

## Kapitel 11: Der Computer als Musikinstrument

### 11.1. MIDI und die Synthesizer-Computerverbindung

#### Vorbemerkung

Die bislang besprochene Digitalisierung von elektronischen Musikinstrumenten spielt sich auf der datenintensiven Ebene des Soundsampling bzw. der digitalen Darstellung analoger akustischer Schwingungen ab (Kapitel 4). Viele Mega-Byte an Zahlen müssen verwaltet und hin- und hergeschoben werden, damit solcherlei Sounds entstehen. Dabei ist das Niederdrücken und Loslassen einer Keyboardtaste eigentlich ein sehr einfacher Vorgang, den die traditionelle Klavier-Notenschrift mit ca. 4 Angaben (Tonhöhe, -dauer, -stärke und Agogik) bewältigt hat. Physikalisch genauer lässt sich der Vorgang mit folgenden vier Zahlen ausdrücken:

- Zeitpunkt des Drückens einer Taste,
- „Nummer“ der gedrückten Taste („Tonhöhe“),
- Schnelligkeit, mit der die Taste sich aufgrund der spezifischen Art des Drückens nach unten bewegt („Lautstärke“),
- Zeitdauer zwischen Drücken und Loslassen der Taste („Dauer“).

Wenn ein in CD-Qualität über 10 sec klingender Klavierton ein paar Millionen Daten benötigt, benötigt die Beschreibung der Aktion, die diesen Ton auf einem bestimmten Instrument erzeugt, nur 4 Daten. Der einzige Nachteil dieser erheblich vereinfachten Aktions-Datendarstellung ist der, dass der Ton je nach verwendetem Klavier unterschiedlich klingt. Dieser Nachteil lässt sich auch als Vorteil beschreiben: die **Aktions-Datendarstellung** ist von einem Instrument auf ein anderes übertragbar, lässt der Instrumentierung Spielräume offen. Und genau in diesem Punkt trifft sie auf den Kern der elektronischen Musik(instrumente): die aktive musikalische Gestaltung des Klanges durch die MusikerInnen.

**MIDI („musical instrument digital interface“)** ist eine derartige Aktions-Datendarstellung der Musik digitalisierter elektronischer Musikinstrumente. Sie wurde 1983 von einigen marktbeherrschenden Firmen ausgehandelt. MIDI war nicht nur informationstheoretisch eine gute Idee, weil komplizierte musikalische Vorgänge einfach und flexibel zugleich beschrieben und übertragen werden konnten.

Sie war auch die in der Geschichte der elektronischen Musik menschenfreundlichste Aktion der internationalen Industriekonzerne, die in diesem einen Punkt anerkannt haben, dass MusikerInnen in der Praxis elektronische Instrumente unterschiedlicher Hersteller miteinander verbinden möchten und Konkurrenz und Wettbewerb selten „beim Verbraucher ankommen“. Die Normierung durch MIDI hat es erstmals möglich gemacht, dass ein Synthesizer der Firma A einen Soundmodul der Firma B oder einen Soundsampler der Firma C ansteuert.

„MIDI was established as a hardware and software specification which would make it possible to exchange information between different musical instruments or other devices such as sequencers, computers, lightening controllers, mixers etc. This ability to transmit and receive data was originally conceived for live performances, although subsequent developments have had enormous impact in recording studios, audio and video production, and composition environments“  
(Vorwort der MIDI-Specification Version 4.1.1 vom Februar 1990.)

## Die musikalische Informationsübertragung durch MIDI

MIDI überträgt, wie gesagt, nicht elektronische Klänge, sondern Informationen über Aktionen an elektronischen digitalen Instrumenten. Es gibt daher zwei Typen von MIDI-Informationen:

- Daten für Aktionen, die bei *allen* Synthesizern (bzw. elektronischen Instrumenten) in gleicher Weise anfallen, und
- Daten für Parameter, die aufgrund des speziellen Baus eines Instruments nur bei diesem speziellen Instrument anfallen („**systemexclusive Daten**“).

Zum letztgenannten Datentyp gehören alle Angaben über die spezifischen Klänge, die Filtereinstellungen, die Wellen- und Hüllkurvenformen usw. Solch ein Klang wird in jedem Synthesizer als „Programm“ und unter einer „program change“ genannten Nummer abgespeichert. Man kann ihn am Instrument durch Tastendruck und Nummernwahl abrufen. Bei *allen* Synthesizern regelt nun MIDI, wie solche „program change“-Nummern abgerufen werden können, unabhängig davon, welcher konkrete („exclusive“) Klang auf diesem Speicherplatz sitzt. Der auf Nr. 3 gespeicherte Klang des Synthesizers A kann durch Betätigen der „program change“-Taste Nr. 3 von Synthesizer B abgerufen werden. Dasselbe gilt für alle anderen gemeinsamen Aktionen: Drücken und Loslassen von Keyboardtasten, Drehen am Pitchbend-Rad usw.

Da die meisten Synthesizer und Soundmodule mehrere Klänge gleichzeitig zur Verfügung stellen, können die Daten für „Taste drücken“, „program change auslösen“, „Pitchbend-Rad drehen“ usw. über 16 unterschiedliche MIDI-**Kanäle** gesendet und empfangen werden. Das Kanal-Prinzip funktioniert genauso wie beim Rundfunk: über eine einzige Leitung können gleichzeitig mehrere Sender senden und Empfänger empfangen. Hat ein „multitimbraler“ Synthesizer die Möglichkeit acht Sounds gleichzeitig abzuspielen und hat er auf „program change“ Nr. 2 Bass, auf Nr. 3 Saxophon und auf Nr. 10 Drumset gespeichert, so ist möglich, dass drei KeyboarderInnen gleichzeitig diesen Synthesizer „spielen“:

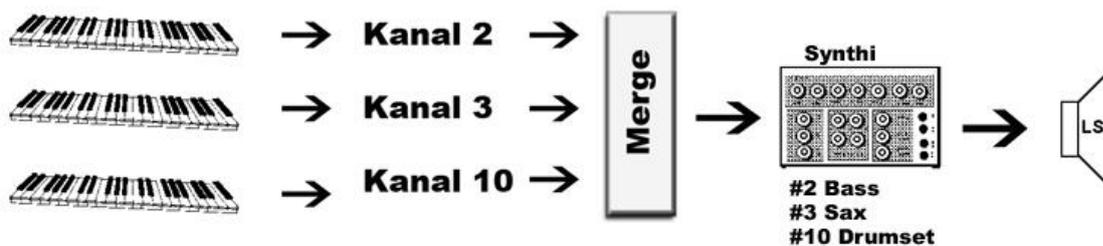


Abb. 11.1 Klassische MIDI-Konstellation

Bei der „klassischen“ MIDI-Konstellation spielen mehrere KeyboarderInnen auf einem einzigen „multitimbralen“ Synthesizer (oder Soundmodul) gleichzeitig. „Merge“ mixt die MIDI-Daten der drei Keyboards so, dass keine Verwechslungen vorkommen.

Über ein **MIDI-Interface** können die zunächst nur elektronischen Musikinstrumenten „verständlichen“ MIDI-Daten an das Input-Output-System von Computern angepasst werden. Einige Soundcards enthalten eine MIDI-Schnittstelle, was sich daran äußert, dass sich an dieser Karte zwei charakteristische 5-poligen MIDI-Buchsen befinden. Weitere Möglichkeiten, ein MIDI-System (Synthesizer, Soundmodul, Effektgerät) mit einem Computer zu verbinden, sind MIDI-Keyboards, MIDI-Controller, MIDI-Mischpulte, mit MIDI versehene Audio-Interfaces usw. Alle diese Geräte haben einen MIDI-Ein- und Ausgang und sind (über i-Link/fire wire, USB 2 oder SCSI) mit einem Computer verbunden.

## Speicherung und Verarbeitung von MIDI-Daten

Unter einem „**Midifile**“ versteht man die Gesamtmenge von MIDI-Daten, die – in der korrekten Zeitabfolge – von einem midifizierten Instrument beim Spielen eines Musikstücks gesendet und im Computer gespeichert worden sind. Ein Midifile ist ein in die digitale Computersprache übersetztes Notenblatt. Daher kann ein Notationsprogramm (Finale, Score Perfect, Forte usw.) Midifiles „lesen“ und in sichtbare Noten umsetzen. Wenn ein Computer ein Notenblatt eines solchen Notationsprogrammes abspielt, so setzt er intern die Notation in ein Midifile um, das dann die Soundcard wiedergibt.

Hier eine Gegenüberstellung der Syntax von MIDI und der abendländischen Notenschrift:

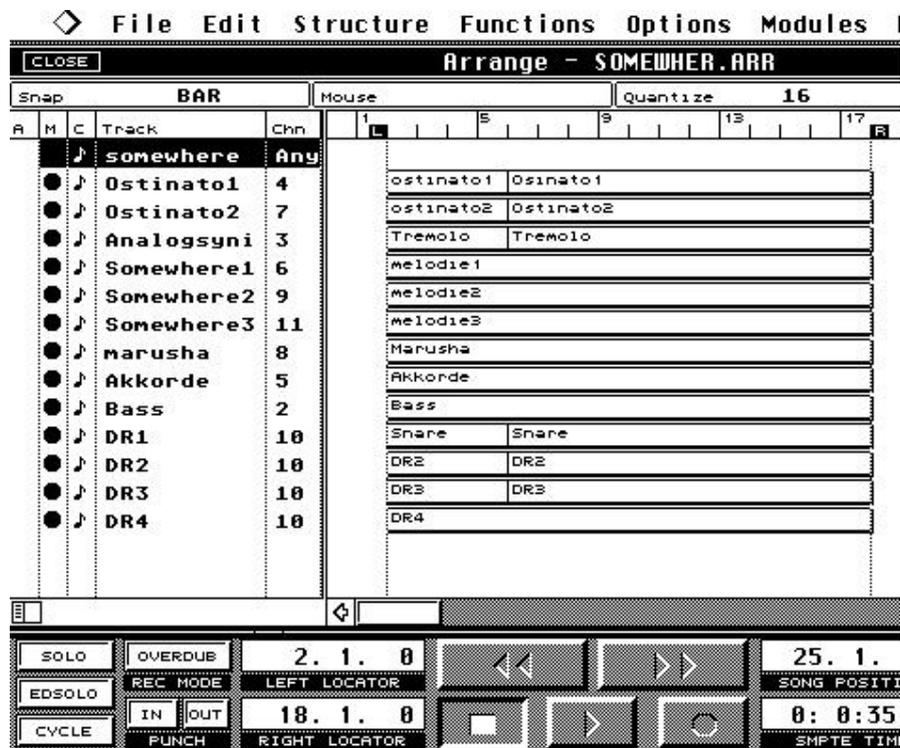
<b>MIDI überträgt</b>	<b>Äquivalent</b>
die Kanalnummer (channel #)	die Stimme einer Partitur
die Tastennummer („Note ON“-Nr.)	die Tonstufe
die Tastengeschwindigkeit („velocity“)	die Dynamik(zeichen): <b>fff</b> , <b>mf</b> , <b>p</b> usw.
die Stellung des Pitchbend-Rades („bend“)	Zusatzzeichen zur Angabe von glissando u.a.
die Nummer eines Programms auf einem der Kanäle („program change“)	das Instrument, das eine bestimmte Stimme der Partitur spielen soll
den Zeitpunkt, an dem eine Taste gedrückt wird, gemessen seit Start der MIDI-Aufnahme	Position der Noten (im Taktgefüge)
die Zeitspanne zwischen „Note ON“ und „Note OFF“	Tondauer
viele andere Synthespezifische Daten	Artikulations- u.ä. Zeichen

Jedes MIDI-Ereignis hat eine „Hausnummer“, eine Zahl, die es kennzeichnet, und einen Wert, der zwischen 0 und 127 liegt. Ein MIDI-Recordingprogramm eines Computers muss diese Zahlen einfach nur zusammen mit einer Zeitangabe abspeichern. Beim Abspielen werden dann die Zahlen in der richtigen Zeitabfolge ausgelesen, ans MIDI-Instrument gesendet, das darauf hin spielt.

**MIDI-Recordingsysteme („Sequencer“)** sind Computerprogramme, die die am MIDI-Interface eintreffenden MIDI-Daten *speichern* („aufnehmen“, „record“), am Bildschirm in musikalisch verständlicher Form (Partitur, Notenschrift, Grafik, Symbolsystem) oder explizit als Zahlenfolgen (bei „Cubase“ im List-Editor) *darstellen* und auf Wunsch so wieder an das Interface *senden* („abspielen“, „play“), wie sie eingetroffen sind. Die MIDI-Daten können auch am Bildschirm manipuliert („editiert“) werden. Zudem können neue MIDI-Daten erzeugt werden. All dies geschieht in einer benutzerfreundlichen, fast-intuitiven Weise am Bildschirm, wo man vom MIDI-Datengerangel im Hintergrund nicht viel merkt. „Cubase“ hat eine partiturähnliche Bildschirmgestaltung eingeführt, die sich in den 90er Jahren in allen größeren Programmen durchgesetzt hatte. Jeder „Stimme“ (die meist auf einem eigenen MIDI-Kanal gesendet wird) entsprechen ein oder mehrere „Balken“ in einer Zeile, die für die in einer „Stimme“ enthaltenen MIDI-Daten steht.

Abbildung 11.2 zeigt den vollständigen Hit „Somewhere Over the Rainbow“ von Marusha (1994). Dies „**Technobrett**“ besteht aus 13 Zeilen (Stimmen) und wird insgesamt 27,5 Mal wiederholt, wobei bei jeder Wiederholung einige Zeilen (Stimmen) „stummgeschaltet“ werden. Die Sounds kommen wie bei MIDI üblich von der Soundcard des Computers oder aus einem „multitimbralen“ Soundmodul/Synthesizer. Links stehen neben den Bezeichnungen der Stimmen die Nummern der MIDI-Kanäle. Im unteren Teil des Bildes erkennt man „virtuelle“ Bedienelemente eines Tonbandgerätes: schneller Rück- und Vorlauf, Stop, Start und Record (roter Kreis). Wenn dies Programm bzw. das Technobrett wiederholt abläuft, dann ersetzt es die Keyboarder aus Abbildung 11.1. Jedem der hier verwendeten 10 MIDI-Kanälen entspricht ein Keyboarder dieser Abbildung.

Allerdings ist dies „Technobrett“ nie vom Keyboard aus eingespielt, sondern am Bildschirm millisekundengenau „gezeichnet“ worden!



**Abb. 11.2** Partitur eines Sequencer-Programmes (Cubase für Atari 1990), als Midifile unter [www.uni-oldenburg.de/musik-for/akustik/download](http://www.uni-oldenburg.de/musik-for/akustik/download) zu haben!

Der Anwendungsbereich hat sich aber von Synthesizern auf viele weitere Gebiete ausgeweitet, die alle von MIDI-Recordingsystemen verwaltet werden können:

- das Tempo von Drumcomputern, Sequencern,
- die Reglerbewegungen eines Mischpultes,
- Microtunings von Synthesizern,
- die komplette Lichtregie von (midifizierten) Lichtanlagen,
- die Koordination mit Tonband oder Videorecordern via Synchronisationsspuren,
- die Programme und Parameter von midifizierten Effektgeräten,
- die analogen Einstellungen midifizierter Analog-Modulsynthesizer,
- gegebenenfalls die Stimmung eines elektronische Instruments usw.

Im Juli 1988 ist „**General MIDI**“ (GM) ausgehandelt worden. Hierunter wird eine ganz bestimmte Konfiguration elektronischer Klangerzeuger verstanden, zum Beispiel das Vorhandensein von 16 MIDI-Kanälen, die Konvention, dass Drum-Sounds auf Kanal 10 gesendet werden, dass die „program change“-Nummern 1-8 für Piano-Sounds zu verwenden sind usw. General MIDI hat zur Folge, dass ein Midifile so normiert werden kann, dass es auf jedem GM-System (vor allem einer handelsüblichen GM-Soundcard) mit annähernd demselben musikalischen Ergebnis abgespielt werden kann. Man kann ein Midifile aber auch „missbrauchen“, indem man die Stimmen vertauscht, die Sounds vermischt usw.

Unter der Bezeichnung „**Workstation**“ befinden sich heute Synthesizer auf dem Markt, die neben einem meist 16-fach multitimbralen Soundmodul mit Effektgeräten und einem Keyboard ein integriertes MIDI-Recordingsystem enthalten. Mit solch einer Workstation kann ohne Hinzuziehung eines Computers ein 16-stimmiges Musikstück komponiert und abgespielt werden.

Die MIDI-Schnittstelle arbeitet mit einer „**Übertragungsrate**“ von 31 250 MIDI-Bytes („Zahlenpaketen“) pro Sekunde. Diese für heutige Computerverhältnisse sehr kleine Rate genügt in der Regel, da für ein musikalisches Ereignis nur 1 oder 2 Bytes übertragen werden müssen. Es gibt einige Aktionen auf Synthesizern, bei denen dennoch viele Daten in kurzer Zeit anfallen. Wenn zum Beispiel ein glissando (= Bewegung des Pitchbend-Rades) gespielt wird, wo ein Halbton in 64 digitale

Zwischenschritte unterteilt wird, muss jeder Zwischenschritt einzeln gesendet werden. Kann ein elektronisches Instrument die MIDI-Daten nicht so schnell verarbeiten, wie sie eintreffen, so werden sie in einem Puffer („Buffer“) zwischengespeichert. Bei MusikerInnen gefürchtet ist die Anzeige „Buffer full“, die signalisiert, dass auch dieser Zwischenspeicher voll ist und nun in allernächster Zeit die MIDI-Kommunikation zusammenbricht. Ebenso gefürchtet ist ein nicht seltener Fall, dass ein MIDI-Datenstau zu zeitlichen Ungenauigkeiten der Wiedergabe führt. Programmiertricks (minimal „vorgezogene“ Note-ON-Befehle) helfen meist weiter.



**Abb. 11.3 Die Vorläufer von „Cubase“ mit einem Commodore SX 64**

Andererseits ist die relativ geringe Übertragungsrate von MIDI ein Trost für alle, die „langsame“ Computer besitzen: für ein MIDI-Recordingsystem ist jeder noch so alte Computer gut genug, denn Datenstaus oder Systemzusammenbrüche werden kaum von der Rechengeschwindigkeit sondern eher von den MIDI-Instrumenten verursacht.

„Cubase“ hatte einige Vorläufer für den Commodore 64 (hier im Bild der konzerterprobte SX 64): JMS „Midi Step Composer“, C LAB „Supertrack“ und Steinbergs „Pro-16“, den es (wie im Bild) auch als Hardware-PlugIn mit 32 MIDI-Spuren gab. Es folgten „Cubase 3.1“ für den Atari ST (blaue Diskette, 347 KB) und „Score 1.0“ (graue Diskette) als erstes hybrides Programm für Windows.

## 11.2. Zusammenspiel MIDI- und Audio-Daten

### Hybride MIDI-Audiorecordingprogramme

Das Musikmachen mit MIDI-Recordingsystemen (Sequencern) ist seit Zeiten des Commodore 64, für den die ersten Cubase- und Logic-**Sequencer** geschrieben wurden, kein Problem. Midifiles sind extrem klein und waren daher auch die ersten „Klingeltöne“ auf Handys. Ist einmal ein kleiner Soundchip vorhanden (hardware), dann benötigt die Musik nur ein paar wenige Bytes in Gestalt eines Midifiles (software), um zum Leben erweckt zu werden.

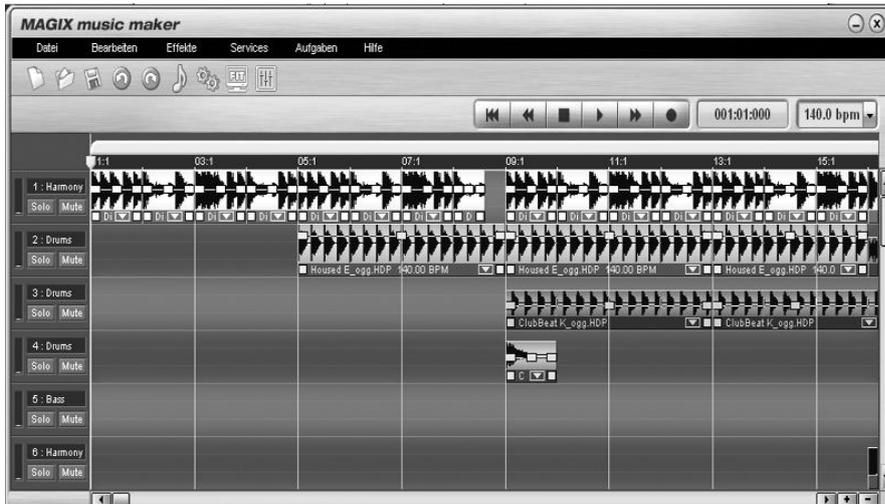
Seit 1992/93 sind die MIDI-Recordingsysteme, wie sie in Kapitel 11.1 beschrieben wurden, mit Harddiskrecordingprogrammen, wie sie in Kapitel 4.4 beschrieben worden sind, verknüpft worden. (Steinbergs Cubase Score 1.0 für MS-DOS-kompatiblen Computer ab 386 SX mit 16 MHz Taktrate und 4 MB RAM für Windows 3.1.) Die Programmoberfläche sieht nach wie vor aus wie auf Abbildung 11.2. Nur hinter den „Stimmen“ der „Partitur“ kann sich zweierlei verbergen: entweder ein Midifile oder aber eine Audiodatei (wav- oder au-Datei). Beim Abspielen eines solchen „hybriden“ Pakets von Dateien – bei der Firma Steinberg spricht man auch von „song“ oder gar „project“ – wird der Gesamtklang durch die Mischung der originalen Audiodateien mit den Klängen, die die MIDI-Dateien der Soundcard entlocken, bestimmt.

Das Zusammenspiel von MIDI und Audio ist nicht problemlos und führt heute oft dazu, dass Studiomusiker ganz auf MIDI verzichten und gleich von vornherein nur noch mit Audiodateien arbeiten. Der in Kapitel 4 gerühmte „Music Maker“ von MAGIX ist ein solches reines Audio-Programm, auch wenn sich seine Oberfläche von einem MIDI-**Sequencer** nicht unterscheidet. Damit aber beispielsweise beim „Techno Music Maker“ das Timing wirklich stimmt, müssen genau vorgefertigte Samples an genau fixierten Positionen aneinander gefügt werden: dies ist MIDI-Denken und –Komponieren in Gestalt von Audio (Abbildung 11.4).

Profis jedoch lieben das Ineinander von Audio und MIDI weil man insgesamt das musikalische Ergebnis tiefer gehend gestalten kann:

- (1) die MIDI-Stimmen eines hybriden „songs“ (mit Midifiles und Audiodateien) können auf musikalisch wertvolle Synthesizer oder andere Klangerzeuger geleitet und dabei in Realtime oder live im Konzert extrem manipuliert werden. „Gute“ DJ's beherrschen diese Kunst der Live-Klangformung.
- (2) die MIDI-Daten der MIDI-Stimmen können innerhalb des Computers gespeicherte Samples „triggern“ oder aber externe Sounds – zum Beispiel eines Drumcomputers – steuern.
- (3) die MIDI-Daten können parallel zur Audio-Musik noch Raumbewegungen, das Licht, den Ablauf von Videos oder DVD-Playern steuern (synchronisieren).
- (4) die MIDI-Daten können via Notenschrift „komponiert“ und müssen nicht von fehlerhaft spielenden MusikerInnen eingespielt werden, sie können Passagen enthalten, die unspielbar sind.
- (5) die MIDI-Daten können parallel zur Musik externe (qualitativ hochwertige) Effektgeräte steuern.
- (6) mittels MIDI können „virtuelle Synthesizer“ oder „Soundsampler“ gespielt werden (siehe unten).
- (7) MIDI erlaubt auch eine Reihe spezifischer MIDI-Effekte (spezielle MIDI-Echos, -Delays usw.).

Diese Liste der Vorteile von MIDI zeigt, dass MIDI ein brauchbares „Ambiente“ für herkömmliches Harddiskrecording bereit stellt. Auch wenn sich heute Vieles scheinbar von selbst durch „automatisierte Plugins“ erledigen lässt, so ist nicht zu verkennen, dass die Automatisierung derartiger Teilprogramme intern den Weg über MIDI nimmt und, sobald hochwertige Klangerzeuger verwendet werden sollen, extern via MIDI kommuiziert werden muss..



**Abb. 11.4 Die Oberfläche des Audiorecordingprogramms „Music Maker“**

Der Wehrmutstropfen des Zusammenspiels von MIDI und Audio ist die sehr schwierige zeitliche Synchronisation der beiden Welten. MIDI läuft nach einer „Uhr“ des Programms ab, die meist in MM-Werten (Schläge pro Minute) eingestellt werden kann. Das Abspieltempo von Midifiles liegt nicht fest und ist von der Einstellung des „Metronoms“ abhängig. Bei Audiodaten ist das

Tempo durch die Audioaufnahme genau festgelegt. Da eine Beschleunigung oder Verlangsamung von Audiodateien Qualitätsverluste und eine Klangfarbenänderung bewirkt, muss grundsätzlich das flexible MIDI-Tempo dem starren Audio-Tempo angepasst werden. Es gibt hierbei vier Möglichkeiten:

- (1) Es wird eine MIDI-Stimme als Zeitgeber vor Beginn der Audioaufnahmen festgelegt. Es kann auch ein Metronom-Click genügen. Die Audio-Dateien sind also von vornherein synchron zu MIDI.
- (2) Wird mit einem im Tempo sehr konstanten Fremd-Material gearbeitet – Stichwort: Sampling! -, so kann man vom Computer das Metrum dieses Materials bestimmen lassen und den MIDI-Metronom entsprechend einstellen. Dies gelingt allerdings selten befriedigend.
- (3) Ersatzweise zu (2) kann das Fremdmaterial in kürzere Stücke aufgeteilt werden, deren Beginn jeweils an einer im MIDI-Tempo markanten Stelle liegt. Beispiel hierfür wäre der bereits zitierte „Techno Music-Maker“, bei dem die Samples (Audiodateien) meist genau einen Takt lang sind und sich die Musik aus lauter Eintakt-Phrasen zusammensetzt (vgl. Abbildung 11.2 mit 11.4!).
- (4) Man kann von Hand das Tempo der MIDI-Stimmen an den Audioablauf anpassen. Dabei wird die Audiospur abgespielt und das MIDI-Tempo nach Gehör „nachgeregelt“ und die Temposchwankungen (ebenfalls als MIDI-Datei) aufgezeichnet.

## VST-Geräte und PlugIns

Es ist ein nur von der Rechenfähigkeit des Computers abhängiger Schritt, wenn die MIDI-Daten eines Sequencers nicht nur einfache GM-Sounds der Soundcard „abspielen“ oder ihre MIDI-Daten nach außen an angeschlossene Geräte schicken, sondern auch Software-Klangerzeuger „abspielen“. Ein Software-Klangerzeuger ist mit Bezug auf den Sequencer ein „PlugIn“: das Programm läuft nicht allein, sondern nur in Verbindung mit dem Sequencer, auf den es genau abgestimmt sein muss. Die heute systemübergreifende Normierung dieses Zusammenspiels nennt man VST (virtual studio technology). „Audio Unit“ für Macintosh und „DirectX“ von Windows leisten teilweise dasselbe wie VST.

Die wichtigsten und gängigsten VST-PlugIns, die von MIDI angesteuert werden, sind:

- (1) „*Virtuelle Synthesizer*“. Ein solcher Synthesizer ist ein Programm mit den aus Abbildung 10.5 bekannten Moduln. Alle diese Module können „von Hand“ (mit der Maus) oder aber über

spezifische MIDI-Controller-Daten gesteuert werden. Viele virtuelle Synthesizer laufen sowohl als Plugin in einem Sequencer – wobei dann die MIDI-Stimmen den Synthesizer „spielen“ – und auch als „Stand-alone“-Software. Im letztgenannten Fall werden sie von einem externen Keyboard gespielt, das über die MIDI-Schnittstelle an den Computer angeschlossen ist. Viele virtuelle Synthesizer können auch GM-Midifiles direkt – ohne Sequencer – abspielen. Ein von einem ehemaligen Oldenburger Musikstudenten programmierter virtueller Synthesizer befindet sich auf <http://home.arcor.de/mfiedler/software.html>. Ein virtueller Synthesizer ist in der Regel einstimmig. Wer mehrere Stimmen haben will, lädt sich mehrere Plugins auf einmal. Die Klangerzeugung eines virtuellen Synthesizers übernimmt letztendlich der D/A-Wandler der Soundcard.

- (2) „*Virtuelle Soundsampler*“. Es handelt sich hier um einen kompletten Soundsampler wie in Kapitel 4.4 beschrieben auf Software-Basis. Neben dem Abspielprogramm dem eigentlichen Plugin) müssen auch die abzuspielenden Samples alle im Speicher des Computers vorliegen. Das Programm holt diese gemäß den MIDI-Befehlen des Sequencers dann aus dem Speicher und spielt sie ab. Beispiel: Auf dem Uni-Server Oldenburg befinden sich alle Klänge der Gamelaninstrumente des Bremer Übersee-Museums sowie einiger Xylophone. Mit diesen Klängen haben Musikstudenten schon mittels des Plugin „Halion“ von „Cubase“ technoide Kompositionen erstellt.
- (3) „*Virtuelle Drumsets*“. Hier handelt es sich im Prinzip um einen stark vereinfachten Soundsampler. Drumsounds liegen im Computerspeicher vor und werden MIDI-genau abgespielt.

Eine Reihe weiterer Plugins verarbeiten die Audio-Dateien des Sequencers. Hierzu zählen alle nur denkbaren Effektgeräte, Raumsimulatoren, Equalizer, Compressoren, Gruncher, Ringmodulatoren, Verzerrer usw. Solche Plugins verändern die Audiodateien nach den ihnen eigenen Algorithmen.

Will man aus einem Midifile eine wav-Datei herstellen, ohne den Sound analog ausgeben und dann wieder aufnehmen zu müssen, so kann man ebenfalls Plugins verwenden, die entweder die GM-Sounds der Computer-Soundcard oder aber einen Set eigener Sounds verwenden. Ein passabler Set von GM-Sounds (also 128 normierten „Instrumentalklängen“) hat einen qualitätsabhängigen Speicherbedarf von zwischen 1 und 5 MB. Das ist nicht viel, wenn man bedenkt, dass es für MIDI-Sequencer auch Sets von „wertvollen“ Klavierklängen gibt, die eine ganze DVD füllen.

### 11.3. Effektgeräte - elektronische Musik in Raum und Zeit

„Effektgeräte“ werden im Studio eingesetzt, um der Musik jenes Flair aufzuprägen, das in natürlichen Aufführungssituationen (Kirche, Konzerthalle, Jazzkeller, Weltraum, Badezimmer, Gebirgsschluchten usw.) herrscht. Auch Positionen oder Bewegungen der Musik im Raum sowie das nicht hundertprozentig exakte Spiel eines Sinfonieorchesters gehören hierher. Im Laufe der Zeit hat sich das „Effektwesen“ technisch und ästhetisch verselbständigt, sodass mittlerweile neben den „natürlichen“ Effekten auch zahllose „künstliche“ Effekte zur Verfügung stehen. Hierzu zählen nicht nur ästhetisch zulässige „Fehler“ elektronischer Übertragungsanlagen früherer Musikepochen (Verzerren bei Gitarren, Phasing bei Verstärkern, Boosten bei Bassboxen usw.), sondern auch Eigenkreationen von der Mickeymaus („pitch transpose“) zum Stereo-Delay, Ping-Pong oder Double-Phasing.

Akustisch am interessantesten sind die *natürlichen* Effekte, weil sie eine praktische Anwendung akustischer Untersuchungsergebnisse zur Schallausbreitung in Räumen darstellen. Im folgenden werden einige Beispiele aufgezählt und dabei das weite Gebiet der „Raumakustik“ und „Schallbewegung“ exemplarisch gestreift.

## Analoge und digitale „Delays“

Kernbestand aller Effektgeräte sind „**Delays**“. Darunter versteht man Vorrichtungen, die ein eintreffendes Signal zeitlich verzögert abgeben. Delaygeräte speichern das eintreffende Signal digital oder analog und lesen es nach der Delay-Zeit wieder aus dem Speicher aus. An einem Dreikopf-Tonbandgerät ist ein Delay einfach herzustellen (Abbildung 4.3 und Demonstration).

Von derartigen Audio-Delays sind (digitale) **MIDI-Delays** zu unterscheiden, bei denen nicht die Audio-Daten selbst, sondern nur die MIDI-Daten elektronischer, midifizierter Instrumente verzögert werden. Der Vorteil des reinen MIDI-Delays liegt darin, dass es technisch extrem einfach ist und dass das verzögerte Signal auch einen anderen Sound, eine andere Tonhöhe oder Lautstärke, ja ein vollkommen anderes MIDI-Ereignis darstellen kann. Der Nachteil ist der, dass ausschließlich die Produkte von MIDI-Instrumenten verarbeitet werden können, also weder Gesang oder akustische Instrumente noch zusammengesetzte Musikaufnahmen. (Demonstration: MIDI-Delay in „Cubase“.)

Im folgenden werden gängige Effekte besprochen, die alle mehr oder weniger Delays benutzen. Dabei besprechen wir ausschließlich Audio-Effekte und keine reinen MIDI-Effekte. Wenn ein solcher Audio-Effekt „midifiziert“ ist, dann heißt das, dass seine Parameter (wie Verzögerungszeit, Frequenzabhängigkeit, Diffusität, Rückkopplungsgrad usw.) über MIDI gesteuert werden können. Der Effekt selbst arbeitet aber ausschließlich mit Audio- und nicht mit MIDI-Daten.

### Anwendung: Effektgeräte

**Echo.** Ein Schall wird an einem Gegenstand reflektiert. Die HörerIn hört den „direkten“ Schall und nach einiger Zeit den reflektierten Schall. Dieser hat dieselbe Frequenz wie der direkte Schall, ist wegen Absorption bei der Reflexion schwächer und kann auch seine Klangfarbe verändert haben, weil die Reflexion häufig frequenzabhängig ist. - Dieser Effekt ist simulierbar. Die Zeitverzögerung zwischen direktem und reflektiertem Schall enthält eine Information über „Größe“ des Echoraums,

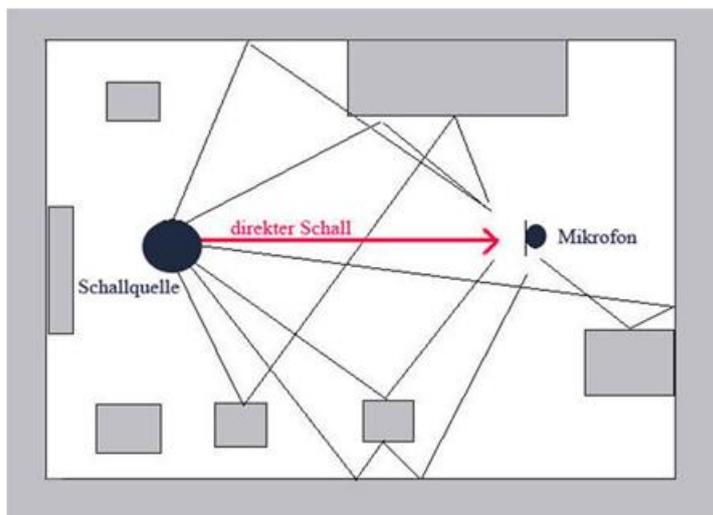


Abb. 11.5 Faktoren, die den Hall bedingen

die Schwächung und Klangveränderung über das Material des reflektierenden Gegenstandes (Wald, Fels, Wand etc.). Mehrfachreflexion und Mehrfach-Echos kommen vor, wenn es mehrere reflektierende Gegenstände (Felswände eines Gebirgstales) gibt. - Eine künstliche Weiterentwicklung sind stereophone Echos sowie Echos bei denen sich auf „unnatürliche“ Weise die Tonhöhe verändert.

**Hall.** In hallenden Räumen treffen auf die HörerIn neben dem direkten Schall zahlreiche reflektierte Schalle ein, deren Gesamt mehr oder weniger „diffus“

erscheint. Hallgeräte verwenden Rückkopplungs-Algorithmen in Verbindung mit Delays, mit denen der direkte Schall mehrfach und möglichst „diffus“ (= unregelmäßig) wiederholt und dabei systematisch bezüglich Lautstärke, Klangfarbe und Diffusität verändert wird. - An heutigen digitalen Hallgeräten kann meist eine Pre-Delay-Zeit (d.h. die Verzögerung bis zum ersten Echo) eingestellt werden, ferner eine Delay-Zeit und eine Rückkopplungsintensität, die die Dichte und Dauer des Halls

bestimmen. Ferner können Filter die rückgekoppelten Signale verändern und damit „Materialeigenschaften“ von Räumen simulieren.

**Chorus, Flanging und Phasing.** Der Choruseffekt simuliert ein größeres Instrumental- oder Vokalensemble, dessen SpielerInnen ihre im Idealfall identischen Töne mit unterschiedlicher Phasenlage aussenden. Es kommt zu Überlagerungen, die musikalisch von Bedeutung sein können. Der Gesamtklang wird „reicher“ - kurz: ein Chor klingt qualitativ anders als eine entsprechend laute Einzelstimme. Im Prinzip wird bei allen genannten Effekten dem Ausgangssignal ein phasenverschobenes Exemplar desselben Signals überlagert. Es wird eine „mikroskopische“ Delay-Zeit in der Größenordnung von Bruchteilen der Periode verwendet. Dabei können recht viele Überlagerungsalgorithmen zum Tragen kommen: durch Rückkopplung entstehen mehrere Phasenüberlagerungen, die Phasenüberlagerung wird künstlich moduliert, die überlagerten Signale werden gefiltert (d.h. in der Klangfarbe verändert) usw.

**Panorama.** Wenn dasselbe Signal über zwei Stereokanäle unterschiedlich laut wiedergegeben wird, spricht man von Panorama. Bei Änderungen des Panoramas erinnert der Effekt daran, dass das Signal von einem Ohr zum andern wandert. Das Signal erscheint aber nicht außerhalb des Kopfes „durch den Raum“ zu wandern wie beim echten Stereo-Effekt. Panorama-Einstellungen dienen bei multitimbralen Soundmoduln der größeren Transparenz des Gesamtklanges. (Siehe Experiment unten zum Richtungshören!)

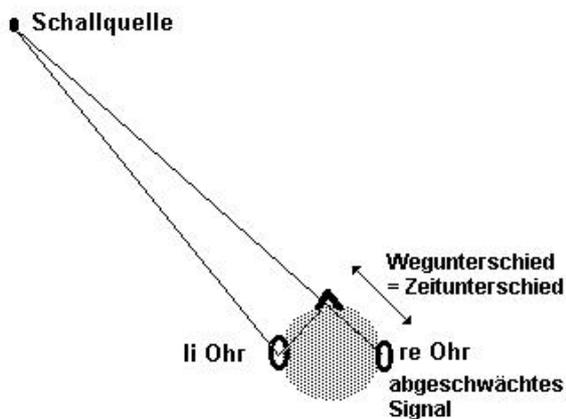


Abb. 11.6 Richtungshören

**Stereophone Bewegung.** Bewegt sich eine Schallquelle horizontal um die HörerIn herum, so verändern sich dabei sowohl wegen der Schattenwirkung des Schädels die auf die beiden Ohren eintreffenden Schallintensitäten des Signals, als auch wegen der unterschiedlichen Entfernung der Ohren zur Schallquelle die Phasenlage bzw. Delay-Zeit (vgl. Abbildung 11.6). Wenn beispielsweise ein Schall von halblinks vorne kommt, so unterscheidet sich die Entfernung des linken Ohrs von der Schallquelle von der des rechten Ohres um wenige Zentimeter. Bei Wellenlängen im Zentimeter-Bereich entspricht das relevanten Zeit- oder

Phasenunterschieden.

Beim **Richtungshören** (Abbildung 11.6) werden die Intensitäts- und Phasen- bzw. Zeitunterschiede der vom linken und rechten Innenohr ausgehenden Nervenimpulse miteinander verglichen. Dies geschieht in der „Hörbahn“ zwischen Innenohr und Hörzentrum des Gehirns dort, wo die ersten Querverbindungen zwischen linkem und rechtem Hörnerv stattfinden. Aus den kleinsten noch wahrnehmbaren Richtungsunterschieden kann die kleinste gerade noch auswertbare Zeitdifferenz errechnet werden, die bei 1/10 Millisekunden liegt. Dass für die Richtungswahrnehmung Intensitäts- und Zeitunterschiede gleichermaßen wichtig sind, wissen MusikerInnen aus der Praxis, weil der Panorama- oder stereophone Delay-Effekt alleine nicht genügt, um einen Richtungseindruck hervorzurufen.

Richtungshören muss gelernt werden. Im Alltag treten Intensitäts- und Zeitunterschiede stets gemäß Abbildung 11.6 gekoppelt auf. In einem bösartigen Experiment kann man das lebenslang Gelernte „auseinanderdividieren“. Man dreht den Panoramaregler eines Stereoverstärkers zunächst nach

links, sodass der Schall im Kopf nach links zu wandern scheint (obgleich manche Menschen auch nur hören, dass der Schall links lauter ist). Sodann verändert man mit einem Delay solange die Phase, bis das Signal wieder in der Mitte ist. - Dies Experiment (der sog. **Trading-Effekt**) bestätigt, dass Intensitäts- und Zeitunterschiede zum Richtungshören beitragen.

Noch raffinierter ist der binaurale Schwebungseffekt (vgl. Kapitel 3.3), bei dem die Signale, die auf das linke und rechte Ohr treffen, um wenige Hz gegeneinander verschoben sind. Man kann den Frequenzunterschied nicht als Tonhöhenunterschied zweier unterschiedlicher Signale hören. Die Schwebung bewirkt eine scheinbare Veränderung der Phase der beiden Signale, sodass man einen sehr langsamen Phasing-Effekt wahrnimmt: das Signal scheint im Kopf zu rotieren, die Rotationsgeschwindigkeit ist die Schwebungsfrequenz (= Differenz der beiden Signalfrequenzen).

Relativ ungeklärt ist noch, wie der Mensch „vorn-hinten“ unterscheidet bzw. ob überhaupt und wie „oben-unten“ funktioniert. In einem schalltoten Raum ohne jegliche Reflexion haben Musikstudent/innen vorn und hinten häufiger verwechselt als in einem normalen Raum mit Hall. Das spricht für den Einfluss der Raumakustik auf die Orientierung im Raum.

## 11.4. Das Heimstudio als Musikinstrument

Ein einigermaßen vollständiges Heimstudio besteht aus Mikrofonen, einem Harddiskrecordingsystem, möglichst einem Sequencer, der auch mit MIDI arbeiten kann, und somit einem Computer, diversen Keyboards und anderen elektronischen Instrumenten, (elektronischen) Drums und gegebenenfalls ein paar Effektgeräten. Für Liveauftritte und Konzerte kann dies Setting eventuell abgespeckt werden: ohne große Ansprüche ans „Musizieren“ und eine Interaktion Mensch-Maschine auf der Bühne genügt ein Laptop mit einem soliden Paket an Software. Für etwas größere Ansprüche ans „Musizieren“ gibt es „Heimstudios“ für spezifische Anwendungen in kompakter, robuster und anwendungsfreundlicher Form. Das wichtigste Einsatzgebiet sind experimentierfreudige DJ's, die elektronische Musik machen und dabei mit dem Publikum interagieren wollen. Für diesen Bedarf hat Roland 1996 die erste **Groove-Box** „MC-303“ entwickelt, der 1997 von der Bastler-Firma „Quasimidi“ mit der „Rave-O-Lution 309“ eine „analogere“ und



daher flexiblere Box folgte.

Die Quasimidi-Box ist ein Hardware-Sequencer mit 5 fest eingebauten Soundmodulen, die wie

Abb. 11.8 Die erste Groove-Box „Rave-O-Lution“ (1997) ([PLAY: Videoclip!](#))

werden können: für eine Bass Drum, eine Snare, eine HiHat, ein Percussions-Set und einen Bass. Mit selbst gebauten Patterns lassen sich alle 5 Sounds einzelnen, aber doch stets im selben „Groove“ ansprechen und individuell klanglich (live) verändern. Die Bass-Stimme ist ein vollständiger Bass-Analogsynthesizer mit dem kompletten Analog-Regelwerk. Da alle Handgriffe des Spielenden in „MIDI“ übersetzt werden, können auch weitere elektronische Instrumente über den MIDI-Ausgang

Analogsynthesizer (live) bedient

angeschlossen werden. Für externe Sequencerprogramme, Drumcomputer oder andere Groove-Boxes gibt das Gerät auch Synchronisationsimpulse zur Temposteuerung aus.

Solch eine Groove-Box verzichtet einerseits auf Melodien und Harmonien, ist also ein genuines Techno-Instrument. Es setzt aber andererseits ganz auf Klang und Rhythmus, die beiden Archetypen von Musik überhaupt (wie Musikanthropologen sagen). Im Live-Einsatz werden die verschiedenen musikalischen Patterns über 12 blaue Tasten abgerufen, die zugleich als Leuchtschrift den Rhythmus angeben. Das Tempo kann mittels eines „Tab's“ per Hand eingeklopft und so an andere Musiker angepasst werden. Die Filter können nicht nur die Synthisounds der Bass-Sektion, sondern auch von außen eingeführte Audio-Signale bearbeiten.

Auf „MC-303“ und der „Rave-O-Lution“ bauten in den letzten 10 Jahren alle Japaner mit „MPC's“ (music production centre) auf. Die heutigen Groove-Boxes haben die Analog-Architektur zugunsten von Hardware-Samplern zurück gedrängt, wodurch die Sounds bombastischer, die Bedienung aber weniger live-tauglich wurde. Die Firma Quasimidi gibt es nicht mehr. In zahlreichen Projekten an der Uni Oldenburg und in Dutzenden von Konzerten hat sich die einfache musikalische Architektur nach dem Schema „4 einzelne Percussionsklänge und 1 Analog-Bass“ als erstaunlich tragfähig erwiesen.

## 11.5. Oldenburger Projekte elektronischer Livemusik

Das abschließende Kapitel schreibe ich noch expliziter „in eigener Sache“ als die anderen. Ich möchte einige Projekte beschreiben, die ich in den Jahren 1984 bis 2008 durchgeführt habe und die sich alle auf die Interaktion Mensch-Computer in Live-Situation, auf die Frage, ob und wie man mit Computern improvisieren kann, und ob Computer nicht auch musikalisch kreativ sein können, beziehen. Es handelt sich um sog. „künstlerisch-wissenschaftliche Vorhaben“, die einerseits einen Forschungsaspekt beinhalten, andererseits aber künstlerische Produktionen im aktuellen Musikleben darstellen. Alle Projekte habe ich ausführlich dokumentiert und analysiert. Über die jeweils genannten Internetseiten lässt sich das jeweilige wissenschaftliche Umfeld erschließen.

### Brain and Body

#### *Ziel des Projekts*



Zentrales Thema des Projekts war die Beziehung von Mensch zu Maschine. Zwischen einem Musiker (Brain), der den Computer und die angeschlossenen elektronischen Klangerzeuger bedient, und dem Musiker (Body), der singt, tanzt und Geige spielt, sollte sowohl durch Hören und Sehen (also konventionell) als auch auf elektronischem Wege eine Interaktion stattfinden. dies erforderte Improvisatorisches Herangehen. Daher sollte auch gezeigt werden, dass und wie auf Computern improvisiert werden kann.

#### *Technik des Projekts*

Zentrale Steuerstelle war ein Computer (zuerst Commodore SX64, dann Atari ST zuletzt eine „Groove Box“) und ein „MIDI Performance System“ der Firma Zyclus aus London. Der Computer konnte fertige „Technobretter“ und eigens komponierte algorithmische Kompositionen (bzw. „tools“) erzeugen. Als Klangerzeuger dienten Synthesizer, Soundmoduln und Sampler. Die Interaktion zwischen dem

Musiker „Body“ und dem „Brain“ geschah (1) über midifizierte Steppplatten, auf denen „Body“ tanzte.

An der Platte befanden sich Kontaktmikrofone, deren Klicks MIDI-Daten in Abhängigkeit von der Amplitude des Klicks über einen „Pad to MIDI-Converter“, wie sie elektronische Drums verwenden, auslösten. Diese MIDI-Daten konnten Klänge abrufen, Patterns triggern oder Melodien durchsteppen. Eine weitere Interaktionsmöglichkeit bestand (2) darin, dass das, was „Body“ ins Mikrofon sang oder spielte, gesampelt und unmittelbar in die laufende Musik integriert wurde. Im Laufe der 90er Jahre wurde eine von der Oldenburger Haustechnik konstruierte midifizierte Lichtanlage implementiert. Sowohl Farben als auch Stroboskopblitze konnten in eigenen Rhythmen oder synchron zur Musik gesteuert werden.

### *Evaluation des Projekts*

Das Projekt wurde von Festivals, von der Klubszene, von Tagungen, Kunstausstellungen und Hochschulen zu Konzerten eingeladen und spielte 31 Mal. 1987-1995 hat sich das musikalische Programm aufgrund von Publikumsresonanz inhaltlich von eher spielerisch-abstrakten Vorführungen hin zur Thematik „Männerphantasien“ gewandelt. Beim Revival auf der Bielefelder „diagonale“ 2006 fand eine extreme Reduktion der technisch-musikalischen Mittel statt, indem auf jede technische Interaktion zwischen „Brain“ und „Body“ verzichtet wurde. Das reduzierte Konzept läuft nun unter der Devise „Violin Concerto 21“ (Violinkonzert des 21. Jahrhunderts: ein Jazzgeiger improvisiert und wird von einem DJ live begleitet).

Das Plakat zum Programm „Männerphantasien“ wurde häufig abgerissen und beschmiert. Der „Body“ Peter Bayreuther trat im brasilianischen Tanga-Slip auf.

Weitere Info mit Beispielen unter [www.uni-oldenburg.de/musikfor/brainandbody](http://www.uni-oldenburg.de/musikfor/brainandbody).

## **Das Oldenburger TechnoMuseum**

### *Ziel des Projekts*



10 Analoge Synthesizer aus dem Bestand der Universität Oldenburg spielen als „Orchester“ so zusammen, dass eine auch rhythmisch gut koordinierte Musik entsteht. Die „Kultinstrumente“ sollten alle gemeinsam „grooven“, die einzelnen Spieler ohne umfangreiche Schulung in der Lage sein, klanggestaltend mit zu wirken. (Hervorgegangen ist das Projekt aus Ferienblockseminaren zur elektronischen Musik, bei denen gemeinsames Musizieren motivierend wirken sollte.)

### *Technik des Projekts*

Die technisch zentrale Vorrichtung des „Groovenden Synthesizer-Orchesters“ ist ein 16-stimmiges Gerät der Firma Doepfer, das MIDI-Daten in Spannungssteuerungen so verwandelt, dass analoge Synthesizer diese auf eine musikalisch sinnvolle Weise „verstehen“. Ein zentraler Computer oder eine Groove-Box erzeugen für jedes angeschlossene Instrument ein eigenes Rhythmuspattern. Dies Pattern gelangt in Gestalt eines zeitlichen Trigger-Musters an die diversen Analoogsynthesizer. Die Spieler dieser Synthesizer haben die Aufgabe, auf der Basis dieses Triggers mittels „Musizieren mit den Reglern“ Klänge zu erzeugen und zu modulieren.

Bild oben: EMS Synthi A (ein Analoogsynthi mit absolut „oofener“ Modul-Architektur). Bild unten: Kreative Arbeit am Korg MS 10 (siehe auch Abbildungen 10.6 und 10.7).

### *Evaluation des Projekts*

Das als hochschuldidaktische Maßnahme 1997/98 entwickelte Projekt hatte bereits bei seiner ersten (5-stündigen) öffentlichen Aufführung 1998 einen solchen (Tanz-)Erfolg, dass es über 6 Jahre hindurch mit unterschiedlichen Besetzungen immer wieder durchgeführt wurde. Die einzelnen Spieler/innen haben für das Ensemble „Improvisationskonzepte“ entworfen, d.h. einerseits die Rhythmuspartitur des steuernden Computers andererseits gewisse Rahmenvorgaben für die Aktionen der einzelnen Spieler/innen. Das „TechnoMuseum“ ist wohl das erste und weltweit einzige „improvisierende Analoogsynthesizer-Orchester“, das zudem einen angesagten Techno-Groove zu erzeugen imstande ist. Bei den „Rave-Parties“ des TechnoMuseums wurden midifizierte Stroboskope eingesetzt, die den Vorführungen ein besonderes Flair verliehen. Das TechnoMuseum gastierte auch als Dauerinstallation eine Woche lang im Keller der Musikhochschule Köln und ermutigte Hauptschulklassen zu Besuchen in der Universität.



Information über alle verwendeten Instrumente und Geräte, Klang- und Videoproben unter [www.uni-oldenburg.de/musik-for/techno](http://www.uni-oldenburg.de/musik-for/techno)

## **MIDI-Planetarium**

### *Ziel des Projekts*

Ein Computerprogramm produziert MIDI-Daten nach einem Algorithmus, in den als Anfangswerte die Positionen der Gestirne entlang der Ekliptik („Horoskop-Bild“) eingehen. Das Projekt soll ein gnadenlos objektiver Beitrag zur Diskussion um „Horoskopvertonungen“ sein. Der Produktions-Algorithmus verwendet das „Gesetz der Oktav“ von Hans Cousto (Kapitel 9.5). Kompositionstechnisch gesehen ist das MIDI-Planetarium „Computermusik“, die live ausgeführt und improvisatorisch bedient wird.



### *Technik des Projekts*

Das Programm MIDI-Planetarium erzeugt für jedes Gestirn eine charakteristische Abfolge von Obertönen des jeweiligen Cousto-Gestirn-Grundtons sowie einen eigenen Rhythmus. Der Computer, auf dem dies Programm läuft, produziert auf diese Weise eine sehr große und

dichte Menge undurchschaubar komplexer aber dennoch intern strukturierter MIDI-Daten. Bei der Studio- oder Liveaufführung wählt der Musiker/Komponist aus diesem Datenstrom so aus, dass ein musikalisch sinnvoller Ablauf entsteht. Der Datenstrom fällt in jedem Konzert anders aus, da die Ausgangswerte für das Programm dem Stand der Gestirne zum Zeitpunkt des Konzerts entnommen werden.

Das Programm existiert in einer elaborierten Version für 2 Atari ST-Computer und in einer „Volksversion“ als PlugIn des Horoskopprogramms „Jupiter 55“ für Windows 95. Die musikalische

Qualität einer Vorführung hängt stark von den verwendeten Klangerzeugern ab, die das Programm anspricht.

#### *Evaluation des Projekts*

Seit 1991 ist das MIDI-Planetarium bundesweit 26 Mal in Planetarien, bei Konzerten, in Kirchen und auf Festivals solistisch und in Verbindung mit einem Obertonsänger „konzertant“ erklingen. (Bild: Reinhard Schimmelpfeng mit mir zusammen vor dem „Knochen“ des Planetariums Osnabrück.) Es diente als Playback für Kompositionen (z.B. für die Einweihung des Hörsaalgebäudes der Uni Oldenburg), als Generator von „Ambiente“ (Freies Musikzentrum München) und Unter-Wasser-Musik (Bad Sulza). Im Studio wurden 75 Auftragskompositionen erstellt, 56 davon im Rahmen eines mehrjährigen Forschungsprojekts. Das Programm findet sowohl in der Esoterik- als auch Avantgardeszene Beachtung, weil es sowohl in die Kategorie „kosmische Musik“ als auch „neue Computerkomposition“ eingeordnet werden kann.

Information auch zu den Ergebnissen des Forschungsprojets unter  
[www.uni-oldenburg.de/musik-for/midiplan](http://www.uni-oldenburg.de/musik-for/midiplan).

## **Fractal Music**

#### *Ziel des Projekts*

Algorithmische Computerkompositionen auf der Basis fraktaler Geometrie sollen zeigen, dass und wie mit Algorithmen „organisch“ oder „natürlich“ wirkende musikalische Abläufe produziert werden können. In einem konkreten Gemeinschaftsprojekt sollten 8 Atari-Computer, deren jeder ein eigenes „fraktales Programm“ abspielt, über MIDI zentral synchronisiert werden. Das Endergebnis soll eine öffentlich vorführbare Gruppenimprovisation sein.

#### *Technik des Projekts*

Es werden 9 Atari-Computer aus dem „Traditionsbestand“ des Faches Musik an der Uni Oldenburg im Raum verteilt und jeweils mit einem Soundmodul und Lautsprecher versehen. Die 8 „Spieler“ (Mensch, Atari, Soundmodul und Lautsprecher) produzieren ihren jeweils eigenen Algorithmus, erhalten aber Hinblick auf ein gemeinsames Timing von einem Zentral-Atari (wie im TechnoMuseum) einen rhythmischen Trigger. Die „Komposition“ eines derartigen Gruppenimprovisationskonzept besteht somit aus 8 individuellen algorithmischen Programmen (mit gewissen Interaktionsmöglichkeiten) und einer „Rhythmuspartitur“ für den Zentral-Atari.

#### *Evaluation des Projekts*

Das Projekt „Fractal Music“ war als Lehrveranstaltung angelegt, die mit einem öffentlichen Konzert abgeschlossen wurde. Es war eine Weiterentwicklung des TechnoMuseums in Richtung „algorithmisches Komponieren“. Das Projekt fand 2003, d.h. zu einer Zeit statt, als Atari-Computer längst zum alten Eisen zu gehören schienen und Musikprogrammierung als eine Angelegenheit von hoher Kennerschaft galt. Das Projekt zeigte, dass die MIDI-Eigenschaften des Atari professionellen Ansprüchen genügen und Basic-Musikprogrammierung am Atari „normalen“ Musikstudent/innen zugänglich ist und zu hörbaren Ergebnissen führt.

Dokumentation mit allen verwendeten Programmen (open source) und Tonbeispiel unter  
[www.uni-oldenburg.de/musik-for/fractamusic](http://www.uni-oldenburg.de/musik-for/fractamusic).

## Anhang

### Lehr- und Nachschlagewerke

- Curt Sachs:** Reallexikon der Musikinstrumente. Olms/Hildesheim 1964.
- Wolf D. Keidel** (Hg.): Physiologie des Gehörs. Akustische Informationsverarbeitung. Thieme/Stuttgart 1975.
- Heinrich Husmann:** Einführung in die Musikwissenschaft. Heinrichshofen/Wilhelmshaven 1975.
- Michael M. Rieländer:** Reallexikon der Akustik. Bochinsky/Frankfurt/M. 1982.
- Eberhard Zwicker:** Psychoakustik. Springer/Berlin u.a. 1982. (Mit LP.)
- Craig Anderson:** The Digital Delay Handbook. Amsco/New York 1985.
- [Spektrum der Wissenschaften:]** Die Physik der Musikinstrumente mit einem Vorwort von **Klaus Winkler**. Verlag Spektrum der Wissenschaften/Heidelberg 1988.
- John R. Pierce:** Klang. Musik mit den Ohren der Physik. Verlag Spektrum der Wissenschaften/Heidelberg 1989.
- Hans Cousto:** Klänge Bilder Welten. Simon und Leutner/Berlin 1989.
- Thomas D. Rossing:** The Science of Sound. Addison-Wesley/Reading Mas. 1990.
- Wolfgang Martin Stroh:** MIDI-Experimente und Algorithmisches Komponieren. Band 1. musiklabor/Berlin 1989. Band 2. musiklabor/Berlin 1990.
- Jürgen Hellbrück:** Hören. Physiologie, Psychologie und Pathologie. Hogrefe/Göttingen u.a. 1993.
- Wolfgang Martin Stroh:** Tonsysteme und Stimmungen hören. Microtuning auf Midi-Instrumenten. Ein Handbuch. musiklabor/Berlin 1994.
- Wolfgang Martin Stroh:** Handbuch New Age Musik. Bosse/Regensburg 1994.
- Charles Taylor:** Der Ton macht die Musik. Vieweg/Braunschweig 1994.
- „Musik in Geschichte und Gegenwart“ (MGG):** Artikel über einzelne Instrumente und Gattungen. Neue Ausgabe ab 1994 hg. von Ludwig Finscher. 5 Bände des Sachteils bis Anfang 1997 (Buchstabe „M“). Bärenreiter-Metzler/Kassel-Stuttgart. Alte Ausgabe vollständig.
- Scott Jarol:** Abenteuer in Visual Basic Multimedia. tewi-Verlag/München 1995.
- Robert F. Schmidt** (Hg.): Neuro- und Sinnesphysiologie. Springer/Berlin u.a. 1995.
- David Miles Huber:** Hard Disk Recording for Musicians. Amsco/New York 1995.
- Anthony Baines:** Lexikon der Musikinstrumente. Metzler-Bärenreiter/Stuttgart 1996.
- Peter Forrest:** The A-Z of Analogue Synthesizers. 2 Teile. Short Run Press/London 1994. In Deutschland: MMM-Verlag 1997.
- Georg Eska:** Schall & Klang. Wie und was wir hören. Birkhäuser/Basel etc. 1997.
- Bernd Enders:** Lexikon der Musik-Elektronik. Atalntis-Schott/Mainz <sup>3</sup>1997.
- Donald E. Hall:** Musikalische Akustik. Schott/Mainz 1997.
- André Ruschkowski:** Elektronische Klänge und musikalische Entdeckungen. Reclam/Lepizig 2000.
- Juan G. Roederer:** Introduction to the Physics and Psychophysics of Music. Springer/New York <sup>3</sup>2000.
- Perry Cook:** Music, Cognition, and Computerized Sounds. MIT Press/London 1999.
- Manfred Spitzer:** Musik im Kopf. Schattauer/Stuttgart 2002.
- Peter Gorges/Alex Merk:** Keyboards. MIDI. Homerecording. GC Carstensen/München 2003.
- Elena Ungeheuer** (Hg.): Elektroakustische Musik. Laaber/Laaber 2002.
- Kay Kaufman Shelemay:** Soundscape. Exploring Music in a Changing World. Norton/N.Y. 2006.

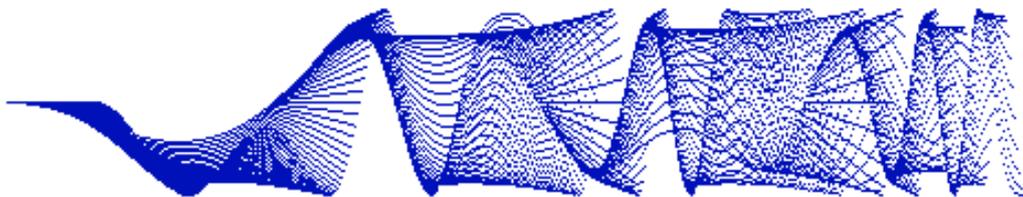
## Frequenztafel der 12-temperierten Skala

Taste	Hz	Name	Taste	Hz	Name	Taste	Hz	Name
			<i>c</i> (kleine Oktav)			<i>c</i> <sup>4</sup>		
0	8,1757	C-2	48	130,8128	C2	96	2093,0045	C6
1	8,6619	C#-2	49	138,5913	C#	97	2217,4610	C#
2	9,1770	D-2	50	146,8324	D	98	2349,3181	D
3	9,7227	D#-2	51	155,5635	D#	99	2489,0159	D#
4	10,3009	E-2	52	164,8138	E	100	2637,0205	E
5	10,9134	F-2	53	174,6141	F	101	2793,8259	F
6	11,5623	F#-2	54	184,9972	F#	102	2959,9554	F#
7	12,2499	G-2	55	195,9977	G	103	3135,9635	G
8	12,9783	G#-2	56	207,6523	G#	104	3322,4376	G#
9	13,7500	A-2	57	220,0000	A	105	3520,0000	A
10	14,5676	Bb-2	58	233,0819	Bb	106	3729,3101	Bb
11	15,4339	H-2	59	246,9417	H	107	3951,0664	H
<i>C</i> <sub>2</sub> (Subkontra-Oktav)			<i>c'</i> (eingestr. Oktav)			<i>c</i> <sup>5</sup>		
12	16,3516	C-1	60	261,6256	C3	108	4186,0090	C7
13	17,3239	C#	61	277,1826	C#	109	4434,9221	C#
14	18,3540	D	62	293,6648	D	110	4698,6363	D
15	19,4454	D#	63	311,1270	D#	111	4978,0317	D#
16	20,6017	E	64	329,6276	E	112	5274,0409	E
17	21,8268	F	65	349,2282	F	113	5587,6517	F
18	23,1247	F#	66	369,9944	F#	114	5919,9108	F#
19	24,4997	G	67	391,9954	G	115	6271,9270	G
20	25,9565	G#	68	415,3047	G#	116	6644,8752	G#
21	27,5000	A	69	440,0000	A	117	7040,0000	A
22	29,1352	Bb	70	466,1638	Bb	118	7458,6202	Bb
23	30,8677	H	71	493,8833	H	119	7902,1328	H
<i>C</i> <sub>1</sub> (Kontra-Oktav)			<i>c''</i> (zweigestr. Oktav)			<i>c</i> <sup>6</sup>		
24	32,7032	C0	72	523,2511	C4	120	8372,0181	C8
25	34,6478	C#	73	554,3653	C#	121	8869,8442	C#
26	36,7081	D	74	587,3295	D	122	9397,2726	D
27	38,8909	D#	75	622,2540	D#	123	9956,0635	D#
28	41,2034	E	76	659,2551	E	124	10548,0818	E
29	43,6535	F	77	698,4565	F	125	11175,3034	F
30	46,2493	F#	78	739,9888	F#	126	11839,8215	F#
31	48,9994	G	79	783,9909	G	127	12543,8540	G
32	51,9131	G#	80	830,6094	G#			
33	55,0000	A	81	880,0000	A			
34	58,2705	Bb	82	932,3275	Bb			
35	61,7354	H	83	987,7666	H			
<i>C</i> (gr. Oktav)			<i>c</i> <sup>3</sup> (dreigestr. Oktav)					
36	65,4064	C1	84	1046,5023	C5			
37	69,2957	C#	85	1108,7305	C#			
38	73,4162	D	86	1174,6591	D			
39	77,7817	D#	87	1244,5079	D#			
40	82,4069	E	88	1318,5102	E			
41	87,3071	F	89	1396,9129	F			
42	92,4986	F#	90	1479,9777	F#			
43	97,9989	G	91	1567,9817	G			
44	103,8262	G#	92	1661,2188	G#			
45	110,0000	A	93	1760,0000	A			
46	116,5409	Bb	94	1864,6550	Bb			
47	123,4708	H	95	1975,5332	H			

1. Spalte (Nr.):  
Numerierung der realen  
oder virtuellen  
Keyboardtasten (MIDI).  
2. Spalte (Hz):  
Frequenz der 12-  
Temperierung bei  
Kammerton 440 Hz.  
3. Spalte (Name):  
internationale  
Bezeichnung bei  
Synthesizern und MIDI  
(z.B. das D# unter C3  
wird mit D#3 bezeichnet).

---

### Das Signet



Das Signet des „iii-twickenstudios oldenburg“ ist ein optisches Experiment zur Gestaltwahrnehmung. Es setzt sich aus 40 digital aufgezeichneten Schwingungen vom Typ der FM-Synthese zusammen. Die Schwingungen unterscheiden sich minimal durch das Amplitudenverhältnis von Träger und Modulator. Die „Querstreifen“ oder Nadeln setzen sich aus Bildpunkten der 40 überlagerten Schwingungsdarstellungen aufgrund der geringen Samplingrate zusammen. Der Eindruck eines sich windenden Bandes ist ebenfalls ein gestaltpsychologischer Effekt, der durch die verwendete Bildschirmauflösung eines Atari ST hervorgerufen ist.