreichen Zusatzfunktionen, wobei alle wichtigen Parameter unmittelbar zugänglich sind. Der Twin Waves MKII steht für enorme Vielseitigkeit.



### Die Eigenschaften im Überblick

- Zwei Oszillatoren, jeder unabhängig als VCO, LFO oder Random
- Features im VCO-Modus:
  - V/Oct-Tracking über 10 Oktaven mit Oktav-Umschaltung
  - Through zero und lineare FM
  - Eigener Ausgang für Suboktave
  - Hard & Soft-Sync
  - VCA-Steuerung und Algorithmus-Auswahl per CV
  - Quantizer mit wählbaren Skalen
  - Algorithmen für die Sound-Synthese:
    - Waveshaping
    - Phase Modulation
    - Phasenpositionierung für mehrere Wellenformen
    - 5 gestackte Oszillatoren, Unisono-stimmbar
    - Selbstsynchronisierung mit Phantomoszillator
    - Additive Synthese (7 Wellen)
    - Variable Bitreduktion (Bitcrushing)
    - Ringmodulation mit eigenem Zweitoszillator
    - Noise mit LPF, BPF, oder resonantem VCF
- Features im LFO-Modus:
  - Gleichzeitiger Signal- und Cycle Trigger-Ausgang
  - Synchronisierung zu externen Wellen
  - Clock-gesteuerte Geschwindigkeit, CV Multiplier/Divider
  - CV- und Reglerkontrolle für den Output Level
  - Algorithmus-basierte Wellenform-Engine mit:
    - Waveshaping
    - Phase Modulation
    - Random Level und Vektoren (auch Brownian)
    - Zufallsgesteuerte Trigger und Wellenformen
- Display mit unterstützenden Icons und Hilfetexten
- LED-Anzeige von Potentiometer/Parameter-Übereinstimmung, Schalterstellung und Ausgangslevel
- Automatisch gespeicherte Einstellungen für erneuten Systemstart
- Einfaches Firmware-Update per WAV-Audiodatei

# Inhalt

Einführung .....	1
Die Eigenschaften im Überblick.....	1
Einbau- und Sicherheitshinweise .....	5
Einsatzzweck .....	5
Installation .....	5
Anschluss der Stromversorgung .....	5
Aktualisierung der Firmware .....	6
Vorgehensweise zum Update.....	6
Hat bis hierher alles funktioniert?.....	6
Falls die Lautstärke zu gering ist ... ..	6
Sonstige Fehler während des Abspielvorgangs .....	6
Elemente auf dem Frontpanel.....	7
Wie funktioniert das „Teilen“ der Kontrollelemente?.....	7
Gemeinsame Verwendung des Sync/Clk-Eingangs .....	8
Normalisierte Eingänge.....	8
VCO und LFO .....	8
Überblick über die Bedienelemente.....	8
Eingangsregler.....	8
Verriegelung der Stimm-Potentiometer .....	8
LFO .....	9
VCO.....	9
Param/Algo-Regler .....	9
Das Display und die kontextsensitive Hilfe .....	9
Autosave .....	9
VCO.....	10
Überblick.....	10
Single Wave-Algorithmen .....	10
Multi-Oszillator-Algorithmen .....	10
Self-Sync-Algorithmen.....	10
Ringmodulator-Algorithmus.....	10
Bitcrushing-Algorithmen.....	10
Noise-Algorithmen .....	11

Tabelle der VCO-Algorithmen .....	12
V.Oct-Eingangsbuchsen .....	12
FM/AM/... -Buchse .....	13
Synchronisierung - Sync-Button.....	13
Self-Sync Slave Tracking.....	14
Bemerkungen zu Soft-Sync.....	14
Quantizer: Qtz/Clk-Taster.....	14
Basisnote des Quantizers.....	15
Grundton und Basisnote - worin besteht der Unterschied?.....	16
Der [Square] 1-Ausgang.....	16
LFO .....	16
Überblick.....	16
Zyklische Signalalgorithmen .....	17
Aperiodische Signalalgorithmen.....	17
Liste der LFO-Algorithmen.....	17
V.Oct-Eingangsbuchsen .....	17
Sync/Clk-Buchse.....	18
Qtz/Clk-Taste: Interne/externe Clock .....	18
Synchronisierung: Sync-Button .....	18
FM/AM-Buchse und Level-Regler .....	19
[Square] 1-Ausgangsbuchse.....	19
Zusammenfassung der Tastenfunktionen .....	20
Einzeltasten-Funktionen .....	20
Funktionen beim Betätigen mehrerer Tasten zugleich.....	20
Zusammenfassung der LED-Anzeigen.....	21
VCO-Betriebsart.....	21
LFO-Betriebsart .....	21
Regler-LEDs.....	21
Ausgangsbuchsen-LEDs .....	22
Problembehebung.....	23
Zurücksetzen auf Werkseinstellungen.....	23
• Die Stimm-Regler (Coarse, Fine) reagieren nicht.....	23
• VCO 1 ist stumm .....	23

- Kein Signal in der LFO-Betriebsart.....23
- Der LFO „hängt fest“ .....23
- Ein normalisiertes Signal scheint zu fehlen.....23
- Der VCO spielt nicht notenrein .....23

Signalschaltplan.....25

Technische Spezifikationen ..... 26

  Gehäuse ..... 26

  Stromversorgung ..... 26

  Eingang/Ausgang..... 26

  Signale..... 26

  Lieferumfang ..... 26

## Einbau- und Sicherheitshinweise

### Einsatzzweck

Das Modul ist zum Einbau in ein Eurorack-kompatibles Gehäuse vorgesehen.

Es unterliegt den mechanischen und elektrischen Spezifikationen des DOEPFER® Eurorack Systems.

Verwenden Sie dieses Modul nicht für andere mechanische oder elektrische Zwecke.

### Installation

Trennen Sie unbedingt die Stromzufuhr zu Ihrem Eurorack-System vor dem Einbau des Moduls. Einige Netzgeräte sind nicht ausreichend isoliert und können eine Verletzungsgefahr darstellen!

Stellen Sie sicher, dass der Stromverbrauch des Moduls, wenn sie es Ihrem bestehendes Eurorack-Modulsystem hinzufügen würden, die verfügbare Stromstärke des Netzteils keinesfalls überschreitet. Dies können Sie wie folgt ermitteln: Addieren Sie die benötigten Stromstärken aller Module gemäß deren Spezifikationen in mA jeweils für die +5 V, +12 V und -12 V Spannungsleitung. 1000 mA (Milliampere) entsprechen 1 A (Ampere). Sollte auch nur eine dieser Summen die Stromstärke überschreiten, die das Netzteil auf der entsprechenden Spannungsleitung zur Verfügung stellen kann, dürfen Sie den Flexshaper Ihrem System nicht hinzufügen. Sie würden dafür ein entsprechend leistungsstärkeres Netzteil benötigen.

### Anschluss der Stromversorgung

Das mitgelieferte Flachband-Versorgungskabel lässt sich nur in der korrekten Polarität an der Rückseite des Moduls anschließen. Daher besteht hier keine Fehlerquelle. Sie sollten jedoch unbedingt darauf achten, dass am anderen Ende, also beim Aufstecken des Flachbandkabels an den bestehenden Stromversorgungsbus Ihres Eurorack-Gehäuses, die korrekte Orientierung des Steckers sichergestellt ist. Billige Pfostenstecker ohne Pin-Einfassung verhindern nämlich nicht, dass man den Kabelabschluss genau falsch herum aufsetzt!

Der rote Streifen am Flachbandkabel wird am entsprechenden Streifen auf der Versorgungsplatine ausgerichtet. Dieser Streifen markiert die Minus-12V-Leitung. Sollte kein Streifen existieren, dann ist eine „-12V“-Beschriftung ein untrüglicher Hinweis zur Orientierung des Kabels.

Prüfen Sie abschließend noch einmal, dass alle Stecker vollständig und fest, in korrekter Polarität, angebracht sind, bevor Sie die Stromzufuhr letztlich einschalten. Vorsicht – bei der geringsten Unstimmigkeit schalten Sie bitte das Netzteil sofort wieder aus und untersuchen die gesamte Verkabelung erneut.

## Aktualisierung der Firmware

**Stellen Sie sicher, dass die aktuelle Firmware installiert ist, bevor Sie das Modul nutzen.**

Zur Überprüfung der Firmware-Version des Twin Waves drücken Sie gleichzeitig die Tasten OSC2 und Sync; auf dem Display wird dann der Scrolltext angezeigt: "TW-REV x.xx CAL OK". Zum Beenden dieser Anzeige drücken Sie einen beliebigen Taster.

Die Firmware wird mit einer Audiodatei namens „TwinWaves\_x.xx.wav“ (Beispiel) aktualisiert.

### Vorgehensweise zum Update

- Verbinden Sie den Kopfhörerausgang Ihres Abspielgeräts mittels eines Audio-Kabels (mono oder stereo) mit der FM/AM-Eingangsbuchse des Twin Waves.
- Bereiten Sie das Abspielen der Audiodatei vor.
- Stellen Sie die Lautstärke Ihres Abspielgeräts (am Kopfhörerausgang) auf zwei Drittel ein.
- Während Sie die Taster „Osc2“ und „Sync“ des Twin Waves gemeinsam hineindrücken, schalten Sie die Stromversorgung Ihres Modulsystems ein – oder drücken Sie diese beiden Tasten unmittelbar (innerhalb einer halben Sekunde) nach dem Einschalten.
- Die grüne und die blaue LED des Twin Waves beginnen zu blinken.
- Beginnen Sie mit dem Abspielen der Audiodatei.

### Hat bis hierher alles funktioniert?

- Die grüne LED leuchtet dauerhaft, die blaue blinkt
- Nach einer gewissen Zeit beginnt das Display, Punkte darzustellen.
- Wenn das Display voll ist,
  - sehen Sie eine Nachricht, dass das Update erfolgreich eingespielt wurde,
  - blinken die beiden blauen LEDs und die grüne LED.
- Drücken Sie zum Schluss den Encoder hinein, um das Modul neu zu starten.

### Falls die Lautstärke zu gering ist ...

- Die rote LEDs blinkt dauerhaft, die beiden blauen LEDs blinken.
- Stoppen Sie zunächst den Abspielvorgang.
- Erhöhen Sie die Audio-Lautstärke ein wenig.
- Drücken Sie auf den Encoder; die grüne LED blinkt.
- Spielen Sie die Audiodatei wieder vom Beginn an ab.

### Sonstige Fehler während des Abspielvorgangs

Unter Umständen ist die Abspiellautstärke zu hoch. Dann wird keine LED aufleuchten. Sie sollten die Sound-Ausgabe am Abspielgerät deutlich leiser einstellen und die Prozedur wiederholen.

Abspielprobleme können sich auch durch äußere Einflüsse ergeben:

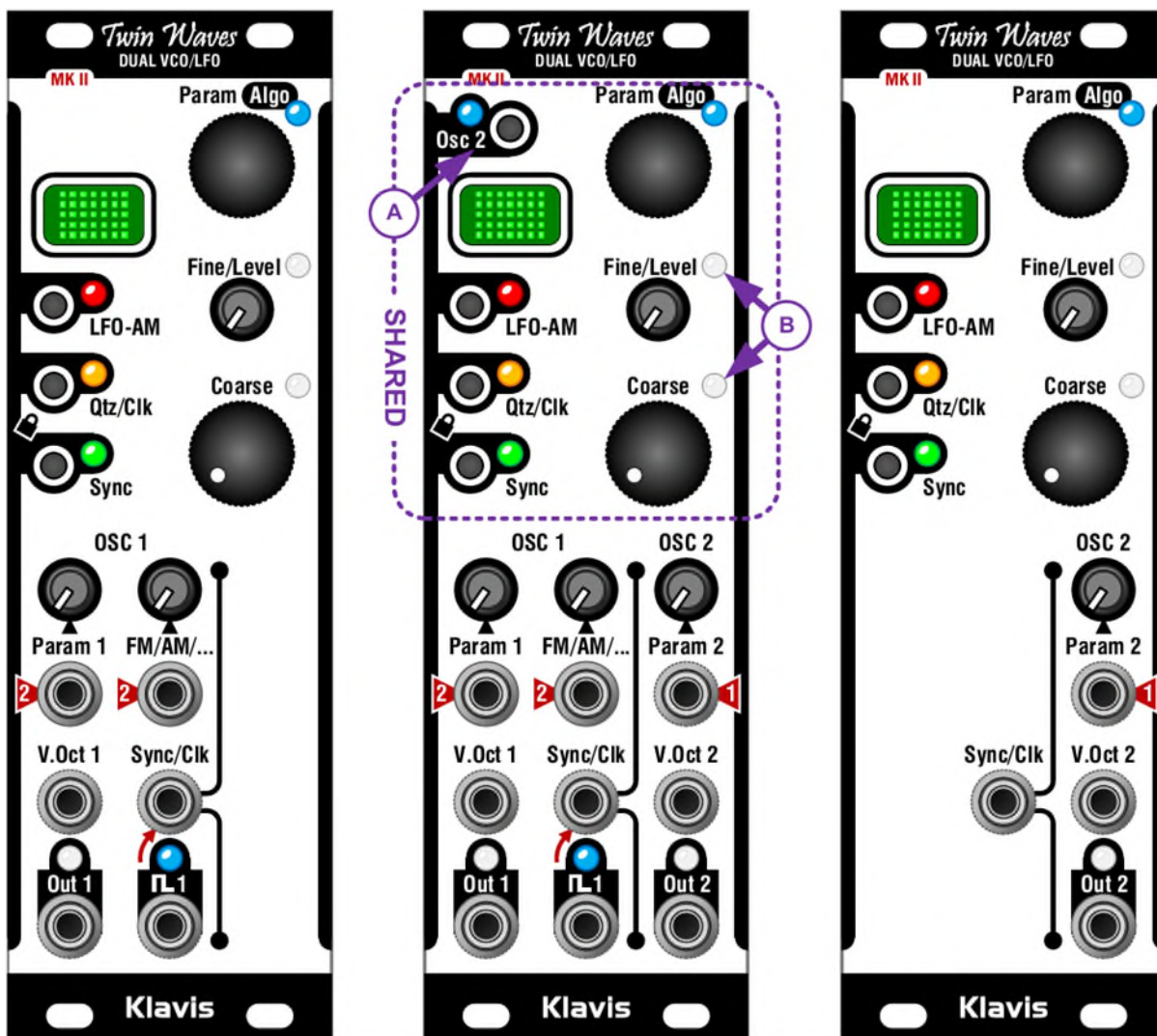
- Berühren des Kabels
- Audioeffekte, die Ihr Handy oder Computer beim Abspielen hinzufügt
- Unterbrechung der Audioausgabe bei aktiviertem Stromsparmmodus
- Eurorack-Module in unmittelbarer Nähe, die nicht korrekt geerdet sind, oder Störspannungen seitens der Stromzufuhr („Netzteilrauschen“)

## Elemente auf dem Frontpanel

Der Twin Waves verfügt über zwei Oszillatoren. Das linke Bild zeigt die Steuerelemente für den ersten Oszillator, rechts die des zweiten. Der Sync/Clk-Eingang ist für beide verfügbar. Alle Kontrollelemente innerhalb der gepunkteten Linie (mittleres Bild) werden quasi von beiden Sektionen „geteilt“, tatsächlich werden die entsprechenden Einstellungen dupliziert.

Section 1 controls and jacks

Section 2 controls and jacks



### Wie funktioniert das „Teilen“ der Kontrollelemente?

Mit der Osc2-Taste (A, blaue LED) wählen Sie den Oszillator bzw. die Sektion aus.

Wenn Sie zwischen den Sektionen hin- und herschalten, weichen die gespeicherten Einstellungen oft von der Position der (gemeinsam benutzen) Drehregler ab. Daher gibt es direkt neben jedem Potentiometer eine weiße LED (B), die aufleuchtet, sobald der Drehregler den tatsächlichen Wert erreicht. Immer wenn diese weiße LED an ist, entspricht die Position des Drehreglers dem aktuell bearbeiteten Wert. Der Drehregler ist also nur dann wirksam, wenn auch die weiße LED an ist.

Die übrigen LEDs und das Display zeigen immer die Werte der gerade bearbeiteten Sektion an.



## Gemeinsame Verwendung des Sync/Clk-Eingangs

Diese Buchse kann beide Sektionen steuern und hat übernimmt dabei mehrere Aufgaben. Das wird gelöst, indem dieser Buchse pro Sektion eine unterschiedliche Rolle zugewiesen wird. Mehr dazu im Abschnitt „Sync und Clock“.

## Normalisierte Eingänge

Einige der Eingangsbuchsen erhalten auch dann ein Signal, wenn kein Patchkabel angeschlossen ist. Sobald man einen Stecker einsteckt, wird die interne Verbindung unterbrochen. Dies bezeichnet man als „Normalisierung“.

Im Twin Waves geben die roten Pfeile an, welche Signale zu den normalisierten Eingängen gehören:

Eingangsbuche	erhält normalisiertes Ausgangssignal von
Param 1	OSC 2
Param 2	OSC 1
Sync/Clk	OSC 1 Square/Sync

Auch wenn diese Ausgänge anderweitig verkabelt werden, so bleiben deren normalisierte Verbindungen weiterhin aktiv. Damit sparen Sie ein „Multiple“, wenn Sie Crossmodulation durchführen und unabhängig davon die Ausgänge zum weiteren Patchen nutzen möchten.

## VCO und LFO

Jede Sektion des Twin Wave bietet so viel mehr als nur die üblichen Dinge, die Sie von einem VCO oder LFO erwarten. Wir verwenden in diesem Handbuch die Begriffe VCO und LFO sozusagen nur als „Typbezeichnung“, um die Audiofunktionen von den Modulationsfunktionen abzugrenzen.

Das gilt auch für Features, die sich strenggenommen weder einem VCO noch einem LFO zuordnen lassen, wie beispielsweise „Filtered Noise“ (VCO) oder „Random Vectors“ (LFO) – eben ganz nach dem üblichen Einsatzzweck: Audio oder Modulation.

Natürlich soll Sie das nicht davon abhalten, alles Mögliche kreuz und quer miteinander zu modulieren...

## Überblick über die Bedienelemente

### Eingangsregler

Mit den 3 Potis oberhalb der Eingangsbuchsen stellen Sie die Abschwächung bzw. Verstärkung des jeweiligen Eingangssignals ein. Die drei Regler sind dieser Aufgabe fest zugeordnet.

### Verriegelung der Stimm-Potentiometer

Dieses Feature verhindert, dass die Oszillatoren aus Versehen verstimmt werden. Indem Sie gleichzeitig die beiden unteren Tasten „Qtz/Clk“ und „Sync“ drücken, werden die Tuning-Einstellungen der jeweiligen Sektion gesperrt bzw. wieder freigegeben. Während der Sperrung leuchten die beiden LEDs neben den Tuning-Reglern regelmäßig kurz auf.

Das kleine Schloss-Symbol erinnert Sie daran, welche Taster für das Sperren und Freigeben zuständig sind.



## LFO

Wenn die rote LED neben dem Taster „LFO – AM“ aufleuchtet, heißt das: Die Sektion befindet sich im LFO-Modus. Dann gilt:

- Der Qtz/Clk-Taster führt zu den Clock-Einstellungen.
- Der Sync-Taster steuert die Synchronisierung, sowohl im VCO- als auch im LFO-Modus.
- Der „Fine/Level“-Regler übernimmt die „Level“-Funktion und steuert damit die Signalstärke (Amplitude) des LFO.  
Sollte übrigens der Regler für die Eingangsmodulation („FM/AM/...“) kein Signal erhalten, müssen Sie dieses Level entsprechend hochsetzen.
- Die „FM/AM“-Eingangsbuchse steuert die Amplitude des Signals von LFO 1, sprich AM/VCA.

## VCO

Den VCO-Modus erkennen Sie daran, dass die LFO-LED nicht leuchtet.

- Mit dem Qtz/Clk-Taster gelangen Sie in die Einstellungen zum Pitch Quantizer.
- Der Sync-Taster steuert die Synchronisierung, sowohl im VCO- als auch im LFO-Modus.
- Die FM/AM-Eingangsbuchse bietet einige weitere Kontrollfunktionen, dazu später.

## Param/Algo-Regler

Normalerweise kontrolliert dieser Drehknopf die Parameter des aktuellen Algorithmus. Wenn Sie beispielsweise den Square/Pulse-Algorithmus gewählt haben, lautet der betreffende Parameter PWM (Pulse Width Modulation). Dessen Wert können Sie sowohl mit dem Drehregler als auch mit der Param-Eingangsbuchse ändern.

Um den Algorithmus zu wechseln, drücken Sie den Encoder kurz hinein. Die „Algo“-LED blinkt. Wenn Sie den Regler nun drehen, werden im Display die verschiedenen Algorithmen anhand ihrer Icons dargestellt. Die meisten davon sollten selbsterklärend sein.

Ansonsten gibt es im Display aber auch eine Hilfefunktion:

## Das Display und die kontextsensitive Hilfe

Sie können zu jedem Zeitpunkt den Param/Algo-Encoder etwas länger hineindrücken. Daraufhin scrollt ein Hilfetext im Display, der den ausgewählten Parameter erläutert. Diese Hilfe steht Ihnen jederzeit zur Verfügung, so dass Sie immer Bescheid wissen, wo Sie sich befinden und was Sie gerade kontrollieren. Sie können den scrollenden Text durch Drehen des Encoders zurück- oder vorspulen. Drücken Sie den Encoder erneut – oder einen beliebigen anderen Taster – um die Hilfe zu beenden.

## Autosave

Die momentanen Einstellungen des Moduls werden automatisch gespeichert, so dass sie nach dem nächsten Aus- und Einschalten von selbst wieder zur Verfügung stehen. Wenn Sie Einstellungen ändern, warten Sie bitte 10 Sekunden mit dem Ausschalten, um dem Gerät genug Zeit zum Speichern zu geben.

# VCO

## Überblick

Im VCO-Modus können Sie den Tonhöhen-Quantizer aktivieren (separat pro Sektion), außerdem gibt es externe Synchronisierung.

Oszillator 1 besitzt zusätzliche Möglichkeiten:

- eine Eingangsbuchse mit diversen Kontrollfunktionen: 2 FM-Betriebsarten, VCA, Auswahl des Quantizer-Grundtons und des Algorithmus.
- ein Suboktaven-Ausgang

Für die Sounderzeugung können Sie auf eine Liste von Algorithmen zugreifen, die in eine der folgenden Kategorien gehören:

### Single Wave-Algorithmen

Hier findet sich die typische Sound-Grundausstattung wieder, die man von analogen Oszillatoren kennt: Dreieck, Sinus, Rechteck und Pulse. Deren Wellenformen und Phasenverhältnisse können im Twin Waves zusätzlich dynamisch verändert werden.

Außerdem stehen verschiedene Varianten der additiven Synthese bereit, wo Sinuswellen aufeinander aufbauend zusammengefügt werden. So entstehen neue, obertonreiche Wellen mit diesem typischen „reinen“ FM-Charakter, der manchmal auch an Zugriegel-Orgeln erinnert.

### Multi-Oszillator-Algorithmen

Trotz ihres Namens werden diese Algorithmen in nur einer einzigen Sektion realisiert. Mit anderen Worten: Jede Oszillatorsektion kann mehrere Oszillatoren zugleich simulieren. Die beiden Sektionen des Twin Waves sind in dieser Hinsicht völlig unabhängig voneinander, für jede kann ein eigener Multi-Oszillator-Algorithmus gewählt werden.

Beispiele für solche Algorithmen sind der Quad-Saw (wo vier Sägezahnwellen mit festem Tonhöhenverhältnis in der Phasenlage variiert werden) oder der Unison-Algorithmus (bei dem 5 Oszillatoren gegeneinander verstimmt werden können).

### Self-Sync-Algorithmen

„Sync“ beschreibt ein typisches Patchmuster, das zwei Oszillatoren erfordert. Im Twin Waves kann jede Sektion für sich die beiden nötigen Oszillatoren generieren. Self-Sync kann kreischende Lead-Sounds erzeugen, aber auch röhrende Bässe, die ohne zusätzliche Verzerrung bereits aggressiv klingen.

### Ringmodulator-Algorithmus

Eigentlich gehört die Ringmodulation nicht zu den Features eines VCOs, denn es werden mindestens zwei Klangquellen benötigt. Hier werden jedoch in einem einzigen Algorithmus zwei Sinuswellen-Oszillatoren erzeugt. Diese werden gemeinsam einem Ringmodulator zugeführt, woraus eine große Bandbreite an metallischen, roboterhaften und glockenähnlichen Sounds entsteht.

### Bitcrushing-Algorithmen

Bitcrushing (manchmal fälschlicherweise als „Bitreduzierung“ bezeichnet) ist ein Klangbearbeitungsverfahren. Im Wesentlichen handelt es sich um das Re-Samplen eines Sounds mit einer





















geringeren Auflösung (Bittiefe). Wir haben den Vorgang jedoch verbessert, indem nicht nur die üblichen Binärwerte, sondern ganzzahlige Werte zum Einsatz kommen. Dadurch entstehen deutlich weichere Übergänge beim Einstellen der Effektanteils. Die besten Resultate erzielt man mit Wellenformen, die einen kontinuierlichen Anstieg besitzen, also etwa Sinus oder Sägezahn; diese Kurven werden dann in stufenförmige Verläufe mit variabler Schritthöhe umgewandelt. Es entsteht ein harmonisch angereicherter Sound. Durch die dynamische Steuerung des Prozesses erhalten Sie einen abgestuften Übergang von der Original-Wellenform bis zu einem surrenden Puls-Sound.

### **Noise-Algorithmen**

Diese Algorithmen verwenden keine Oszillatoren. Es beginnt mit einem perfekten Weißen Rauschen, das durch diverse Filter geschickt wird, beispielsweise Tiefpass, Bandpass mit variabler Breite und Resonanzfilter. Die Cutoff-Frequenz der Filter wird mit dem Coarse-Drehregler kontrolliert; sie kann außerdem mit dem V.Oct-Eingang (im Fall von Oszillator 1 auch mit dem FM-Eingang) gesteuert werden. Die Resonanz oder Bandbreite wird vom Parameter und seiner Kontrollspannung gesteuert.

Weil das Filter dem V.Oct-Eingang folgt, steht auch hier der Quantizer zur Verfügung. Das erlaubt melodisches Rauschen. „Sync“ gibt es bei den Noise-Algorithmen nicht.

## Tabelle der VCO-Algorithmen

Icon	Algorithm	Configuration	Parameter	Parameter effect
	Sine	1 osc	Phase mod	Wave Symmetry
	Sqr/pulse	1 osc	PWM	Square to pulse waveshaping
	SawTri	1 osc	Wave shape	Triangle to saw waveshaping
	Quad saw	4-saw osc	Phase spread	Phase spreading of 4 saw waves
	Additive even	7-sine osc	Harmonics	Harmonics content
	Additive odd	7-sine osc	Harmonics	Harmonics content
	Additive all	7-sine osc	Harmonics	Harmonics content
	Unison square	3x square osc	Spread	Detuning of the 3 oscillators
	Unison saw	5x saw osc	Spread	Detuning of the 5 oscillators
	Bit-crushed saw	1 osc + BR	Bit resolution	Sample levels (integers 3 to 24)
	Bit-crushed sine	1 osc + BR	Bit resolution	Sample levels (integers 3 to 24)
	Self-sync sqr	1+1 osc	Carrier Frq	Frequency of slave oscillator
	Self-sync pulse	1+1 osc	Carrier Frq	Frequency of slave oscillator
	Self-sync saw	1+1 osc	Carrier Frq	Frequency of slave oscillator
	Self-sync tri	1+1 osc	Carrier Frq	Frequency of slave oscillator
	Self-sync sine	1+1 osc	Carrier Frq	Frequency of slave oscillator
	Ring modulator	1+1 osc +RM	Carrier Frq	Frequency of secondary oscillator
	Noise low-pass	Noise + LPF	Resonance	Filter resonance
	Noise bandpass	Noise + BPF	Band width	Filter Bandwidth
	Noise resonator	Noise + APRF	Filter gain	Quality factor

Für die beiden Oszillatoren können beliebige Algorithmus-Kombinationen ausgewählt werden.

## V.Oct-Eingangsbuchsen

Die Steuerspannung an diesen Buchsen kontrolliert die Tonhöhe des entsprechenden Oszillators gemäß der „1 Volt pro Oktave“-Regel, was 1/12 Volt pro Halbton entspricht. Bei den Noise-Algorithmen regelt die Spannung die Cutoff-Frequenz des Filters.

Wenn beide Sektionen im VCO-Modus sind, gelangen Sie durch längeres Drücken des OSC 2-Tasters zur Konfiguration des V.Oct-Eingangs. Dessen Einstellung wird mit dem Encoder geändert. Entsprechend der folgenden Übersicht leuchtet dann die OSC 2-LED nicht, bzw. einmal oder zweimal alle 2 Sekunden:

0. **Separate** – Dies ist die Standardbetriebsart („getrennt“).  
Jede V.Oct-Buchse steuert nur den ihr zugeordneten Oszillator.
1. **Added** – Die Spannungen beider V.Oct-Eingangsbuchsen werden addiert und steuern beide Oszillatoren zugleich. Dabei bleiben die Tuning-Einstellungen weiterhin unabhängig.
2. **Offset** – V.Oct 1 steuert wieder beide Oszillatoren zugleich. Die Spannung an V.Oct 2 wird zusätzlich an Oszillator 2 gesendet.

Wenn sich mindestens ein Oszillator im LFO-Modus befindet, gehen beide V.Oct-Buchsen in die getrennte Betriebsart. Wird später wieder auf die VCO/VCO-Kombination zurückgeschaltet, so wird die vorige Konfiguration der V.Oct-Buchsen wiederhergestellt.

## FM/AM/...-Buchse

Durch längeres Drücken des LFO-AM-Tasters wird die aktuelle Rolle der FM/AM/...-Buchse angezeigt. Drehen Sie den Encoder, um eine der 5 Rollen für diese Eingangsbuchse zu wählen, dann drücken Sie den Encoder hinein, um die Änderung durchzuführen.

Entsprechend der folgenden Übersicht leuchtet dann die LFO-AM-LED nicht, bzw. einmal, zweimal oder dreimal alle 2 Sekunden:

0. **BZX (FM)** – Eine besonders raffinierte Art der Frequenzmodulation von Oszillator 1.  
Die besonderen Eigenschaften dieses Effekts sind:
  - Bipolar – Das Modulationsverhalten wird zwischen positiven und negativen Modulationen jeweils gespiegelt. Mit anderen Worten: Die Richtung der Modulation wird über die gesamte positive und negative Bandbreite der Modulation zweimal umgekehrt.
  - Through-zero – Der Oszillator verlangsamt bis hin zum vollständigen Stopp, bevor die Wellenrichtung umkehrt und sich die Frequenz wieder erhöht.
  - Symmetrischer Nulldurchgang – die maximale Frequenz der umgekehrten Welle bei vollem Modulationspegel entspricht genau der Frequenz bei Null-Modulation, egal welches die ursprüngliche Frequenz war.  
Die Nulldurchgänge befinden sich auf halbem Weg jeder Modulationsbandbreite, sowohl negativ als auch positiv.
1. **FM** - fügt der Tonhöhe von OSC 1 eine moderate, lineare, bipolare Spannung hinzu.
2. **VCA** - steuert die Lautstärke von OSC 1. Ohne entsprechende Steuerspannung wird kein Sound zu hören sein!
3. **QTZ base note** - steuert den Grundton des Quantizers von OSC 1. Dies wird im Abschnitt zum Quantizer näher erläutert.
4. **Algo** - Dies ist eine Steuerung auf Modulebene: Ausgehend vom aktuell eingestellten Algorithmus wird mit einer bipolaren Spannung ein neuer Algorithmus ausgewählt.  
Sämtliche neu gewählten Algorithmen übernehmen dabei ihre Parameter-Einstellungen vom ursprünglich ausgewählten Algorithmus.  
Die LFO-AM-LED bleibt aus, die Algo-LED blinkt einmal alle 2 Sekunden.

Die BZX-FM-Betriebsart ist mit den Unison-, Self-Sync- und Noise-Algorithmen nicht verfügbar.

## Synchronisierung - Sync-Button

Neben der Self-Sync-Fähigkeit beherrschen die beiden Oszillatoren des Twin Wave natürlich auch die herkömmliche Art des Syncens, also als Slave zu einem externen Master-Oszillator.

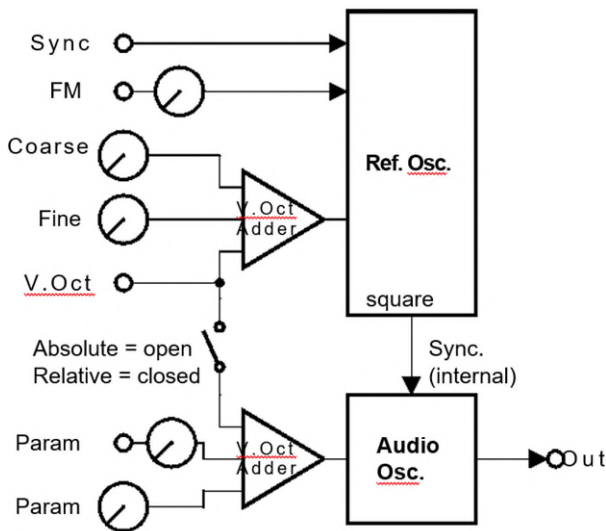
Drücken Sie den Sync-Taster, um das Menü mit den Sync-Einstellungen zu öffnen. Durch Drehen des Encoders entscheiden Sie, ob der Oszillator gesynct wird, und in den meisten Algorithmen auch, ob es sich dabei um Soft- oder Hard-Sync handeln soll.

Erneutes Drücken des Sync-Tasters oder des Encoders übernimmt Ihre Eingabe. Die Synchronisation ist aktiv, sobald die Sync-LED dauerhaft leuchtet.

Beachten Sie bitte, dass die Sync-Buchse für beide Oszillatoren zuständig ist. Daher müssen Sie die Sync-Funktion in jeder Sektion wunschgemäß aktivieren oder deaktivieren. Das gilt im Besonderen für die normalisierten Eingänge, denn eine Synchronisierung von OSC 1 mit sich selbst wäre ja sinnlos.

Nebenbei bemerkt, sogar ein Oszillator in der Self-Sync-Betriebsart kann wiederum zu einem anderen Oszillator (im Twin Waves oder extern) synchronisiert werden. Und wie das klingt? Nun, urteilen Sie bitte selbst!

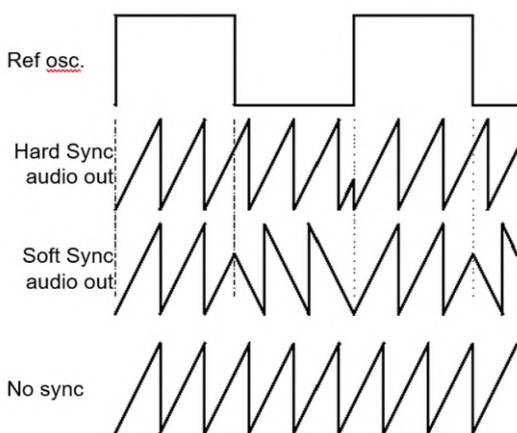
### Self-Sync Slave Tracking



Sobald ein Self-Sync-Algorithmus ausgewählt wird, kommt ein zusätzlicher versteckter Oszillator ins Spiel. Standardmäßig wird die Tonhöhe des Slave-Oszillators relativ an die Tonhöhe des Master-Oszillators gekoppelt. Beide Tonhöhen bewegen sich gemeinsam entsprechend der V.Oct-Steuerspannung und sonstigen Tonhöheneinstellungen in dieser Sektion. Durch längeres Drücken des Sync-Tasters ist es möglich, diesen relativen Modus zu beenden und stattdessen in den absoluten Modus zu wechseln. Dieser wird durch Blinken der Sync-LED alle zwei Sekunden angezeigt.

### Bemerkungen zu Soft-Sync

Soft-Sync gibt es zusammen mit Sinus- und Dreieckswellen (Self-Sync-Algorithmen) und in Form von externer Synchronisierung. In beiden Fällen dreht das Sync-Signal die Wellenformrichtung um – genau so, wie es beim Thru-Zero-FM-Verfahren mit einer Rechteckwelle als Modulationssignal der Fall ist. Die Grundfrequenz der daraus entstehenden Wellenform bleibt davon unbeeinflusst.



### Quantizer: Qtz/Clk-Taster

Jede Sektion verfügt über ihren eigenen Tonhöhen-Quantizer. Um dessen Einstellungen zu ändern, drücken Sie kurz auf den Qtz/Clk-Taster. Mit dem Encoder können Sie nun eine Quantizer-Betriebsart oder eine Tonhöhenkala auswählen. Durch erneutes Drücken des Qtz/Clk-Tasters wird Ihre Eingabe übernommen.

The Qtz/Clk-LED leuchtet dauerhaft, wenn eine Quantisierungsart aktiv ist.

Es gibt pro Sektion genau eine Quantizer-Einstellung. Diese wirkt sich auf alle Sound-Algorithmen dieser Sektion gleichsam aus:

Quantizer/Name	Icon	Details	Basisnoten-Umfang
Quarter tones	1/4	Teilt Oktaven in 24 gleiche Schritte	-
Semitones	1/2	Teilt Oktaven in 12 gleiche Schritte	-
Diatonic	Di	c, d, e, f, g, a, b	12
Major	M	c, e, g	12
Minor	m	c, d#, g	12
Natural Minor	nm	c, d, d#, f, g, g#, a#	12
Pentatonic	Pe	c, d, e, g, a	12
Spanish	Sp	c, c#, e, f, g, g#, a#	12
Gamelan	Ga	c, c#, d#, g, g#	12
In Sen	IS	c, c#, f, g, a#	12
Hirajoshi	Hi	c, d#, f, g, g#	12
Blues	BL	c, d#, f, f#, g, a#	12
Chinese	Ch	c, e, f#, g, b	12
Hungarian	Hu	c, d, d#, f#, g, g#, b	12
Octatonic	8n	c, c#, d#, e, f#, g, a, a#	3
Hexatonic	Hx	c, d, e, f#, g#, a#	2
Thirds	3"	c, e, g#	4
Fifths	5"	Quintenfolge, nicht oktavgleich!	7
Octaves	Oc	Oc	12
Just intonation	Ji	1/1, 9/8, 5/4, 4/3, 3/2, 5/3, 15/8 ratios	12
19 tones	19	Teilt Oktaven in 19 gleiche Schritte	-

Drücken Sie den Encoder etwas länger, um den kompletten Namen des Quantizer-Musters oder der verwendeten Skala einzublenden.

Die Pentatonische Skala beinhaltet sowohl Dur- als auch Molltonarten, weil Moll Pentatonisch das Gleiche ist wie Dur Pentatonisch, wenn die Dur-Skala 3 Halbtöne höher beginnt. Sie brauchen also lediglich die Basisnote anzupassen oder, falls nötig, die Stimmlage des Oszillators, um zwischen diesen beiden Skalen zu wechseln.

## Basisnote des Quantizers

Die Basisnoten-Einstellung ist wichtig, damit der Quantizer genau die Noten spielt, die Sie aufgrund Ihrer Steuerspannung (von einem Keyboard, einem Sequencer usw.) erwarten. Deren vorgegebene Notenwerte orientieren sich an der Volt-pro-Oktave-Regel.

Angenommen, Sie verwenden eine Tastatur, die mit der Note C1 eine Spannung 1,25 V ausgibt, der Quantizer benötigt jedoch 1,0 V für diesen Ton. Nun würden die tatsächlich ausgegebenen Tonhöhen mehr oder weniger drastisch von Ihren Erwartungen und von dem, was Sie auf dem Keyboard spielen, abweichen.

Sobald ein Quantizer aktiv ist, lässt sich auch seine Basisnote einstellen. Diese bestimmt, welches Spannungsniveau für den ersten Ton der gewählten Skala steht. Anders ausgedrückt, mit der Basisnoten-Einstellung ändern Sie die Tonhöhenkala, welche die eingehende Spannung prüft - nicht die Tonhöhe des Oszillators!

Wenn die Basisnote einer Skala normalerweise 0 Volt entspricht, dann wäre das nach einer Erhöhung um 6 Halbtöne ein Wert von 0,5 V (sechs mal ein Zwölftel Volt). Wenn Sie mit der geänderten Einstellung ein



C spielen möchten, müssen Sie dem Eingang nun also 0,5 Volt zuführen. Um dieses C letztendlich auch zu hören, muss unter Umständen der Oszillator noch mit den Coarse- und Fine-Reglern entsprechend gestimmt werden.

Ein längeres Drücken des Qtz/Clk-Tasters zeigt die gerade aktuelle Basisnote an. Wie üblich kann dieser Wert mit dem Encoder geändert werden.

Die Basisnote lässt sich auch dynamisch ändern: Schalten Sie dazu die FM-AM-Eingangsbuchse in die "Base note"-Betriebsart und legen Sie eine Steuerspannung an. Die Basisnotensteuerung gehorcht der 1-Volt-pro-Oktave-Regel.

## **Grundton und Basisnote - worin besteht der Unterschied?**

Im Quantizer entspricht der Grundton zunächst immer der Note C. Verändern können Sie das mit dem Coarse-Regler. Diese Transponierung geschieht nach dem Anwenden der Quantizer-Regeln.

Während die Basisnoten-Einstellung auch Seiteneffekte auf die Transponierung haben kann, bewirkt sie doch prinzipiell etwas Anderes: Sie beeinflusst den Grundton der eingehenden Steuerspannung, also noch bevor der Quantizer selbst einsetzt. Aus dem Grund trägt die Basisnote eine andere Bezeichnung als der Grundton.

Wenn Sie mit der Basisnote noch nichts anfangen können, dann vielleicht deswegen, weil Sie zunächst auch ohne diesen Parameter auskommen. Wichtig wird er dann, wenn die zugespilten Noten nicht die erwarteten Ergebnisse bringen, sobald der Twin Waves-Quantizer einsetzt. Die Ursache dafür ist, dass die Spannungs-Skala (und insbesondere der Grundton) des eingehenden musikalischen Signals um einen gewissen Betrag von der Spannung abweicht, die der Twin Waves am V.Oct-Eingang erwartet.

## **Der [Square] 1-Ausgang**

An dieser Ausgangsbuchse liegt ein Rechtecksignal mit 50% Pulsbreite an, das die halbe Frequenz des Oszillator-Ausgangssignal besitzt. Man kann es einerseits für Audiomischungen verwenden, aber es lässt sich ebenso als Steuersignal für die Synchronisierung eines Slave-Oszillators einsetzen.

## **LFO**

### **Überblick**

In der LFO-Betriebsart können Sie einen Oszillator re-synchronisieren (Neustart der Phasenlage ohne Änderung der Schwingungsdauer) oder vollständig clock-synchronisieren (dabei wird die Frequenz von einem externen Clock-Signal bestimmt).

Oszillator 1 bietet zwei zusätzliche Features:

- Die Lautstärke seines Ausgangssignals kann mit einer Steuerspannung kontrolliert werden (AM – Amplitudenmodulation)
- Ergänzend zum Oszillator-Ausgangssignal liegt an der [Square] 1-Ausgangsbuchse ein Trigger an.

Die erzeugten LFO-Signale gehören zu einer der folgenden Kategorien:

## Zyklische Signalalgorithmen

Ein typisches Einsatzgebiet für LFOs ist die Erzeugung sich wiederholender Wellen. Die Basiswellenformen Dreieck, Rechteck und Sinus lassen sich im Twin Waves in ihrer Form und Phase modulieren, wodurch sich wiederum andere feste Wellenformen wie Sägezahn oder Puls erzeugen lassen. Zudem können diese Wellen synchronisiert werden, das heißt sie starten in Abhängigkeit von einem externen Trigger.

Weiterhin kann der Twin Waves Zufallsschwingungen ausgeben: Ein Sample-and-Hold-Schaltkreis liest im Takt eines LFOs eine Rauschsignalquelle aus. Dies wird üblicherweise mit „S/H“ oder „S&H“ etikettiert.

Weniger bekannt ist die Vektorerzeugung („Brownian vectors“). Mit jedem Schritt nähert sich der aktuelle Zufallswert einem Zielwert, der ebenfalls zufällig bestimmt wird. Dabei entsteht eine Art Rauschen, das zwar unterhalb der Hörschwelle liegt, womit sich aber andere Sounds mit eher statischem Charakter hervorragend modulieren lassen.








## Aperiodische Signalalgorithmen

Der Twin Waves bietet Algorithmen, bei denen die Dauer zwischen den Events unregelmäßig ist. Das bezeichnet man als „nicht periodisch“ oder „aperiodisch“.

Der Grad dieser Unregelmäßigkeit wird mit dem Param-Regler und der Param-Buchse bestimmt – von perfekt zyklisch bis hin zu komplett unregelmäßig.

Die schon erwähnten Vektor- und S/H-Algorithmen besitzen auch eine aperiodische Variante.

## Liste der LFO-Algorithmen

Icon	Algorithmus	Parameter	Auswirkung
	Sägezahn / Dreieck	Slope	Überblendung (Wave Shaping) zwischen Dreieck und Sägezahn
	Rechteck / Puls	PWM	Überblendung (Wave Shaping) zwischen Rechteck und Puls
	Sinus	Phase mod	Symmetrie der Wellenform
	Brownian S/H	Random level maximum deviation	Zufallsgrad zwischen 0 und 100%
	Randomly timed S/H	Time randomness	Zufälligkeit der Schrittabstände, zyklisch bis zufällig (die Level sind stets zufällig)
	Brownian vectors	Random level maximum deviation	Zufallsgrad zwischen 0 und 100%
	Randomly timed vectors	Time randomness	Zufälligkeit der Schrittabstände, zyklisch bis zufällig (die Level sind stets zufällig)

## V.Oct-Eingangsbuchsen

Hieran wird eine Steuerspannung angeschlossen, die die Frequenz des LFOs bestimmt und nach der Formel  $V/2f$  arbeitet, also die Geschwindigkeit mit jedem Volt verdoppelt bzw. umgekehrt, halbiert. Wenn die Steuerung durch externe Clock aktiv ist, kontrolliert die V.Oct-Buchse die div/mult-Einstellung (siehe unten).

In der LFO-Betriebsart steuern die Buchsen V.Oct 1 und V.Oct 2 jeweils ihre zugehörige Sektion.

## Sync/Clk-Buchse

Jeder LFO kann auf die Signale hören, die an der Sync/Clk-Buchse anliegen. Dabei schließen sich Synchronisierung und externe Clock gegenseitig aus, es kann immer nur eines dieser Features pro Sektion genutzt werden. Das heißt aber auch, dass einer der beiden LFOs auf „Sync“ eingestellt sein darf, während der andere in der Betriebsart „externe Clock“ unterwegs ist. Beide LFOs hören dabei auf dasselbe Signal an der Sync/Clk-Buchse.

## Qtz/Clk-Taste: Interne/externe Clock

Standardmäßig bestimmt ein LFO selbst, wie schnell er schwingt. Diese Frequenz wird durch den Coarse-Regler und den V.Oct-Eingang bestimmt. Im Twin Waves kann stattdessen auch eine Tempo-Synchronisierung zu einem externen Clocksignal erfolgen, auch anhand eines Trigger-, Gate- oder LFO-Signals. Darüber hinaus ist es sogar möglich, eine Aufteilung zwischen dem externen zyklischen Signal und dem LFO-Tempo vorzunehmen.

Durch kurzes Drücken des Qtz/Clk-Tasters gelangt man zur Einstellung der LFO Clock. Die Auswahl ist „internal clock“ (ic) und „external clock“ (xc), dies wird mit dem Encoder gewählt und übernommen.

Wenn „external clock“ ausgewählt ist, leuchtet die Qtz/Clk-LED. Jetzt wird mit Coarse-Regler nicht die direkte Geschwindigkeit, sondern den Teiler oder Multiplikator des anliegenden Clock-Signals eingestellt.

Die Frequenz wird durch die Zeit zwischen zwei aufeinander folgenden Clock-Impulsen bestimmt. Liegen diese Clock-Ticks beispielsweise mehrere Minuten auseinander, so lassen sich mit einem Teiler von 64 sogar Schwingungen von mehreren Stunden Dauer erreichen.

Die endgültige Einstellung von Teiler und Multiplikator wird durch das Zusammenwirken von Coarse-Regler und der Spannung an der V.Oct-Eingangsbuchse bestimmt.

Folgende Multiplikatorwerte stehen zur Verfügung:

1 x	1,5 x	2 x	3 x	4 x	6 x	8 x	9 x	12 x	16 x
-----	-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------

Folgende Teilerwerte:

/1,5	/2	/3	/4	/6	/8	/9	/12	/16	/32	/48	/64
------	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----

Während „external clocking“ aktiv ist, kann in der Sektion die Sync-Funktion nicht genutzt werden.

## Synchronisierung: Sync-Button

Wenn Sync aktiviert ist, führt jedes Trigger- oder Gate-Signal an der Sync/Clk-Eingangsbuchse dazu, dass der LFO sofort einen neuen Zyklus startet. Ein wichtiger Unterschied zum External Clocking besteht darin, dass während der Synchronisierung die Geschwindigkeit des LFOs weiter unabhängig eingestellt werden kann, das heißt der LFO kann eine schnellere oder langsamere Frequenz besitzen als das Sync-Signal.

Durch Drücken des Sync-Buttons gelangen Sie in das Sync-Einstellungsmenü. Drehen Sie den Encoder, um die Synchronisierung ein- oder auszuschalten. Wenn ein zyklischer Algorithmus aktiv ist, besteht eine

Wahlmöglichkeit zwischen steigender oder fallender Signalfanke, oder beidem. Zufallsbasierte Algorithmen synchronisieren stets auf die steigende Flanke.

Durch erneutes Drücken des Sync-Tasters oder Encoders wird Ihre Eingabe übernommen. Während die Synchronisierung aktiv ist, leuchtet die Sync-LED.

Solange ein LFO synchronisiert wird, steht in dieser Sektion das External Clocking nicht zur Verfügung – und umgekehrt.

Da die Sync-Eingangsbuchse gleichzeitig beiden Sektionen identisch ihr Signal anbietet, müssen Sie pro Sektion jeweils entscheiden, ob Sie anhand dieses Signals die Sync-Funktion, das External Clocking oder keines davon nutzen möchten.

### **FM/AM-Buchse und Level-Regler**

Die Amplitude von LFO 1 ergibt sich aus der Kombination des Fine/Level-Reglers und der Steuerspannung an FM/AM-Eingangsbuchse. Negative Steuerspannungen können dazu führen, dass trotz Maximalstellung des Reglers eine Gesamtamplitude von Null entsteht und somit an der Out 1-Buchse kein Signal ausgegeben wird.

Die Amplitude von LFO 2 kann ausschließlich mit dem Fine/Level-Regler gesteuert werden.

### **[Square] 1-Ausgangsbuchse**

Hier wird bei jedem Zyklusbeginn von LFO 1 ein kurzer Spannungsimpuls ausgegeben. Hiermit können Sie beispielsweise externe Module triggern. Das kann besonders dann interessant sein, wenn Sie einen der „Random Timing“-Algorithmen verwenden.

## Zusammenfassung der Tastenfunktionen

### Einzel Tasten-Funktionen

Taster	Kurzes Drücken	Langes Drücken
Osc 2	Umschalten zwischen Osc1 und Osc 2	Einstellung der V/Oct-Eingangsbuchse
LFO-AM	Umschalten zwischen VCO- und LFO-Betriebsart	Einstellung der FM/AM-Eingangsbuchse
Qtz/Clk	<ul style="list-style-type: none"><li>VCO: Quantizer-Einstellung</li><li>LFO: Clock-Einstellung</li></ul>	Basisnoteneinstellung des Quantizers, wenn dieser aktiv ist
Sync	Einstellung der Synchronisierung	Umschalten zwischen relativem und absolutem Modus bei Self-Sync-Algorithmen

### Funktionen beim Betätigen mehrerer Tasten zugleich

Kombination	Funktion
Sync + Osc 2	Anzeige der Firmwareversion und des Kalibrierungsstatus
Sync + Qtz/Clk	Sperrern/Entsperrern der Tuning-Einstellung des aktuellen VCOs

Mehrere Tasten zugleich – beim Einschalten drücken

Kombination	Funktion
Sync + Osc 2	Vorbereitung zum Firmware-Update
LFO-AM + Qtz/Clk	Zurücksetzen des Twin Wave auf Werkseinstellungen

## Zusammenfassung der LED-Anzeigen

(Je nachdem, ob eine Funktion aktiviert oder deaktiviert ist, bedeutet „kurzes Blinken“ entweder ein kurzes Aufleuchten oder ein kurzes Abblenden der LED)

### VCO-Betriebsart

Die rote LFO-AM-LED ist (meist) aus.

LED		aus	an	dauerhaftes Blinken	kurzes Blinken	doppelt kurzes Blinken	dreifach kurzes Blinken
Osc 2	blau	Auswahl VCO 1	Auswahl VCO 2	Einstellung der V.Oct-Buchse	V.Oct wird addiert	V.Oct ist Offset	
LFO-AM	rot	VCO, FM-Buchse = BZX	siehe LFO-Betriebsart	Einstellung der FM-Buchse	FM-Buchse = Linear FM	FM-Buchse = AM (VCA)	FM-Buchse = QTZ-Basisnote
Qtz/Clk	gelb		Quantizer = an	Quantizer-Einstellung			
Sync	grün		Externe Synchr. = an	Einstellung Sync-Algorithmen	Slave-Osz. = absolut		
Algo	blau			Auswahl Algorithmus	FM-Buche = Algorithmus		

### LFO-Betriebsart

Die rote LFO-AM-LED ist (meist) an.

LED		aus	an	dauerhaftes Blinken	kurzes Blinken
Osc 2	blau	Auswahl LFO 1	Auswahl LFO 2		
LFO-AM	rot	siehe VCO-Betriebsart	LFO, FM-Buchse = AM		Zyklus startet
Qtz/Clk	gelb		Ext. Clock = an	Clock-Einstellung	
Sync	grün		Ext. Sync = an	Sync-Einstellung	
Algo	blau			Auswahl des Algorithmus	

### Regler-LEDs

LED	aus	an	pulsieren
Weißer Regler-LEDs	Reglerposition weicht von Einstellung ab	Reglerposition entspricht der Einstellung	Regler ist verriegelt

## Ausgangsbuchsen-LEDs

Die LEDs an den Ausgängen zeigen den grundsätzlichen Signalverlauf an.

Dabei bedeutet LED aus = maximale negative Spannung, LED an = maximale positive Spannung.

Wichtig: Die LEDs zeigen nicht an, ob diese maximalen Spannungen auch tatsächlich von den Buchsen ausgegeben werden – denn aufgrund der diversen Level-Einstellungen ist das potenzielle Signal möglicherweise abgeschwächt oder sogar „stumm“).

Die blaue [Square]1-LED folgt dem ausgegebenen Signal: aus = -5 V, an = +5 V.



## Problembhebung

Hier folgt eine kurze Auflistung von möglicherweise unerwarteten Betriebszuständen.

Machen Sie auch bitte Gebrauch von der Hilfefunktion des Twin Waves, indem Sie den Encoder länger hineindrücken und auf den scrollenden Text im Display achten.

### Zurücksetzen auf Werkseinstellungen

Sollten Sie den Überblick einmal komplett verloren haben oder bewusst mit neutralen Einstellungen starten wollen, bietet der Twin Waves dafür eine Rückstellfunktion an. Drücken Sie die Tasten LFO-AM und Qtz/Clk zugleich, während Sie das Gerät einschalten. Sobald Sie den scrollenden Text im Display erkennen, können Sie die Tasten loslassen.

- **Die Stimm-Regler (Coarse, Fine) reagieren nicht**
  - ⇒ Die Regler sind verriegelt (siehe Abschnitt „Verriegelung der Stimm-Potentiometer“). Drücken Sie gleichzeitig die Tasten „Qtz/Clk“ und „Sync“ zum Entriegeln. Beachten Sie, dass dies für jede Sektion getrennt einstellbar ist.
- **VCO 1 ist stumm**
  - ⇒ Die FM/AM-Ausgangsbuchse ist als VCA-Kontrolle konfiguriert und es liegt keine positive Spannung an. Siehe Abschnitt „FM/AM-Eingangsbuchse“
- **Kein Signal in der LFO-Betriebsart**
  - ⇒ Das Ausgangssignal ist heruntergeregelt. Drehen Sie den Fine/Level-Regler solange, bis dessen weiße LED leuchtet, und erhöhen Sie dann die Level-Einstellung.
  - ⇒ An der FM/AM-Eingangsbuchse liegt eine negative Spannung an.
- **Der LFO „hängt fest“**
  - ⇒ Die Qtz/LED-LED leuchtet. Der LFO erwartet dann ein externes Clock-Signal, welches aber nicht kommt. Möglicherweise ist dieses Signal auch so langsam, dass es scheint als sei der LFO stehengeblieben.  
Siehe Abschnitt „Qtz/Clk-Taste: Interne/externe Clock“.
- **Ein normalisiertes Signal scheint zu fehlen**
  - ⇒ Wenn die Signalquelle ein LFO ist, dann ist möglicherweise dessen Fine/Level-Regler geschlossen.
  - ⇒ Wenn die Signalquelle VCO 1 ist und dessen VCA-Steuerung aktiviert wurde, dürfte ein fehlendes Signal an der V.Oct 1-Buchse der Grund sein.
- **Der VCO spielt nicht notenrein**
  - ⇒ Der VCO folgt einer ungewöhnlichen Transponierung. Die V.Oct-Einstellung steht auf „added“ oder „offset“. Siehe Abschnitt „V.Oct-Eingangsbuchsen“.
  - ⇒ Sie haben eine ungewöhnliche Quantizer-Notenskala ausgewählt.  
Siehe Abschnitt „Quantizer“.

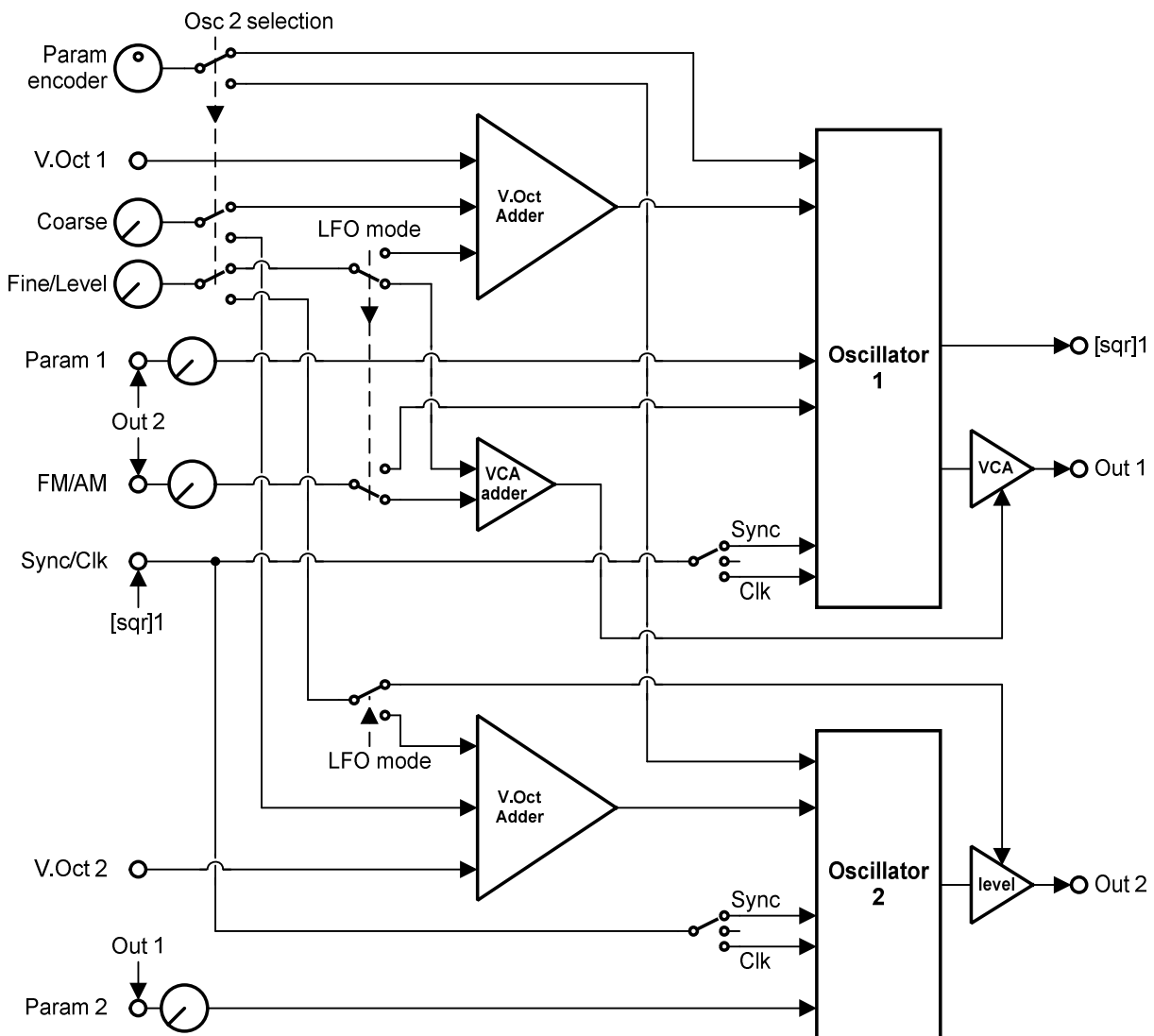
- ⇒ Sie verwenden ein technisch minderwertiges aktives Multiple am V.Oct-Eingang.
- ⇒ Sie verwenden ein passives Multiple am V.Oct-Eingang, und das Quellmodul liefert keinen linearen Spannungsverlauf über die gesamte Signalbandbreite.

## Signalschaltplan

Das Diagramm geht nicht darauf ein, dass die Einstellungen sektionsweise gespeichert werden, wenn zwischen den beiden Sektionen umgeschaltet wird.

Aus Vereinfachungsgründen werden die Funktionen VCF, Ringmodulator und virtuelle Oszillatoren, die in manchen Algorithmen implementiert sind, hier nicht dargestellt.

Außerdem sind die diversen Modi der V.Oct-Eingangsbuchse nicht aufgeführt. Nur der „Separate“-Modus wird dargestellt.



## Technische Spezifikationen

### Gehäuse

Abmessungen	Mm	Inch	Eurorack-Einbaumaß
Höhe	128,4	5.06	3 HE
Breite	40,40	1,59	6 HP
Tiefe hinter der Frontplatte (ohne Kabel)	21	0,83	

Gewicht: 73 g (nur das Modul), 170 g (inklusive Verpackung)

### Stromversorgung

Der Sockel verhindert falsche Polarität beim Einstecken der Stromzufuhr.

Spannungsleitung	Strombedarf
+12 V	52 mA
-12 V	17 mA
+5 V	0 mA

### Eingang/Ausgang

Alle Ein- und Ausgänge können mit Spannungen von -12 V bis +12 V umgehen.

Buchse	Effektiver Spannungsbereich (eingangs- oder ausgangsseitig)
Steuereingang V/Oct.	-4 V bis +6 V
Parameter- und AM/FM-Eingänge	-3,75 V bis +3,75 V mindestens für vollen Bereich
Sync / Clk-Eingang	+1,5 V mindestens für Triggerschwelle
Ausgänge	-5 V bis +5 V nominal

### Signale

Parameter	Werte
Grundton-Frequenzbereich im VCO-Modus	10 Hz bis 10 kHz = mehr als 10 Oktaven
VCO-Frequenzbereich (inkl. Obertöne)	Gleichspannung bis 20 kHz
LFO-Frequenzbereich (interne / externe Clock)	2 Minuten bis 2 kHz / mehrere Tage bis 2 kHz
Eingangs- und Ausgangswandler	16-bit ADCs, 24-bit/96 kHz DACs

### Lieferumfang

Die Produktverpackung enthält:

- das Twin Waves MKII-Modul
- vier M3-Befestigungsschrauben mit Unterlegscheiben
- ein Eurorack-kompatibles 16-Pin-Flachbandkabel

**Klavis Produkte, inklusive Platinen und Metallteile, werden in Europa konzipiert und produziert.**