

**ACHTUNG!** Das A-113-Modul benötigt eine zusätzliche +5V-Stromversorgung mit 100mA (z.B. eigenes +5V-Netzteil oder +5V-Adapter)

## 1. Einführung

Das Modul **A-113 (Subharmonic Generator)** erzeugt zu einem Eingangssignal **vier unabhängige Subharmonische**. Vom Aufbau und seiner Funktion her entspricht es dabei dem Herzstück der Klangerzeugung eines Mixtur-Trautoniums (s. Kap. 6).

Die Subharmonischen stehen an vier **Einzelausgängen** bereit; zusätzlich ist auch ein **Mischsignal** verfügbar, wobei der Anteil der einzelnen Subharmonischen individuell eingestellt werden kann.

Den **ganzzahligen Divisor** (Teiler) zur Erzeugung einer Subharmonischen geben Sie per **Taster** ein; der Wert des Divisors (Bereich 1 ... 24) wird mittels zweistelligem **7-Segment-Display** angezeigt.

Die Kombination der 4 Teiler wird als **Mixtur** bezeichnet. Jeweils 4 Mixturen bilden ein **Preset**.

Zum **Umschalten der 4 Mixturen** innerhalb eines Presets **per Gate-Signal** (z.B. Foot-Controller) stehen **2 Steuer-Eingänge** zur Verfügung.

**50 Presets** können gespeichert und per Taster abgerufen werden.

## 2. Funktionsprinzip

### Interner Aufbau

Der Subharmonische Generator A-113 enthält intern viermal die Baugruppen (s. Abb. 1)

- Frequenzteiler mit Display und Eingabetastern für den Divisor
- Wandler für Rechteck- in Sägezahn-Signal mit Einzelausgang
- Regler für Anteil des jeweiligen Ausgangs-Signals am Summen-Signal.

Das am Eingang anliegende Signal (vorzugsweise das Rechteck-Signal eines VCOs) wird den vier Frequenzteilern zugeführt. Die Frequenzen der dort erzeugten Rechteck-Signale sind durch die Division der Eingangssignal-Frequenz durch die eingestellten ganzzahligen Divisoren (Wertebereich: 1 ... 24) bestimmt.

Die so erzeugten Rechteck-Signale werden in Sägezahn-Signale gewandelt und stehen an den Einzelausgängen zur Verfügung.

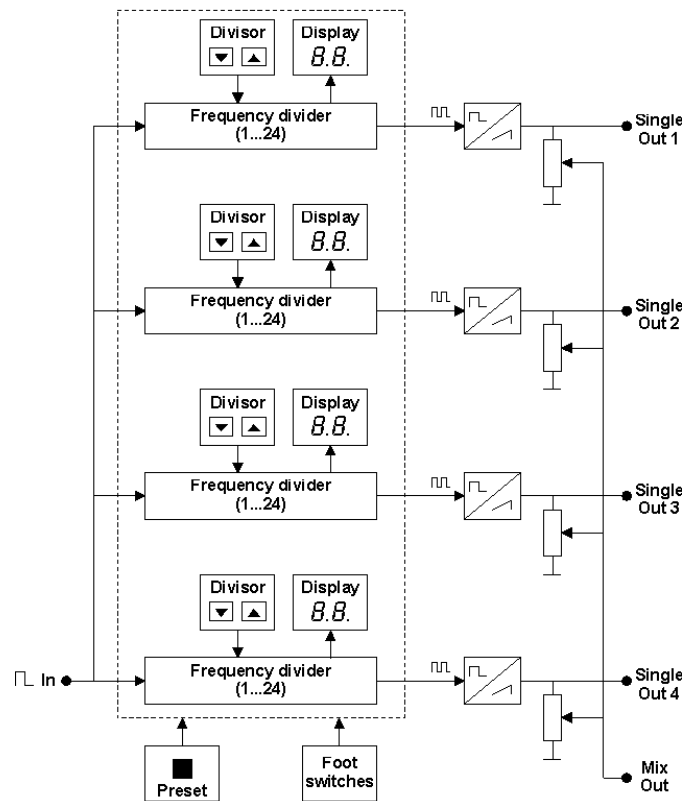


Abb. 1: Prinzipschaltbild des A-113

## Subharmonische

Durch **ganzzahlige Division der Eingangssignalfrequenz** entstehen die **Subharmonischen**.

Die Tabelle in Abb. 2 zeigt am Beispiel des Eingangssignals mit der Tonhöhe C<sup>5</sup> (523,2 Hz) die Frequenzen der entstehenden Subharmonischen und die korrespondierenden Tonhöhen.

Divisor	Freq. [Hz]	Note
1	523,2	C <sup>5</sup>
2	261,6	C <sup>4</sup>
3	174,6	F <sup>3</sup>
4	130,8	C <sup>3</sup>
5	103,8	As <sup>2</sup>
6	87,3	F <sup>2</sup>
7	73,4	D <sup>2</sup>
8	65,4	C <sup>2</sup>

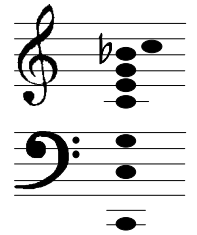


**Abb. 2:** Subharmonische eines Signals mit der Tonhöhe C<sup>5</sup>

Es zeigt sich, daß die Subharmonischen den Tönen einer **Moll-Akkordreihe** entsprechen.

H Im Gegensatz dazu bilden die Harmonischen, also ganzzahlige Vielfache der Signalfrequenz, die Töne einer **Dur-Akkordreihe** (s. Abb. 3). Die Unterton-Reihe oder subharmonische Reihe ist das spiegelbildliche Abbild der Obertonreihe.

Faktor	Freq. [Hz]	Note
1	65,4	C <sup>2</sup>
2	130,8	C <sup>3</sup>
3	196,0	G <sup>3</sup>
4	261,6	C <sup>4</sup>
5	329,6	E <sup>4</sup>
6	392,0	G <sup>4</sup>
7	466,1	B <sup>4</sup>
8	523,2	C <sup>5</sup>



**Abb. 3:** Harmonische eines Signals mit der Tonhöhe C<sup>2</sup>

H Der Begriff "Subharmonische" darf bei den obigen Betrachtungen nicht zu wörtlich genommen werden, da die vier Frequenzteiler des A-113 an ihren Ausgängen keine Sinus-Schwingungen (wie die Harmonischen bei der Oberton-Theorie) liefern, sondern vielmehr Sägezahn-Signale.

Mithin besitzt jede vom A-113 erzeugte "Subharmonische" selbst ein ausgeprägtes Oberton-Spektrum, da ein Sägezahn-Signal über ein vollständiges Spektrum mit geraden und ungeraden Harmonischen verfügt.

**Mixtur**

Die Kombination von vier Subharmonischen (entsprechend vier Divisorwerten) wird als **Mixtur** bezeichnet.

Es stehen **4 verschiedene Mixturen** ("00", "01", "10" und "11") zur Verfügung, von denen **eine aktiv** ist (im Gegensatz zu nur 3 Mixturen beim Original-Mixtur-Trautonium).

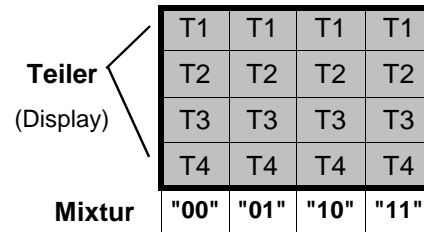
Die Wahl der aktiven Mixtur erfolgt durch das **Anlegen von Gate-Signalen** an zwei Steuereingängen (z.B.

mittels Foot-Controller; dies entspricht den Fußschaltern beim Mixtur-Trautonium).

**Preset**

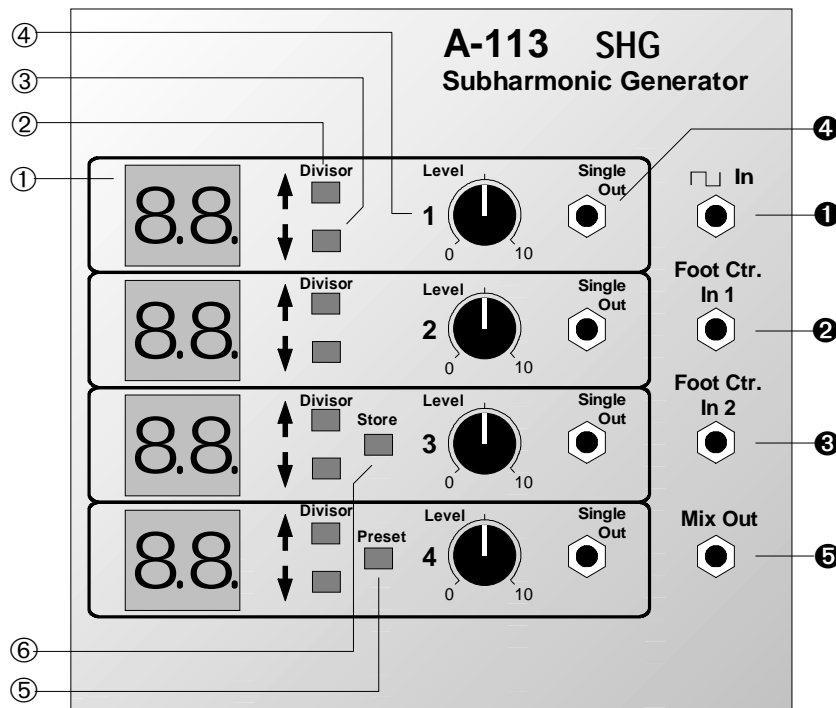
Ein **Preset** besteht aus 4 Mixturen mit jeweils 4 Teilerwerten (s. Abb. 4).

Im Modul A-113 lassen sich 50 Presets speichern und per Taster abrufen.



**Abb. 4:** zum Aufbau eines Presets

## 2. SHG - Übersicht



### Bedienkomponenten:

- 1 Display : Anzeige des Divisors
- 2 Up : Taster zum Erhöhen des Divisorwertes
- 3 Down : dto.zum Verringern
- 4 Level : Regler für Anteil am Misch-Signal
- 5 Preset : Taster zur Preset-Wahl
- 6 Store : Taster zum Speichern eines Presets

### Ein- / Ausgänge:

- ! In : gemeinsamer Audio-Eingang
- " Foot Ctr. 1 : Eingang für Fußtaster 1 zur Umschaltung der Mixtur
- § Foot Ctr. 2 : dto. für Fußtaster 2
- % Mix Out : Misch-Ausgang mit Summen-signal
- \$ Single Out : Audio-Ausgang eines Frequenzteilers

### 3. Bedienkomponenten

#### 1 Display

Das zweistellige 7-Segment-Display des Frequenzteilers zeigt den eingestellten **Wert des Divisors**.

Darüber hinaus dienen die **Dezimalpunkte** des Displays zur **Anzeige der aktiven Mixtur** (s. Abb.5). Hierbei gilt folgende Zuordnung:

- **keine** Dezimalpunkte an: **Mixtur "00"**
- **rechte** Dezimalpunkte an: **Mixtur "01"**
- **linke** Dezimalpunkte an: **Mixtur "10"**
- **beide** Dezimalpunkte an: **Mixtur "11"**

Die Anwahl einer Mixtur erfolgt durch das Anlegen entsprechender Gate-Signale an den Eingängen \$ und % (s. Kap. 4).

#### 2 Up • 3 Down

Der Up-Taster 2 bzw. Down-Taster 3 dient zur **Einstellung des Divisorwertes** (Wertebereich 01 bis 24) für den jeweiligen Frequenzteiler.

1	02	1	02.	1	0.1	1	0.2.
2	03	2	04.	2	0.3	2	0.3.
3	04	3	08.	3	0.5	3	1.3.
4	05	4	16.	4	0.7	4	0.8.

**Abb. 5:** Anzeige der Mixturen mittels Dezimalpunkten (von links nach rechts: "00", "01", "10", "11")

H Stellen Sie beim Einstellen der Divisorwerte anhand der Dezimalpunkte sicher, daß Sie die gewünschte Mixtur angewählt haben.

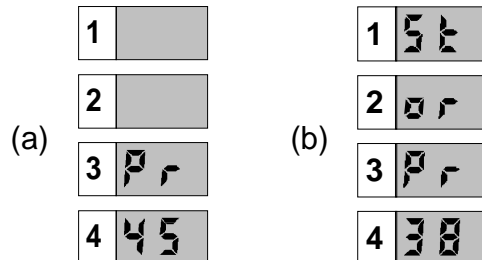
**Up-** und **Down-Taster** von **Frequenzteiler 4** dienen zusätzlich zur **Wahl eines Presets** wenn gleichzeitig der Preset-Taster 5 gedrückt wird.

#### 4 Level

Mit dem Regler 4 bestimmen Sie für den jeweiligen Frequenzteiler den **Anteil am Summensignal**, das Sie am Ausgang % abgreifen können.

## 5 Preset

Durch Drücken und Halten der Taste 5 gelangt das Modul in den **Preset-Modus** (s. Kap. 2 zum Begriff "Preset"). Dies erkennen Sie daran, daß das Display des dritten Frequenzteiler ein "Pr" anzeigt während im Display des vierten Frequenzteilers die Nummer des momentan eingestellten Presets (z.B. "45") angezeigt wird (s. Abb. 6a).



**Abb. 6:** (a): Anzeige des aktuellen Presets  
(b): Speichern unter neuer Preset-Nummer

Zur **Wahl eines anderen Presets** betätigen Sie bei gedrückt gehaltenem Preset-Taster 5 den Up-Taster 2 bzw. Down-Taster 3 des vierten Frequenzteilers, bis die gewünschte Preset-Nummer in der Anzeige erscheint.

Sobald Sie den Preset-Taster 5 loslassen, gelangen Sie wieder in die normale Betriebsart; in den Displays sämtlicher Frequenzteiler erscheinen die Divisor-Werte gemäß der eingestellten Mixtur.

## 6 Store

Die Taste 6 dient zum **Speichern eines Presets**. So gehen Sie vor:

- D Wählen Sie durch Drücken und Halten der Preset-Taste 5 den Preset Modus (s. Abb. 6a).
- D Wählen Sie mittels der Up/Down-Taster 2 und 3 die gewünschte Preset-Nummer, unter der das aktuelle Preset gespeichert werden soll.
- D Drücken Sie bei weiterhin gehaltener Preset-Taste die Store-Taste 6. In den beiden oberen Displays erscheint als Bestätigung "**Stor**" (s. Abb. 6b).

H **Beim Speichern** unter einer gewählten Preset-Nummer wird das dort bereits vorhandene **Preset überschrieben**.

Nach Loslassen beider Tasten gelangen Sie wieder in die normale Betriebsart.

## 4. Ein- / Ausgänge

### ! In

An der Buchse ! führen Sie das **Eingangssignal** für das Modul zu, das intern an allen vier Frequenzteilern anliegt. In der Regel verwenden Sie als Eingangssignal das Rechteck-Signal eines VCOs.

### " Foot Ctr. In 1 • § Foot Ctr. In 2

Die Eingänge " und § dienen zur **Anwahl der Mixtur**, indem Sie entsprechende Gate-Signale (z.B. Foot Controller, Gate-Ausgänge eines Sequenzers, etc.) zuführen (s. Abb. 7).

Foot Ctr. In 1	Foot Ctr. In 2	Mixtur	Display-Beispiel
0	0	"00"	02
0	1	"01"	04.
1	0	"10"	0.1
1	1	"11"	1.3.

**Abb. 7:** Wahl einer Mixtur durch entsprechende Gate-Signale (0: kein Gate, 1: Gate)

Die jeweilige Mixtur wird mittels der Dezimalpunkte der Displays angezeigt (vgl. Kap. 3, Abb. 5).

### % Mix Out

Der Misch-Ausgang § stellt das **Summensignal** aller vier Frequenzteiler zur Verfügung.

Dabei bestimmen die Positionen der vier Level-Regler 4 den Anteil der jeweiligen Subharmonischen im Summensignal.

### \$ Single Out

Am Einzelausgang " greifen Sie die **individuelle Subharmonische** des jeweiligen Frequenzteilers ab.



## 5. Anwendungsbeispiele

### Simulation eines Mixtur-Trautoniums

Das **Trautonium** ist ein elektronisches Musikinstrument, welches von Friedrich Trautwein ca. im Jahr 1930 entwickelt wurde. Das Trautonium kann in die zwei logischen Untereinheiten Steuereinheit und Klangerzeugungseinheit getrennt werden. Das **Mixtur-Trautonium** nach Oskar Sala verfügt zusätzlich über einige Besonderheiten, die im ursprünglichen Trautonium nicht vorhanden waren. So war es z.B. mit zwei Fussreglern mit je 2 seitlich angebrachten Schaltern ausgestattet, die durch eine seitliche Drehbewegungen des Fusses eine 3-fache Umschaltung der Mixturen für beide Manuale getrennt ermöglichen.

Die Realisierung des Trautoniums im Rahmen des Modulsystems A-100 bietet sich an, da die wichtigsten Elemente der Trautonium-Klangerzeugung in Form des Subharmonischen Generators A-113 und des Trautonium-Formantfilters A-104 zur Verfügung stehen. Abb. 8 auf den nächsten beiden Seiten zeigt den schematischen Aufbau sowie Vorschläge für die Realisierung mit A-100 Modulen.

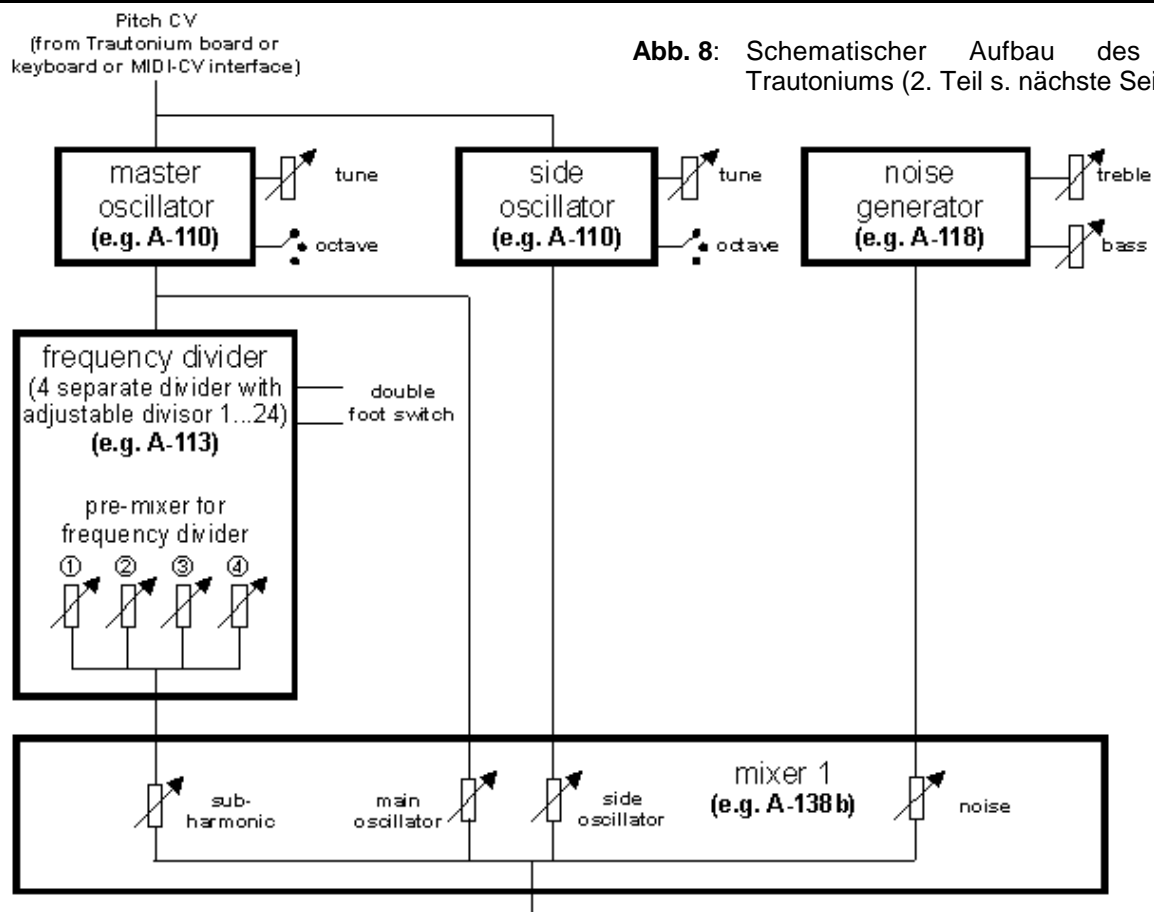
Weitergehende Einzelheiten zum Mixtur-Trautonium finden Sie auf der **Doepfer-Homepage** unter [www.doepfer.de](http://www.doepfer.de).

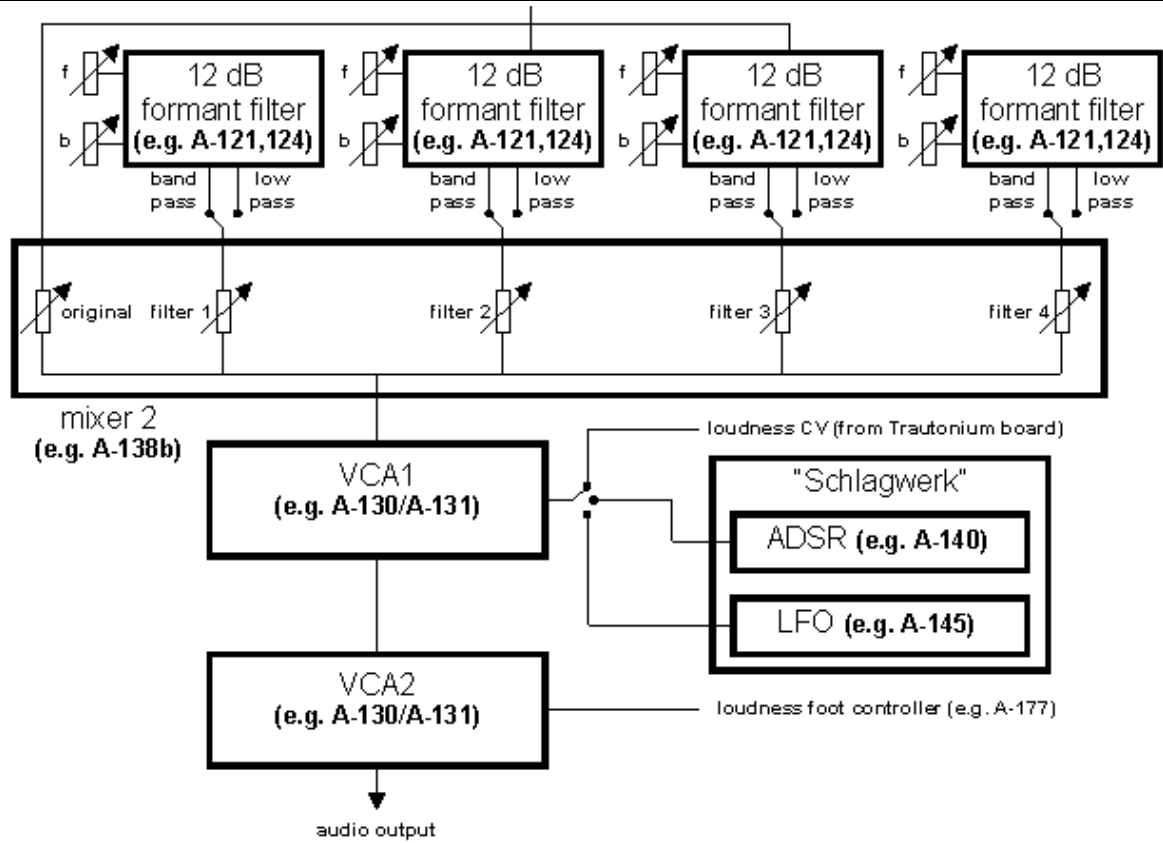
### A-113 als komplexe Klangquelle



Mit dem A-113 und einem VCO als Master-Oszillator steht Ihnen eine komplexe und extrem "leistungsfähige" Klangquelle zur Verfügung, die Ihnen ein weites Feld für Klangexperimente eröffnet. Die vom A-113 generierten vier Subharmonischen, die als Sägezahnwellen selbst ein ausgeprägtes Obertonspektrum besitzen, können Sie einzeln beliebig klanglich bearbeiten und dann miteinander und zum VCO-Signal mischen.

In Abb. 9 ist dies skizziert. Dabei steht das Modul "XYZ" für eine beliebige klangformende Komponente (z.B. Filter mit ADSR, Distortion, etc.) oder eine Kombination von diesen. Das Modul "MOD" steht für eine modulierende Komponente (z.B. ADSR, LFO, Therman, Light-to-CV, MIDI-Controller, etc.) oder eine Kombination von diesen. Dabei können die Modulationsquellen getriggert sein (z.B. vom Gate-Impuls der Tastatur) oder "frei laufen" (z.B. LFO).

Weiterhin können Sie eine Kombination von Subharmonischen einem Ringmodulator zuführen oder Sie bearbeiten diese mit einem Vocoder. Die Möglichkeiten zur Klangformung sind schier unendlich, leider aber durch die zur Verfügung stehenden Module begrenzt.





 = rotary control     
  = rotary switch (can be realized e.g. with patchcords)

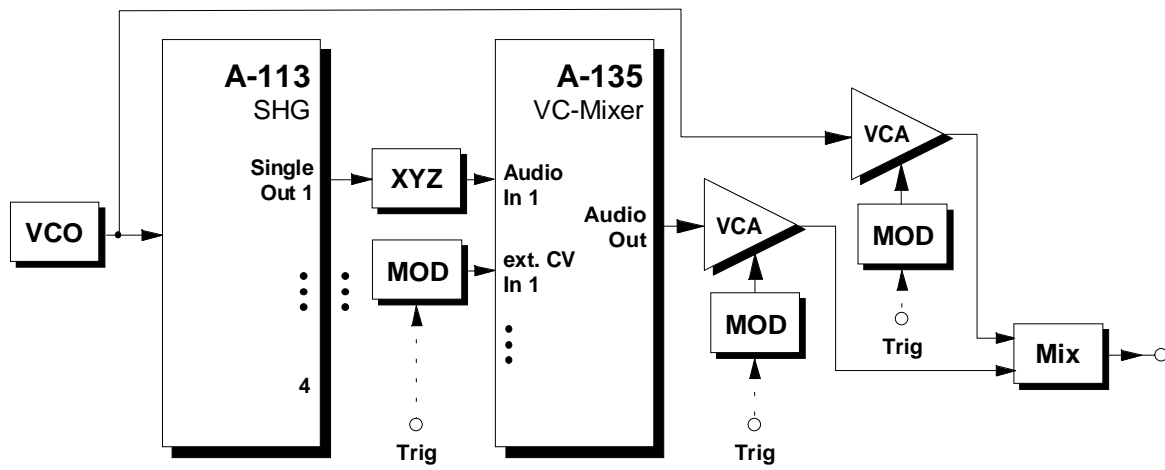


Abb. 9: A-113 als komplexe Klangquelle

## 7. Patch-Vorlage

Die folgenden Abbildungen des Moduls dienen zur Erstellung eigener **Patches**. Die Größe einer Abbildung ist so bemessen, daß ein kompletter 19"-Montagerahmen auf einer DIN A4-Seite Platz findet.

Fotokopieren Sie diese Seite und schneiden Sie die Abbildungen dieses und anderer Module aus. Auf einem Blatt Papier können Sie dann Ihr individuelles Modulsystem zusammenkleben.

Kopieren Sie dieses Blatt als Vorlage für eigene Patches mehrmals. Lohnenswerte Einstellungen und Verkabelungen können Sie dann auf diesen Vorlagen einzeichnen.

- P
- Verkabelungen mit Farbstiften einzeichnen
  - Regler- und Displayeinstellungen in die weißen Kreise bzw. Rechtecke schreiben oder einzeichnen

