

# Twin Waves MKII

## Dual VCO / LFO / Sample&Hold / Zufallsgenerator

Der MKII besitzt ein einzigartiges Design. Noch mehr Bedienelemente als beim Vorgängermodell laden zum hemmungslosen „Schrauben“ ein. Die erstklassige Auswahl an Syntheseverfahren mit vielen Zusatzfunktionen – wobei alle wichtigen Parameter direkt erreichbar sind – sowie Cross-Modulation zwischen den Sektionen sind nur einige der herausragenden Features.



## Die Eigenschaften im Überblick

- Zwei unabhängige Oszillatoren, jeder als VCO, LFO oder Random nutzbar
- Features im VCO-Modus:
  - V/Oct-Tracking über 10 Oktaven mit Oktav-Umschaltung
  - Through zero und lineare Frequency Modulation
  - Eigener Ausgang für Suboktave
  - Hard & Soft-Sync
  - Eingebauter VCA
  - 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 dem zweiten Oszillator
    - Noise mit LPF, BPF, oder resonantem VCF
- Features im LFO-Modus:
  - Gleichzeitiger Signal- und Cycle Trigger-Ausgang
  - Synchronisierung zu externen Signalen
  - Clock-gesteuerte Geschwindigkeit, CV Multiplier/Divider
  - CV- und Reglerkontrolle für den Output Level
  - Algorithmusbasierte 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

# Inhaltsverzeichnis

Die Eigenschaften im Überblick.....	1
Elemente auf dem Frontpanel.....	5
Wie funktioniert das Teilen der Kontrollelemente?.....	5
Gemeinsame Verwendung des Sync/Clk-Eingangs.....	6
Normalisierte Patchbuchsen.....	6
VCO und LFO.....	6
Die Bedienelemente.....	7
Eingangsregler.....	7
Verriegelung der Stimm-Potentiometer.....	7
LFO.....	7
VCO.....	7
Param/Algo-Encoder.....	8
Die Hilfefunktion im Display.....	8
Autosave.....	8
VCO.....	9
Single Wave  .....	9
Multi-Oszillator  .....	9
Self-Sync  .....	9
Ringmodulation  .....	10
Bitcrushing  .....	10
Noise  .....	10
Tabelle der VCO-Algorithmen (in der Reihenfolge, wie sie im Twin Waves abrufbar sind).....	11
V.Oct-Eingangsbuchsen.....	12
FM/AM/...-Buchse.....	12
Synchronisierung.....	14
Self-Sync Slave Tracking.....	14
Soft-Sync.....	15
Quantizer.....	16
Basisnote des Quantizers.....	16

Grundton und Basisnote - worin besteht der Unterschied?.....	17
Der [Square] 1-Ausgang.....	17
LFO .....	18
Zyklische Signalalgorithmen .....	18
Aperiodische Signalalgorithmen.....	18
Liste der LFO-Algorithmen.....	18
V.Oct-Eingangsbuchsen .....	19
Sync/Clk-Buchse.....	19
Qtz/Clk-Taste: Interne/externe Clock .....	19
Synchronisierung.....	20
FM/AM/... -Buchse und Level-Regler .....	20
[Square] 1-Ausgangsbuchse.....	20
Zusammenfassung der Tastenfunktionen .....	21
Einzeltasten-Funktionen .....	21
Funktionen beim Betätigen mehrerer Tasten zugleich.....	21
Zusammenfassung der LED-Anzeigen.....	22
VCO-Betriebsart.....	22
LFO-Betriebsart .....	22
Regler-LEDs.....	22
Ausgangsbuchsen-LEDs .....	23
Problembeseitigung.....	24
Zurücksetzen auf Werkseinstellungen.....	24
• Die Stimm-Regler (Coarse, Fine) reagieren nicht.....	24
• VCO 1 ist stumm.....	24
• Kein Signal in der LFO-Betriebsart .....	24
• Der LFO „hängt fest“ .....	24
• Ein normalisiertes Signal scheint zu fehlen .....	24
• Der VCO spielt nicht notenrein.....	24
Signalschaltplan.....	26
Einbau- und Sicherheitshinweise .....	27
Einsatzzweck .....	27
Installation .....	27
Anschluss der Stromversorgung .....	27

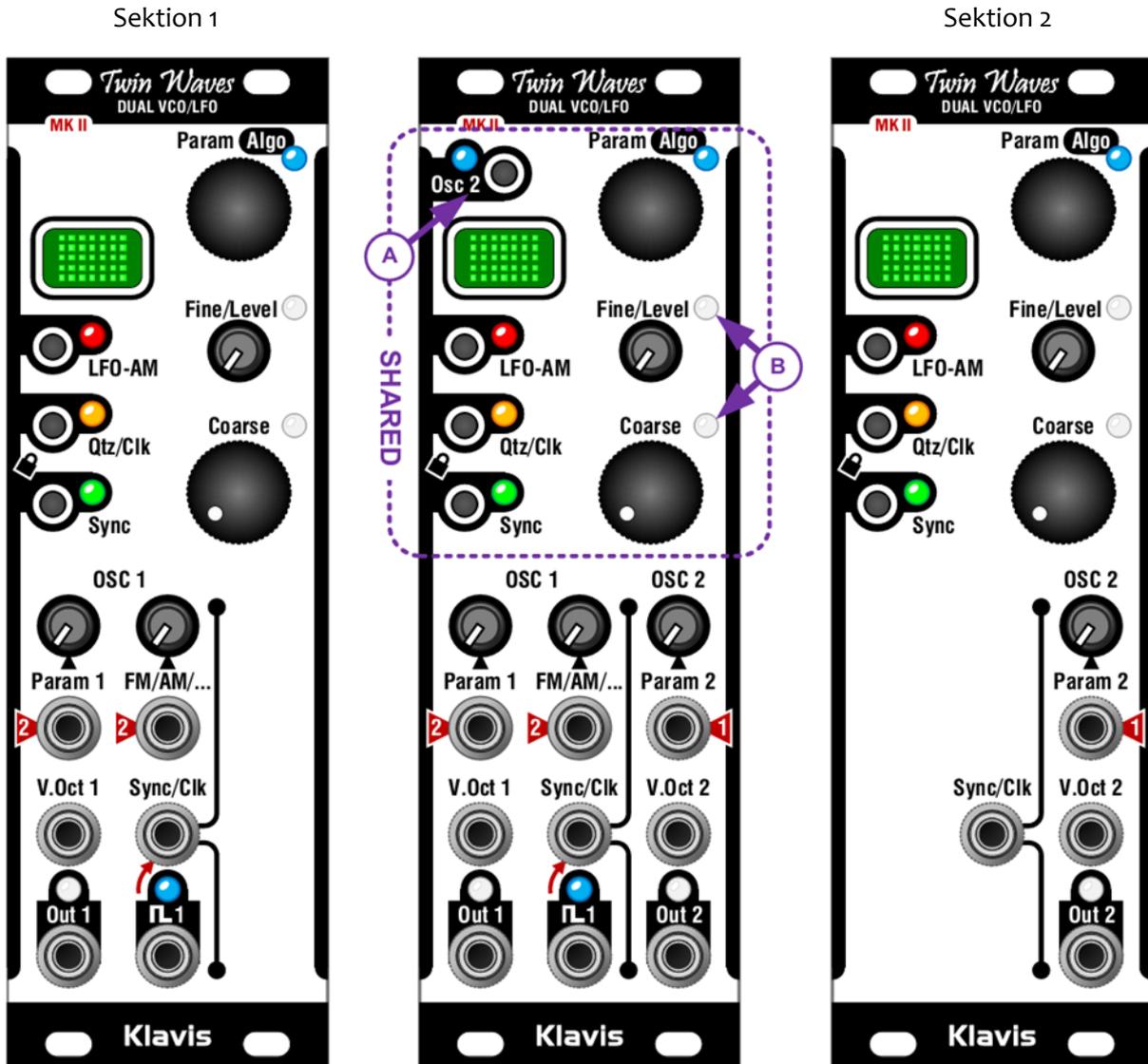
Aktualisierung der Firmware .....	28
Vorgehensweise zum Update.....	28
Hat bis hierher alles funktioniert?.....	28
Falls die Lautstärke zu gering ist ... ..	28
Sonstige Fehler während des Abspielvorgangs .....	28
Technische Spezifikationen .....	29
Gehäuse .....	29
Stromversorgung .....	29
Eingang/Ausgang.....	29
Signale.....	29
Lieferumfang .....	29

Wichtige Hinweise zum Einbau und Betrieb finden Sie am Ende dieser Anleitung.

Revision: 2024-05-21

## Elemente auf dem Frontpanel

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



## Wie funktioniert das Teilen der Kontrollelemente?

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

Wenn Sie zwischen den Sektionen hin- und herschalten, weichen die gespeicherten Einstellungen meistens 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 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 Patchbuchsen

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

Die roten Pfeile auf der Frontplatte zeigen Ihnen, welche Signale normalisiert sind:

Eingangsbuche	erhält durch die Normalisierung ein Signal von
Param 1	OSC 2
Param 2	OSC 1
Sync/Clk	OSC 1 Square/Sync

Sie benötigen kein Multiple, wenn Sie die Oszillator-Ausgangsbuchsen (Out 1, Out 2) verkabeln und gleichzeitig Cross-Modulation zwischen den Oszillatoren stattfinden soll. Die normalisierten Verbindungen bleiben aktiv, jedenfalls so lange an den Eingängen (Param 1, FM/AM/..., Param 2) jeweils kein Kabel eingesteckt wird.

## VCO und LFO

Wir verwenden in diesem Handbuch die Begriffe VCO und LFO auch als Hilfsmittel, um Audiofunktionen von Modulationsfunktionen abzugrenzen. Aber jede Sektion des Twin Wave ist mehr als ein herkömmlicher VCO oder LFO.

Das gilt auch für Features, die sich strenggenommen weder einem VCO noch einem LFO klar zuordnen lassen, wie beispielsweise „Filtered Noise“ (gehört eher zum Thema VCO) oder „Random Vectors“ (eher 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 ...

## Die Bedienelemente

### Eingangsregler

Mit den 3 Potis oberhalb der Eingangsbuchsen stellen Sie die Abschwächung bzw. Verstärkung des jeweiligen Modulationssignals ein. Die Eingangssignale werden nicht invertiert.

### 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 verriegelt bzw. wieder freigegeben. Während der Verriegelung passiert dies:

- Die beiden LEDs neben den Tuning-Reglern leuchten regelmäßig kurz auf, um Sie auf die Verriegelung aufmerksam zu machen
- Der Regler „Fine/Level“ ist außer Kraft (eben damit sich der Oszillator nicht verstimmt)
- Der Regler „Coarse“ verändert die Tonlage des Oszillators in Oktaven (anstatt gleitend), nämlich ausgehend von der Mittelstellung, bis zu drei Oktaven tiefer, und bis zu drei Oktaven höher.

Das kleine Schloss-Symbol auf der Frontplatte erinnert daran, welche Tasten zum Ver- oder Entriegeln gedrückt werden müssen.

### LFO

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

- Der Qtz/Clk-Taster führt zu den Clock-Einstellungen.
- Der „Fine/Level“-Regler übernimmt die „Level“-Funktion und steuert damit die Signalstärke (Amplitude) des LFO. Es kann vorkommen, dass der Eingang „FM/AM/...“ des ersten Oszillators scheinbar kein Signal von Oszillator 2 erhält – dann schalten Sie zum Oszillator 2 um und drehen dort den „Fine/Level“-Regler weiter auf.
- Das Signal an der „FM/AM“-Eingangsbuchse regelt die Amplitudenmodulation (AM) des Signals von LFO 1 – sprich: es wirkt sich auf dessen Signalstärke aus.
- Im LFO-Modus kann eine vollständige Oszillator-Schwingung zwischen 2 Minuten und und 1/2000 Sekunden (2 kHz) dauern, wenn die interne Clock verwendet wird. Bei externer Synchronisierung: bis herunter zu mehreren Tagen.

### VCO

Den VCO-Modus erkennen Sie daran, dass die LED „LFO/AM“ nicht leuchtet.

- Mit dem Qtz/Clk-Taster gelangen Sie in die Einstellungen zum Pitch Quantizer.
- Die FM/AM-Eingangsbuchse bietet einige weitere Kontrollfunktionen, dazu später.
- Der VCO deckt einen Frequenzbereich zwischen 10 Hz und 10 kHz ab.

## Param/Algo-Encoder

Zunächst bewirkt das Drehen des Potis eine Klangveränderung im aktuellen Algorithmus. Wenn beispielsweise der Square/Pulse-Algorithmus aktiv ist, wird damit „PWM“ (Param = Pulse Width Modulation) geregelt. Oder im Fall einer Sinuswelle: der fließende Übergang zum Dreieck (Param = Sine to Triangle). Einfach mal ausprobieren – Sie werden diesen Effekt sehr mögen. Eine kleine Animation im Display zeigt die aktuelle Einstellung des Parameters. Das kann hilfreich sein, wenn Sie während einer Live-Performance Ihr eigenes Signal gerade nicht abhören können.

Diesen Param-Wert können Sie auch mit der Param-Eingangsbuchse verändern.

Um den gesamten Algorithmus zu wechseln (Sie möchten beispielsweise von „Sinus“ auf „Rechteck“ umschalten), 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. Erscheint der gewünschte Algorithmus im Display, den Param/Algo-Encoder zum Auswählen erneut drücken.

## Die Hilfefunktion im Display

Sie können zu jedem beliebigen Zeitpunkt den Param/Algo-Encoder etwas länger hineindrücken. Daraufhin scrollt ein Hilfetext im Display, der den ausgewählten Parameter erläutert, 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

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

Oszillator 1 besitzt zusätzlich:

- die Eingangsbuchse „FM/AM...“ mit diversen Kontrollfunktionen:  
2 Arten von Frequenzmodulation, VCA, Quantizer-Grundton und Auswahl des Algorithmus.
- den Suboktaven-Ausgang

Der Twin Waves bietet insgesamt 20 (in Worten: zwanzig!) verschiedene Algorithmen zur Sounderzeugung, die man in Gruppen beschreiben kann. Hier ein Überblick:

### Single Wave



Die typische Sound-Grundausstattung, die man von analogen Oszillatoren kennt: Sinus, Dreieck, Rechteck (und Puls, was letztlich ein sehr schmales Rechteck ist). Wellenformen und Phasenverhältnisse können im Twin Waves dynamisch verändert werden.

### Additive Synthese



Hier stehen verschiedene Varianten 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



Ungeachtet 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 komplett voneinander unabhängig: Für jede Sektion kann ein eigener Multi-Oszillator-Algorithmus gewählt werden. Doppel-Multi sozusagen ...

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 fünf Oszillatoren gegeneinander verstimmt werden können).

### Self-Sync



„Sync“ beschreibt ein typisches Patch-Muster, das eigentlich zwei Oszillatoren erfordert. Im Twin Waves kann aber 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.

## Ringmodulation



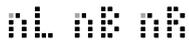
Eigentlich gehört die Ringmodulation nicht zu den Features eines VCOs, denn es werden mindestens zwei Klangquellen benötigt. Hier werden jedoch in einem einzigen Algorithmus zwei Sinuswellen-Oszillatoren erzeugt. Diese werden gemeinsam einem Ringmodulator zugeführt, woraus eine große Bandbreite an metallischen,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

## Bitcrushing



Bitcrushing (manchmal fälschlicherweise als „Bitreduzierung“ bezeichnet) ist ein digitales 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 ausschließlich Binärzahlen (1, 2, 4, 8, 16, ...), sondern ganzzahlige Werte (1, 2, 3, 4, 5, ...) zum Einsatz kommen. Dadurch entstehen deutlich weichere Übergänge beim Einstellen des Effektanteils. Die besten Resultate erzielt man beim Bitcrushing mit Wellenformen, die einen kontinuierlichen Anstieg besitzen. Deren Kurven werden 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



Diese Algorithmen verwenden keine Oszillatoren, sondern Grundlage ist immer ein perfektes Weißes Rauschen, das anschließend 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 führt zu einem melodisch abgestuften Rauschen. „Sync“ gibt es bei den Noise-Algorithmen nicht.

## Tabelle der VCO-Algorithmen

(in der Reihenfolge, wie sie im Twin Waves abrufbar sind)

Display	Algorithmus	Aufbau	Parameter	Wirkung
	Sine	1 osc	Phasenmodulation	Wellenform-Symmetrie
	Sqr/pulse	1 osc	Pulsweitenmodulation	Änderung Rechteck → Puls
	SawTri	1 osc	Wave Shaping	Änderung Dreieck → Sägezahn
	Quad saw	4-saw osc	Phasenverbreiterung	Phasenlage der 4 Sägezahn-Oszis
	Additive even	7-sine osc	Obertongehalt	Geradzahlige Harmonische
	Additive odd	7-sine osc	Obertongehalt	Ungeradzahlige Harmonische
	Additive all	7-sine osc	Obertongehalt	Harmonische 2., 3., 4. ... Ordnung
	Unison square	3x square osc	Verbreiterung	Detuning der 3 Oszillatoren
	Unison saw	5x saw osc	Verbreiterung	Detuning der 5 Oszillatoren
	Bit-crushed saw	1 osc + BR	Bit-Auflösung	Sample-Levels (Integer 3 bis 24)
	Bit-crushed sine	1 osc + BR	Bit-Auflösung	Sample-Levels (Integer 3 bis 24)
	Self-sync sqr	1+1 osc	Grundfrequenz	Frequenz des Slave-Oszillators
	Self-sync pulse	1+1 osc	Grundfrequenz	Frequenz des Slave-Oszillators
	Self-sync saw	1+1 osc	Grundfrequenz	Frequenz des Slave-Oszillators
	Self-sync tri	1+1 osc	Grundfrequenz	Frequenz des Slave-Oszillators
	Self-sync sine	1+1 osc	Grundfrequenz	Frequenz des Slave-Oszillators
	Ring modulator	1+1 osc +RM	Grundfrequenz	Frequenz des zweiten Oszillators
	Noise low-pass	Noise + LPF	Resonanz *)	Filterresonanz
	Noise bandpass	Noise + BPF	Bandbreite *)	Filterbandbreite
	Noise resonator	Noise + APRF	Filter Gain *)	Qualitätsfaktor

Für die beiden Oszillatoren können beliebige Kombinationen dieser Algorithmen ausgewählt werden.

\*) Die Frequenz des Filters wird über die V.Oct-Eingangsbuchse gesteuert.

## 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. Hier schließen Sie also die CV-Ausgangsspannung Ihres Keyboards oder Sequencers an.

Weil es bei den Noise-Algorithmen keine Tonhöhe gibt, regelt die Spannung hier 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 Betriebsart Separate. 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 rote LED „LFO-AM“ nicht, bzw. einmal, zweimal oder dreimal alle 2 Sekunden:

1. **BZX (FM)** – Eine besonders raffinierte Art der Frequenzmodulation von Oszillator 1:  
„Bipolar Zero-Crossing Frequency Modulation“  
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 seine Schwingung bis hin zum vollständigen Stopp, bevor die Wellenrichtung umkehrt und sich die Frequenz wieder erhöht.
  - Symmetrischer Nulldurchgang – die Frequenz bei vollem Modulationspegel entspricht genau der Frequenz ohne Modulation, egal welches die ursprüngliche Frequenz war. Der Nulldurchgang befindet sich auf halbem Weg der Modulationsbandbreite, sowohl negativ als auch positiv.

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



2. **FM** – Die klassische Variante der Frequenzmodulation. Fügt der Tonhöhe von OSC 1 eine moderate, lineare, bipolare Spannung hinzu.
3. **VCA** – steuert die Lautstärke. Der Twin Waves bringt einen waschechten Voltage Controlled Amplifier für das Ausgangssignal von Oszillator 1 mit. Konsequenz: Ohne eine entsprechende Steuerspannung an der Buchse „FM/AM/...“ wird in dieser Betriebsart kein Sound von Osc 1 zu hören sein!
4. **QTZ base note** - steuert den Grundton des Quantizers von OSC 1. Dies wird im Abschnitt zum Quantizer näher erläutert.
5. **Algo** – wechselt den Algorithmus der Sektion 1: Ausgehend vom aktuell eingestellten Algorithmus wird mit einer bipolaren Spannung ein neuer Algorithmus ausgewählt. Alle neu gewählten Algorithmen übernehmen ihre manuelle Param-Einstellungen vom ursprünglich ausgewählten Algorithmus.  
Die rote LED „LFO-AM“ bleibt aus, die blaue LED „Algo“ blinkt einmal alle 2 Sekunden.

## Synchronisierung

Neben der Self-Sync-Fähigkeit beherrschen die beiden Oszillatoren des Twin Waves natürlich auch die herkömmliche Art der Synchronisation, nämlich als Slave zu einem (externen) Master-Oszillator.

Drücken Sie den Sync-Taster, um das Menü mit den Sync-Einstellungen für die jeweilige Sektion zu öffnen. Durch Drehen des Encoders entscheiden Sie, ob der Oszillator synchronisiert 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, wenn die Sync-LED in dieser Sektion dauerhaft leuchtet.

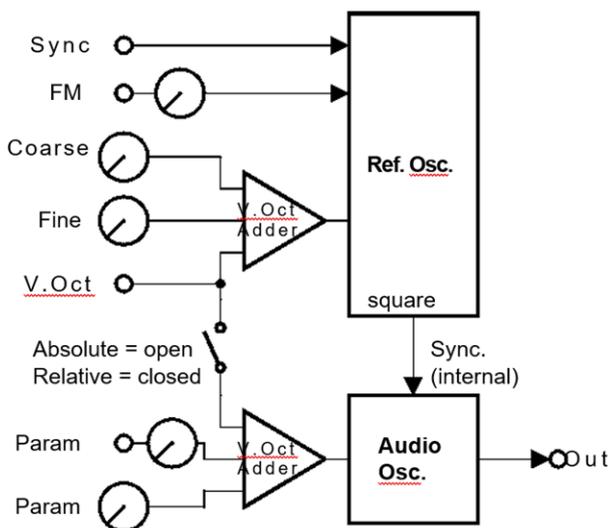
Beachten Sie bitte, dass das Signal an der Sync-Eingangsbuchse beide Sektionen erreicht. Daher müssen Sie die Synchronisierung in jeder Sektion wunschgemäß aktivieren oder deaktivieren. Wenn in der Eingangsbuchse „Sync/Clk“ kein Kabel steckt, würde Oszillator 1 versuchen, sich mit seinem eigenen Ausgangssignal zu synchronisieren. Das wäre mehr oder weniger sinnlos.

Andererseits, ein Oszillator in einem der Self-Sync-Algorithmen



kann wiederum zu einem anderen Oszillator (im Twin Waves oder extern) synchronisiert werden. Und wie das klingt? Nun, urteilen Sie bitte selbst!

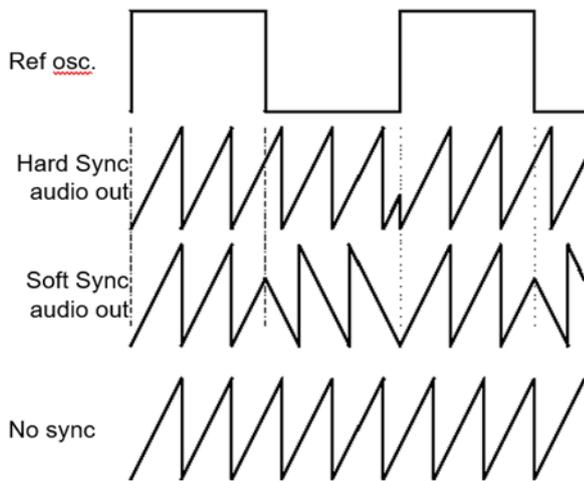
## Self-Sync Slave Tracking



Sobald ein Self-Sync-Algorithmus ausgewählt ist,



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 Tonhöhenereinstellungen 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.



## Soft-Sync

Soft-Sync gibt es zusammen mit den Self-Sync-  
Algorithmen der Dreiecks- und Sinuswellen



als auch 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

Jede Sektion verfügt über ihren eigenen Tonhöhen-Quantizer. Um dessen Einstellungen zu ändern, drücken Sie kurz auf die Taste „Qtz/Clk“. 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 gilt für alle Sound-Algorithmen dieser Sektion (was Basisnoten sind, wird weiter unten erläutert):

Quantizer/Name	Display	Details	einstellbare Basisnote
-	no	Quantizer ist deaktiviert	
Viertelton	$\frac{1}{4}$	Teilt Oktaven in 24 gleiche Schritte	keine
Halbton	$\frac{1}{2}$	Teilt Oktaven in 12 gleiche Schritte	keine
Diatonisch	Di	c, d, e, f, g, a, b	1 - 12
Dur („Major“)	M	c, e, g	1 - 12
Moll („Minor“)	m	c, d#, g	1 - 12
Natürlich Moll	nm	c, d, d#, f, g, g#, a#	1 - 12
Pentatonisch	Pe	c, d, e, g, a	1 - 12
Spanisch	Sp	c, c#, e, f, g, g#, a#	1 - 12
Gamelan	Ga	c, c#, d#, g, g#	1 - 12
In Sen	IS	c, c#, f, g, a#	1 - 12
Hirajoshi	Hi	c, d#, f, g, g#	1 - 12
Blues	BL	c, d#, f, f#, g, a#	1 - 12
Chinesisch	Ch	c, e, f#, g, b	1 - 12
Ungarisch	Hu	c, d, d#, f#, g, g#, b	1 - 12
Vermindert	8n	c, c#, d#, e, f#, g, a, a#	1 - 3
Hexatonisch	6n	c, d, e, f#, g#, a#	1 - 2
Terzen	3"	c, e, g#	1 - 4
Quinten	5"	Quintenzirkel, nicht oktavgleich!	1 - 7
Oktaven	Oc	c, c', c''	1 - 12
Reine Stimmung	Ji	$\frac{1}{1}, \frac{9}{8}, \frac{5}{4}, \frac{4}{3}, \frac{3}{2}, \frac{5}{3}, \frac{15}{8}$ Ratio	1 - 12
19-Ton-Skala	19	Teilt Oktaven in 19 gleiche Schritte	keine

Drücken Sie den Dreh-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 der 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 beim Spielen der Note C1 eine Spannung von 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 (6 x ein Zwölftel Volt). Wenn Sie mit der geänderten Einstellung ein C spielen möchten, müssen Sie dem Eingang nun also 0,5 Volt zusätzlich geben. Um letztendlich dieses C 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 (jedenfalls bei den Skalen, die Basisnoten haben). Wie üblich kann dieser Wert mit dem Encoder geändert werden.

Wie oben bereits beschrieben, können Sie die Basisnote 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.

Zwar kann die Basisnoten-Einstellung auch Seiteneffekte auf die Transponierung haben, doch bewirkt sie eigentlich etwas Anderes: Sie beeinflusst den Grundton der eingehenden Steuerspannung, also noch bevor der Quantizer selbst einsetzt. Darum 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 zugespielten 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, welches die halbe Frequenz des Oszillator-Ausgangssignals besitzt (Sub-Oszillator). Man kann das Signal einerseits für Audiomischungen verwenden, aber es lässt sich ebenso als Steuersignal und für die Synchronisierung eines Slave-Oszillators einsetzen.

## LFO

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 des 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 tieffrequentes 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 (Pulsbreitenmodulation)	Überblendung (Wave Shaping) zwischen Rechteck und Puls
	Sinus	Phasenmodulation	Symmetrie der Wellenform
	Brownian S/H	Random Level, maximale Abweichung	Zufallsgrad zwischen 0 und 100%
	Randomly timed S/H	Zeit-Zufallsanteil	Zufälligkeit der Schrittabstände, zyklisch bis zufällig (die Level sind stets zufällig)

	Brownian vectors	Random Level, maximale Abweichung	Zufallsgrad zwischen 0 und 100%
	Randomly timed vectors	Zeit-Zufallsanteil	Zufälligkeit der Schrittabstände, zyklisch bis zufällig (die Level sind stets zufällig)

## V.Oct-Eingangsbuchsen

Hier 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 Clock-Signal erfolgen, auch anhand eines Trigger-, Gate- oder LFO-Signals. Darüber hinaus ist es sogar möglich, ein mathematisches Verhältnis zwischen dem externen Clock-Signal und dem LFO-Tempo einzustellen.

Durch kurzes Drücken des Qtz/Clk-Tasters gelangt man zur Einstellung der LFO Clock. Die Auswahl lautet „Internal Clock“ (IC) oder „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 Teilerwerte stehen zur Verfügung (beim Drehen des Coarse-Reglers von links nach rechts)

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

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
-----	-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------

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

## Synchronisierung

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 bei 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 Reaktion auf das Signal an der Buchse „Sync/Clk“ einzustellen (die Betriebsart wird im Display angezeigt, zum Beispiel NO SYNC, HARD SYNC, SOFT SYNC). Wenn ein zyklischer LFO-Algorithmus aktiv ist, besteht eine Wahlmöglichkeit zwischen steigender oder fallender Signalfanke (RISING EDGE, FALLING EDGE), oder beidem (ALL EDGES). 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 der 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 Osc2	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 LED „LFO-AM“ ist (meist) aus.

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

### LFO-Betriebsart

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

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

### 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 folgen dem Signalverlauf.

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.  
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, 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“.

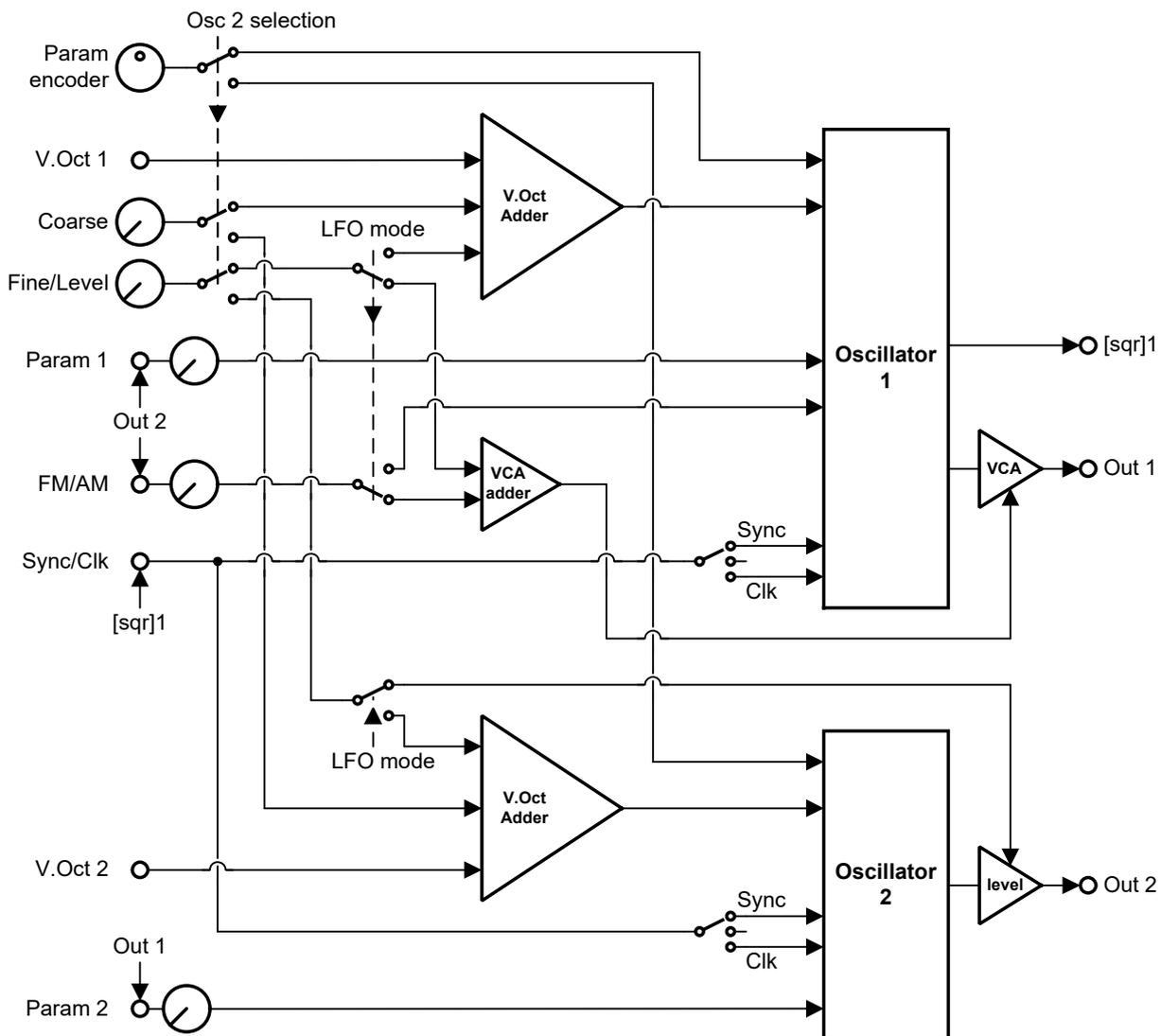
- ⇒ Sie verwenden ein technisch minderwertiges aktives Multiple am V.Oct-Eingang.
- ⇒ Sie verwenden ein passives Multiple am V.Oct-Eingang, und das Quellmodul liefert keinen linearen Spannungsverlauf über die gesamte Signalbandbreite.

## 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.



# Einbau- und Sicherheitshinweise

## Einsatzzweck

Das Modul „Twin Waves MKII“ 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 bestehenden 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 Twin Waves Ihrem System nicht hinzufügen. Sie würden dafür ein entsprechend leistungstärkeres 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 bitte sicher, dass die aktuelle Firmware installiert ist, bevor Sie das Modul erstmals 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 <sup>erfolgreich</sup> 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“)

# 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.**