

Bis jetzt ging es nur um Zubehör, das zur Musikerzeugung den Soundchip des Computers durch geeignete Software ansteuert. Mehr und bessere Klänge als über die Tastatur des Computers kann man damit natürlich nicht erzeugen. Es existiert aber noch eine vollkommen andere Möglichkeit, den Commodore 64 als Hilfsmittel für professionelle Synthesizer einzusetzen: Durch Anschluß eines »richtigen« Synthesizers.

Professioneller Synthesizer am C 64

Mit einem Synthesizer der unteren Preisklasse lassen sich normalerweise in einer Speicherbank 32 Sounds ablegen. Zusätzliche ROMs (Speicherchips) kosten etwa 200 Mark. Was liegt da näher, als seinen Heimcomputer per MIDI-Interface — ein international genormtes Interface, für das es an den meisten Synthesizern einen Anschluß gibt — mit seinem Synth zu verbinden, und so bis zu 320 Klangeinstellungen auf einmal im Computer zu speichern. Je nach Lust und Laune kann man seine interessantesten Kreationen dann auf Diskette bannen. Wenn Sie schon einmal auf einem komplexen Synthesizer gearbeitet haben, wis-

sen Sie sicher, wieviel Mühe es kostet, einen gewünschten Sound zu erzeugen, da eine Vielzahl von Parametern eingestellt werden können. Eine für MIDI-Software bekannte Firma ist Jellinghouse. Sie vertreibt exzellente MIDI-Programme, die allerdings nicht ganz billig sind.

Ganz sicher ist aber der Anschluß eines Synthesizers per MIDI-Interface die professionellste Lösung für den Computer- und Musik-Freak, allerdings auch mit Abstand die kostspieligste.

Fazit

Wer sich nicht so stark für die Musikfähigkeiten seines C 64 interessiert, dem genügt sicherlich die Tastatur, um mit einem herkömmlichen Musikprogramm zu experimentieren, denn was soll ein Keyboard für einen halben Tausender, wenn es nach der anfänglichen Euphorie in der Ecke steht. Für solche Zwecke ist vielleicht eine Aufsatzklaviatur gar nicht ungeeignet, vorausgesetzt man bekommt sie zu einem günstigen Preis. Natürlich braucht man dazu ein passendes Programm, das die Tasten abfragt, die von der Klaviatur bedient werden.

Ein Keyboard kann man ohne Einschränkungen nur dann empfehlen, wenn Sie schon etwas Erfahrung im

Umgang mit Klaviaturen haben, also zweihändig spielen können, oder zumindest den festen Vorsatz haben, es zu lernen. Außerdem sollten Sie natürlich echtes und dauerhaftes Interesse für elektronische Musikerzeugung haben.

Aber in diesem Falle ist es schon fast überlegenswert, ob die Anschaffung eines richtigen Synthesizers plus MIDI-Interface nicht sinnvoller ist. In Verbindung mit seinem Computer besitzt man dann ein System, das in musikalischer Hinsicht kaum noch Wünsche offen läßt.

Synthetische Musik ist ein anspruchsvolles Hobby für das man, wenn man wirklich begeistert davon ist, auch gerne etwas mehr investiert. Dabei ist ein richtiges Keyboard zusammen mit dem C 64 mit seinem doch schon beachtlich leistungsfähigen Sound-Chip natürlich ein guter Einstieg. Auf MIDI umsteigen kann man dann ja immer noch ...

(Michael Marek/ev)

Musik-Hardware zum C 64:

Colortone Keyboard, Waveform Co., 1912 Bonitaway, Berkeley CA 94704, USA

Microsound Keyboard, Autographics Limited, 3a Reading

Road, Henley on Thames, Oxon, RG91AB, Großbritannien

Ultisynth, Micro Händler, 4050 Mönchengladbach

Jellinghouse, Martineer Hellweg 40, 4600 Dortmund 70

Sequential Circuits, PO 16, 3640 AA Mijdrecht, Niederlande

Passport Design, Roland Späth, Colmarer Str. 16, 7000 Stuttgart 40

Wersibord, Wersi Orgel- und Pianobausätze, Industriest.,

5401 Halsenbach

Klangprogrammierung ohne Ballast

Der im C 64 eingebaute Sound-Chip 6581 sorgt immer wieder für neue klangliche Überraschungen, wie viele Spiele und Synthesizerprogramme zeigen. Für sich allein ist dieser Chip allerdings noch kein Synthesizer, sondern er entfaltet seine klanglichen Fähigkeiten erst unter der Kontrolle eines Programms. Wenn man nun selbst mit Klangeffekten und Melodien experimentieren will, hat man prinzipiell zwei Möglichkeiten:

Fertige Programme

Man verwendet eines der mittlerweile sehr guten Synthesizer- oder Musikprogramme. Mit diesen Programmen kann man meistens alle für den Klang relevanten Werte (Parameter) komfortabel einstellen. Darüber hinaus kann man bei einigen Programmen ganze Musikstücke Note für Note eingeben und ähnlich wie bei einem Textprogramm editieren. Ein so erarbeitete

Für viele C 64-Besitzer ist die Sound-Programmierung immer noch ein Buch mit sieben Siegeln. Wir zeigen hier, wie's funktioniert — ohne theoretischen Ballast.

tes Werk kann man dann zwar samt Klang-Parametersatz auf Diskette abspeichern und wieder laden, man kann diese Melodien und Klänge normalerweise aber nicht in eigene Programme einbauen. In dem Kurs »Dem Klang auf der Spur«, der seit einiger Zeit im 64'er-Magazin erscheint, wird ein solches Programm Schritt für Schritt aufgebaut. Dieses Programm wird in seiner endgültigen Ausbaustufe den zuletzt genannten Nachteil nicht haben.

Selber programmieren

Wenn man in einem eigenen Programm nur einen Signalton (zum Beispiel einen Gong) oder einen anderen einfachen Klangeffekt benötigt,

kann man ihn mit einigen POKE-Befehlen leicht selber programmieren. Dieser Artikel soll demjenigen, der sich nur am Rande mit der Klangprogrammierung beschäftigen will, zeigen, wie es geht.

Der erste Schritt

Man führe einmal folgende Befehlsfolge direkt am Bildschirm aus:

Lautstärke einstellen:	POKE 54296,15
Frequenz einstellen:	POKE 54272,0
	POKE 54273,40
Hüllkurve wählen:	POKE 64277,0
	POKE 54278,240
Ton an:	POKE 54276,33
Ton aus:	POKE 54276,32

Nach dem vorletzten Befehl sollte ein Dauerton hörbar werden, der nach dem letzten Befehl wieder verschwindet. Der SID (Sound Interface Device) wird über sogenannte Register programmiert. Diese Register belegen 29 Byte Speicherplatz im C 64 und zwar den Bereich 54272 bis 54300 (hexadezimal \$D400 bis \$D41C). Über den Inhalt dieser Register werden alle Funktionen des SID gesteuert (Tabelle 1). Der SID verfügt über drei voneinander unabhängige Stimmen, die jeweils durch sieben Register gesteuert werden. Wir befassen uns zunächst mit Stimme 1:

Frequenz (Register 54272 und 54273)

Diese beiden Register enthalten zusammen einen 16-Wert in der Folge Low-Byte, High-Byte. Man kann ihn wie folgt ermitteln:

$F = \text{PEEK}(54272) + 256 * \text{PEEK}(54273)$

Wenn man F durch 17,0284 dividiert, erhält man die tatsächliche Frequenz in Hz. Normalerweise möchte man aber Stimme 1 auf eine vorgegebene Frequenz programmieren, zum Beispiel 440 Hz. Den Wert F erhält man dann so:

$F = 440 * 17.0284$

Diesen Wert zerlegt man in ein höher- und ein niederwertiges Byte (Low- und High-Byte) und POKEt diese in die beiden Frequenz-Register:

$HI = \text{INT}(F/256)$

$LO = F - 256 * HI$

$\text{POKE } 54272, LO$

$\text{POKE } 54273, HI$

Tabelle 2 enthält die Frequenzen der 12 Halbtöne einer Tonleiter zusammen mit den zugehörigen POKE-Werten. Um zu höheren oder tieferen Oktaven zu gelangen, muß man die Frequenzen lediglich verdoppeln (vervielfachen etc.) beziehungsweise halbieren (vierteln etc.). Die POKE-Werte müssen dann natürlich neu berechnet werden. Werden diese Frequenzen in einem Programm verwendet, so sollten die POKE-Werte aller benötigten Töne in zwei Feldern (einem für die Low- und einem für die High-Bytes) abgespeichert sein, damit das Programm keine Zeit mit der Berechnung dieser Werte verliert.

Das Steuerregister 54276

Über dieses Register wird der Ton ein- und ausgeschaltet. Man sollte vielleicht besser sagen: »angeschlagen« und »losgelassen«, da über die Hüllkurvensteuerung eine dynamische Beeinflussung der Lautstärke möglich ist. Darauf kommen wir später noch zurück. Im Steuerregister ist für das Ein- und Ausschalten Bit 0, das sogenannte GATE-Bit verant-

Adresse	Reg.	BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0	Registername	
54272	0	F7	F6	F5	F4	F3	F2	F1	F0	Frequenz low	Stimme 1
54273	1	F15	F14	F13	F12	F11	F10	F9	F8	Frequenz high	
54274	2	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	P0	Pulsweite low	
54275	3	unbenutzt	unbenutzt	unbenutzt	unbenutzt	P11	P10	P9	P8	Pulsweite high	
54276	4	Rauschen	Rechteck	Sägezahn	Dreieck	Test	Ringmodulat	Synchronisat	GATE	Kontrollregister	
54277	5	Attack 3	Attack 2	Attack 1	Attack 0	Decay 3	Decay 2	Decay 1	Decay 0	Attack/Decay	
54278	6	Sustain 3	Sustain 2	Sustain 1	Sustain 0	Release 3	Release 2	Release 1	Release 0	Sustain/Release	
54279	7	F7	F6	F5	F4	F3	F2	F1	F0	Frequenz low	Stimme 2
54280	8	F15	F14	F13	F12	F11	F10	F9	F8	Frequenz high	
54281	9	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	P0	Pulsweite low	
54282	10	unbenutzt	unbenutzt	unbenutzt	unbenutzt	P11	P10	P9	P8	Pulsweite high	
54283	11	Rauschen	Rechteck	Sägezahn	Dreieck	Test	Ringmodulat	Synchronisat	GATE	Kontrollregister	
54284	12	Attack 3	Attack 2	Attack 1	Attack 0	Decay 3	Decay 2	Decay 1	Decay 0	Attack/Decay	
54285	13	Sustain 3	Sustain 2	Sustain 1	Sustain 0	Release 3	Release 2	Release 1	Release 0	Sustain/Release	
54286	14	F7	F6	F5	F4	F3	F2	F1	F0	Frequenz low	Stimme 3
54287	15	F15	F14	F13	F12	F11	F10	F9	F8	Frequenz high	
54288	16	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	P0	Pulsweite low	
54289	17	unbenutzt	unbenutzt	unbenutzt	unbenutzt	P11	P10	P9	P8	Pulsweite high	
54290	18	Rauschen	Rechteck	Sägezahn	Dreieck	Test	Ringmodulat	Synchronisat	GATE	Kontrollregister	
54291	19	Attack 3	Attack 2	Attack 1	Attack 0	Decay 3	Decay 2	Decay 1	Decay 0	Attack/Decay	
54292	20	Sustain 3	Sustain 2	Sustain 1	Sustain 0	Release 3	Release 2	Release 1	Release 0	Sustain/Release	
54293	21	unbenutzt	unbenutzt	unbenutzt	unbenutzt	unbenutzt	GF 2	GF 1	GF 0	Grenzfrequenz low	Filter
54294	22	GF 10	GF 9	GF 8	GF 7	GF 6	GF 5	GF 4	GF 3	Grenzfrequenz high	
54295	23	Resonanz 3	Resonanz 2	Resonanz 1	Resonanz 0	Filter 3	Filter 2	Filter 1	Filter 0	Resonanz/Filter	
54296	24	Aus	Hochpass	Bandpass	Tiefpass	L 3	L 2	L 1	L 0	Mode/Lautstärke	
54297	25	Pot X 7	Pot X 6	Pot X 5	Pot X 4	Pot X 3	Pot X 2	Pot X 1	Pot X 0	Potentiometer X	Register
54298	26	Pot Y 7	Pot Y 6	Pot Y 5	Pot Y 4	Pot Y 3	Pot Y 2	Pot Y 1	Pot Y 0	Potentiometer Y	
54299	27	O7	O6	O5	O4	O3	O2	O1	O0	Oszillator	
54300	28	H7	H6	H5	H4	H3	H2	H1	H0	Hüllkurve Osz	

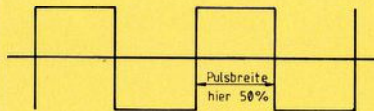


Tabelle 1. Übersicht über die SID-Register

wortlich. Eine 1 im GATE-Bit schaltet die Stimme ein. Das Steuerregister legt auch die Kurvenform fest, die für das Klangbild der Stimme entscheidend ist. Eine Kurvenform wird ausgewählt, indem man eines der Bits 4 bis 7 setzt. Hier zunächst eine Tabelle mit den wichtigsten POKE-Werten für das Steuerregister:

Kurvenform	Bit	Ton an	Ton aus
Dreieck	4	17	16
Sägezahn	5	33	32
Rechteck	6	65	64
Rauschen	7	129	128

Die Werte sollte man gleich einmal ausprobieren. Um einen Rechteckklang zu erzeugen, sind allerdings noch weitere Maßnahmen notwendig (siehe unten). Das **Dreieck** klingt weich, dumpf und leiser als die anderen Kurvenformen. Es eignet sich für flötenähnliche Töne, aber auch für einen dezenten Signal-Gong. Der **Sägezahn** hat einen großen Obertongehalt und klingt damit sehr hell. Sägezahn ist die Standard-Kurvenform für die meisten musikalischen Anwendungen. Um eine **Rechteck**-Kurve zum Klingen zu bringen, muß man im SID zusätzlich die sogenannte **Pulsweite** einstellen. Dieser Wert steuert das Zeitverhältnis der beiden Pegel, zwischen

Note	Frequenz	SID-Low-Byte	SID-High-Byte
c ¹	261,63	103	17
cis ¹	277,18	112	18
d ¹	293,66	137	19
dis ¹	311,13	178	20
e ¹	329,63	237	21
f ¹	349,23	59	23
fis ¹	369,99	156	24
g ¹	329,00	19	26
gis ¹	415,30	160	27
a ¹	440,00	68	29
ais ¹	466,16	2	31
h ¹	493,88	218	32

Dieses kleine Programm liefert die Tabelle:

```
10 FOR I=0 TO 11
20 : F=440*(21((I-9)/12))
30 : FS=INT(F*17.0284+.5)
40 : HI=INT(FS/256)
50 : LO=FS-256*HI
60 : PRINT F,LO,HI
70 : NEXT I
```

Tabelle 2. Frequenz der 12 Halbtöne einer Tonleiter (»eingestrichene Oktave«)

denen die Rechteck-Kurve hin- und herspringt. Die Register 54274 und 54275 (Low- und High-Byte) sind für die Pulsweite maßgeblich. Es werden allerdings nur 12 Bit berücksichtigt, was einem Bereich von 0 bis 4095 entspricht. Der Wert 2048 (Bereichsmittle) entspricht dabei einer

symmetrischen Rechteckkurve, das heißt einer mit einem Zeitverhältnis 1:1. Diese Einstellung erreicht man durch:

```
POKE 54274,0 :REM LOW-BYTE
POKE 54275,8 :REM HIGH-BYTE
```

Jetzt sollte nach:

```
POKE 54276,65
```

ein Rechteck hörbar sein. Das Rechteck klingt im Vergleich zum Sägezahn hohl und erinnert daher ein wenig an eine Klarinette. Über die Pulsweitensteuerung ist das Klangbild des Rechtecks allerdings sehr variabel.

Klangvielfalt durch Hüllkurven

Töne natürlicher Instrumente haben selten einen konstanten Lautstärkeverlauf, wenn man einmal von der Orgel absieht. Töne von Blasinstrumenten brauchen eine gewisse Zeit, bis sie vom Ansatz zur vollen Lautstärke anschwellen. Ein angeschlagener Klavierton setzt zwar unmittelbar ein, aber klingt dann beim Halten der Taste erst schnell und dann langsamer aus. Auch beim Loslassen der Taste reißt der Ton nicht schlagartig ab, sondern verklängt innerhalb einiger Sekundenbruchteile. Diese Dynamik kann man auch mit dem SID erzeugen. Sobald das GATE-Bit im Kontrollregister gesetzt ist, folgt die Lautstärke der Stimme einer Kurve, deren Verlauf durch die Register 54277 und 54278 gesteuert wird. In dem Beispiel »Der erste Schritt« wurde eine einfache rechteckförmige Hüllkurve eingestellt (Orgelcharakter). Vor dem systematischen Teil zunächst einige Experimente:

Man führe die POKES aus »Der erste Schritt« aus, damit die Befehle alle zusammen auf dem Bildschirm stehen. Nun kann man die POKES für die Hüllkurve ändern und sich

den Effekt über »Ton an« und »Ton aus« anhören:

Längeres Ausklingen:

```
POKE 54278,250
```

Klavierartiger Anschlag:

```
POKE 54277,6
```

```
POKE 54278,250
```

Anschwellen wie bei Bläsern:

```
POKE 54277,96
```

```
POKE 54278,247
```

A D S R — Hüllkurven

Die SID-Hüllkurve (Bild 1) gliedert sich zeitlich in vier Phasen. Jede Phase kann dabei unabhängig in 16 Stufen gesteuert werden.

Attack

Beim Setzen des GATE-Bits schwillt der Ton von Null bis zur maximalen Lautstärke an. Die Zeit, in der das geschieht, steuert der A-Parameter. Diese Zeit reicht von 2 ms (A = 0, unhörbar kurz) bis 8 s (A = 15).

Decay

Nach Erreichen des Maximalpegels fällt die Lautstärke wieder ab, sofern ein Haltepegel (Sustain) kleiner als 15 eingestellt ist. Die Decay-Zeit wird über den D-Parameter gesteuert. Sie reicht von 6 ms (D = 0) bis 24 s (D = 15).

Sustain

Nach der Decay-Phase bleibt der Ton auf einem konstanten Haltepegel (Sustain) stehen. Im Falle S = 15 (Maximalpegel) kann von einer Decay-Phase nicht gesprochen werden. In diesem Fall steigt die Lautstärke in der Attack-Phase auf Maximalpegel um dort zu bleiben. Im Falle S = 0 klingt der Ton in der Decay-

Phase vollständig aus. (das heißt bis auf Null).

Release

Die Sustain-Phase dauert so lange, wie das GATE-Bit gesetzt ist. (Auf diese Weise kann man einen Dauerton erzeugen). Durch das Zurücksetzen des GATE-Bits wird die Release-Phase eingeleitet. Der Ton klingt vom momentanen Pegel (falls dieser nicht schon Null ist) auf Null aus. Diese Ausklingzeit ist durch den R-Parameter im Bereich 6 ms (R = 0) bis 24 s (R = 15) steuerbar. Die Release-Phase kann übrigens jederzeit durch Zurücksetzen des GATE-Bits eingeleitet werden, auch wenn sich die Hüllkurve noch in der Attack-, oder der Decay-Phase befindet. Der Ton klingt dann sofort vom momentanen Pegel in der eingestellten Zeit auf Null ab. Man spricht dann auch von einer ADR- oder einer AR-Hüllkurve.

Die Hüllkurvenregister 54277 und 54278

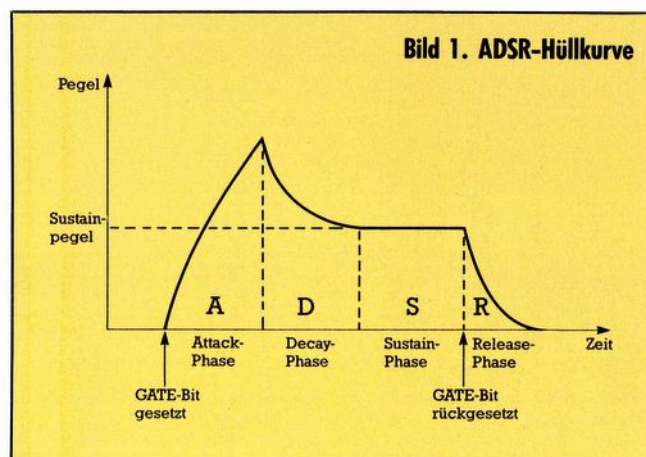
Jedes dieser Register muß man sich in zwei 4-Bit-Hälften aufgeteilt denken, von denen jede einen der Parameter enthält:

Parameter	Bits	Register
A	7-4	54277
D	3-0	54277
S	7-4	54278
R	3-0	54278

Die Parameter A und D beziehungsweise S und R können immer nur zusammen in ihre Register geschrieben werden. Die Parameterwerte auf den Bitpositionen 3-0 kann man dabei direkt übernehmen,

Tabelle 3.
Hüllkurven-Beispiele

A	D	S	R	POKE 54277	POKE 54278	Form
0	0	15	0	0	240	
0	0	15	10	0	250	
0	9	4	10	9	74	
6	0	15	9	96	249	
6	0	15	0	96	240	
8	0	0	0	128	0	
6	9	4	10	105	74	
0	9	0	9	9	9	
13	14	0	12	222	12	



während man die Werte auf den Positionen 7-4 um vier Bitpositionen nach links schreiben muß, was man in Basic durch Multiplikation mit 16 erreicht:

POKE 54277, 16*A + D
POKE 54278, 16*S + R

Tabelle 3 zeigt einige Beispiel-Hüllkurven mit den dazugehörigen POKE-Werten. Auch diese Hüllkurven sollte man einmal ausprobieren. Damit sind die wichtigsten Register, die für die Erzeugung einfacher Klänge benötigt werden, bekannt. Die Steuerung der Stimmen 2 und 3 erfolgt analog zu Stimme 1 über je sieben Register.

Stimme	1	2	3
Frequenz	54272 54273	54279 54280	54286 54287
Pulsweite	54274 54275	54281 54282	54288 54289
Steuerregister	54276	54283	54290
AD	54277	54284	54291
SR	54278	54285	54292

Spezialeffekte

Wir wenden uns nun den Spezialeffekten zu. Dazu gehören Synchronisation, Ringmodulation und Filterung. Wir betreten damit bereits das Gebiet der fortgeschrittenen Sound-Programmierung. Notgedrungen wird es auch etwas komplizierter.

Synchronisation

Wenn man Bit 1 des Steuerregisters von Stimme 1 setzt, wird das Ausgangssignal von Stimme 1 durch das Signal von Stimme 3 synchronisiert, **das heißt** phasenstarr gekoppelt. Resultat ist ein mit Worten schwer zu beschreibender, in hohem Maße »elektronischer« Klang. Auch die Stimmen 2 und 3 lassen sich durch Setzen von Bit 1 der jeweiligen Steuerregister synchronisieren. Dabei wird Stimme 2 von Stimme 1 synchronisiert und synchronisiert ihrerseits Stimme 3.

Ringmodulation

Durch Setzen von Bit 2 des Steuerregisters von Stimme 1 entsteht ein Ringmodulator-Produkt der Dreieckskurven der Stimmen 1 und 3. Hörbar wird es nur dann, wenn Stimme 1 zusätzlich auf Dreieck eingestellt ist (Bit 4 gesetzt). Bei der Ringmodulation werden zwei Signale multiplikativ überlagert. Das Resultat sind meistens metallische Klänge, die sich für Glocken und Gongs eignen. Auch die Ringmodulation ist in jeder Stimme möglich. Wie bei der Synchronisation modulieren

sich die Stimmen nach dem Schema:



Mehrere Kurvenformen gleichzeitig

Weitere Kurvenformen kann man noch dadurch erhalten, in dem man von der Kurvenform Bit 4 bis 7 mehrere zugleich setzt. Dabei werden allerdings nicht mehrere Formen zugleich hörbar, sondern es entstehen neue Kurvenformen. Erfahrungsgemäß bringen nur die Kombinationen:

Rechteck — Sägezahn (Bit 6 und 5) sowie:

Rechteck — Dreieck (Bit 6 und 4) brauchbare Resultate. Bei diesen Kombinationen hat auch die Pulsweiteneinstellung einen Einfluß auf den Klang.

Setzen und Rücksetzen einzelner Bits

Bei der Programmierung des Steuerregisters will man oft einzelne Bits setzen oder zurücksetzen, ohne daß man dabei die anderen Bits verändern möchte. Diese Aufgabe erledigt man am besten mit Hilfe zweier Sätze von jeweils acht sogenannten »Masken«. Der erste Satz besteht aus Bytes, bei denen immer genau ein Bit gesetzt ist, der zweite besteht aus Bytes, bei denen immer genau ein Byte 0 ist. Diese 16 Masken kann man sich wie folgt definieren:

Basic	Assembler
DIM	ON .BYT %00000001
ON%(7),OF%(7)	.BYT %00000010
FOR I=0 TO 7:	
ON%(I)=2*I:	.BYT %00000100
OF%(I)=255-2*I	.BYT %00001000
NEXT I	.BYT %00010000
	.BYT %00100000
	.BYT %01000000
	.BYT %10000000
OF	.BYT %11111110
	.BYT %11111101
	.BYT %11111101
	.BYT %11110111
	.BYT %11101111
	.BYT %11011111
	.BYT %10111111
	.BYT %01111111

Nun kann man Bit N im Steuerregister sehr einfach setzen:

Basic	Assembler
SR=54276	LDX N
POKE SR,	LDA \$D404
PEEK(SR) OR	ORA ON,X
ON%(N)	STA \$D404

Das Löschen von Bit N geschieht ganz ähnlich:

Basic	Assembler
SR=54276	LDX N
POKE SR,	LDA \$D404
PEEK(SR) AND	AND OF,X
OF%(N)	STA \$D404

Filterung

Das im SID vorhandene Filter ist vergleichbar mit dem Klangregler einer Audio-Anlage. Gegenüber dem bekannten Einstellsystem für Höhen und Bässe bestehen aber auch Unterschiede. Beim SID-Filter ist eine Grenzfrequenz einstellbar, oberhalb oder unterhalb der eine Absenkung der Frequenzanteile des zu filternden Signals erfolgen soll. Das Filter kennt drei Betriebsarten:

Tiefpaß

Nur Frequenzanteile unterhalb der Grenzfrequenz werden durchgelassen. Anteile oberhalb der Grenzfrequenz werden mit zunehmendem Abstand von dieser zunehmend unterdrückt.

Hochpaß

Frequenzanteile oberhalb der Grenzfrequenz werden durchgelassen. Anteile unterhalb der Grenzfrequenz werden unterdrückt. Die Hochpaß-Betriebsart erzeugt beim SID meistens einen leisen dünnen Klang.

Bandpaß

Es werden nur die Frequenzanteile in der Umgebung der Mittenfrequenz (»Grenzfrequenz« wäre hier unzutreffend) durchgelassen. Dar-

	F high	PW low	PW high	Steuer-reg.	AD	SR	F	Filter Reso-nanz	Modus/Laut
	54273	54274	54275	54276	54277	54278	54294	54295	54296
Signalton	60	X	X	17/16	10	10	X	0	15
Klarinette	20	0	8	65/64	106	135	X	0	15
Flöte	40	X	X	17/16	128	248	X	0	15
Oboe/Fagott	30/10	250	0	65/64	73	248	X	0	15
Schnarre	5	0	8	81/80	73	248	X	0	15
Banjo	30	X	X	32/32	8	8	50	241	111
Schuß	200	X	X	129/128	9	9	X	0	15
Explosion	1	X	X	129/128	13	93	20	241	31

Tabelle 4. Einstellbeispiele für Stimme 1

über hinaus kann man die Filterbetriebsarten auch kombinieren. Ein Beispiel dafür ist die

Bandsperr

Diesen Modus erhält man, wenn man die Betriebsarten Hochpaß und Tiefpaß zugleich anwählt. Es werden Frequenzen in der Umgebung der Mittenfrequenz abgeschwächt. Eingestellt werden die Filterbetriebsarten durch die Bits 6, 5 und 4 des Registers 54296, dem gleichen Register, mit dem auch die Gesamtlautstärke des SID gesteuert wird (Bits 3 bis 0)

Bit 6 = 1 Hochpaß

Bit 5 = 1 Bandpaß

Bit 4 = 1 Tiefpaß

Über die Bits 2 bis 0 des Registers 54295 kann man steuern, welche der einzelnen Stimmen gefiltert werden sollen. Eine 1 bedeutet dabei Filterung.

Bit 0 entspricht Stimme 1

Bit 1 entspricht Stimme 2

Bit 2 entspricht Stimme 3

Eine 0 besagt, daß die Stimme ungefiltert an den Ausgang gelangen soll.

Die Bits 4 bis 7 des gleichen Registers 54295 enthalten einen 4-Bit-Wert, über den man die Resonanz des Filters (in der Elektrotechnik

auch »Güte« genannt) steuern kann. Eine hohe Resonanz (der Maximalwert ist 15) bewirkt eine zusätzliche Verstärkung der Frequenzanteile in der Nähe der Grenzbeziehungsweise Mittenfrequenz. Diese Verstärkung kann beim SID auch zu klanglich interessanten Verzerrungen führen (E-Gitarre). Unerwähnt ist bis hierher die Einstellung der Grenzbeziehungsweise Mittenfrequenz geblieben. Sie wird über das Register 54294 eingestellt (volle 8 Bit). Es besteht zudem die Möglichkeit einer Feineinstellung über die Bits 0-2 des Registers 54293. Eine solche Feineinstellung bleibt aber erfahrungsgemäß unhörbar. Man kann also Register 54293 getrost unberücksichtigt lassen.

Eine kleine Anleitung zum Experimentieren mit dem Filter

Man stelle Stimme 1 auf Dauerton ein (zum Beispiel mit der POKE-Folge ganz am Anfang dieses Artikels). Man fahre so fort:

Tiefpaßeinstellung, Lautstärke=15:
POKE 54296,31

Resonanz=15, Stimme 1 über das Filter schicken: POKE 54295,241

Jetzt ist vermutlich nichts mehr oder kaum noch etwas zu hören, weil die Grenzfrequenz mit 0 vorein-

gestellt ist. Mit der Grenzfrequenz kann man jetzt experimentieren:
POKE 54294,20 (40,60,80...)

Das Klangbild von Stimme 1 mußte jetzt zunehmend heller werden. Zum Abschluß folgen in Tabelle 4 noch einige Einstellbeispiele für Stimme 1. Die Einstellungen, bei denen das Filter benutzt wird, sind mit Vorsicht zu genießen, da Filtereinstellungen schlecht reproduzierbar sind. In diesem Punkt weisen die einzelnen SID-Bausteine beachtliche Streuungen auf.

Wer sich weitergehend mit der Klang- und Musikprogrammierung beschäftigen will, der sei auf die schon erwähnte Reihe »Dem Klang auf der Spur« verwiesen. In Ausgabe 2/85 des 64'er-Magazins findet man mehrere kleine Beispielprogramme zur SID-Programmierung. In Ausgabe 7/85 wird ein größeres Programm beschrieben, mit dem man unter anderem alle Parameter des SID interaktiv und komfortabel beeinflussen kann. In Ausgabe 10/85 wird ein Sequenzer-Programm erscheinen, das dreistimmige Melodien zeitexakt spielen kann, während nebenbei auch noch ein anderes Programm läuft.

(Thomas Krätzig/ev)

Sound Machine

Mit Sound Machine können nun auch Sie, wie in professionellen Spielen, unabhängige Hintergrundmusik programmieren.

Sound Machine besteht aus zwei Programmen, einem Maschinenprogramm, das die Musik später spielt, und einem Basic-Programm, mit dem Sie die Melodie einfach eingeben können.

Das Maschinenprogramm Sound Machine (Listing 1) belegt den Speicherplatz von dezimal 53004 bis 53187. Nach dem Abtippen mit dem MSE kann es mit »LOAD "SOUND MACHINE",8,1« jederzeit geladen werden. Es benutzt nur die erste Stimme des SID, die anderen bleiben für Geräuscheffekte frei. Eine Melodie wird mit SYS 53004 gestartet.

Die Noten müssen ab 49152 im Speicher stehen. Zur Noteneingabe können Sie Listing 2 verwenden.

Die Melodie kann mit SYS 53027 gestoppt werden.

Bevor man das Programm Noten-

```

programm : sound machine      cf0c cfc3
-----
cf0c : a9 00 8d 00 d4 8d 01 d4 80
cf14 : 8d 07 dc 20 31 cf 20 59 25
cf1c : cf a9 59 8d 0f dc 60 a9 75
cf24 : 08 8d 0f dc a9 00 8d 04 2b
cf2c : d4 8d 18 d4 60 a9 20 8d 56
cf34 : 02 d4 a9 08 8d 03 d4 a9 a3
cf3c : 18 8d 05 d4 a9 52 8d 06 66
cf44 : d4 a9 21 8d 04 d4 a9 0f 93
cf4c : 8d 18 d4 a2 00 a0 c0 86 84
cf54 : a4 84 a5 58 60 78 a9 67 ee
cf5c : 8d 14 03 a9 cf 8d 15 03 ad
cf64 : 58 60 ea 78 ad 0d dc 29 bf
cf6c : 02 f0 03 20 77 cf 58 4c 9b
cf74 : 31 ea ea a9 00 8d 07 dc 4c
cf7c : a9 18 8d 0f dc a9 10 8d ed
cf84 : 04 d4 a0 00 b1 a4 8d 00 91
cf8c : d4 c8 b1 a4 8d 01 d4 f0 db
cf94 : 05 a9 41 8d 04 d4 c8 b1 dd
cf9c : a4 8d 06 dc f0 14 ea 18 af
cfa4 : a5 a4 69 03 85 a4 90 02 1a
cfac : e6 a5 a9 59 8d 0f dc ea 95
cfb4 : 60 ea a9 00 85 a4 a9 c0 99
cfbc : 85 a5 a9 59 8d 0f dc 60 2f

```

Listing 1. Das Maschinenprogramm »Sound Machine« muß mit dem MSE eingegeben werden.

eingabe startet, muß sich Sound Machine schon im Speicher befinden.

Das Programm Noteneingabe löscht als erstes den Notenspeicher. Es fragt dann nach der Zeit, die eine Viertelnote gespielt werden soll. Durch diesen Wert wird also die Geschwindigkeit ihrer Melodie festgelegt.

Jetzt kann die eigentliche Noteneingabe beginnen:

Auf die Frage »NOTE : ?« gibt man zuerst die Notenbezeichnung, dann die Oktave ein. Einige Beispiele wären: »C5«, »A # 3«. Erniedrigte Noten können nicht direkt eingegeben werden. Hb3 muß also als »A # 3« eingegeben werden. Pausen gibt man mit »P« oder »PAUSE« ein.

Als Antwort auf die Frage »ZEIT : ?« gibt man die Notenlänge im Format x/y ein. Zwei Beispiele: Eine ganze Note wird als »1/1«, eine punktierte