

5. Die Programmierung der Sound-Blaster-Karte

Nachdem Sie sich in den vorherigen Kapiteln ausgiebig mit der Anwendung und dem Ausprobieren von Programmen für die Sound-Blaster-Karte beschäftigt haben, soll Ihnen durch dieses Kapitel die Möglichkeit gegeben werden, selber in die Programmierung des digitalen Tonkanals einzusteigen.

Sie finden alle besprochenen Beispielprogramme aus diesem Teil auf der beiliegenden Diskette als Source-Code, mit Ausnahme des Programms VocShell. Dieses liegt nur als ausführbare Datei vor.

Die Programme sind vor allem für Turbo Pascal- und C-Programmierer interessant, aber durch die eingehende Beschreibung der Routinen im einzelnen sollte es auch möglich sein, die Beispiele und Funktionsbibliotheken in Ihre Lieblingssprache zu übersetzen.

Um eine kleine Grundlage für die Arbeit mit digitalen Tönen zu schaffen, steht am Anfang der Praxis erst einmal ein wenig Theorie, die Ihnen jedoch hoffentlich alles andere als grau erscheint.

5.1 Die Theorie der Musik

Diese kleine Einführung in die Theorie soll Ihnen sowohl einen kurzen Einblick in die Musik und ihre physikalischen Grundlagen geben, als auch die Technik des Samplens näherbringen. Beides wird Ihnen sicherlich nützlich sein, wenn Sie daran denken, ernsthaft mit der Sound-Blaster-Karte zu programmieren, oder ihr auch nur ein paar Töne zur effektvollen Unterhaltung entlocken wollen.

Wenn Sie sich zum Beispiel im Physikunterricht schon einmal mit dieser Materie beschäftigt haben, wird Ihnen sicherlich einiges von dem, was jetzt folgt, bekannt sein, aber auch wenn Sie sich noch nie damit auseinandergesetzt haben, werden Sie sicherlich gut damit klar kommen.

Es soll Ihnen helfen, sich eine bessere Vorstellung von dem zu machen, was überhaupt passiert, wenn wir hören.

Was ist ein Ton?

Dies ist eine ganz grundsätzliche Frage und man könnte sie pauschal beantworten mit Ein Ton ist das, was wir hören. Eine Tonquelle erzeugt ihn, und unser Ohr nimmt ihn auf.

Um von der Tonquelle an unser Ohr zu gelangen, muß aber etwas dazwischen sein, das den Ton transportiert. Diesen Tonträger nennt man Medium.

Normalerweise ist es die Luft, die uns umgibt. Aber auch im Wasser können sich Töne fortbewegen, also kann auch das Wasser ein Medium sein. Eine einfache Regel lautet also: Ohne Medium keine Töne.

Auf dem Mond könnte man sich noch so viel Mühe geben, um sich mit seinem Gegenüber zu unterhalten, es wäre alles nutzlos. Da der Mond keine Atmosphäre hat, ist auch kein Medium da, das den Ton von unserem Mund an das Ohr unseres gewünschten Gesprächspartners bringen kann.

Die Luft ist unser Schall-Medium

Darum bleiben wir bei unseren Beispielen bei der Luft als Schallträger.

Wenn Luft schwingt, entstehen Schallwellen. Das nehmen wir als Ton wahr. Von der Stärke und der Häufigkeit der Schwingung hängt ab, was für einen Ton wir hören.

Um uns das näher anzusehen, nehmen wir die einfachste Schwingung, die es gibt, die Sinuskurve.

Eine Sinusschwingung ist eine periodische Schwingung, weil sie sich nach dieser einen Schwingung identisch wiederholt. Periodische Schwingungen sind alle Töne, die man als Klänge bezeichnen kann, wie zum Beispiel eine Gitarre, ein Klavier oder eine Glocke.

Das Rauschen von Wasser aber ist kein Klang, sondern ein Geräusch. Ihm liegt auch eine nicht-periodische Schwingung zugrunde.

Die Amplitude einer Schwingung

Das erste Element einer Schwingung ist die Amplitude. Damit bezeichnet man den höchsten Schwingungspunkt der Kurve. Sie ist für die Lautstärke des Tones verantwortlich. Je größer die Amplitude ist, desto lauter ist der Ton. Die physikalische Einheit der Lautstärke ist Dezibel (dB). Dezibel ist ein logarithmisches Maß, das den Grad der Verstärkung einer Schwingung angibt. Da das aber nicht nur kompliziert klingt, sondern es auch tatsächlich ist, soll darauf nicht näher eingegangen werden, denn die genaue Kenntnis und die Herleitung der Größe Dezibel ist für den Programmierer von keiner großen Bedeutung. Es ist nur wichtig zu wissen, daß durch die Veränderung der Amplitude eine Veränderung der Lautstärke erreicht wird.

Die Frequenz einer Schwingung

Die zweite Bestimmungsgröße eines Tons ist die Frequenz. Die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde ist verantwortlich für die Höhe eines Tons und diese Anzahl nennt man Frequenz. Die physikalische Einheit der Frequenz ist Hertz (Hz). Sie gibt an, wie viele Schwingungen pro Sekunde ein Ton ausführt.

Je höher die Frequenz ist, desto höher ist auch der Ton, den wir hören. Ein Ton, der 440mal in der Sekunde schwingt, hat also die Frequenz 440 Hz.

Der Kammerton A

Die Frequenz 440 Hz hat in der Musikwelt eine ganz besondere Bedeutung. Sie beschreibt den sogenannten Kammerton a1, der als Basiston zum Stimmen aller Instrumente benutzt wird. Diese Frequenz wird noch in einigen Beispielen auftauchen.

Das menschliche Ohr ist in der Lage, Töne zwischen 16 Hz und 20.000 Hz aufzunehmen. Dieser Bereich schwankt jedoch, vor allem was die Obergrenze betrifft, individuell sehr stark und die Fähigkeit, hohe Töne zu hören, nimmt mit zunehmendem Alter ab.

Der wichtigste Frequenzbereich liegt jedoch unterhalb von 10.000 Hz. Hier sind eigentlich alle Frequenzen angesiedelt, die mit Musik, Sprache und Geräuschen zu tun haben. Als Beispiel dazu haben Sie hier eine kurze Tabelle mit Instrumenten und ihren Frequenzbereichen:

Instrument	Frequenzbereich
menschl. Stimme	70 - 2.000 Hz
Pfeifenorgel	16 - 4.000 Hz
Klavier	30 - 3.500 Hz
Geige	200 - 3.000 Hz
Flöte	260 - 3000 Hz

Damit sind die beiden Einflußgrößen, die für die Art eines Tones verantwortlich sind, beschrieben. Nun kommt etwas Musiktheorie. Wenn Sie dazu gar keine Lust haben, dann lesen Sie doch unter dem Stichwort Die Vielfalt der Klangwelt weiter.

Von der Frequenz zum Klang...

Ein Ton mit der Frequenz 220 Hz und ein Ton mit der Frequenz 880 Hz sind ebenfalls Töne, die mit a bezeichnet werden. Der erste liegt jedoch genau eine Oktave tiefer als der Kammerton a1, und der zweite liegt genau eine Oktave höher.

An den Frequenzen kann man schon ein Prinzip der musikalischen Ordnung ablesen. Die doppelte Frequenz bedeutet genau den gleichen Ton, nur eine Oktave höher.

Allgemein gesagt, bedeutet das, daß das Frequenzverhältnis der Grundtöne zweier aufeinanderfolgender Oktaven 1:2 ist. Genauso kann man auch das Verhältnis der Töne innerhalb einer Oktave beschreiben.

Die Tonschritte

Das Frequenzverhältnis der einzelnen Tonschritte:

Intervall	Verhältnis	Beispiel
Reine Prim	1 : 1	c - c
Kleine Terz	5 : 6	c - es
Große Terz	4 : 5	c - e
Reine Quarte	3 : 4	c - f
Reine Quinte	2 : 3	c - g
Kleine Sexte	5 : 8	c - as
Große Sexte	3 : 5	c - a
Oktave	1 : 2	c - c'

Die heute benutzte Tonleiter besteht aus sieben Grundtönen und fünf Halbtonen. Die sieben Grundtöne sind entweder genau einen ganzen Tonschritt voneinander entfernt (c/d, d/e, f/g, g/a, a/h) oder einen Halbtonschritt (e/f, h/c). Man kann jeden Ton um einen Halbtonschritt erhöhen oder vermindern.

Auf einem Notenblatt erkennt man einen erhöhten Ton durch eine vorangestellte Raute (#) und einen niedrigeren Ton durch ein vorangestelltes b.

Hierbei entsteht jedoch ein kleines Problem. Wenn man rein mathematisch an die Sache herangeht, stellt man fest, daß ein erhöhtes d (= dis) und ein erniedrigtes e (=es) nicht genau dieselbe Frequenz besitzen. Das müßte dazu führen, daß man für jeden dieser Töne eine eigene Taste auf der Klaviatur benötigen würde.

Es hat früher auch tatsächlich Instrumente gegeben, die diese Tasten besaßen (zum Beispiel ein Clavichord von Marin Mersenne, 1588-1648).

Die Tonleiter-Modelle

Man arbeitete nämlich damals noch mit zwei alten Tonleitermodellen. Einerseits nach dem pythagoreischen und andererseits nach dem diatonischen Stimmungsprinzip. Diese Modelle sind zwar mathematisch sehr exakt ausgearbeitet, aber für die praktische musikalische Arbeit oftmals nicht anwendbar.

Daher entwickelte man die sogenannte Temperierte Stimmung. Hier sind die Abstände zwischen den Halbtonen immer gleich groß, so daß dis und es dieselbe Frequenz erhalten und somit auch nur noch durch eine Taste repräsentiert werden müssen.

Daher haben Tasteninstrumente heute auch nur 12 Tasten pro Oktave. Die dabei entstehenden Frequenzverfälschungen sind so gering, daß sie eigentlich nicht auffallen. Und für Spieler von Saiteninstrumenten, wie zum Beispiel einer Geige, besteht durchaus auch die Möglichkeit, einen Unterschied zwischen dis und es zu machen, da hier ja keine Festlegung durch Tasten erfolgt.

Aus diesem Grund hat man auch heute noch das System der Erhöhung und Erniedrigung von Tönen beibehalten. Ansonsten hätte man eine der beiden Notationen abschaffen können und würde trotzdem das gleiche Klangergebnis erzielen.

In der folgenden Abbildung können Sie eine normale 12-tonige Klaviatur sehen. Über den Tasten stehen die Frequenzverhältnisse der einzelnen Töne zu c. Das bedeutet, daß man, zum Beispiel um gis zu erhalten, folgende Rechnung aufstellen muß: $\text{Frequenz}(\text{gis}) = \text{Frequenz}(\text{c}) \cdot 1.58740$.

Diese Frequenzverhältnisse entsprechen denen der temperierten Stimmung. Jeder Ton ist genau die 12te Wurzel aus 2 mal höher, als sein Vorgänger (, 1.0595).

Das soll jetzt aber genug zum Thema Tonleiter sein. Damit haben Sie genügend theoretisches Rüstzeug, um später vielleicht selber ein kleines Musikprogramm auf die Beine zu stellen, das den Regeln der 12-Tonmusik folgt.