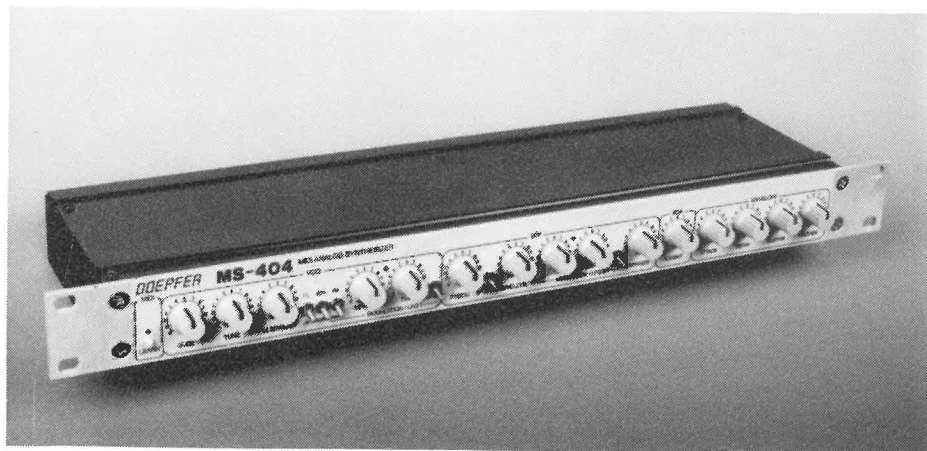


# MS-404

MIDI ANALOG SYNTHESIZER

BEDIENUNGSANLEITUNG



*DOEPFER MUSIK ELEKTRONIK GMBH*

Abbildung 1:  
MS-404 Bedienungselemente an der Frontplatte

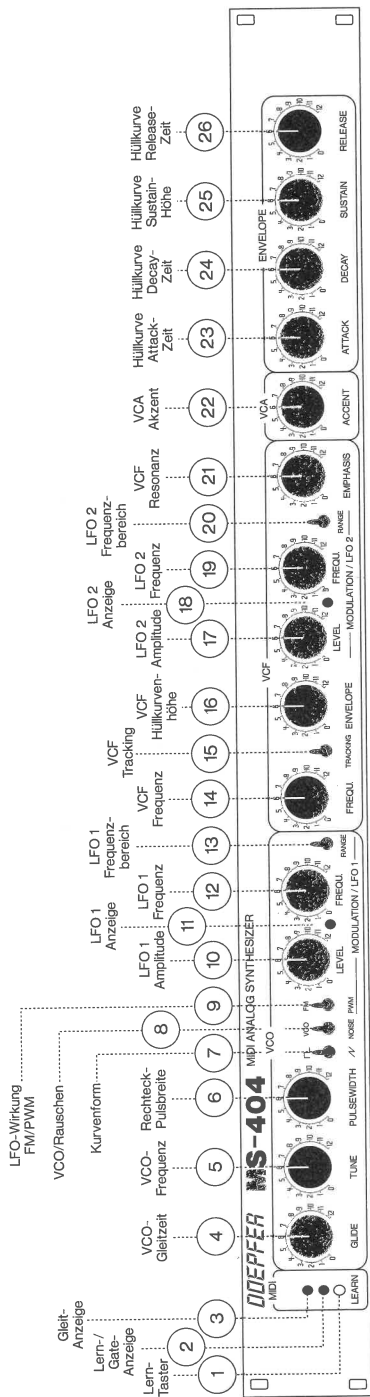
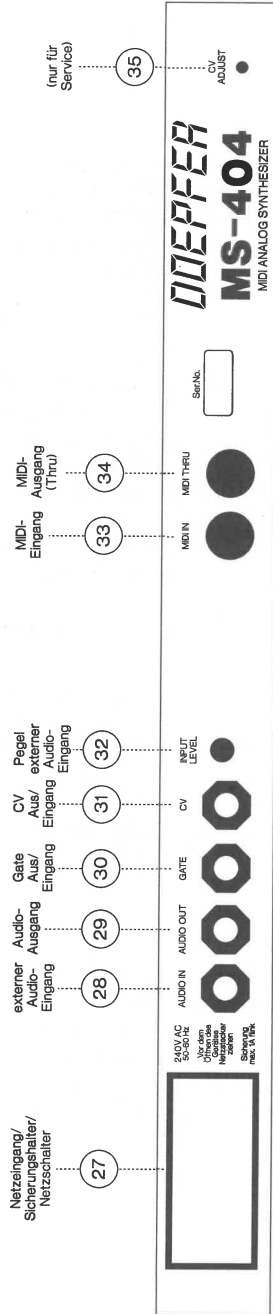


Abbildung 2:  
**MS-404 Rückseite**



## Die Bedienungselemente des MS-404

Nr. Beschriftung Funktion

### Frontseite

#### MIDI

- |   |                            |   |
|---|----------------------------|---|
| 1 | <b>LEARN</b> (Taster)      | Lern-Taster zur Anwahl des Lern-Modus, in dem die MIDI-Funktionen des MS-404 (MIDI-Kanal, Referenzton, Steuerfunktionen von VCF und VCA, Retrigger an/aus) eingestellt werden |
| 2 | <b>LEARN</b> (Leuchtdiode) | Lern/Gate-Anzeige, zeigt den Empfang eines MIDI-Notenbefehls (Gate-Funktion) oder den Lernmodus (Blinken) an  |
| 3 | <b>GLIDE</b> (Leuchtdiode) | Gleitanzeige, zeigt an, ob die MIDI-gesteuerte Gleitfunktion an- oder ausgeschaltet ist   |

#### VCO

- |    |                             |   |
|----|-----------------------------|---|
| 4  | <b>GLIDE</b> (Regler)       | VCO-Gleitzeit (Portamento)  |
| 5  | <b>TUNE</b>                 | VCO-Tonhöhe   |
| 6  | <b>PULSEWIDTH</b>           | Rechteck-Pulsbreite   |
| 7  | <b>□ / ▽</b>                | Kurvenform-Umschalter Rechteck/Sägezahn<br>oben: Rechteck<br>Mitte: VCO abgeschaltet<br>unten: Sägezahn   |
| 8  | <b>NOISE/VCO</b>            | Umschalter zwischen VCO oder Rauschen als Signalquelle<br>oben: VCO<br>Mitte: VCO und Noise abgeschaltet (bei Verwendung des ext. Audio In oder bei Selbstoszillation des VCFs)<br>unten: Noise |
| 9  | <b>LFO1 / FM/PWM</b>        | Umschalter für Wirkung des LFO1 auf VCO-Tonhöhe (FM) oder Rechteck-Pulsbreite (PWM)<br>oben: Frequenzmodulation (FM)<br>Mitte: keine Modulation<br>unten: Pulsbreitenmodulation (PWM)           |
| 10 | <b>LFO1 / LEVEL</b>         | Amplitude LFO1  |
| 11 | <b>LFO1 / (Leuchtdiode)</b> | LFO1-Anzeige  |
| 12 | <b>LFO1 / FREQU.</b>        | Frequenz LFO1   |
| 13 | <b>LFO1 / RANGE</b>         | Frequenz-Bereichumschalter LFO1<br>oben: langsam (bis Minutenbereich)<br>Mitte: schnell (bis Audibereich ca. 5kHz)<br>unten: normaler LFO-Bereich (einige Hz)                                   |

## VCF

14	FREQU.	Filterfrequenz
15	TRACKING	Umschalter Filterfrequenz-Mitlauf-Funktion oben: voller Mitlauf (VCF folgt VCO) Mitte: aus (VCF folgt VCO nicht) unten: halb (VCF folgt VCO halb)
16	ENVELOPE	Einfluß der Hüllkurve (ADSR) auf die Filterfrequenz
17	LFO2 / LEVEL	Amplitude LFO2 (wirkt auf die Filterfrequenz)
18	LFO2 / (Leuchtdiode)	LFO2-Anzeige
19	LFO2 / FREQU.	Frequenz LFO2
20	LFO2 / RANGE	Frequenz-Bereichsumschalter LFO2 oben: langsam (bis Minutenbereich) Mitte: schnell (bis Audibereich ca. 5kHz) unten: normaler LFO-Bereich (einige Hz)
21	EMPHASIS	Filterresonanz

## VCA

22	ACCENT	Einfluß der Hüllkurve (ADSR) auf VCA (Akzent)
----	--------	---

## ENVELOPE

23	ATTACK	Hüllkurven-Einschwingzeit
24	DECAY	Hüllkurven-Abklingzeit
25	SUSTAIN	Hüllkurven-Haltewert
26	RELEASE	Hüllkurven-Ausklingzeit

## Rückseite

27	(ohne Bezeichnung)	Netzeingang/Schalter/Sicherungshalter
28	AUDIO IN	externer Audio-Eingang
29	AUDIO OUT	Audio Ausgang
30	GATE	Gate Ein/Ausgang (je nach Jumperstellung)
31	CV	CV Ein/Ausgang (je nach Jumperstellung)
32	INPUT LEVEL	Pegelregler für externen Audio-Eingang (28)
33	MIDI IN	MIDI-Eingang
34	MIDI THRU	MIDI-Ausgang (Thru-Funktion)
35	CV ADJUST	Justierregler für CV-Spreizung (nur für Service)

## Einleitung

Der MS-404 ist ein **MIDI-gesteuerter monophoner Analogsynthesizer**, der die klanglichen Vorzüge der rein analogen Klangerzeugung mit den Steuerungsmöglichkeiten der MIDI-Technologie verbindet. Synthesizer mit rein analoger Klangerzeugung sind heute fast nur noch auf dem Gebrauchtmärkte – teilweise zu völlig überhöhten Preisen – erhältlich. Hinzu kommen die Kosten für ein MIDI-CV-Interface, um die Geräte über MIDI steuern zu können. Hier schafft der MS-404 Abhilfe. Er ersetzt einen entsprechend ausgestatteten Analogsynthesizer und das erforderliche MIDI-CV-Interface. Zusätzlich stellt der MS-404 die Signale CV und Gate zur Verfügung und kann somit auch als **MIDI-CV-Interface** für einen weiteren Analogsynthesizer ohne MIDI-Interface eingesetzt werden. Alternativ ist der MS-404 auch über **CV und Gate** statt über MIDI steuerbar.

Der MS-404 ist in einem **19-Zoll-Gehäuse mit einer Höheneinheit** untergebracht und kann somit mechanisch ohne Probleme in ein bestehendes 19-Zoll-System integriert werden. Falls Sie bereits mit analogen Synthesizern vertraut sind, werden Sie mit dem MS-404 auf Anhieb arbeiten können. Die Bedienungselemente an der Frontplatte dürften Ihnen – bis auf den MIDI-Lern-Taster – von anderen Analogsynthesizern her bekannt sein. Die Abschnitte **"Betriebsanweisung"**, **"Anschlüsse"** und **"MIDI-Funktionen"** sollten Sie jedoch auf alle Fälle durchlesen, bevor Sie den MS-404 in Betrieb nehmen. Falls Sie mit analogen Synthesizern noch nicht vertraut sind, sollten Sie zusätzlich das als Tutorial aufgebaute Kapitel **"Analoge Klangsintese mit dem MS-404"** durcharbeiten, um zu sinnvollen Ergebnissen zu gelangen.

Die Klangerzeugung des MS-404 orientiert sich an den klassischen Vorbildern der spannungsgesteuerten Modulsysteme. Der MS-404 beinhaltet folgende Module:

- 1 **VCO** (spannungsgesteuerter Oszillator)
  - 1 **NOISE** (Rauschgenerator)
  - 1 **VCF** (spannungsgesteuertes Resonanzfilter)
  - 1 **VCA** (spannungsgesteuerter Verstärker)
  - 1 **ADSR** (Hüllkurvengenerator)
  - 2 **LFOs** (Niederfrequenzoszillatoren)
- und
- 1 **MIDI-CV-Interface** mit 3 Steuerspannungen und Gate

Die Verschaltung der Module untereinander ist in dem **Blockschaltbild** (Abbildung 3) auf der nächsten Seite angegeben. Jeder Klangparameter verfügt über einen eigenen Drehregler oder Schalter und ist somit unmittelbar zugänglich und in Echtzeit veränderbar. Die Bedienungselemente der Module sind in Gruppen an der Frontplatte zusammengefasst und optisch voneinander abgesetzt.

Als klangliches "Rohmaterial" dient der **VCO**, der Rauschgenerator oder der externe Audio-Eingang. Das gewählte Signal durchläuft nacheinander **VCF** und **VCA**, bevor es am Audioausgang erscheint. Für VCF und VCA steht ein Hüllkurvengenerator vom ADSR-Typ zur Verfügung.

Beim VCO kann zwischen den Kurvenformen **Sägezahn** und **Rechteck** gewählt werden. Das Rechteck ist in seiner **Pulsbreite** einstellbar. Der für den VCO vorgesehene **LFO1** kann wahlweise die Frequenz (**Frequenzmodulation FM**) oder die Rechteck-Pulsbreite des VCOs (**Pulsweitenmodulation PWM**) modulieren. Der LFO verfügt über 3 Frequenzbereiche; die Frequenz ist von mehrminütiger Periodendauer bis in den Audibereich hinein einstellbar. Der VCO verfügt über eine **Gleitfunktion** (Portamento), die über MIDI an/abschaltbar ist.

Die Frequenz des VCFs wird von mehreren Faktoren beeinflusst: manueller Frequenzregler, VCO-Mitlauf aus/halb/voll schaltbar, Hüllkurve und LFO2. Die **Resonanz** ist bis zur **Eigenschwingung** regelbar.

Beim **VCA** ist der **Akzent** regelbar. Die Stellung des Akzentreglers bestimmt, wie stark die MIDI-Velocity die Höhe der auf den VCA gelangenden Hüllkurve beeinflusst.

Der **ADSR-Hüllkurvengenerator** verfügt über die 4 Parameter Attack, Decay, Sustain und Release.

Das MIDI-CV-Interface steuert die analogen Klangmodule. Ein am MIDI-Eingang eintreffender **Notenbefehl** bestimmt die Tonhöhe des VCOs und startet ("triggert") den Hüllkurvengenerator (ADSR). Der **Velocity**-Wert des Notenbefehls kann zur Steuerung der VCF-Frequenz und des VCA-Akzents (Hüllkurvenhöhe des VCAs) verwendet werden (abschaltbar). Weiterhin können über MIDI-Controllerbefehle die Funktionen VCF-Frequenz, Lautstärke (Hüllkurvenhöhe des VCAs), Gleiteffekt an/aus, Sustain an/aus und Legato an/aus gesteuert werden.

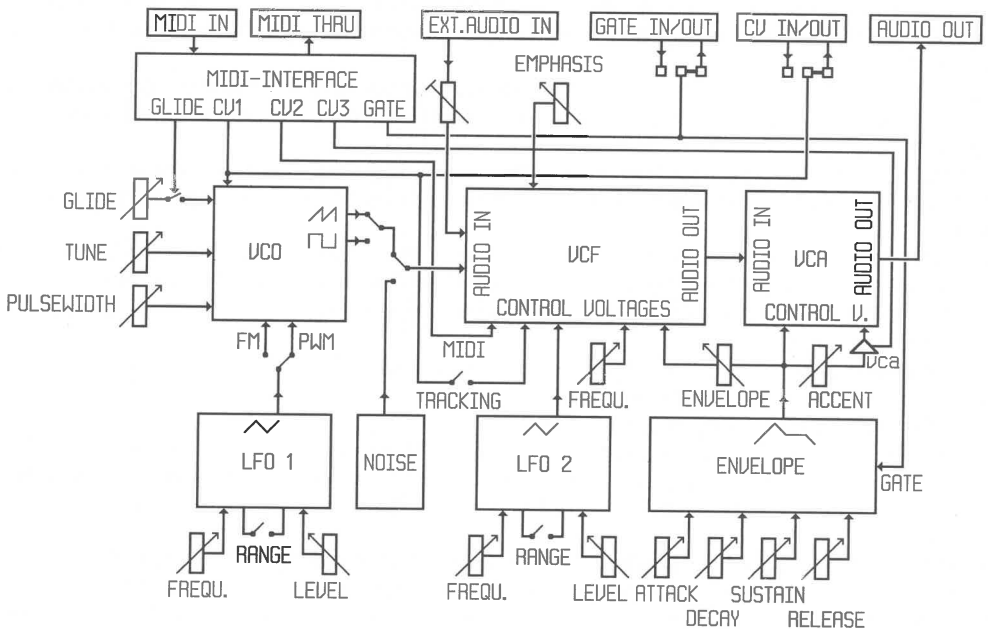


Abb. 3: Blockschaltbild MS-404

## Betriebshinweise

Bitte beachten Sie die folgenden Hinweise beim Betrieb des Gerätes, da nur bei Beachtung dieser Bestimmungen ein einwandfreies Arbeiten des Gerätes gewährleistet ist. Da diese Hinweise auch die Produkthaftung berühren, ist das sorgfältige Durchlesen und die Beachtung aller hier gemachten Hinweise unbedingt erforderlich. Es wird jede Art von Schadenersatzforderung grundsätzlich abgelehnt, wenn einer oder mehrere der hier aufgeführten Punkte nicht beachtet wurden. Auch der 6-monatige Garantiesanspruch kann bei Nichtbeachtung der Hinweise gefährdet sein.

Das Gerät darf nur mit der am Netzeingang an der Rückseite angegebenen Spannung betrieben werden. Vor dem Öffnen des Gerätes ist unbedingt der Netzstecker zu ziehen.

Alle etwaigen Veränderungen am Gerät dürfen nur von einem Fachmann ausgeführt werden, der die Einhaltung der geltenden Schutzbestimmungen gewährleistet. Bei jedem Eingriff seitens Dritter in das Gerät geht der Garantiesanspruch verloren. Insbesondere wird bei Verletzung des Garantiesiegels jede Gewährleistung abgelehnt.

Falls ein Sicherungswechsel erforderlich wird, so darf nur eine Sicherung mit max. 1A flink eingesetzt werden. Der Sicherungshalter befindet sich direkt neben dem Netzschalter an der Geräterückseite.

Im Innern des Gerätes liegen im Betrieb lebensgefährliche Spannungen an. Es darf daher niemals versucht werden, von außen durch Öffnungen des Gerätes mit leitenden Gegenständen in das Innere des Gerätes zu gelangen.

Das Gerät darf nicht im Freien, sondern nur in trockenen, geschlossenen Räumen betrieben werden. Betreiben Sie das Gerät niemals in einer feuchten oder nassen Umgebung und nicht in der Nähe leicht entflammbarer Stoffe.

Es dürfen keine Flüssigkeiten oder leitenden Stoffe in das Gerät gelangen. Falls dies doch passiert, muß das Gerät umgehend vom Netz getrennt und von einem Fachmann geprüft, gereinigt und ggf. repariert werden.

Setzen Sie das Gerät keinen Temperaturen über +50 oder unter -10 Grad Celsius aus. Vor der Inbetriebnahme muß das Gerät eine Mindesttemperatur von +10 Grad Celsius aufweisen. Setzen Sie das Gerät nicht der direkten Sonneneinstrahlung aus. Betreiben Sie das Gerät nicht in der Nähe einer Heizung oder einer anderen Wärmequelle.

Die Oberseite des Gerätes muß freigehalten werden, um eine freie Luftzirkulation zu gewährleisten. Andernfalls kann das Gerät überhitzen.

Legen Sie keine schweren Gegenstände auf dem Gerät ab.

Transportieren Sie das Gerät vorsichtig, lassen Sie das Gerät niemals herabfallen oder umstürzen. Achten Sie darauf, daß das Gerät beim Transport und im Betrieb einen festen Stand aufweist und nicht herabfallen, abrutschen oder umkippen kann. Andernfalls sind Verletzungen von Personen nicht auszuschließen.

Betreiben Sie das Gerät nicht in unmittelbarer Nähe von starken Störquellen (z.B. Monitore, Netzteile, Computer), da dies im MS-404 Störungen verursachen und Speicher-Daten verändern kann.

Versenden Sie das Gerät nur in der Original-Verpackung. Zur Rückgabe, zum Umtausch, zur Garantie-Reparatur, zum Update, oder zur Überprüfung eingesandte Geräte müssen in der Originalverpackung bei uns eintreffen! Andere Lieferungen werden grundsätzlich nicht angenommen. Bewahren Sie daher die Originalverpackung und auch die technischen Unterlagen unbedingt auf.

Das Gerät ist nur für den in dieser Betriebsanleitung beschriebenen Gebrauchszweck geeignet. Aus Gründen der Sicherheit darf das Gerät nicht zu anderen Zwecken eingesetzt werden.

Beim Betrieb des Gerätes in der Bundesrepublik Deutschland sind die einschlägigen VDE-Vorschriften zu beachten. Folgende Vorschriften sind besonders wichtig: DIN VDE 0100 (Teil 300/11.85, Teil 410/11.83, Teil 481/10.87), DIN VDE 0532 (Teil 1/03.82), DIN VDE 0550 (Teil 1/12.69), DIN VDE 0551 (05.72), DIN VDE 0551e (06.75), DIN VDE 0700 (Teil 1/02.81, Teil 207/10.82), DIN VDE 0711 (Teil 500/10.89), DIN VDE 0860 (05.89), DIN VDE 0869 (01.85). Die VDE-Schriften sind erhältlich beim VDE-Verlag GmbH, Berlin.



## Anschlüsse des MS-404

Die Anschlüsse des MS-404 befinden sich an der **Rückseite** des Gerätes (siehe Abbildung 2).

Verbinden Sie die **MIDI-IN**-Buchse (33) mit der MIDI-Out-Buchse Ihres MIDI-Senders (z.B. MIDI-Masterkeyboard, Synthesizer, Sequenzer). Falls die am MS-404 eintreffenden MIDI-Daten unverändert an ein anderes Gerät weitergeleitet werden sollen, so verbinden Sie die **MIDI-THRU**-Buchse (34) des MS-404 mit der MIDI-In-Buchse des folgenden Gerätes. Andernfalls bleibt die MIDI-Thru-Buchse des MS-404 unbeschaltet. Für große Datenmengen (z.B. Dumps) sollte die MIDI-Thru-Buchse nicht verwendet werden, da die Thru-Funktion nur per Software realisiert ist und daher bei hohen Datenmengen Zeitverzögerungen oder Datenverluste auftreten können.

Verbinden Sie den **Audio-Ausgang** (29) mit dem Audio-Eingang eines Mischpultes, Verstärkers o.ä.

Verbinden Sie den **Netzeingang** (27) an der Rückseite des MS-404 mit Hilfe des gelieferten Netzkabels mit einer Netz-Steckdose (220..240V Wechselstrom/50..60 Hz). Schalten Sie den MS-404 mit dem **Schalter** (27) an der Geräterückseite ein. Die Gate-Anzeige (2) muß kurz aufleuchten und dann verlöschen, die Glide-Anzeige (3) muß permanent aufleuchten und die beiden LFO-Anzeigen (11 und 18) müssen ihre Helligkeit im Rhythmus der LFO-Frequenzen ändern. Falls das nicht der Fall ist, lesen Sie bitte im Abschnitt "Analoge Klangsynthese mit dem MS-404/Fehlersuche" nach. Am Netzeingang befindet sich außer dem Schalter auch die **Netz-Sicherung** des MS-404. Falls ein Sicherungswechsel nötig wird, so darf nur eine Sicherung des gleichen Typs (max. 1A, flink) eingesetzt werden.

Falls Sie mit analogen Synthesizern nicht vertraut sind und den MS-404 zum ersten Mal in Betrieb nehmen, so bringen Sie bitte alle Bedienungselemente in die Grundstellung wie im Abschnitt "**Analoge Klangsynthese mit dem MS-404**" beschrieben und lesen Sie dieses Kapitel sorgfältig durch.

Der externe **Audio-Eingang** (28) wird verwendet, wenn dem MS-404 ein Audio-Signal zugeführt werden soll, das statt des VCOs oder Rauschgenerators als Klangquelle dienen soll. Der Pegel des externen Audio-Signals wird mit dem **Pegelregler** (32) so eingestellt, daß der subjektive Lautstärke-Eindruck in etwa der gleiche ist wie bei Verwendung des VCOs. Bei Übersteuerung muß der Pegel etwas zurückgenommen werden. Der VCO/NOISE-Schalter (8) muß bei Verwendung des externen Audio-Eingangs in Mittelstellung gebracht werden (VCO und NOISE abgeschaltet).

Die beiden Anschlüsse **GATE** (30) und **CV** (31) an der Geräterückseite sind ab Werk als Ausgänge ausgeführt. Hier kann ein Synthesizer angeschlossen werden, der über die entsprechenden Eingänge CV und Gate verfügt. Die Steuerspannungs-Charakteristik des CV-Ausgangs ist 1V/Oktave, der Gate-Ausgang liefert einen Spannungspegel von +5V im aktiven Zustand, 0V im deaktivierten Zustand. Falls Ihr anzusteuender Synthesizer eine andere Spannungscharakteristik oder einen anderen Gate-Pegel benötigt, kann er mit den CV/GATE-Ausgängen des MS-404 nicht gesteuert werden. In diesem Fall empfehlen wir eines unserer MIDI-CV-Interfaces MCV1 oder MCV8.

Die Anschlüsse GATE (30) und CV (31) können auch als Steuereingänge umgebaut werden. Da hierzu das Gehäuse geöffnet werden muß und dabei das Garantiesiegel zerstört wird, darf der Umbau nur von einem autorisierten Service-Betrieb vorgenommen werden. Andernfalls geht der Garantieanspruch verloren. Die Ansteuerung von VCO und ADSR des MS-404 über MIDI ist nach dem Umbau deaktiviert. Der Umbau ist in den Service-Unterlagen beschrieben, die gegen Einsendung eines frankierten DIN A4-Rückumschlages unter Angabe der Seriennummer kostenlos bezogen werden können.

Hinter der mit CV ADJUST bezeichneten Öffnung (35) befindet sich ein Trimpotentiometer, mit dem die Spreizung der CV-Spannung eingestellt wird. Diese Justierung ist nur für den Service vorgesehen und darf nur von einem autorisierten Werkstattbetrieb verändert werden. Die Justierschraube ist versiegelt und darf nicht verdreht werden, andernfalls geht der Garantieanspruch verloren.

## MIDI-Funktionen des MS-404

An der linken Seite der Frontplatte befinden sich in dem eingerahmten und mit "MIDI" bezeichneten Feld ein Taster und zwei Leuchtdioden. Hier werden die MIDI-Parameter des MS-404 festgelegt und angezeigt.

Im **normalen Betriebsmodus** werden folgende MIDI-Befehle erkannt und verarbeitet:

**Note on/off** auf dem eingestellten MIDI-Kanal des MS-404 im Bereich der eingestellten Referenznote bis max. 5 Oktaven darüber (siehe Lern-Modus, s.u.). Die Velocitywerte der Notenbefehle können für die Steuerung von Akzent und VCF-Frequenz verwendet werden (s.u.).

**Pitch-Bend** auf eingestelltem MIDI-Kanal zur zusätzlichen Steuerung der VCO-Tonhöhe

**Controller #7** auf eingestelltem MIDI-Kanal bestimmt die Lautstärke

**Controller #XX** auf eingestelltem MIDI-Kanal steuert die VCF-Frequenz

**Controller #64** auf eingestelltem MIDI-Kanal steuert die Haltefunktion (Sustain)

**Controller #65** auf eingestelltem MIDI-Kanal steuert die Gleitfunktion

Die untere Leuchtdiode zeigt im normalen Betriebsmodus die Gate-Funktion, die obere die Gleit-Funktion an. Die Gate-LED leuchtet auf, wenn der MS-404 einen gültigen Note-On-Befehl empfängt und verlischt, wenn der Note-Off-Befehl eintrifft. Das Gate-Signal wiederum steuert den Hüllkurvengenerator (ADSR). Die Glide-LED leuchtet auf, wenn der Gleitmodus aktiviert ist, d.h. wenn der Gleitregler die Übergangszeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Tonhöhen bestimmt. Verlischt die LED, so ist die Gleitfunktion abgeschaltet und die Tonhöhen springen, unabhängig von der Stellung des Gleitreglers. Nach dem Einschalten des MS-404 ist die Gleitfunktion immer angeschaltet. Sie kann durch Empfang eines Portamento Off/On-Befehls (MIDI-Controller #65 mit Datenwert 0/127) auf dem gültigen MIDI-Kanal aus- und eingeschaltet werden. Wenn Sie beispielsweise mit einem Sequenzer arbeiten, so kann mit dem Controller #65 für jeden Ton der Sequenz festgelegt werden, ob dieser gleitet oder springt. Es muß in der Sequenz unmittelbar vor dem Notenbefehl der MIDI-Controller #65 gesendet werden (Datenwert = 0 → Glide aus, Datenwert = 127 → Glide an). Falls Sie über ein Steuerkeyboard verfügen, das den Anschluß eines Fußtasters erlaubt, der für MIDI-Controller #65 programmierbar ist (z.B. Doepfer LMK3 oder LMK4), so können Sie die Gleitfunktion auch beim Live-Spiel über einen Fußtaster steuern.

Durch **Betätigen des Lern-Tasters** gelangt man in den sogenannten **Lern-Modus**, der durch Blinken der Gate-LED angezeigt wird. In diesem Modus werden die MIDI-Parameter des MS-404 mit Hilfe von eintreffenden MIDI-Befehlen festgelegt. Im Lern-Modus, d.h. während die Gate-LED blinkt, haben die nachfolgend aufgelisteten MIDI-Befehle eine Bedeutung. Nach Empfang eines dieser MIDI-Befehle verlischt die Gate-LED und der MS-404 geht in den normalen Betriebsmodus. Sollen mehrere Parameter verändert werden, so muß der Lern-Modus mehrmals angewählt werden und die dem Parameter entsprechenden MIDI-Befehle müssen jeweils an den MS-404 gesendet werden.

## **Note-On-Befehl**

Der MIDI-Kanal des eintreffenden Noten-Befehls wird als neuer MIDI-Empfangskanal des MS-404 übernommen (= MIDI-Kanal-Einstellung). Die Tonhöhe (MIDI-Notennummer) wird als Referenznote für den tiefstmöglichen Ton des MS-404 übernommen (= Transponierfunktion). In der Praxis wählt man am MS-404 den Lernmodus durch Betätigen der Lern-Taste und drückt auf dem MIDI-Steuerkeyboard die Taste, die dem tiefstmöglichen Ton des MS-404 entsprechen soll. Die absolute Tonhöhe des tiefsten Tones hängt von der Stellung des Tune-Reglers ab.

## **Controller-Befehl**

Die Controller-Nummer des eintreffenden Controller-Befehls wird als Controller-Nummer für die MIDI-Steuerung der VCF-Frequenz übernommen (Controller XX). Es sollte sich um einen der kontinuierlich variablen Controller (Controller-Nummer #0..63, keinen Schaltcontroller wie z.B. Sustain Controller #64) handeln.

## **Program-Change-Befehl #1**

Damit die Funktion arbeitet, darf der Akzent-Regler nicht auf Linksanschlag stehen. Dieser Befehl setzt die Lautstärke-Steuerung des MS-404 auf MIDI-Controller #7 (Volume), die Velocity hat keinen Einfluß auf die Akzent-Funktion (nicht dynamischer Betrieb). Die Lautstärke des MS-404 wird nur über Controller #7 gesteuert. Nach dem Einschalten des Gerätes wird der Controller #7 auf einen Wert von 127 voreingestellt (maximale Lautstärke).

Unabhängig hiervon gelangt immer ein geringer Anteil der Hüllkurve auf den VCA. Dieser Offset wird im Gerät über eine Steckbrücke (Jumper) geführt und kann durch Entfernen des betreffenden Jumpers auch abgeschaltet werden. Der Umbau darf nur von einem autorisierten Service-Betrieb vorgenommen werden, da beim Öffnen des Gehäuses das Garantiesiegel zerstört wird. Andernfalls geht der Garantieanspruch verloren. Wird der Jumper entfernt, so bleibt der MS-404 bei Empfang eines Controllers #7 mit den Datenwert 0 stumm (Volumen = 0). Nähere Angaben hierzu befinden sich in den technischen Unterlagen, die gegen Einsendung eines frankierten DIN A4-Rückumschlages und Angabe der MS-404 Seriennummer kostenlos angefordert werden können.

## **Program-Change-Befehl #2**

Damit die Funktion arbeitet, darf der Akzent-Regler nicht auf Linksanschlag stehen. Dieser Befehl setzt die Lautstärke-Steuerung des MS-404 auf MIDI-Controller #7 (Volume) und Velocity (multiplikativ, d.h. Lautstärke = Datenwert von Controller #7 multipliziert mit dem Velocity-Wert des Notenbefehls). Mit Controller #7 wird die Lautstärke und mit den Velocity-Werten der Notenbefehle der Akzent gesteuert (dynamischer Betrieb).

## **Program-Change-Befehl #3**

Dieser Befehl setzt die Filter-Steuerung des VCFs auf MIDI-Controller #XX (siehe oben), die Velocity hat keinen Einfluß auf die Filter-Frequenz. Die VCF-Frequenz wird nur über Controller #XX gesteuert. Nach dem Einschalten des Gerätes wird der Controller #XX auf einen Wert von 0 voreingestellt (Filter ganz geschlossen).

## **Program-Change-Befehl #4**

Dieser Befehl setzt die Filter-Steuerung des VCFs auf MIDI-Controller #XX (siehe oben) und Velocity (multiplikativ, d.h. Filterfrequenz = Datenwert von Controller #XX multipliziert mit dem Velocity-Wert des Notenbefehls).

## **Program-Change-Befehl #5/#6**

Mit den Programmwechselbefehlen #5 und #6 wird die Retrigger-Funktion an- (#6) oder abgeschaltet (#5). Ist Retrigger angeschaltet, so wird auch bei Legato-Spiel (d.h. es wird eine Keyboard-Taste betätigt, während die vorhergehende noch gedrückt ist) die Hüllkurve erneut ausgelöst. Der MS-404 arbeitet nach der High-Note-Priority, d.h. beim gleichzeitigen Drücken mehrerer Keyboard-Tasten wird die höchste Note ausgewählt. Dies ist das Verhalten der meisten Analog-Synthesizer (z.B. Mini-Moog).

## Analoge Klangsynthese mit dem MS-404

Falls Sie mit analogen Synthesizern noch nicht vertraut sind, so sollten Sie diesen Abschnitt lesen, da hier auf die theoretischen Grundlagen der analogen Klangsynthese (subtraktive Synthese) eingegangen wird. Die Einstellung der Klangparameter des MS-404 wird an einem konkreten Beispiel erläutert. Außerdem dient dieses Kapitel zur Fehlersuche, falls Ihr MS-404 nicht wie gewünscht arbeitet.

Verbinden Sie den MIDI-Eingang, den Audio-Ausgang und den Netzanschluß wie zuvor beschrieben und schalten Sie den MS-404 ein. Bringen Sie die Bedienungselemente des MS-404 in die folgende **Grundstellung** (0 = Linksanschlag, 6 = Mittelstellung, 12 = Rechtsanschlag):

Nummer	Funktion	Grundeinstellung
4	VCO GLIDE:	0
5	VCO TUNE:	6
6	VCO PULSEWIDTH:	6
7	PULSE/SAWTOOTH:	PULSE
8	VCO/NOISE:	VCO
9	LFO1 FM/PWM:	PWM
10	LFO1 LEVEL:	0
12	LFO1 FREQU.:	6
13	LFO1 RANGE:	unten
14	VCF FREQU.:	0
15	VCF TRACKING:	Mittelstellung
16	VCF ENVELOPE:	12
17	LFO2 LEVEL:	0
19	LFO2 FREQU.:	6
20	LFO2 RANGE:	unten
21	VCF EMPHASIS:	0
22	VCA ACCENT:	12
23	ENVELOPE ATTACK:	0
24	ENVELOPE DECAY:	6
25	ENVELOPE SUSTAIN:	6
26	ENVELOPE RELEASE:	6

Bringen Sie den MS-404 auch dann in diese Grundstellung, wenn Sie die Regler so verstellt haben, daß kein Klang mehr am Ausgang erscheint und Sie nicht wissen, was die Ursache hierfür ist.

Wenn Sie nun auf Ihrem MIDI-Keyboard spielen und den richtigen MIDI-Kanal und Referenzton am MS-404 angewählt haben (siehe MIDI-Funktionen), so muß am Audio-Ausgang des MS-404 bereits etwas zu hören sein. Ist dies nicht der Fall, so prüfen Sie bitte folgendes:

1. Leuchten die beiden LFO-Anzeigen (11 und 18) und ändern ihre Helligkeit im Rhythmus der LFO-Frequenzen, die mit den LFO-Frequenz-Reglern (12 und 19) veränderbar sind ?

nein →

Gerät nicht eingeschaltet  
Netzverbindung nicht in Ordnung  
Sicherung defekt

ja → weiter mit 2.

2. Leuchtet die Gate-Anzeige auf, wenn Sie auf Ihrem MIDI-Keyboard spielen ?

nein → MIDI-Kanal und/oder Referenzton stimmen nicht mit dem MIDI-Keyboard überein, stellen Sie MIDI-Kanal und Referenzton korrekt ein, wie im Abschnitt "MIDI-Funktionen" beschrieben.

ja → weiter mit 3.

3. Ist am Ausgang des MS-404 ein Audio-Signal vorhanden, wenn Sie auf Ihrem MIDI-Keyboard spielen?

nein → Der MS-404 ist mit dem Mischpult/Verstärker o.ä. nicht ordnungsgemäß verbunden  
Grundeinstellung nicht korrekt vorgenommen (prüfen Sie nochmals alle Einstellungen)

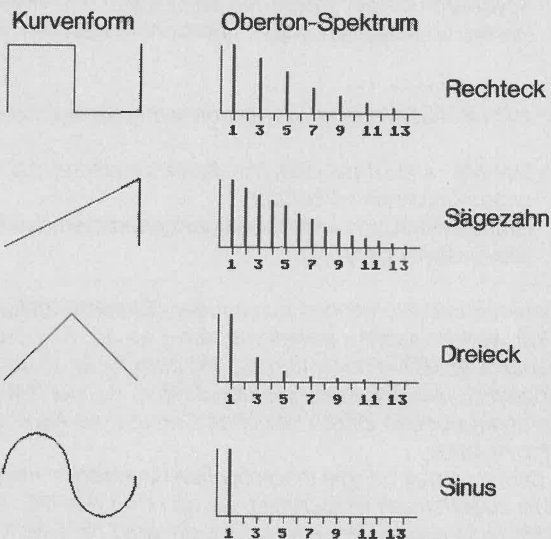
Ihr MS-404 ist nun betriebsbereit und Sie können nun mit dem **Einführungskurs zur analogen Klangsynthese** beginnen. Wir werden dabei – soweit möglich – an der Frontplatte systematisch von links nach rechts vorgehen. Die MIDI-Funktionen, die mit dem Taster (1) und den beiden Leuchtdioden (2) und (3) eingestellt und angezeigt werden, sind im Kapitel "MIDI-Funktionen" beschrieben. Die in Klammern angegebenen Ziffern beziehen sich auf die Abbildung 1 (MS-404 Bedienelemente an der Frontplatte).

Der Kurs ist so aufgebaut, daß zunächst auf die theoretischen Grundlagen eingegangen wird (grau hinterlegt) und dann die zugehörigen Einstellbeispiele an Hand des MS-404 beschrieben werden. Wenn Sie die Theorie nicht interessiert, können Sie die grau hinterlegten Abschnitte auch übergehen.

## VCO, LFO, NOISE

Als klangliches "Rohmaterial" werden bei analogen Synthesizern spannungsgesteuerte Oszillatoren (engl.: voltage controlled oscillator = VCO) oder Rauschgeneratoren eingesetzt (engl.: noise). Ein VCO liefert in der Regel verschiedene Kurvenformen. Die Standard-Kurvenformen sind Rechteck, Sägezahn, Dreieck und Sinus. Auf weniger gebräuchliche Kurvenformen (spaced Sägezahn, graphisch einstellbare Kurvenform) gehen wir hier nicht näher ein. Die verschiedenen Wellenformen unterscheiden sich im Obertonspektrum, d.h. in den enthaltenen harmonischen Obertönen. Als harmonisch wird ein Oberton bezeichnet, wenn er ein ganzzahliges Vielfaches (2, 3, 4 ...) des Grundtones ist. Die Sägezahnwelle enthält alle harmonischen Obertöne mit nach oben abnehmender Amplitude. Die symmetrische Rechteckwelle (d.h. Pulsbreite 50%) enthält nur die ungeradzahlig Obertöne (siehe Abbildung 4). Eine unsymmetrische Rechteckwelle (häufig auch Pulsquelle genannt, um sie von der 50:50-Rechteckwelle zu unterscheiden) enthält alle harmonischen Teiltöne, wobei die Amplitudenwerte der Obertöne von der jeweiligen Pulsbreite (engl.: pulsewidth) abhängen. Je weiter die Pulsbreite von den symmetrischen 50% abweicht, um so stärker prägen die höheren Obertöne den Klang, d.h. um so "spitzer" wird der Klang. Moduliert man die Pulsbreite des Rechtecks mit einem langsam laufenden Modulations-Oszillator (LFO), so ändert sich ständig das Obertonspektrum der Pulsquelle. Der dabei resultierende Klang ähnelt einer Schwebung, die bei zwei (fast) gleich gestimmten VCOs entsteht. Die Modulationsfrequenz muß dabei sehr niedrig sein (ca. 1Hz oder niedriger), da der VCO andernfalls verstimmt klingt. Die Kurvenformen Dreieck und Sinus haben nur eine sehr schwach ausgeprägte Obertonstruktur (Dreieck) bzw. besitzen überhaupt keine Obertöne (Sinus). Die Kurvenform Dreieck beinhaltet – wie der Sägezahn – nur die ungeradzahlig Obertöne, diese fallen jedoch mit dem Quadrat der Ordnungszahl ab. Beim Sägezahn fallen die Obertöne linear mit der Ordnungszahl und damit wesentlich langsamer ab.

## Abbildung 4: Verschiedene Kurvenformen und ihr Obertongehalt



Der Obertongehalt des Ausgangsmaterials ist entscheidend für die Möglichkeiten der Klangformung mit dem nachfolgenden spannungsgesteuerten Filter (VCF). Bei der sogenannten subtraktiven Klangsynthese mit dem VCF (s.u.) können ja nur bereits vorhandene Obertöne ausgefiltert oder verstärkt werden. Die Kurvenformen Dreieck und Sinus spielen daher eine untergeordnete Rolle, da ja nur Obertöne gefiltert werden können, die auch vorhanden sind. Falls für bestimmte Klänge ein Sinus-Oszillator benötigt wird, so kann hierfür in der Regel auch ein VCF eingesetzt werden, sofern dieses bei voll aufgedrehter Resonanz als Sinusoszillator arbeitet.

Steht ein Niederfrequenzoszillator (engl.: low frequency oscillator = LFO) zur Verfügung, so kann dieser zur Modulation der VCO-Tonhöhe (Frequenzmodulation, Vibrato, engl. frequency modulation = FM) oder – wie oben erwähnt – zur Modulation der Rechteck-Pulsbreite (engl. pulsewidth modulation = PWM) verwendet werden. Einfache LFOs liefern Frequenzen im Hz-Bereich (ca. 01 ... 10 Hz). Bessere LFOs haben einen wesentlich weiteren Frequenzbereich (ca. 001Hz ... 5kHz), wobei die Frequenz auf Grund der besseren Regelbarkeit meist in mehreren Bereichen schaltbar ist. Auf Modulationsfrequenzen im Audio-Bereich soll an dieser Stelle noch etwas näher eingegangen werden, da diese eine klangliche Besonderheit darstellen. Moduliert man nämlich einen VCO mit einer Frequenz, die in der Größenordnung der VCO-Frequenz selbst liegt, so stellt sich ein völlig neues Klangverhalten ein. Der VCO produziert nun auch nicht harmonische Obertöne, d.h. Obertöne, die kein ganzzahliges Vielfaches des Grundtones sind. Dieses akustische Verhalten ist die Grundlage für die sogenannte FM-Synthese, die bei einer Reihe digitaler Synthesizer zum Einsatz kommt. Moduliert man beispielsweise einen VCO, der mit 1kHz (1000Hz) schwingt, mit einer Frequenz von 400 Hz, so entstehen um die Grundfrequenz herum sogenannte Seitenbänder, die sich symmetrisch um die Grundfrequenz in ganzzahligen Vielfachen der Modulationsfrequenz gruppieren. Im vorliegenden Beispiel wären dies: 1000Hz, 1400Hz, 600Hz, 1800Hz, 200Hz usw. Das Gesagte gilt strenggenommen nur für die reine Sinus-Frequenzmodulation, d.h. wenn sowohl VCO wie auch LFO Sinusoszillatoren sind. Bei anderen Kurvenformen kommen weitere Obertöne hinzu. Auch bei der Pulsbreitenmodulation mit hohen Frequenzen entstehen unharmonische Klänge vergleichbar der Frequenzmodulation. In der Praxis verwendet man dieses Verfahren zur

Erzeugung extremer, unharmonischer Klänge. Der Grad der "Unharmonizität" hängt dabei von der Stärke der LFO-Modulation und dem Verhältnis der Frequenzen von VCO und LFO ab. Hier gilt: Probieren geht über Studieren. Probieren Sie verschiedene Einstellungen für die LFO-Frequenz und die LFO-Amplitude aus. Die so entstehenden Schwingungsformen sind kaum für für brave, "schöne" Sounds geeignet, sondern eher für "extreme", "nervige" Klänge zuständig. Zum VCO gehört auch die Gleit-Funktion (auch Portamento, engl.: glide), die das kontinuierliche Gleiten von einem Ton zum nächsten ermöglicht. Die Gleitzeit ist in der Regel mit einem Drehknopf von Null (Töne springen) bis zu mehreren Sekunden einstellbar.

Der MS-404 verfügt sowohl über einen VCO als auch über einen Rauschgenerator. Alternativ kann beim MS-404 auch ein externes Audio-Signal (z.B. von einem Sampler oder Digital-Synthesizer) als Klangquelle dienen. Der VCO des MS-404 liefert wahlweise die Wellenform Sägezahn (engl.: sawtooth) oder Rechteck (engl.: pulse). Auf die beiden anderen gebräuchlichen VCO-Kurvenformen Dreieck und Sinus wurde beim MS-404 aus den oben genannten Gründen verzichtet. Beim MS-404 kann der VCF als Sinusoszillator betrieben werden. Die VCO-Gleitzeit ist in einem weiten Bereich von Null bis zu einigen Sekunden einstellbar. Die Funktion ist beim MS-404 zusätzlich über MIDI in Echtzeit über dem MIDI-Controller #65 an/abschaltbar. Nach dem Einschalten des Gerätes ist die Funktion aktiv. Wenn Sie z.B. mit einem Sequenzer arbeiten, so kann für jeden Ton der Sequenz festgelegt werden, ob dieser vom vorhergehenden Ton springt oder gleitet, indem der Controller von Ton zu Ton entsprechend definiert wird. Der Niederfrequenzoszillator LFO1 verfügt über 3 Frequenzbereiche, von denen der mittlere dem normalen LFO-Frequenzbereich (ca. 0,1 .. 10 Hz) entspricht. Die beiden anderen Frequenzbereiche gehen bis in den Audio-Bereich (ca. 5 kHz), bzw. in den Sub-LFO-Bereich (Schwingungsdauer im Minuten-Bereich). Der LFO1 des MS-404 läßt sich auf Frequenz- oder Pulsbreiten-Modulation schalten. Auf diese Weise läßt sich der Klang zweier VCOs simulieren, obwohl nur ein VCO zur Verfügung steht.

Doch genug der grauen Theorie. Wir wollen die theoretischen Erörterungen nun am MS-404 in die Praxis umsetzen. Beginnen Sie mit dem Spiel auf der angeschlossenen MIDI-Tastatur oder lassen Sie eine Sequenz ablaufen (z.B. mit dem MIDI-Analog-Sequenzer Doepfer MAQ16/3). Drehen Sie dabei den **GLIDE-Regler (4)** langsam auf. Sie werden feststellen, daß aufeinanderfolgende Töne gleitend ineinander übergehen. Die Gleitzeit ist um so länger, je weiter Sie den Regler aufdrehen. Die Gleitfunktion kann über den **MIDI-Controller #65** an/abgeschaltet werden (siehe "MIDI-Funktionen des MS-404").

Drehen Sie an dem **TUNE-Regler (5)**, so werden Sie feststellen, daß sich die Tonhöhe des MS-404 ändert. Mit diesem Regler stellen Sie den MS-404 auf die korrekte Tonhöhe ein, so daß er in der Stimmung zu Ihren anderen Geräten paßt.

Wenn Sie den **PULSEWIDTH-Regler (6)** verändern, so werden Sie feststellen, daß sich der Klang verändert. Diese Änderung ist nur hörbar, wenn der Kurvenform-Schalter (7) auf Rechteck steht. Je weiter Sie in die Gegend von 0 oder 12 kommen, um so "spitzer" wird der Klang. Durch das Ändern der Pulsbreite ändert sich die Obertonstruktur des VCOs (Rechteckausgang).

Mit dem **Kurvenformschalter (7)** schalten Sie zwischen den Kurvenformen Rechteck und Sägezahn um. In der Mittelstellung des Schalters ist der VCO abgeschaltet. Überzeugen Sie sich von dem unterschiedlichen Klang (Obertongehalt) der beiden Wellenformen.

Mit dem **Klangquellenschalter (8)** schalten Sie zwischen dem VCO und dem Rauschgenerator als Klangquelle um. In der Stellung NOISE ist am Ausgang kein normaler Ton mehr zu hören, sondern das durch VCF und VCA veränderte Rauschen (ein dennoch "spielbares" Rauschsignal können Sie erhalten, wenn Sie den VCF auf etwas höhere Resonanz, die VCF-Hüllkurve auf Null stellen und den VCF-Tracking-Schalter in die obere Stellung bringen. Das VCF filtert dann aus dem Rauschen ein Frequenzband heraus, das beim Spiel auf dem MIDI-Keyboards verschoben wird, näheres hierzu im Abschnitt VCF). Bringen Sie den Schalter (8) wieder in die Stellung VCO.

Mit dem LFO-Funktionsschalter (9) können Sie wählen, ob der LFO auf die Frequenz oder die Pulsbreite (Rechteck) des VCOs wirkt. Bringen Sie diesen Schalter zunächst in die Stellung FM (Frequenz-Modulation). Wenn Sie nun den LEVEL-Regler (10) von LFO1 aufdrehen, modulieren Sie die Tonhöhe des VCOs (Vibrato). Ändern Sie auch die Frequenz von LFO1 mit dem Frequenzregler (11) und dem Bereichsumschalter (13) und beachten Sie die akustischen Auswirkungen. Die LFO-Frequenz ist an der Leuchtdiode (11) ablesbar. Auf Grund der Trägheit des Auges sind Frequenzen oberhalb von etwa 20 Hz nicht mehr erkennbar. In der Mittelstellung des Schalters (13) reicht die Modulationsfrequenz bis in den Audiobereich hinein und Sie erhalten unharmonische Obertöne, wie oben beschrieben. In der unteren Stellung des Schalters (13) ist der Standard-Frequenzbereich des LFOs angewählt, die obere Stellung wird für extrem lange Zeiten im Minutenbereich benötigt.

Bringen Sie den Schalter (13) in die untere Stellung (normaler LFO-Bereich) und den Schalter (9) in die Stellung PWM. Achten Sie darauf, daß mit dem Schalter (7) die Kurvenform Rechteck gewählt ist. Stellen Sie mit dem Frequenzregler (12) eine LFO-Frequenz von ca. 1 Hz oder weniger ein (ca. 1 Schwingung pro Sekunde oder weniger). Bringen Sie den Pulsbreitenregler (6) in Mittelstellung. Wenn Sie nun den LFO-LEVEL (10) allmählich bis zum Maximum erhöhen, so hören Sie einen schwebungsähnlichen Klang (Chorus-Effekt), der durch die langsame Modulation der Pulsbreite entsteht. Ändern Sie die Stärke (10) und die Frequenz (12) der Modulation und beachten Sie die akustischen Auswirkungen. Wenn der Pulsbreitenregler (6) nicht genau in Mittelstellung steht, kann es passieren, daß der Klang im Rhythmus der Modulation "abreißt". Dies liegt daran, daß die Pulsbreiten-Modulation so groß ist, daß die Breite des Rechteck-Pulses auf Null geht. In diesem Fall muß entweder die Pulsbreite (6) in Mittelstellung gebracht oder die LFO-Amplitude (10) verringert werden, es sei denn, der Abreiß-Effekt wird ausdrücklich gewünscht. Überzeugen Sie sich auch von den PWM-Effekten im Audio-Bereich, indem Sie den LFO-Bereichsschalter in Mittelstellung bringen und eine hohe LFO-Frequenz wählen. Drehen Sie dann den LFO-LEVEL (10) für die folgenden Einstellungen wieder auf 0 zurück und stellen Sie eine LFO-Frequenz von ca. 1 Hz ein.

Alternativ zum VCO kann beim MS-404 der interne Rauschgenerator oder ein externes Audio-Signal (z.B. von einem Sampler oder Digital-Synthesizer) als Klangquelle dienen. Mit einem Kippschalter wird zwischen VCO, Rauschgenerator oder externem Signal (Schalter in Mittelstellung) umgeschaltet. Im Falle des externen Signals wird dieses an der Rückseite über die Buchse "Ext. Audio In" eingespeist. Bei Verwendung des externen Audio-Eingangs wird der Umschalter VCO/Noise in Mittelstellung gebracht, so daß weder VCO noch der Rauschgenerator angeschaltet sind. Der Pegel des externen Signals muß mit dem Drehregler an der Rückseite richtig eingestellt werden. Der Regler wird hierzu so eingestellt, daß beim Umschalten zwischen VCO und ext. Audio In (Mittelstellung des Schalters) der subjektive Lautstärke-Eindruck in etwa gleich bleibt. Klingt das Signal verzerrt, so muß der Pegel etwas zurückgenommen werden. Die Verwendung des externen Audio-Eingangs bietet sich z.B. an, wenn ein zu steril klingendes Sampler-Signal mit dem analogen Resonanzfilter des MS-404 aufgewertet oder mit einer zusätzlichen Filter- und/oder VCA-Hüllkurve versehen werden soll.

## VCF

Für die weitere Verarbeitung des klanglichen "Rohmaterials" (VCO/Noise/ext. Eingang) wird bei der subtraktiven Synthese zunächst ein **spannungsgesteuertes Filter** (engl.: **voltage controlled filter = VCF**) verwendet, dem in der Regel ein spannungsgesteuerter Verstärker folgt. Bei den Filtern gibt es verschiedene Arten. Man unterscheidet zunächst die grundsätzlichen Filtertypen **Tiefpaß** (engl.: low pass), **Bandpaß** (engl.: band pass) und **Hochpaß** (engl.: high pass). Weniger gebräuchlich sind **Bandsperr** (engl.: notch) und **Allpaß** (engl.: all pass). Die Filtertypen unterscheiden sich in der Art des Frequenzdurchlasses. Ein Tiefpaß läßt alle Frequenzen unterhalb der so-

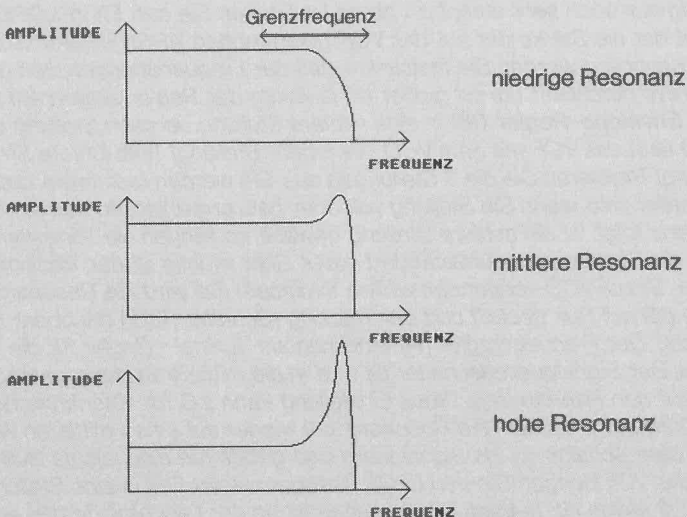


genannten **Grenzfrequenz** passieren und schneidet die darüber liegenden Frequenzen ab. Der Hochpaß arbeitet genau entgegengesetzt. Hier werden die Frequenzen oberhalb der Grenzfrequenz durchgelassen und die darunter liegenden Frequenzen unterdrückt. Ein Bandpaß läßt nur einen bestimmten Frequenzbereich passieren und unterdrückt alle darüber und darunter liegenden Frequenzen. Die Bandsperre sperrt einen bestimmten Frequenzbereich (inverse Funktion des Bandpasses). Der Allpaß schließlich läßt alle Frequenzen ungehindert passieren, verschiebt jedoch die Phasenlage in Abhängigkeit von der Frequenz. Musikalisch das weitaus ergiebigste Filter ist der Tiefpaß.

Ein weiteres wichtiges Filtermerkmal ist die **Steilheit**, die meist in dB/Oktave angegeben wird. Dieser Wert ist ein Maß dafür, wie schnell beim Filter der Übergang vom Durchlaßbereich in den Sperrbereich erfolgt. Das "ideale" Filter hätte eine unendliche Steilheit, d.h. der Übergang zwischen Durchlaß- und Sperrbereich erfolgt unmittelbar (z.B. 999Hz werden noch voll durchgelassen, 1000 Hz bereits voll unterdrückt). In der Realität erfolgt der Übergang nicht sprunghaft, sondern gleitend, je nach Steilheit des Filters. Ein musikalisch hochwertiges Filter sollte eine Steilheit von 24dB/Oktave besitzen, für bestimmte Anwendungen sind jedoch auch 12dB-Filter sinnvoll (meist bei Hochpaß, Bandpaß und Bandsperre).

Ein anderer Filterparameter ist die **Resonanz** (auch Güte, engl. resonance oder emphasis). Verfügt ein Filter über eine einstellbare Resonanz, so läßt sich die Betonung der Frequenzen am Filter-Abschneidepunkt erhöhen. Das Filter wird dadurch mehr und mehr zum Bandpaß mit darunterliegendem Tiefpaß. Die Einstellbarkeit der Resonanz ist für den musikalischen Einsatz eines Filters sehr wichtig. VCFs ohne Resonanzeinstellung kommen kaum zum Einsatz. Die Resonanzfunktion betont die Obertöne in der Nähe der Filter-Frequenz um so stärker, je höher die Resonanz eingestellt wird (siehe Abbildung 5). Hiermit ergeben sich die bekannten Resonanz- und Pfeif-Effekte eines Analogfilters. Bei vielen Filtern kann die Resonanz so weit erhöht werden, daß das Filter von selbst schwingt (d.h. auch ohne Eingangssignal) und für bestimmte Effekte als **Sinus-Oszillator** alternativ zum VCO eingesetzt werden kann.

**Abbildung 5:**  
Frequenzverhalten eines Tiefpasses mit unterschiedlicher Resonanz



Beim MS-404 gelangt das VCO/NOISE-Signal auf ein spannungsgesteuertes Tiefpaß-Filter mit einstellbarer Resonanz. Die Grenzfrequenz ist auf vielfältige Weise steuerbar. Zunächst ist die Filterfrequenz (engl.: frequency) manuell einstellbar. Darüber können Hüllkurvensignal (ADSR, engl. envelope) und LFO2 in beliebiger Stärke auf die Filterfrequenz Einfluß nehmen. Weiterhin kann die Filterfrequenz über einen beliebigen MIDI-Controller und/oder die Velocity der eintreffenden MIDI-Noten gesteuert werden, wodurch das Filter MIDI-steuerbar wird (näheres siehe "MIDI-Funktionen des MS-404"). Schließlich kann über einen Schalter bestimmt werden, ob die VCF-Frequenz der VCO-Frequenz voll, halb oder nicht folgt (engl.: keyboard tracking, keyboard follow). Die Filter-Resonanz ist bis zur Eigenschwingung des Filters regelbar. Bezüglich des Filter-LFOs (LFO2) gilt ähnliches wie beim VCO-LFO (LFO1). Auch der LFO2 kann Frequenzen bis in den Audibereich hinein erzeugen. Die klanglichen Ergebnisse bei Frequenzmodulation des VCFs mit Audio-Frequenzen sind ähnlich denen des VCOs. Besonders bei hohen Resonanzen können FM-typische metallische Klänge realisiert werden, entweder mit oder ohne klanglichem Basismaterial (d.h. auch ohne VCO/Noise/ext. Audiosignal). In Verbindung mit langsamen ADSR-Hüllkurvenverläufen kann man bei richtiger Einstellung dem VCF fast sprachähnliche Laute entlocken. Wirklich extrem wird der Klang, wenn man sowohl VCO wie auch VCF im Audibereich frequenzmoduliert. Die klanglichen Ergebnisse sind hier kaum vorhersagbar. Hier hilft nur eines: ausprobieren, die Ergebnisse sind z.T. völlig überraschend.

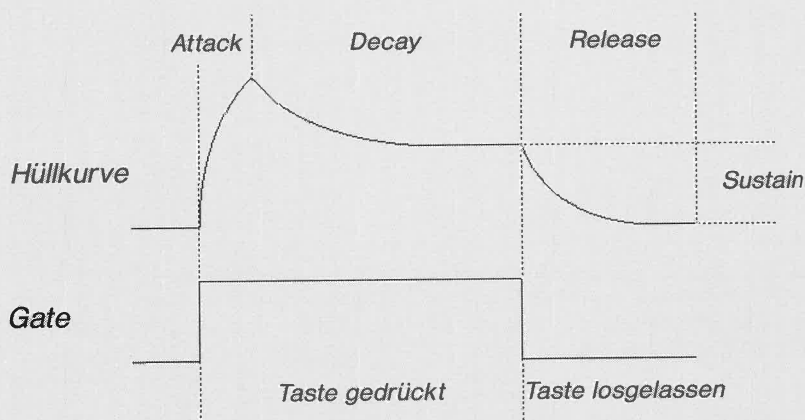
Die Filtertheorie soll nun wieder am MS-404 in die Praxis umgesetzt werden. Drehen Sie den Regler für die VCF-Hüllkurvenhöhe **ENVELOPE (16)** auf 0. Am Ausgang ist nun beim Spiel auf dem MIDI-Keyboard nichts mehr zu hören, da das Filter geschlossen ist. Drehen Sie den **Regler für VCF-Frequenz (14)** langsam auf und überzeugen Sie sich, wie der Klang zunächst sehr dumpf zu hören ist und dann immer heller wird. Durch das manuelle Erhöhen der Filterfrequenz werden nach und nach mehr Obertöne durchgelassen, wodurch der Klang immer heller wird. Versuchen Sie das Gleiche auch mit verschiedenen Einstellungen der Filterresonanz **EMPHASIS (21)**. Je weiter Sie die Resonanz aufdrehen, um so stärker werden die Obertöne an der Grenzfrequenz des VCFs angehoben. Im oberen Bereich der Resonanzeinstellung klingt das Filter immer schneidender ("pfeifender"), bei voll aufgedrehter Resonanz schließlich schwingt das Filter ganz von selbst als **Sinus-Oszillator**. Drehen Sie nun den **Resonanzregler (21)** auf einen Mittelwert, so daß der Klang für Sie angenehm klingt und den **Frequenzregler (14)** so weit zurück, daß der Klang nur noch sehr dumpf zu hören ist. Drehen Sie den **ENVELOPE-Regler (16)** allmählich auf, der die Stärke der auf das VCF gelangenden ADSR-Hüllkurve bestimmt. Beim Spiel auf dem Keyboard werden Sie feststellen, daß der Frequenzbereich, den das Filter mit der ADSR-Hüllkurve durchläuft, um so größer ist, je weiter der Regler aufgedreht wird. Bringen Sie danach den **Envelope-Regler (16)** in eine mittlere Stellung. Je nach Stellung des **TRACKING-Schalters (15)** läuft das VCF mit dem VCO voll (obere Stellung), halb (untere Stellung) oder nicht mit (Mittelstellung). Probieren Sie die 3 Stellungen aus. Sie werden feststellen, daß der Klang bei höheren Tönen heller wird, wenn Sie Stellung voll oder halb anwählen, da nun die Filterfrequenz der VCO-Frequenz folgt. Ist die mittlere Stellung gewählt, so klingen die Töne immer dumpfer, je höher sie sind, da die Filterfrequenz unverändert bleibt. Sehr wichtig ist der Tracking-Schalter, wenn Sie den VCF als Sinus-VCO verwenden wollen. In diesem Fall wird die Resonanz (21) voll aufgedreht, Envelope (16) auf Null gestellt und der Tracking-Schalter (15) in die obere Stellung (voller Mitlauf gebracht). Der Frequenzregler (14) wirkt nun als "Tuning"-Regler für die Tonhöhe des Sinus-Oszillators. Der Signalquellenschalter (8) wird in die mittlere Stellung gebracht, d.h. es gelangt kein Signal auf den Filtereingang. Diese Einstellung kann z.B. für flötenähnliche Klänge verwendet werden. Drehen Sie danach die Resonanz (21) wieder auf einen mittleren Wert, schalten Sie den VCO mit dem Schalter (8) als Signalquelle und geben Sie eine leichte Hüllkurve mit dem Regler (16) auf das VCF. Bringen Sie den LFO2-Frequenzregler (20) in eine Stellung, in der die Frequenz von LFO2 einige Hz beträgt. Die Frequenz ist an der Leuchtdiode (19) erkennbar.

Die Frequenz des LFO2 ist – wie bei LFO1 – mit dem **RANGE-Schalter (20)** in 3 Bereiche schaltbar. Es gelten die gleichen Bemerkungen wie bei LFO1, LFO2 wirkt jedoch ausschließlich auf die Frequenz des VCF. Wenn Sie den **LEVEL-Regler (17)** für LFO2 aufdrehen, so hören Sie, wie die Filterfrequenz von LFO2 moduliert wird. Variieren Sie die Modulationsstärke mit dem Regler (17) und die **Modulationsfrequenz** mit dem **Regler (19)** und beachten Sie die akustischen Auswirkungen. Versuchen Sie auch die beiden Extremfälle: Filtermodulation mit LFO-Frequenzen im Audio-Bereich mit dem Frequenzbereichs-Schalter (20) in Mittelstellung und sehr langsame Filtermodulationen mit dem Frequenzbereichs-Schalter (20) in der oberen Stellung. Bei Filtermodulationen im Audio-Bereich und hohen Resonanzwerten lassen sich fast sprachähnliche Klänge erzeugen. Langsame Filtermodulationen im Bereich von mehreren Sekunden bis Minuten verbindet man in der Regel auch mit höheren Resonanzeinstellungen, da dann die Änderung der ausgefilterten Frequenzen besser zu hören ist. Drehen Sie dann den Regler (17) für die Modulationsstärke auf Null und den Resonanzregler (21) in eine mittlere Stellung.

## ADSR

Hüllkurvengeneratoren (engl.: envelope) sind in der Regel vom ADSR-Typ engl.: attack – decay – sustain – release) und erzeugen einen Signalverlauf, der für die Steuerung von VCF-Frequenz und VCA-Durchlaß verwendet wird. Die Hüllkurve besteht aus 4 Parametern: Einschwingzeit (engl.: attack), Abklingzeit (engl.: decay), Halte-Niveau (engl.: sustain) und Ausklingzeit (engl.: release oder final decay). Die Hüllkurve steigt beim Drücken einer Keyboard-Taste (Note On-Befehl / Gate = an) mit einer Zeitkonstanten an, die mit dem Attack-Regler eingestellt wird. Nach Erreichen des Maximalwertes fällt die Hüllkurve mit einer Zeitkonstanten auf das Sustain-Niveau ab, die mit dem Decay-Regler einstellbar ist. Das Hüllkurvensignal bleibt auf dem Sustain-Niveau, bis die Keyboard-Taste losgelassen wird (Note-Off-Befehl / Gate = aus). Danach fällt es mit einer Zeitkonstanten auf Null ab, die mit dem Release-Regler eingestellt wird (siehe Abbildung 6).

Abbildung 6: ADSR-Hüllkurve



Der MS-404 verfügt über einen Hüllkurvengenerator vom ADSR-Typ. Bisher wurden die Parameter der Hüllkurve nicht verändert. Mit den 4 Reglern ATTACK (23), DECAY (24), SUSTAIN (25) und RELEASE (26) kann der Hüllkurvenverlauf nach Wunsch eingestellt werden. Versuchen Sie verschiedene Einstellungen der 4 Regler und achten Sie auf die akustischen Auswirkungen, auch in Kombination mit verschiedenen Einstellungen der VCF-Hüllkurvenhöhe (16) und VCF-Frequenz (14). Für perkussive Klänge wird man kurze Attack- und Decay-Zeiten wählen und das Sustain-Niveau auf Null setzen. Für weiche, stehende Klänge wählt man längere Attack- und Decay-Zeiten und ein höheres Sustain-Niveau.

## VCA

Ein spannungsgesteuerter Verstärker (engl.: voltage controlled amplifier = VCA) ist ein Modul, dessen Durchlaß (Lautstärke) über eine Spannung gesteuert wird. Das Ausgangssignal des VCFs durchläuft den VCA, der VCA-Ausgang ist der Audio-Ausgang des MS-404. Die VCA-Steuerungsspannung liefert der Hüllkurvengenerator. Mit dem Akzentregler (22) wird eingestellt, wie stark das Hüllkurvensignal den VCA steuert, abhängig vom Velocity-Wert der eintreffenden MIDI-Note und dem MIDI-Volumen (Controller #7). Die Velocity-Funktion ist abschaltbar, um auch nicht-dynamisch spielen zu können und den Akzent nur über MIDI-Volumen zu steuern (näheres siehe "MIDI-Funktionen des MS-404").

Nachdem Sie nunmehr die Bedeutung aller Bedienungselemente des MS-404 kennengelernt haben, steht dem musikalischen Einsatz des Geräts nichts mehr im Wege. Wir wünschen Ihnen viel Spaß mit dem MS-404.

*Auf Grund des rein analogen Schaltungsaufbaus benötigt der VCO des MS-404 eine Aufwärmzeit von ca. 15-20 Minuten bis die Stimmung konstant ist. Das Gerät sollte daher rund 1/2 Stunde vor dem musikalischen Einsatz in Betrieb genommen werden.*