

Fachbereichsarbeit  
Informatik

Musical Instrument Digital Interface (MIDI)

Die digitale Schnittstelle für Musikinstrumente  
in Theorie und Praxis

Leonhard Huber  
BG Zehnergasse 15  
2700 Wiener Neustadt

Betreuerin: Prof. Mag. Irene Steiner

# INHALT

---

TECHNISCHE HINWEISE .....	3
<b>I. EINFÜHRUNG .....</b>	<b>4</b>
WAS IST MIDI?.....	4
WIE KAM ES DAZU? .....	4
FÜR WEN IST MIDI INTERESSANT?.....	4
<b>II. GRUNDLAGEN .....</b>	<b>5</b>
DIE MIDI-SCHNITTSTELLE.....	5
MIDI-BEFEHLE UND DEREN FORMAT .....	6
1. Klangsteuernde Befehle ( <i>Channel Voice Messages</i> ).....	7
2. MIDI-Betriebsbefehle ( <i>Channel Mode Messages</i> ).....	9
3. Echtzeit-Befehle ( <i>Real Time Messages</i> ).....	11
4. System-Befehle ( <i>System Messages</i> ).....	12
IMPLEMENTATIONSTABELLEN.....	13
GENERAL MIDI .....	14
STANDARD MIDI FILE FORMAT (SMF).....	15
MIDI IM VERGLEICH ZU PCM .....	16
WAS BIETET MIDI?.....	17
<b>III. MIDI IN DER PRAXIS.....</b>	<b>18</b>
MIDI-KLANGERZEUGER UND MIDIGESTEUERTE TONSTUDIOS.....	18
MIDI-SYSTEME (SETUPS).....	19
SOFTWARE.....	21
1. Sequenzer.....	21
2. Notationssoftware.....	24
3. Patch-Editoren.....	26
4. Weitere Programme.....	26
<b>IV. SELBSTPROGRAMMIERTE BEISPIELANWENDUNGEN.....</b>	<b>27</b>
INSTALLATION DER BEISPIELANWENDUNGEN.....	27
HINWEISE ZUR BENÜTZUNG DER PROGRAMME .....	27
ÜBERBLICK ÜBER DIE WINDOWS-PROGRAMME .....	27
<i>Ein musikalisches Würfelspiel von W. A. Mozart</i> .....	27
<i>Maths → Midi → Music</i> .....	30
<i>Midi-Paint</i> .....	31
<b>APPENDIX .....</b>	<b>33</b>
FACHAUSDRÜCKE (GLOSSAR) .....	33
EPILOG.....	35
NACHWORT UND DANK .....	36
LITERATURVERZEICHNIS .....	37

## TECHNISCHE HINWEISE

Dieser Arbeit liegt eine CD-R bei, auf der interessierte Leser Audio- und MIDI-Beispiele finden, die zur Illustration einzelner Ausführungen beitragen. Im allgemeinen ist eine einfache 16-Bit-Soundkarte dafür ausreichend. Für spezielle MIDI-Beispiele sollte die Soundkarte allerdings über einen »Wavetable«-Chip verfügen, um eine zufriedenstellende Tonqualität zu gewährleisten.

Der Inhalt der CD-R:

### 1. Die Audio-Beispiele:

Verzeichnis <WAVE>  
bsp1.wav ~ bsp8.wav  
pianoman.wav

### 2. Die von mir programmierten Anwendungsbeispiele:

Verzeichnis <PROGRAMM>  
midipnt.exe  
funktion.exe  
mozart.exe

(Die Quellfiles sind in den entsprechenden Unterverzeichnissen aufzufinden.)

### 3. Einige MIDI-Beispiele, die die Qualität und Anwendungsbereiche von MIDI illustrieren. Die ersten zwei der sechs Demo-MIDI-Files sind über Links im Dokument aufrufbar, die vier weiteren in FBA.EXE anwählbar.

Verzeichnis <MIDI>  
inthmood.mid  
pianoman.mid  
moonltel.mid  
satdoll1.mid  
pennylan.mid  
invent13.mid

### 4. Ein kleines DOS-Programm, das die Umrechnung von Binär- oder Hexadezimalzahlen in Dezimalzahlen oder umgekehrt erleichtern soll:

Verzeichnis <BINHEX>  
zasyst.exe

### 5. Zudem ist auf der CD-R der Text dieser Fachbereichsarbeit in deren Hauptverzeichnis abgespeichert. Mit FBA.EXE werden u. a. meine Beispielprogramme auf die Festplatte kopiert.

Hauptverzeichnis  
fachbe.doc  
fba.exe

Der Text wurde mit einem PC (Pentium 133 MHz) und Microsoft® Word für Windows 97 verfaßt. Will man die Arbeit direkt am Bildschirm lesen, lade man FACHBE.DOC in MS Word 97. Es besteht dann auch die Möglichkeit, die eingebauten »Links« (Querverbindungen) zu nutzen. Die Musikbeispiele können durch Anklicken der Symbole direkt gestartet werden. **Der Text ist für einen HP Laserjet 4 formatiert.** (Der benötigte Druckertreiber findet sich auf der Windows95 CD-ROM.)

# I. EINFÜHRUNG

---

## WAS IST MIDI?

Das Akronym MIDI steht für **M**usical **I**nstrument **D**igital **I**nterface. Es handelt sich hierbei um eine digitale Schnittstelle für Musikinstrumente. Diese ist für die Kommunikation und den Datenaustausch elektronischer Klangerzeuger zuständig. MIDI ist der gängige Standard im Einsatz verschiedenster Synthesizer und Soundmodule. Mit Hilfe der MIDI-Schnittstelle, die im Studiobereich bereits unentbehrlich geworden ist, hat man die umfassende Kontrolle über ein MIDI-System beliebiger Größe: MIDI ermöglicht die zeitlich exakte Synchronisation und flexible Steuerung von Instrumenten und MIDI-bediensbaren Audiogeräten.

## WIE KAM ES DAZU?

Vor ca. 16 Jahren – im Frühjahr 1982 – begann man mit der Entwicklung dieser digitalen Schnittstelle. Auf der alljährlichen NAMM-Show in Anaheim/USA berieten die führenden Hersteller von Musikinstrumenten über die Verwirklichung einer genormten Kommunikation im Bereich elektronischer Musikinstrumente. Bereits im Herbst desselben Jahres fand die Vorstellung eines ersten Prototyps mit dem Namen USI (Universal Synthesizer Interface) statt. Dieser wurde weiterentwickelt, verbessert und später in MIDI umbenannt. Wenige Zeit nach der ersten Revision des MIDI-Standards, gründete man eine Organisation namens IMA (International MIDI Association), die seither für die reibungslose Entwicklung neuer Verbesserungen des MIDI Standards sorgt und die einzelnen Musikinstrumentenhersteller dazu anhält, die MIDI-Spezifikationen genau einzuhalten.

## FÜR WEN IST MIDI INTERESSANT?

Die digitale Schnittstelle für Musikinstrumente spricht vor allem Hobbymusiker an, die ihr musikalisches Vergnügen auf diese Weise (fast) grenzenlos erweitern können! Mit MIDI eröffnen sich zahllose Möglichkeiten. – Man denke nur an die Tatsache, von einem zentralen Instrument oder dem Computer aus beliebig viele Soundmodule, Effektgeräte, Synthesizer etc. zu steuern. In der Musikproduktionsszene hat MIDI bereits einen wahren Siegeszug hinter sich. Beinahe jede Band bedient sich heutzutage der Vielfalt, die MIDI bietet, und zwar sowohl im Studio als auch bei Live-Auftritten. Der in mühevoller Kleinarbeit im Studio erstellte Song erklingt so z. B. in perfektem Timing von Diskette und die Musiker können sich innerlich entspannt zurücklehnen.

Im Kapitel MIDI IN DER PRAXIS werden die einzelnen Einsatzmöglichkeiten von MIDI näher erläutert.

## II. GRUNDLAGEN

### DIE MIDI-SCHNITTSTELLE

Bei Musical Instrument Digital Interface handelt es sich um eine serielle Schnittstelle, die Daten mit einer Geschwindigkeit von 31250 Bit/sek überträgt bzw. empfängt.

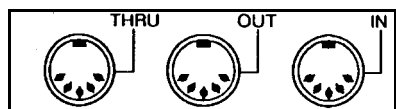


Abb. 1:

MIDI-Anschlüsse an der Rückseite eines elektronischen Musikinstrumentes

Die Schnittstelle besteht aus drei fünfpoligen DIN-Buchsen, denen verschiedene Aufgaben im MIDI-System zukommen: Der MIDI-In-Buchse, die für den Empfang von MIDI-Daten zuständig ist, der MIDI-Out-Buchse, die Daten des dazugehörigen MIDI-Instrumentes in Verbindung mit den eingehenden Befehlen weitergibt, und schließlich der MIDI-Thru-Buchse, über die die Daten der MIDI-In-Buchse unverändert weitergesendet (durchgeschliffen) werden. Die standardmäßige Steckverbindung zwischen den MIDI-Interfaces der einzelnen Geräte stellen fünfpolige DIN-Kabel dar. Es handelt sich um spezielle Kabel, bei denen nur die Steckkontakte (Pins) 2, 4 und 5 in Verwendung sind.

Die MIDI-Datenübertragung funktioniert auf digitalem Weg: Hierbei werden im Normalfall Befehlssequenzen übermittelt, die darüber Auskunft geben, welcher Ton wann und wie lange erklingen soll. Es werden also keinerlei Audiodaten weitergegeben, sondern lediglich Steuerbefehle für die Klangerzeugung.

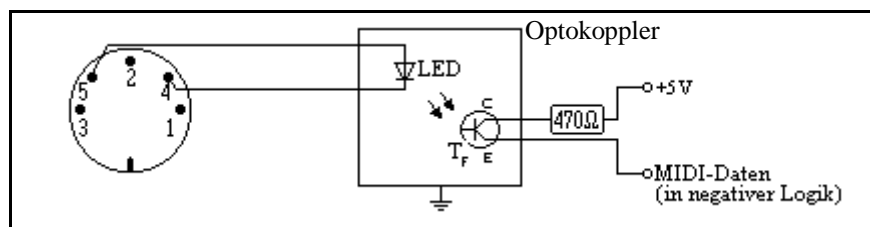


Abb. 2a:

Prinzipieller Aufbau der MIDI-In-Buchse

Das MIDI-Interface eines jeden elektronischen Musikinstrumentes arbeitet mit einer Stromschleife. Auf diese Weise wird eine galvanische Trennung der einzelnen Klangerzeuger erreicht. Bei der Datenübertragung von einem Gerät auf das andere werden Störsignale durch den Einsatz eines *Optokopplers* unterbunden. Dieser liegt hinter der MIDI-In-Buchse. In ihm wandelt eine von äußeren Lichteinflüssen völlig abgeschirmte *Leuchtdiode* elektrische Steuerimpulse (in der Größe von 0 bzw. 5 Volt) in Licht um. Im gegenüberliegenden *Fototransistor* wird Spannung induziert. Die an dessen Kollektor angelegte Spannung von +5V kann, während die LED Lichtimpulse aussendet, den Emitter passieren. Die dabei auftretenden Stromimpulse werden vom angeschlossenen MIDI-Instrument datenmäßig ausgewertet.

Man unterscheidet daher zwei verschiedene Spannungszustände: Den High-Pegel (5 Volt Spannung) und den Low-Pegel (kein Strom fließt). Da die MIDI-Schnittstelle nach dem Prinzip der *negativen Logik* arbeitet, werden, solange am MIDI-Ein bzw. -Ausgang 5 Volt Spannung anliegen, keinerlei Daten übertragen.

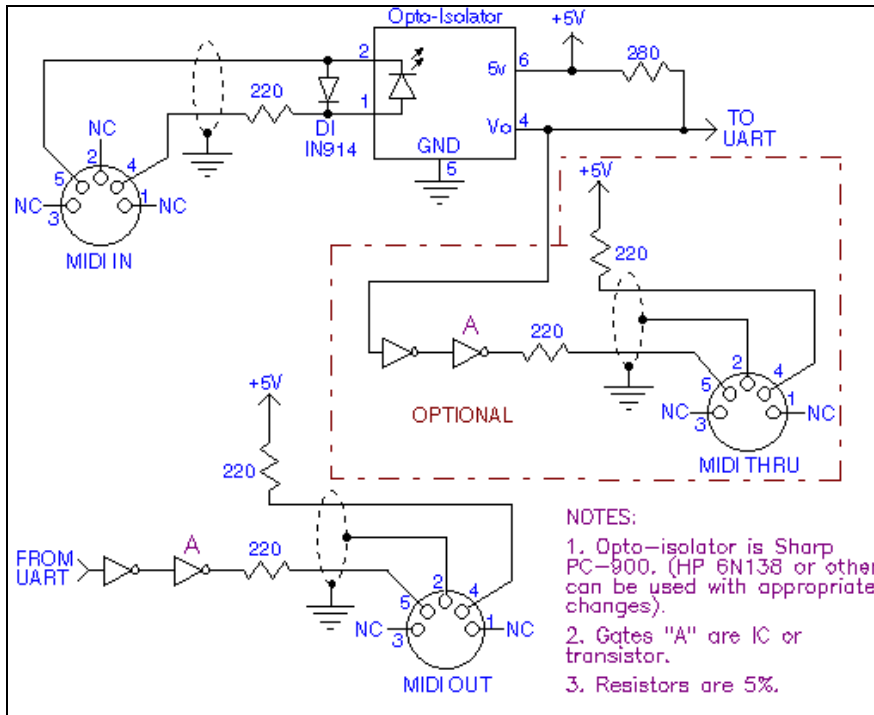


Abb. 2b:  
Schematischer Aufbau der MIDI-Schnittstelle (Schaltskizze)

## MIDI-BEFEHLE UND DEREN FORMAT

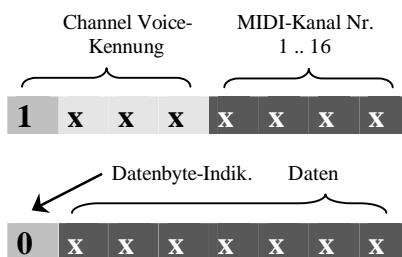
MIDI-Daten werden in binärer Form weitergegeben. Befehlssequenzen werden in mehreren Bytes übermittelt. Diese Bytes bestehen aus 8 Bits, die von je einem zusätzlichen Start- bzw. Stopbit begrenzt sind. Das erste Bit eines solchen Bytes wird als Indikator verwendet. Ein Statusbyte beginnt immer mit 1, ein Datenbyte mit 0. Somit können in einem Byte insgesamt 128 Zahlen übermittelt werden, weil 7 Bits für die Übertragung verschiedener Zahlen verbleiben.



90 .. 9F Hex      0 .. 7F Hex      0 .. 7F Hex  
Note-On-Statusbyte      Noten Nr.      Velocity (Anschlagstärke)

Abb. 3:

MIDI-Daten werden mit einem Windowsprogramm analysiert und in Hexadezimal-Schreibweise ausgegeben. Hier z. B. der [Note-On-Befehl](#) für den Kammerton  $a_1$ , auf dem MIDI-Kanal 1 mit der Anschlagstärke 127 gespielt.



Die ersten 4 Bits übermitteln die Art des MIDI-Events. Die Zahlenfolge »1 0 0 1« kennzeichnet den Note-On-Befehl; »1 0 1 1« als Beispiel eine [Kontrolleränderung](#).

Dem Statusbyte folgen ein bzw. zwei weitere 8-Bit lange Datenblöcke. Diese Datenbytes beginnen immer mit der Zahl 0.

Die in dualer Form übermittelten MIDI-Befehle können auf 16 verschiedenen Kanälen übertragen werden. Die MIDI-Befehle werden in folgende Event-Gruppen eingeteilt:

- [Klangsteuernde Befehle](#) (Channel Voice Messages)
- [MIDI-Betriebsbefehle](#) (Channel Mode Messages)
- [Echtzeitbefehle](#) (Real Time Messages)
- [allgemeine System-Befehle](#) (System Common Messages)
- [SysEx-Befehle](#) (System Exclusive Messages)

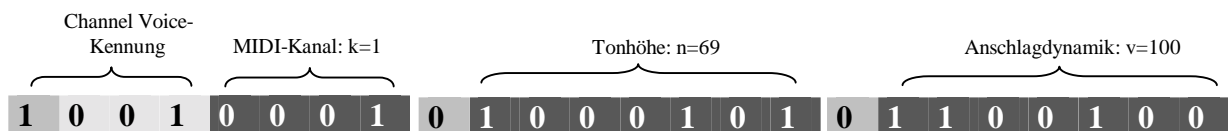
Controller	001:03:000	01	Controller 0	000
Controller	001:03:000	01	Controller 32	000
Patch Change	001:03:000	01	Acoustic Grand Piano	
Controller	001:03:000	01	Main Volume	100
Controller	001:03:000	01	Pan	064
Controller	001:03:000	01	Expression	127
Controller	001:03:000	01	Exponential Effects Depth	000
Controller	001:03:000	01	Chorus Depth	000
Note	002:01:000	01	A4	073 064 00:00:405
Note	002:01:000	01	C7	073 064 00:00:305
Controller	002:01:060	01	Pedal (Sustain)	127
Note	002:01:465	01	E5	064 064 00:00:440
Note	002:02:195	01	G7	083 064 00:00:295
Note	002:02:415	01	C6	085 064 00:00:220
Note	002:03:140	01	F7	089 064 00:00:315
Controller	002:03:405	01	Pedal (Sustain)	000
Note	003:01:000	01	E7	082 064 00:00:390
Note	003:01:015	01	G#5	083 064 00:01:175
Note	003:01:030	01	F#5	083 064 00:01:105
Note	003:01:030	01	B5	082 064 00:01:110
Note	003:01:035	01	D6	082 064 00:01:080
Controller	003:01:275	01	Pedal (Sustain)	127
Note	003:02:305	01	C#7	085 064 00:00:260
Note	003:03:165	01	D7	089 064 00:00:280
Controller	003:03:395	01	Pedal (Sustain)	000

Abb. 4:  
Ausschnitt einer MIDI-Datei: Die einzelnen »Events« sind zeitlich geordnet.

## 1. KLANGSTEUERENDE BEFEHLE (CHANNEL VOICE MESSAGES)

In diese Befehlsgruppe fallen alle jene Befehle, die die Klangerzeugung eines MIDI-Gerätes ansprechen und nach Wunsch auch verändern.

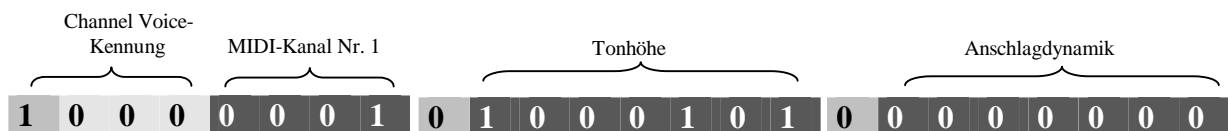
Dazu zählen primär die zwei wichtigsten Befehle **Note-On** sowie **Note-Off**. Sie besitzen die Channel Voice-Kennung »1 0 0 1« bzw. »1 0 0 0« und aktivieren bzw. deaktivieren eine bestimmte Note (n) mit der Anschlagstärke (v) auf einem Kanal (k). Eine Note-On Befehlskette für den Kammerton a<sub>1</sub> (n= 69 – Tonhöhe wird mittels einer Nummer codiert), v=100, k=1 sieht folgendermaßen aus:



### Audio-Beispiel [bsp1.wav](#)

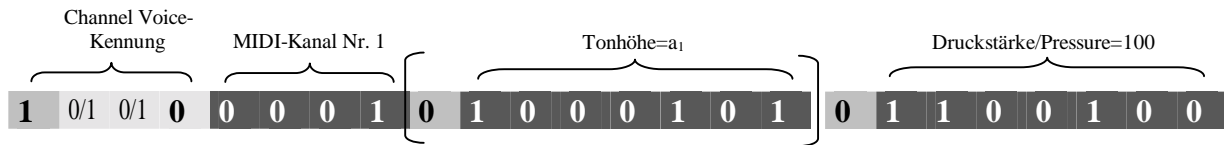
Hier sind die Ergebnisse des eben erwähnten Note-On Befehles am Beispiel eines Klavierklanges auf drei verschiedenen Klangerzeugern zu hören. (FM-Synthesizer, PC-Soundkarte, Digital-Piano)

**Note-Off** gibt den Befehl zum Ausschalten des angespielten Tones. (Dennoch wird statt des Note-Off-Befehles meist der Note-On-Befehl mit v=0 verwendet.)

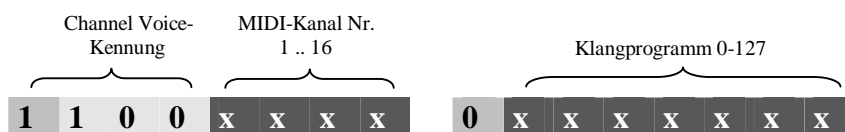


Weiters fallen die Befehle **Key's Aftertouch** sowie **Channel's Aftertouch** in die obengenannte Gruppe. Ihre Aufgabe ist es, sofern sie vom MIDI-Klangerzeuger unterstützt werden, die Druckstärke auf einer bereits angeschlagenen Taste aufzuzeichnen, um aus diesen Informationen einen Befehl zur nachfolgenden Tonhöhen- oder Amplitudenveränderung zu

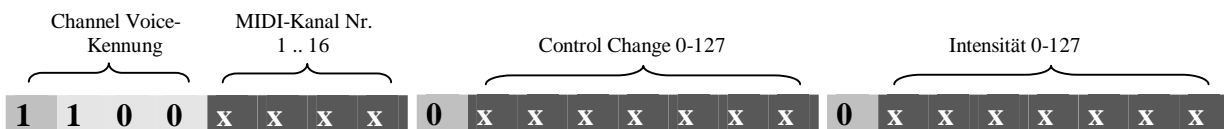
generieren. So kann z. B. ein zuerst leise angeschlagener Ton infolge der Veränderung der Druckstärke in seinem Charakter variieren. Beide Befehle unterscheiden sich in ihrer Channel Voice-Kennung. Bei Channel's Aftertouch entfällt das 1. Datenbyte, d. h. dieser Befehl wirkt sich auf alle – im entsprechenden Kanal – gespielten Noten aus. Als Beispiel dient hier abermals das eingestrichene a:



Der **Patch (Program) Change**-Befehl, ermöglicht die Auswahl und Umschaltung zwischen den verschiedenen Klangfarben eines Synthesizers. Auf das Statusbyte, das Befehlsart und MIDI-Kanal angibt, folgt ein Datenbyte, das eine bestimmte Klangfarbe (*Patch*) kennzeichnet.




Der **Control Change** Befehl dient für Eingriffe in das Klangbild eines bestimmten Patches. Er besteht aus einem Statusbyte, auf das zwei Datenbytes folgen. Den Datenbytes kommen unterschiedliche Aufgaben zu: Datenbyte Nr. 1 gibt die Art des Controllers an, Datenbyte Nr. 2 ist für dessen Intensität verantwortlich.



Nachstehend eine Übersicht über die am häufigsten verwendeten Control Change-Meldungen und deren Funktionen in numerischer Reihenfolge:


# 01 Modulation: Tonhöhenchwankungseffekt, der sich bei den einzelnen »Patches« (=Klängen) eines Synthesizers verschiedenartig auswirkt. Bei Piano-Klängen z. B. in Form eines räumlich schwebenden Effekts, bei Orgelklängen in einer Art Vibrato. Der Controller kann mit insgesamt 128 Stufen feinfühlig eingesetzt werden.

 **Audio-Beispiele** [bsp2. wav](#), [bsp3. wav](#)

# 02 Breath: ermöglicht den Einsatz eines *Blaswandlers* im MIDI-System, der die hineingeblasene Luft in MIDI-Daten umsetzt.

# 07 Volume: regelt die Lautstärke für den angegebenen MIDI-Kanal.

# 10 Pan: legt die Position einzelner Klänge im Stereoklangbild fest.

 **Audio-Beispiel** [bsp4. wav](#)

# 11 Expression: entspricht weitestgehend # 07.

# 64 Sustain: Dieser virtuelle Regler dient zur Nachbildung des Hall-Pedal-Effektes beim Klavier. Er unterscheidet zumeist zwischen zwei Zuständen (0=aus / 127=ein).

# 66 Sustenuato: Halten eines gespielten Tones über die Zeit des Anschlags hinaus



# 67 Soft:

Der Klang zeichnet sich durch eine zarte Spielweise aus.

 **Audio-Beispiele** [bsp5.wav](#) – *Sustain (Piano)* [bsp6.wav](#) – *Soft (Saxophon)*

# 91 External Effects Depth:

dient zum (De-)Aktivieren eines in den meisten Klangerzeugern vorhandenen Hall-Effektes.

# 93 Chorus Depth:

eigtl. chorartiger Effekt; wird aber zumeist eingesetzt, um den einzelnen Instrumenten einen natürlicheren »Touch« zu verleihen, die Musik »zum Leben zu erwecken«.

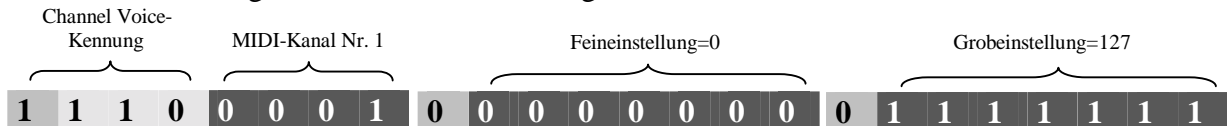
 **Audio-Beispiel** [bsp7.wav](#) (*Akkordeon; zunächst ohne, dann mit Chorus*)


# 94 Celeste (Detune) Depth:

spezielle Variante des zuvor genannten Chorus; Das Verstimmen von (Klavier-)Saiten wird hier nachgeahmt.

Bei **Pitch Bend** handelt es sich um einen sehr hochauflösenden digitalen Regler, der insgesamt  $2^{14}$  verschiedene Stufen unterscheidet. Seine Aufgabe ist es, die Tonhöhe stufenlos im angegebenen Bereich zu verändern, und zwar in Form eines *Glissandos*.

Durch die Verwendung zweier Datenbytes, deren Wertevorrat zusammengelegt wird, ergibt sich eine sehr feine Kontrollmöglichkeit. Das erste Datenbyte ist für die Fein-, das zweite für die Grobeinstellung von Pitch Bend zuständig:



 **Audio-Beispiel** [bsp8.wav](#) (*Ausschnitt aus einem Musikstück mit Pitch Bend im Saxophonpart*)

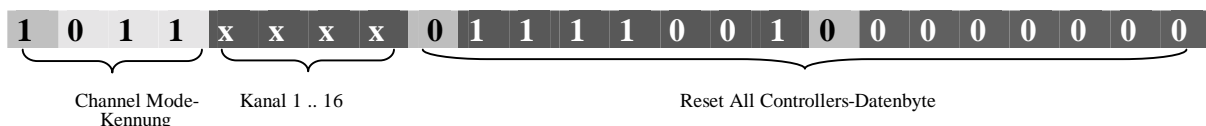
## 2. MIDI-BETRIEBSBEFEHLE (*CHANNEL MODE MESSAGES*)

**Zu dieser Gruppe zählen all jene Befehle, die den Betriebszustand eines oder mehrerer MIDI-Instrumente bestimmen.**

Zunächst der Befehl **Reset All Controllers**:

Er dient dazu, die Controller (Modulation, Volume etc. → [Control Change](#)) des MIDI-Systems in den werksseitigen Ausgangszustand zurückzusetzen.

Er wird per Controller Nr. #121 aufgerufen und sieht folgendermaßen aus:

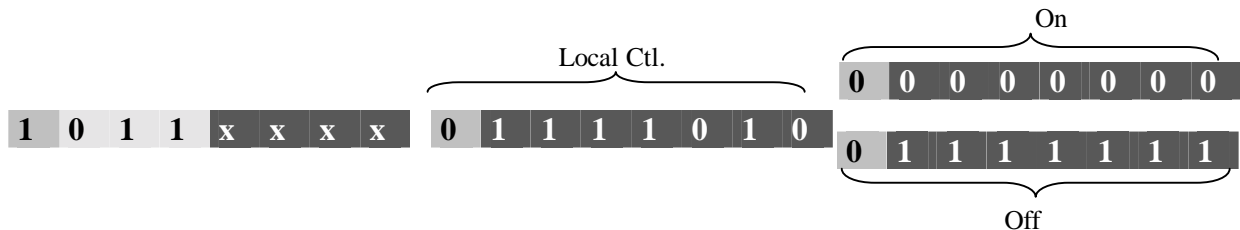


**Local Control (#122):**

Unter diesem Begriff werden zwei Befehle zusammengefaßt:

Local *Off* dient dazu, externe Klangerzeuger per Klaviatur eines Synthesizers oder Masterkeyboards zu steuern, ohne beim Spielen die interne Klangerzeugung zu verwenden.

Local *On* stellt die Verbindung Tastatur → Klanggenerator wieder her.

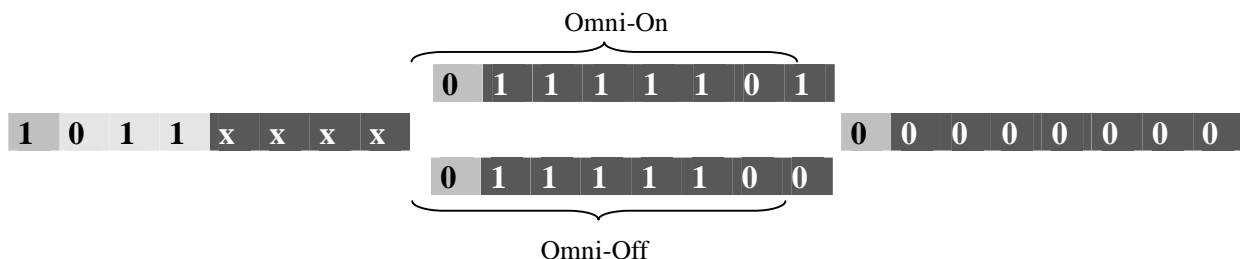


**All Notes Off (#123)** ist ein Pendant zu Reset All Controllers. Hierbei wird auf einem best. Kanal der Befehl gesendet, alle Noten sofort zu unterbrechen, d. h. es wird eine Art Note-Off Befehl für alle 127 Noten erzeugt. Diese Funktion kommt bei sogenannten Notenhängern zum Einsatz.



**Omni-On:** Alle eintreffenden MIDI-Daten werden vom jeweiligen Synthesizer verarbeitet.

**Omni-Off:** Nur der im Statusbyte des Omni-Off-Befehles festgelegte Kanal wird zur MIDI-Datenübertragung genutzt, das heißt, daß ein Instrument z. B. nur auf Daten, die mit der Kanalinformation 0 0 1 0 übertragen werden, reagiert, wenn es auf den Empfangskanal Nr. 2 eingestellt wird.



**Mono-On:** Dieser Befehl legt fest, daß pro Kanal jeweils nur ein Ton zur selben Zeit erklingen soll.



**Poly-On:** Im jeweiligen Kanal können – abhängig von der vom MIDI-Instrument realisierbaren Polyphonie – beliebig viele Noten gleichzeitig erklingen.



Aus den vier zuvor angeführten Befehlen ergeben sich die vier Kombinationsmöglichkeiten Omni-On/Poly-On; Omni-On/Mono-On; Omni-Off/Poly-On sowie Omni-Off/Mono-On.

### 3. ECHTZEIT-BEFEHLE (*REAL TIME MESSAGES*)

---

Die Echtzeit-Befehle haben im MIDI-System die Aufgabe der Synchronisation und setzen sich lediglich aus einem Statusbyte zusammen. Dieses enthält neben der Real-Time-Kennung F (Hex) in den übrigen vier Bits die Kennung für den jeweiligen Echtzeit-Befehl. Somit entfallen kanalspezifische Informationen, zumal sich die Real Time Messages stets auf das ganze MIDI-System beziehen.

**Timing Clock:** Sie dient zur exakten taktbezogenen Synchronisation von Steuerinstrument (*Master*) und gesteuertem Instrument (*Slave*). Meist kann man mit 24 Timing Clock-Befehlen pro Viertelnote rechnen. Ausgehend vom eingestellten Tempo eines Synthesizers wären dies beim 120 bpm (Beats per Minute)  $120 \cdot 24 = 2880$  Timingbefehle/Minute, d. h. pro Sekunde 48 Timing-Befehle, die folgendes Byte verwenden:

1 1 1 1 1 0 0 0  
Timing Clock

**Start:** Dieser Befehl veranlaßt einen Sequenzer, mit dem Abspielvorgang zu beginnen bzw. ein Rhythmusgerät dazu, eingespeicherte Begleitmuster wiederzugeben etc.

Dieser lautet wie folgt: 1 1 1 1 1 0 1 0  
Start

**Stop:** Hiermit wird das Abspielen einer Sequenz gestoppt: 1 1 1 1 1 1 0 0

**Continue:** Die Sequenz wird weitergespielt (von jener Stelle aus, an der sich der *Song Position Pointer* befindet. (→ [System Common Messages](#))

Das betreffende Statusbyte lautet: 1 1 1 1 1 0 0 1

**Active Sensing:** Dieser Befehl wird vom Steuerinstrument (Masterkeyboard, Sequenzer) in regelmäßigen Abständen gesetzt, um den ordnungsgemäßen Betrieb dem gesteuerten Instrument gegenüber zu sichern. Erhält das gesteuerte Instrument *keinen* derartigen Befehl, so schaltet es alle aktiven Noten aus: 1 1 1 1 1 1 1 0

**System Reset:**

Initialisiert das gesamte MIDI-System: 1 1 1 1 1 1 1 1

#### 4. SYSTEM-BEFEHLE (*SYSTEM MESSAGES*)

In diese Gruppe fallen jene Befehle, die eine flexiblere Handhabung des gesamten MIDI-Systems gewährleisten.

##### a) Allgemeine System-Befehle (*System Common Messages*)

**Song Select** fällt die Aufgabe zu, verschiedene in einen Sequenzer geladene Musikstücke aufzurufen.



**Song Position Pointer**, ist ein Zeiger für die momentane Liedposition, der maximal  $2^{14}$  verschiedene Werte annehmen kann. Er dient zur Synchronisation von Sequenzern.



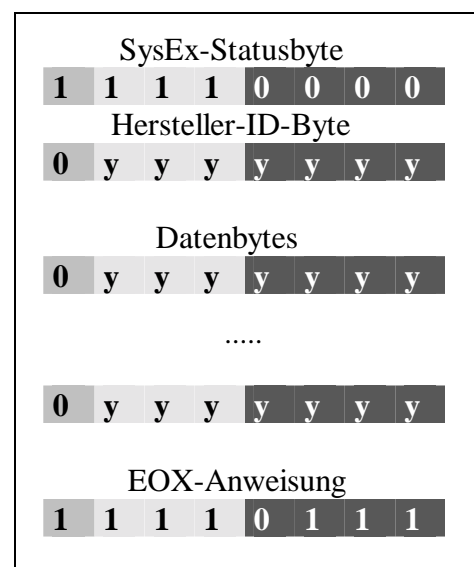
Ein weiterer Befehl, nämlich **Tune Request**, dient dem Stimmen der *Oszillatoren* eines Synthesizers.

##### b) SysEx-Befehle (*System Exclusive Messages*)

Diese Gruppe von MIDI-Messages erweitert die Möglichkeiten eines MIDI-Systems enorm. Ein MIDI-Instrument im Exclusive-Status ist nicht mehr an die Beschränkungen der standardisierten GM-Norm (→ [General MIDI](#)) gebunden, vielmehr können all seine eingebauten Klänge, Rhythmen, weiterführende Funktionen etc. auch midimäßig genutzt werden.– Weiteren Entwicklungen im Bereich von MIDI sind somit keinerlei Schranken gesetzt.

Der exklusive Betrieb eines Musikinstrumentes wird mittels des SysEx-Statusbytes aktiviert. Auf dieses folgt ein sogenanntes Identifikations-Byte, das die dem Hersteller zugewiesene Nummer übermittelt. Danach folgt eine beliebige Anzahl von Datenbytes, die durch den *EOX*-Befehl (*End Of Exclusive*) abgeschlossen wird.

Einen Sonderstatus besitzen die beiden Betriebsarten *Universal System Exclusive* und *Real Time Universal System Exclusive*. Ihnen kommen verschiedene Aufgaben zu: Während ersterer Modus für die Übertragung von *Samples* zuständig ist, übernimmt der Real Time-Modus die Aufgabe der Synchronisation von MIDI-Daten mit Videoanwendungen.



## MIDI TIME CODE

Die zeitliche Abfolge der einzelnen MIDI-Befehle wird mittels des *MTC* (MIDI Time Code) realisiert. Bei MTC handelt es sich um ein Sub-Protokoll, das die zeitliche Synchronität gewährleistet. Jedes MIDI-Gerät arbeitet in Echtzeit. Der Zeitrahmen wird durch den Einsatz gleichgetakteter Schwingquarze vorgegeben. Die kleinste Zeiteinheit beträgt eine 1 ms.

MTC stellt eine Alternative zur Verwendung der [MIDI Timing Clock](#) bzw. des [Song Position Pointers](#) dar. MTC arbeitet mit absoluten Werten, die aus der (Uhr-)Zeit ermittelt werden und nicht mit relativen, tempo- und taktbezogenen Werten. MTC wird vor allem eingesetzt, wenn es darum geht, Ton (MIDI-Daten) mit Bild (Video) zu synchronisieren.

Die wichtigste MTC-Meldung ist die sogenannte *Quarter Frame Message*, bestehend aus einem Status- und Datenbyte. Sie basiert auf dem sogenannten SMTPE-Code und funktioniert ähnlich wie der Timing Clock-Befehl. Das MTC-Zeitformat hat folgendes Aussehen: hh:mm:ss:ff (Stunden, Minuten, Sekunden, Bildnummer)

## IMPLEMENTATIONSTABELLEN

Dies ist die Bezeichnung für Tabellen, die Aufschluß über die Unterstützung verschiedener MIDI-Befehle durch ein Instrument geben. Ein problemloses Zusammenspiel verschiedener MIDI-Klangerzeuger ist erst nach dem Vergleich ihrer Implementationstabellen garantiert. Unterstützt das Steuerinstrument z. B. einen Befehl, den das gesteuerte Instrument ignoriert bzw. mißversteht, so kann dieser logischerweise nicht zum Einsatz kommen.

Oft weist die Bedienungsanleitung eines Instrumentes zwei getrennte Tabellen für Daten auf, die empfangen und verarbeitet bzw. übermittelt werden. Abb. 5 zeigt einen Ausschnitt einer solchen Tabelle.

Abb. 5:  
MIDI-Implementationstabelle

MIDI Implementation Chart											
Digital Ensemble [ SX-PR305/SX-PR307 ] (Recognized)											
Function	RIGHT PART: PARTS-16	LEFT PART: PART16	ACMP1	ACMP2	MR3	DRUMS	CHORD	CONTROL	Remarks		
Basic Default	1-16	1-16	1-16	1-16	1-16	1-16	1-16	1-16	1-16	Reserved	
Channel Changed	1-16	1-16	1-16	1-16	1-16	1-16	1-16	1-16	1-16		
Default	3	3	3	3	3	3	3	3	3	OMNI OFF, POLY MODE	
Mode Message	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Alter	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Note Number	0-127	-	0-127	0-127	0-127	0-127	0-127	0-127	0-127	Changes depending on the position of the register control, octave shift, and drums tone.	
Note ON	O	O	O	O	O	O	O	O	O		
Note OFF	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Alter Key's	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Tooth CV's	-	X	X	X	X	X	X	X	X		
Pitch Bender	O	O	X	O	O	O	X	O	-		
6.32	O	O	O	O**	O**	O**	O	O	X	bank select MSB, LSB	
1	O	O	X	O	O	O	X	O	X	modulation	
6.35	O	O	X	X	X	X	X	X	X	data entry MSB, LSB	
7	O	O	O	O	O	O	O	O	X	volume	
10	O	O	X	X	X	X	X	X	X	panpot	
11	O	O	O	X	X	X	X	X	X	expression	
84	O	O	X	O**	O**	O**	X	X	X	channel	
86	O	O	X	X	X	X	X	X	X	separate pedal	
87	O	O	X	X	X	X	X	X	X	soft pedal	
88	X	X	X	X	X	X	X	X	X	auto play chord	
82	X	X	X	X	X	X	X	X	X	intro, fill in, ending	
81	O	O	O	O	O	O	O	O	O	reverb	
83	O	O	X	O**	O**	O**	X	O	O	digital effect	
130, 131	O	O	X	X	X	X	X	X	X	RPN LSB, MSB	
139	O	O	O	O	O	O	O	O	O	all sound off	
125	O	O	O	O	O	O	O	O	X	reset all controllers	
Prog Change	O	O	O	O**	O**	O**	O	O	X	Changes depending on program change mode and propogcy to a mem.	
System exclusive					O						
System Song Pos					O**						
System Song Sel					O**					0-127	
System Tune					X						
System Clock					O						
Real Time Commands					O**					start/stop/continue	
Last ON/ OFF	X	X	X	X	X	X	X	X	-		
All note OFF	O	O	O	O	O	O	O	O	O		
Message Active Sens					O						
Real					X						
Notes	O**-----Whether or not the data for each of these items is received can be set. O-----Recognized during COMPOSER recording.										
Mode 1:	OMNI ON, POLY	Mode 2:	OMNI ON, MONO								O: Yes
Mode 3:	OMNI OFF, POLY	Mode 4:	OMNI OFF, MONO								X: No

## GENERAL MIDI

Der im Jahre 1989 beschlossene General MIDI-Standard (GM) ermöglicht eine einheitliche und unmißverständliche Kommunikation kompatibler Instrumente untereinander. Er stellt folgende Anforderungen an ein MIDI-Instrument:

- Es muß 128 Instrumentenklänge aufweisen. Diese sind in 16 Subgruppen zu je 8 Sounds organisiert.
- Weiters sind 46 Perkussionsounds erforderlich.
- Die Datenein-/ausgabe soll auf insgesamt 16 MIDI-Kanälen erfolgen können, wobei das [Drumkit](#) (=Schlagzeugset) stets dem MIDI-Kanal Nr. 10 zugewiesen ist.
- Die Mindestanforderung an einen GM-Klangerzeuger ist eine *Polyphonie* von 28 Noten.
- Die Verarbeitung wesentlicher Befehle, wie z. B. des *Note-On*-Befehles und der → [Echtzeitbefehle](#) sowie der Controller #01, #64-#66 sowie #93 muß garantiert sein.

Piano	Bass	Reed	Synth Effects
0 Acoustic Grand Piano	32 Acoustic Bass	64 Soprano Sax	96 FX 1 (rain)
1 Bright Acoustic Piano	33 Electric Bass (finger)	65 Alto Sax	97 FX 2 (soundtrack)
2 Electric Grand Piano	34 Electric Bass (pick)	66 Tenor Sax	98 FX 3 (crystal)
3 Honky-Tonk Piano	35 Fretless Bass	67 Baritone Sax	99 FX 4 (atmosphere)
4 Rhodes Piano	36 Slap Bass 1	68 Oboe	100 FX 5 (brightness)
5 Chorused Piano	37 Slap Bass2	69 English Horn	101 FX 6 (goblins)
6 Harpsichord	38 Synth Bass 1	70 Bassoon	102 FX 7 (echoes)
7 Clavinet Chromatic	39 Synth Bass 2	71 Clarinet	103 FX 8 (sci-fi)
Percussion	Strings	Pipe	Ethnic
8 Celesta	40 Violin	72 Piccolo	104 Sitar
9 Glockenspiel	41 Viola	73 Flute	105 Banjo
10 Music box	42 Cello	74 Recorder	106 Shamisen
11 Vibraphone	43 Contrabass	75 Pan Flute	107 Koto
12 Marimba	44 Tremolo Strings	76 Bottle Blow	108 Kalimba
13 Xylophone	45 Pizzicato Strings	77 Shakuhachi	109 Bagpipe
14 Tubular Bells	46 Orchestral Harp	78 Whistle	110 Fiddle
15 Dulcimer	47 Timpani	79 Ocarina	111 Shanai
Organ	Ensemble	Synth Lead	Percussive
16 Hammond Organ	48 String Ensemble 1	80 Lead 1 (square)	112 Tinkle Bell
17 Percussive Organ	49 String Ensemble 2	81 Lead 2 (sawtooth)	113 Agogo
18 Rock Organ	50 Synth Strings 1	82 Lead 3 (caliope)	114 Steel Drum
19 Church Organ	51 SynthStrings 2	83 Lead 4 (chifflead)	115 Woodblock
20 Reed Organ	52 Choir Aahs	84 Lead 5 (charang)	116 Taiko Drum
21 Accordion	53 Voice Oohs	85 Lead 6 (voice)	117 MelodicTom
22 Harmonica	54 Synth voice	86 Lead 7 (fifths)	118 Synth Drum
23 Tango Accordion	55 OrchestraHit	87 Lead 8 (brass & lead)	119 Reverse Cymbal
Guitar	Brass	Synth Pad	Sound Effects
24 AcousticGuitar (nylon)	56 Trumpet	88 Pad 1 (newage)	120 Guitar Fret Noise
25 Acoustic Guitar (steel)	57 Trombone	89 Pad 2 (warm)	121 Breath Noise
26 Electric Guitar (jazz)	58 Tuba	90 Pad 3 (polysynth)	122 Seashore
27 Electric Guitar (clean)	59 Muted Trumpet	91 Pad 4 (choir)	123 Bird Tweet
28 Electric Gtr (muted)	60 French Horn	92 Pad 5 (bowed)	124 Telephone
29 Overdriven Guitar	61 Brass Section	93 Pad 6 (metallic)	125 Helicopter
30 Distortion Guitar	62 Synth Brass 1	94 Pad 7 (halo)	126 Applause
31 Guitar Harmonics	63 Synth Brass 2	95 Pad 8 (sweep)	127 Gunshot

Abb. 6:

General MIDI-Klangtabelle (Patchmap)

General MIDI	
Bass Drum 2*	
Bass Drum 1	
Rim Shot	■
Snare Drum 1	
Hand Clap	■
Electric Snare	
Floor Tom Low	
Hi Hat Closed	■
Floor Tom High	
Hi Hat Pedal	■
Tom Low	
Hi Hat Open	■
Tom Mid	
Tom High 1	
Crash Cymbal 1	■
Tom High 2	
Ride Cymbal 1	■
Chinese Cymbal	
Ride Bell	
Tambourine	■
Splash Cymbal	
Cowbell	■
Crash Cymbal 2	
Vibrotape	■
Ride Cymbal 2	
Bongo High	
Bongo Low	■
Conga Mute Crash	
Conga High	■
Conga Low	
Timbales High	
Timbales Low	■
Agogo High	
Agogo Low	■
Cabasa	
Maracas	■
Shrill Whistle Short	
Shrill Whistle Long	
Giro Short	■
Giro Long	
Cleats	■
Wood Block Mid	
Wood Block Low	
Cuica High	■
Cuica Low	
Triangle Mute*	■
Triangle Open*	

Abb. 7:

GM-Schlagzeugset (Keyboard Percussion) – Tastenbelegung: Reihenfolge aufsteigend vom „H bis zu a“

Neben General MIDI haben sich in den letzten Jahren noch weitere Kommunikationsnormen wie GS oder XG entwickelt. Sie stellen eine Weiterentwicklung des GM-Standards dar, sind aber nicht herstellerunabhängig und werden daher auch nur von einer begrenzten Zahl von Synthesizern unterstützt.

## STANDARD MIDI FILE FORMAT (SMF)

Mit der Entwicklung von SMF wurde ein systemübergreifendes, standardisiertes Dateiformat zum Austausch von MIDI-Daten geschaffen. Dadurch waren Musiker erstmals in der Lage, ihre Live-Auftritte auf Diskette festzuhalten. Kompositionen konnten mit Hilfe des PCs gesichert, bearbeitet und weitergegeben werden.

Die auf dem MIDI-Standard aufbauenden Dateien sind mit der Endung ».MID« bzw. ».RMI«, versehen. Die Kennung eines solchen Files lautet »MThd« und befindet sich im sogenannten *Header Chunk*, dem ersten Dateiabchnitt. Auf die Kennung folgt eine 32 Bit umfassende Längenangabe. Weiters wird im Header Chunk die Art des Files definiert, ebenso wie die Anzahl der benutzten MIDI-Spuren. Letzlich finden sich hier noch Informationen, die Auskunft über die Verwendung des → [MTC](#) geben.

Man unterscheidet drei verschiedene Typen von MIDI-Dateien:

- SMF *Typ 0*: Die Datei besitzt einen einzigen Track (=Spur), der auf mehrere Kanäle zugreifen kann.
- SMF *Typ 1*: Die Datei setzt sich aus mehreren Spuren zusammen. Typ 1 ist die gebräuchlichste SMF-Variante.
- SMF *Typ 2*: In einem MIDI-File dieser Art werden mehrere Sequenzen voneinander unabhängig in verschiedenen Tracks abgelegt.

Auf den Header Chunk folgen die Spuren-Blöcke (sogenannte *Track Chunks*). Ein solcher Datenabschnitt beginnt mit der Bytefolge »MTrk«.

Die Trackdaten einer MIDI-Datei können aus den folgenden Gruppen stammen:

- MIDI Events: Darunter fallen alle MIDI-Meldungen außer SysEx-Befehlsketten.
- SysEx-Events
- Meta-Events: Dies sind keine eigentlichen MIDI-Informationen, sondern nützliche Erweiterungen wie z. B. Liedtexte, Takt- und Tonartbezeichnungen oder MCI-Befehle.

Jede MIDI-Datei endet mit der Kennzeichnung des letzten Trackendes.

## MIDI IM VERGLEICH ZU PCM

MIDI und PCM sind die wohl am weitesten verbreiteten Formate zur Speicherung von Musikdaten. In ihrer Struktur und Dateigröße unterscheiden sich die beiden grundlegend. SMF-Dateien zeichnen sich vor allem durch ihren verschwindend kleinen Speicherplatzbedarf aus. Andererseits kann man WAVE-Dateien klanglich nachbearbeiten.

### MIDI (Formate: SMF, IFF etc.)

- standardisiertes Format zu Übertragung von musikalischen Steuerbefehlen
- geringe Dateigröße
- mittels eines Sequenzers beliebig veränderbar
- Klangqualität oft sehr unterschiedlich

### PCM (Formate: WAVE, RIFF etc.)

- entspricht bei einer Samplerate von 16 Bit und 44,1 kHz, stereo dem CD-DA-Format
- 1 Minute Audio-Daten verbraucht bis zu 10,5 MB Speicherplatz
- klanglich, jedoch nicht musikalisch editierbar
- klangliches Ergebnis stets gleich (unabhängig vom Abspielgerät)

 **Midi-Beispiel** [pianoman.mid](#) (4,55 kB)

 **Audio-Beispiel** [pianoman.wav](#) (10,3 MB)

**Rich Music Format (RMF):** Dieses neue Dateiformat ist bereits in der Lage, Dateien von kleiner Größe zu erzeugen, die MIDI- und komprimierte PCM-Daten miteinander vereinen. RMF könnte sich in Zukunft als praktisches Sound-Dateiformat im Internet durchsetzen.

MIDI

WAVE



RMF



## WAS BIETET MIDI?

Die Einführung des MIDI-Standards bringt im Bereich der elektronischen Musik eine Reihe von Vereinheitlichungen und Erleichterungen mit sich. Aus den zuvor angeführten theoretischen Gegebenheiten lassen sich folgende zusammenfassende Aussagen treffen:

- MIDI stellt einen genormten herstellerunabhängigen Kommunikationsstandard dar, beginnend bei den Steckverbindungen (Kabel, Buchsen) bis hin zu General MIDI.
- Neben einer zeitlich exakten Synchronisation und Echtzeiteditierung der verschiedensten Parameter aller verkabelten MIDI-Instrumente kann man in der Praxis das gesamte MIDI-System von einer Klaviatur (*Masterkeyboard*) aus steuern.
- Das erlaubt wiederum eine enorme, beliebige Erweiterbarkeit des gesamten MIDI-Systems.

Daß die Verbindung Computer ↔ MIDI-System sämtliche Arbeitsvorgänge erleichtert, möchte ich im nachfolgenden Kapitel MIDI IN DER PRAXIS näher erläutern.

Zunächst ein kleiner Vorgeschmack: Ein sogenannter *Sequencer* stellt ein computergestütztes Aufnahme- und Wiedergabesystem dar, das neben Eingriffen in MIDI-Dateien auch solche ins gesamte MIDI-System bewältigt.

Als Beispiel für die klangliche Variationsbreite soll die Datei INTHMOOD.MID dienen.

 **MIDI-Beispiel** [inthmood.mid](#)

Die tatsächliche Umsetzung steht in Abhängigkeit zum verwendeten Klangerzeuger (analoge Synthese, digitale Samples).



### III. MIDI IN DER PRAXIS

---

Nachdem das vorige Kapitel einen Einblick in die theoretischen Grundlagen als Voraussetzung für den praktischen Einsatz der MIDI-Schnittstelle gegeben hat, möchte ich folgenden Abschnitt nun der Umsetzung und Verwertung dieses Basiswissens – besonders in der Verbindung mit dem PC – widmen.

#### MIDI-KLANGERZEUGER UND MIDIGESTEUERTE TONSTUDIOS

Wer glaubt, per MIDI nur Synthesizer (Keyboards) steuern zu können, der irrt: In ein MIDI-System läßt sich beinahe jede Art elektronischer Klangerzeuger integrieren. So gibt es z. B. *MIDI-Gitarren*, ja selbst modifizierte Blasinstrumente werden problemlos per MIDI gesteuert. Weiters kann man akustische Klaviere midimäßig aufrüsten. Dazu werden an den Saiten optische Sensoren montiert, die die Schwingungen in MIDI-Daten umwandeln.

Eine andere Gruppe von Klangerzeugern, deren Hauptziel es ist, ihr akustisches Vorbild täuschend echt nachzuahmen, sind die *Digital-Pianos*: Viele von ihnen warten neben einem Flügelklang in CD-Qualität noch mit einer gewichteten 88-Tasten-Klaviatur auf. Die akustische Illusion ist somit perfekt. Digital-Pianos haben oft mehrere Dutzend Klangfarben gespeichert, was diesen Instrumenten einen eigenständigen Charakter verleiht.



Abb. 8:  
*Digital-Piano*

Aufgrund des Platzmangels in den technisch immer besser ausgestatteten Tonstudios entschloß man sich, *Rackversionen* bestehender Synthesizer zu entwickeln. Diese *Expander* besitzen dieselben Klänge und Effekte wie ihr Pendant mit Tastatur. Das erweist sich sogar als Vorteil, lassen sich doch diese Geräte über ein zentrales *Masterkeyboard* steuern. Sein Funktionsumfang beschränkt sich oftmals nur auf eine Klaviatur, nebst zwei Kontrollrädern für → [Modulation](#) und → [Pitch Bend](#).



Abb. 9:  
*Ein MIDI-Soundmodul*

Heutzutage ist es bereits möglich, *Effektgeräte*, *Mischpulte* sowie *DAT-Recorder* per MIDI zu bedienen.

## MIDI-SYSTEME (SETUPS)

Man kann zunächst eine grobe Unterscheidung zwischen MIDI-Systemen, die ausschließlich über ein zentrales Masterkeyboard bedient werden, und computergesteuerten Setups treffen. (Die zweite Variante kommt immer häufiger zum Einsatz.)

Zunächst ein mögliches Setup der ersten Variante: Das Masterkeyboard ist Steuerinstrument (*Master*), die an dessen MIDI-Out-Buchse angeschlossenen Soundmodule sind die gesteuerten Bestandteile.

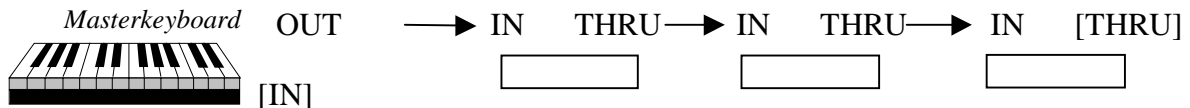


Abb. 10:

Ein zentrales Masterkeyboard steuert beispielsweise drei Soundmodule. Der MIDI-Eingang wird nicht benutzt.

## COMPUTERGESTEUERTE MIDI-SYSTEME

### HARDWAREVORAUSSETZUNGEN

*Was benötigt der Hobbymusiker?*

Stellt der Computer das zentrale Element im MIDI-Setup dar, benötigt man als Grundausstattung eine 16-Bit-Soundkarte. Bei größerem Datenaufkommen ist mindestens ein Pentium-Rechner (Taktfrequenz  $\geq 120$  MHz) zu empfehlen, der die kleinste MTC-Einheit von 1 ms zeitlich bewältigt.

Um externe Klangerzeuger per MIDI steuern zu können, ist es erforderlich, sich eine sogenannte *Thru-Box* anzuschaffen. Sie ist an den hierfür vorgesehenen Port (MPU-401 UART) am Slotblech der Soundkarte anzuschließen und weist beispielsweise eine MIDI-In und MIDI-Thru sowie mehrere MIDI-Out-Buchsen auf.

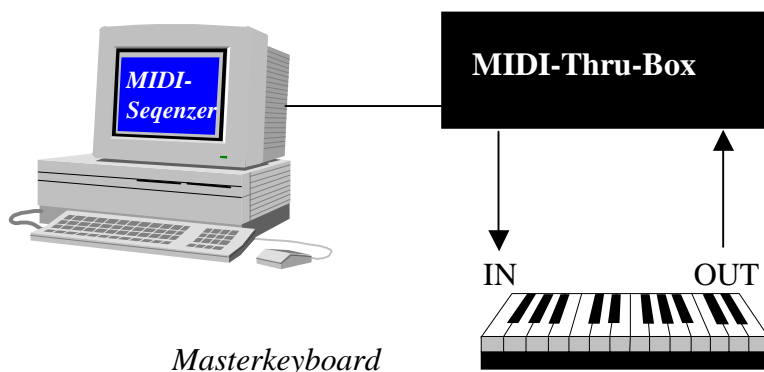


Abb. 11:

Das einfachste computergesteuerte MIDI-Setup: Ein Masterkeyboard kommuniziert mit dem PC. Beidseitiger Datenaustausch ist möglich.

Dieses simple MIDI-System lässt sich selbstverständlich beliebig erweitern (z. B. durch Anschließen weiterer Instrumente an die Thru-Box).

*Welche Ausrüstung benötigt der durchschnittliche PC-User?*

Er kommt mit einem 386-Prozessor midimäßig zumeist problemlos aus. Da MIDI-Nutzung auch intern mittels des Klangchips der eingebauten Soundkarte funktioniert, bleibt dem User der Zugang zu MIDI auch ohne externe Klangerzeuger nicht verschlossen. Vor dem Kauf einer Soundkarte ist jedoch darauf zu achten, daß diese mit einer *WaveTable*-Klangerzeugung (ähnelt PCM-Verfahren) ausgestattet ist. Dies ist meiner Meinung nach Voraussetzung für klangliches Vergnügen. Will man selbst musikalisch aktiv werden, so lohnt die Anschaffung eines kleinen Masterkeyboards und einer MIDI-Thru-Box.



*Abb. 12:*

*Profi-Soundkarte mit WaveTable-Synthese. Sie weist nebst 64-stimmiger Klangerzeugung auch eine HD-Recording-Option auf.*

Ist die nötige Hardware vorhanden, so stellt sich die Frage, welche Software zum Einsatz kommt. Im Handel sind zahlreiche Programme für unterschiedliche Aufgabenstellungen erhältlich.

# SOFTWARE

## 1. SEQUENZER

Ein solches PC-Programm stellt die zentrale Schnittstelle MIDI ↔ Computer dar. Ein Sequenzer ist ein flexibles Aufnahme-/Wiedergabesystem für MIDI-Daten (→ [SMF](#)), das Echtzeiteingriffe ins MIDI-System leicht bewältigen läßt.

Die am PC-Markt verfügbaren Sequenzerprogramme besitzen unterschiedliche Ausstattungsmerkmale: Die Angebote reichen vom rein trackorientierten Sequenzer (Track = MIDI-Spur), dessen Arbeitsweise einem Mehrspurtonband ähnelt, bis hin zum professionellen Audio-/MIDI-Sequenzer, der überdies noch mit *Harddisk-Recording* aufwartet. Für semi-professionelle, d. h. hobbymäßige musikalische Betätigung, genügt ein Sequenzer der ersten Art. Am Beispiel des Programmes »MIDI Orchestrator Plus« der Firma Voyetra möchte ich die Arbeitsweise und Funktionen eines PC-Sequenzers erläutern.

Das Programm wartet mit einer klar strukturierten und intuitiv bedienbaren Benutzeroberfläche auf. Die meisten Funktionen sind sowohl über die dazugehörigen Menüpunkte als auch über Icons in der Symbolleiste bzw. Statuszeile zugänglich (siehe Abbildung).

Jedem Editierungsschritt ist ein auf ihn zugeschnittenes Programmfenster zugeordnet:

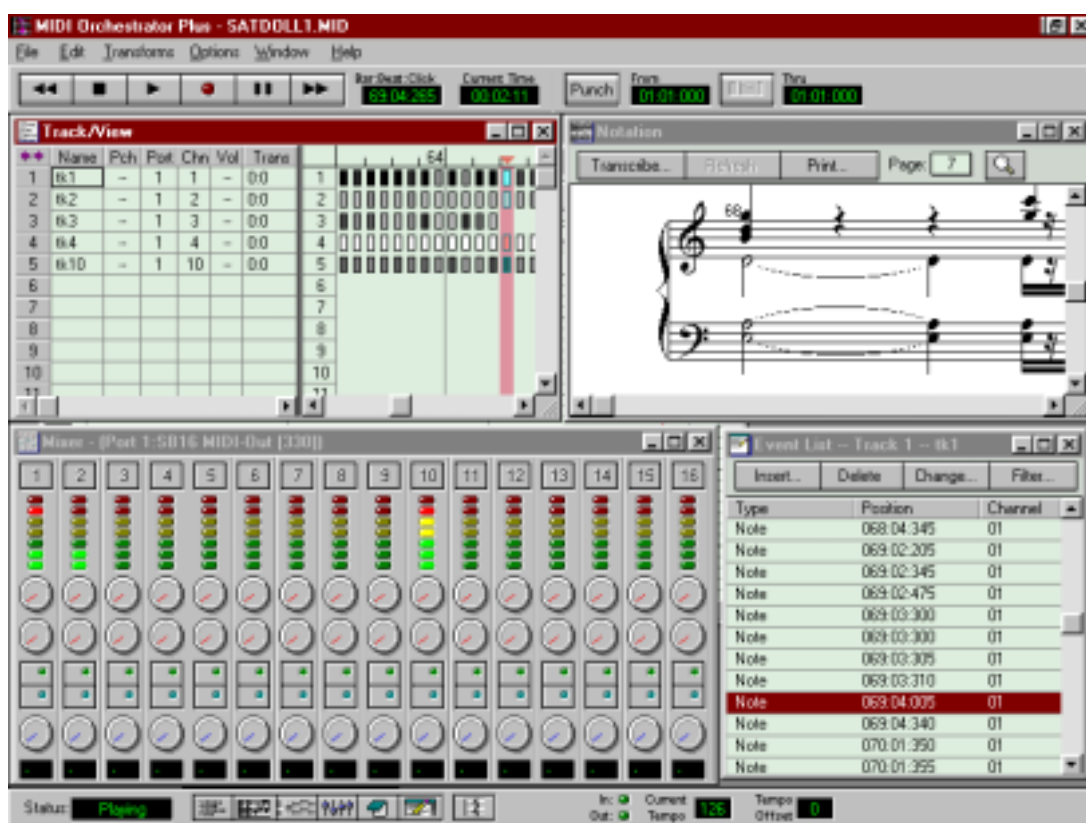


Abb. 13:

*MIDI Orchestrator Plus unter MS-Windows »in Aktion«*

Die **Track/View**-Ansicht dient der groben spurenorientierten Liedbearbeitung.

In diesem Programmfenster lassen sich

- Patch-Auswahl, MIDI-Kanal bzw. *Ausgabeport* steuern
- Events der Tracks per Drag & Drop verschieben, kopieren und duplizieren
- einzelne Spuren beliebig transponieren
- Ebenso kann man jedem Instrument separate Effekte (→ [Control Change](#)) zuweisen und diese regeln. Dies geschieht durch einfaches Anklicken des Controllerfeldes eines Tracks und anschließendes Auf- u. Abbewegen der Maus.

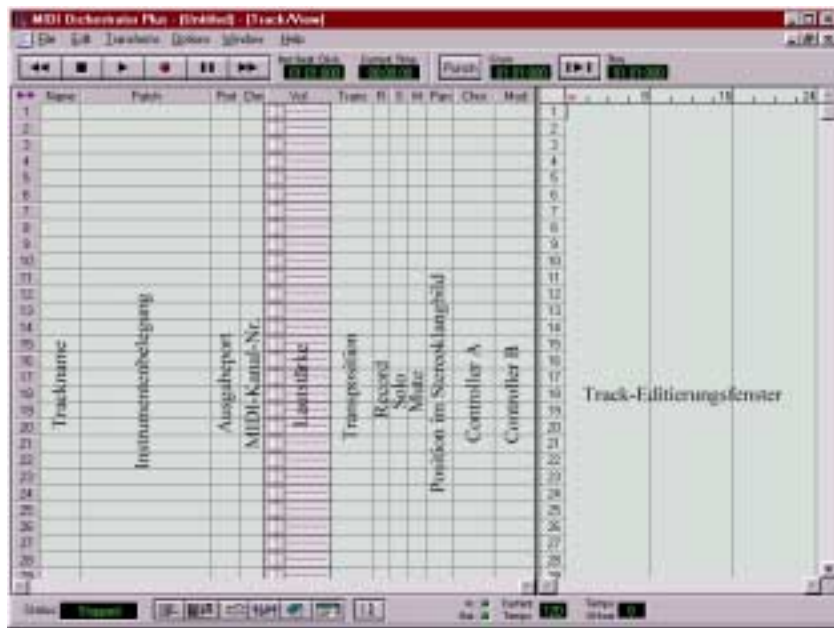


Abb. 14:

Track-/View-Fenster

Das Fenster **Notation** bietet die Möglichkeit, die MIDI-Events (Note-On/Off-Befehle) der zuvor ausgewählten Spuren in die gewohnte Klaviernotation zu transkribieren. Die Transkriptionseinstellungen (siehe Abb. 15) lassen Eingriffe ins Notenbild zu.

Der Benutzer kann:

- die erwünschte kleinste Notationseinheit wählen (Quantisierung). Dies ist vonnöten, weil die über ein Masterkeyboard erzeugten Notendaten von der Dauer her nie ganz genau das Taktschema treffen.
- oktavweise Transpositionen vornehmen
- die Notationsart anpassen (L. H. / R. H.)
- weiters einzelne Parts ausdrucken lassen

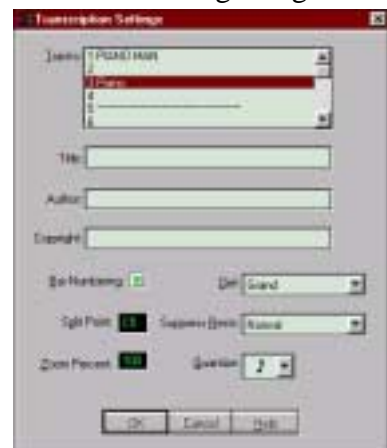


Abb. 15:

Transkriptionseinstellungen

Über das Fenster **Event List** hat der Benutzer direkten Zugriff auf die einzelnen MIDI-Befehle (siehe auch Abb. 4). Die Eintragungen können beliebig editiert, vervielfacht und entfernt werden. Veränderung werden über das Fenster *Event Edit* vorgenommen. Dafür wird lediglich die Maus benötigt. Praktische, einfache Handhabung ist garantiert, weil auch der Zugriff auf → [MIDI Time Code](#) möglich ist.



Abb. 16:  
Event-List: Edit-Menü

### Piano-Roll:

- Über dieses Fenster werden die einzelnen Notenevents per Drag & Drop bzw. Sizing in der Tonhöhe und Dauer verändert.
- Diese Art der Editierung ist sehr intuitiv und gibt Aufschluß darüber, ob sich eine Note z.B. noch innerhalb eines Taktes befindet.
- Hier werden die Noten(werte) mit dicken schwarzen Strichen dargestellt. Ihre Tonhöhe wird durch simples Anklicken und Bewegen der Maus verändert.
- Man kann auch eine Quantisierung von Noten vornehmen.



Abb. 17:  
Piano-Roll-Fenster

Das Fenster **Mixer** beinhaltet ein 16-kanaliges Mischpult, über das Lautstärke- und Effekt-Kontrolle in Echtzeit gegeben sind. Es ähnelt einem Audiomixer, die Funktionen beziehen sich jedoch auf MIDI-Daten. Nachstehend die Funktionen dieses Mischpultes v.o.n.u.



Abb. 18:  
Das virtuelle Mischpult des MIDI-Orchestrator Plus

## 2. NOTATIONSSOFTWARE

---

Diese Programmart hat die Aufgabe, MIDI-Daten in perfekte Notation umzusetzen. Im Gegensatz zu den eingeschränkten Noten-Darstellungen eines Sequenzers lassen Notationsprogramme, wie z. B. »Finale« der Firma Coda keinerlei Wünsche offen, was Eingriffe in den Notensatz betrifft.

**Edierfunktionen** sind über die »Hauptwerkzeug«-Palette zugänglich:

**Noteneingabe:** Es gibt drei verschiedene Varianten, die dem Benutzer zur Verfügung stehen. Diese sind:

- manueller Notensatz per Maus
- automatisierter Notensatz:
  - taktweises Einspielen (empfehlenswert)
  - bzw. Echtzeiteingabe per MIDI-Schnittstelle (Kontrolle über ein Fenster, das der Piano-Roll-Ansicht eines Sequenzers ähnelt)

*Manueller Notensatz:*

Die hierfür erforderlichen Funktionen werden dem Benutzer in der Toolbox »einfache Eingabe« angezeigt. Diese Art der Eingabe gestaltet sich besonders intuitiv, weil die Längenangabe einer Note (bzw. Pause) exakt vorherbestimmbar ist. Weiters ist es möglich, Fehler auszubessern.



Abb. 19:  
Toolbox »einfache Eingabe«



Abb. 20:  
Das »HyperScribe«-Dialogfeld

*Automatisierter Notensatz:*

Über die Funktion »HyperScribe« lassen sich MIDI-Daten Takt für Takt einspielen. Um im zeitlichen Rahmen zu bleiben, bedient man sich eines Taktgebers (Metronoms). Selbstverständlich kann eine nachträgliche Fehlerkorrektur durchgeführt werden.

**Zusätzliche Funktionen** sind: Die Zuweisungsmöglichkeit von Vortrags- und Akkordbezeichnungen, die Festlegung des gewünschten Notensystems, das Einfügen von Tempowechseln sowie Eingriffe ins Notenlayout.



Finale ist nicht nur in der Lage, erstellte Notensysteme perfekt auszudrucken, es lassen sich sogar ganze Arrangements erstellen und MIDI-Files transkribieren.

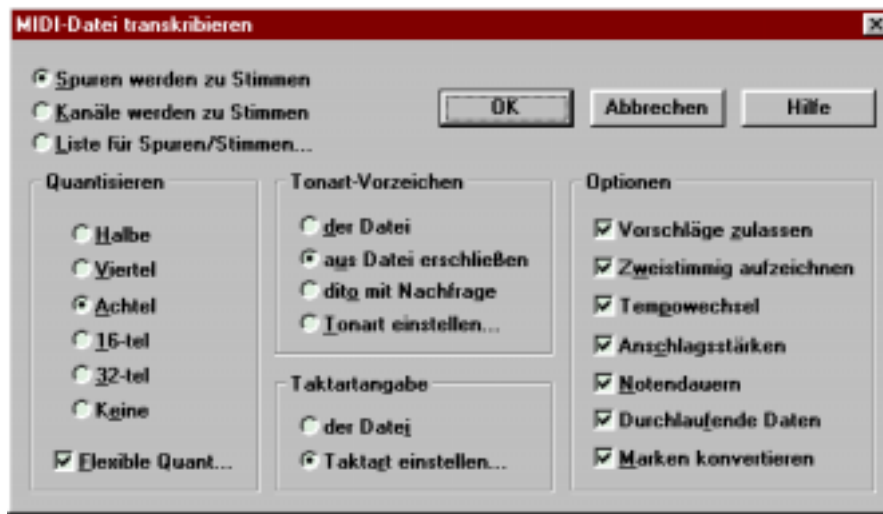


Abb. 21:  
Import eines SMF

Möchte ein Jazz-Musiker z. B. einen neuen Song für seine Band komponieren, nimmt ihm Finale so manche Arbeit ab. Er kann sich nämlich eines der Beispiel-Arrangements bedienen:



Abb. 22:  
Vorgefertigtes Arrangement (Dirigentenpartitur)

### 3. PATCH-EDITOREN

Will der Hobbymusiker im Klangbild seiner Darbietungen Eingriffe tätigen, die über die Kapazitäten der von MIDI gebotenen Befehle hinausgehen, bedient er sich eines Patch-Editors. Die Bearbeitungsmöglichkeiten von MIDI-Samples sind vielfältig. So lassen sich z. B. für verschiedene Tastaturbereiche unterschiedliche Samples (klangliche »Moment-aufnahmen«) definieren. Ein anderes Beispiel: Der Benutzer nimmt einen Klang auf. Dessen Audio-Daten lassen sich dann importieren und ebenfalls editieren. Den einzelnen Bedienungs- und Bearbeitungsschritten sind erneut bestimmte Fenster zugeteilt.

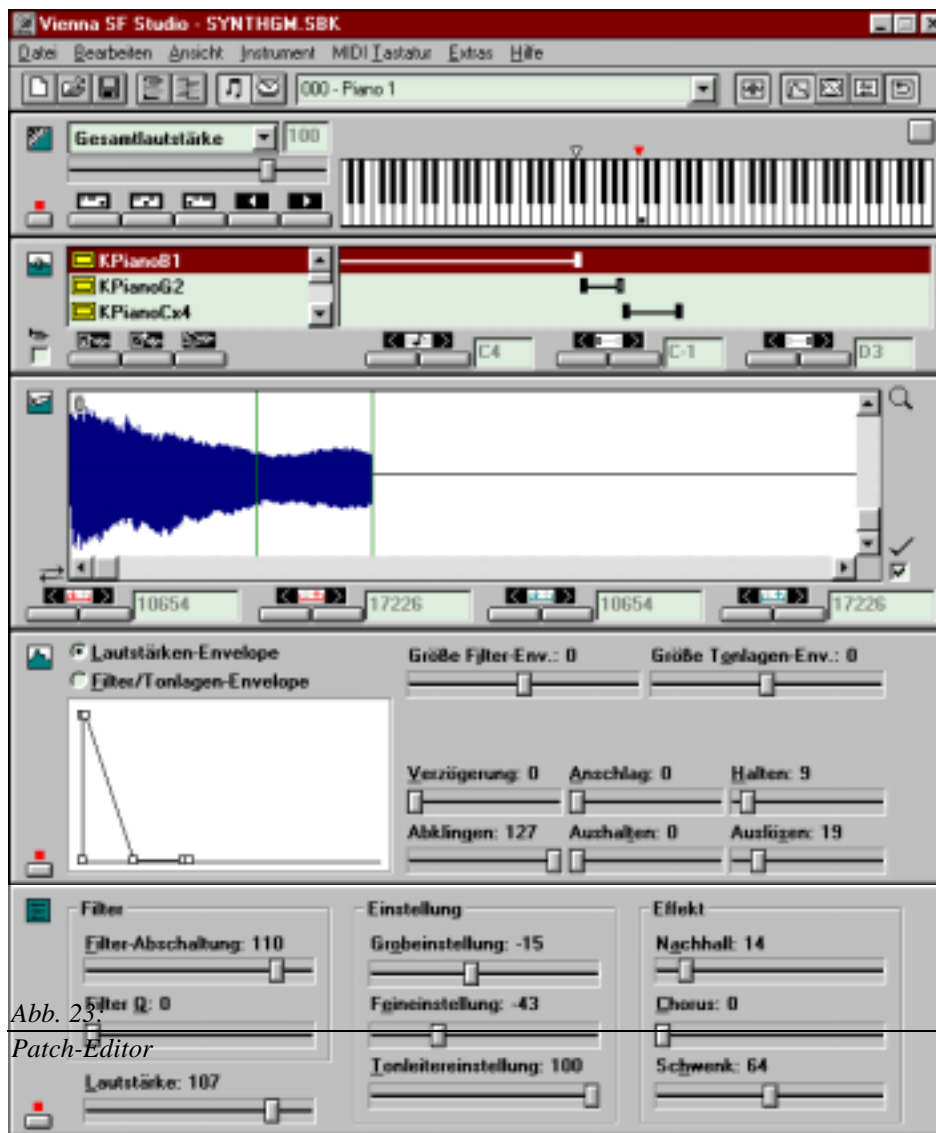


Abb. 23:  
Patch-Editor

**Tastatur-Fenster:**  
Überprüfung der Samples

**Sample-Fenster:**  
Einteilung der einzelnen Samples eines Patches in Tastaturzonen

**Loop-Fenster:**  
Festlegung der Schleifen für die Sustain-Phase des jeweiligen Samples

**Envelope-Fenster:**  
Veränderung der Hüllkurve eines Samples

**Multiple-Fenster:**  
Regelung von Lautstärke und Effekten

### 4. WEITERE PROGRAMME

Neben diesen wichtigsten drei Softwarearten für die Steuerung und Nutzung von MIDI gibt es eine Reihe weiterer Programme, wie z. B. Begleitautomaten, Karaoke-Programme oder virtuelle Synthesizer.

## IV. SELBSTPROGRAMMIERTE BEISPIELANWENDUNGEN

---

Den letzten Teil der vorliegenden Arbeit möchte ich den von mir erstellten Windows-Programmen zum Thema MIDI widmen. Mit den drei auf der beliegenden CD-R enthaltenen Programmen versuche ich, einen Einblick in das große Potential an kreativen Entfaltungsmöglichkeiten zu geben, die MIDI bietet. Die Programme wurden mit Microsoft Visual Basic, Version 4.0 Professional realisiert und sind unter Windows95/NT lauffähig.

### INSTALLATION DER BEISPIELANWENDUNGEN

Das für die Einrichtung der selbsterstellten MIDI-Programme vorgesehene Setup-Programm befindet sich im Hauptverzeichnis der CD-R. Rufen Sie FBA.EXE über den Befehl *Ausführen* in der Taskleiste auf.

Das Installationsprogramm übernimmt die Benutzerführung und installiert neben den EXE-Files, die in das gewählte Zielverzeichnis (z. B.: <MIDIPROG>) kopiert werden, auch die benötigten DLLs und Module in passende Unterverzeichnisse.

Nach kompletter Installation können Sie die Anwendungen über die aufs Desktop hinzugefügte Programmgruppe aufrufen.

### HINWEISE ZUR BENÜTZUNG DER PROGRAMME

Die auf der CD-R ebenfalls enthaltenen Quellfiles sind nicht zur Bearbeitung vorgesehen und werden deshalb auch nicht mittels Setup auf die Festplatte installiert. Um Einsicht in den Programmcode zu nehmen, wird VB 4.0 Professional benötigt, das auf der CD-R nicht vorliegt.

### ÜBERBLICK ÜBER DIE WINDOWS-PROGRAMME

Die drei Applikationen decken einige mögliche, aber unterschiedliche Einsatzgebiete von MIDI ab. Nachstehend werden diese Programme erläutert.

#### EIN MUSIKALISCHES WÜRFELSPIEL VON W. A. MOZART

---

Ziel und Aufgabe dieses Programmes ist die computergestützte Umsetzung eines vermutlich von Mozart selbst verfaßten und zur damaligen Zeit recht beliebten musikalischen Gesellschaftsspieles.

Der Zweck dieses Würfelspieles ist eine variantenreiche kompositorische Umsetzung eines **Menuettes** und eines **Trios**. Die Grundlage für die musikalische Übertragung des Würfelvorganges bildet eine Reihe vorgegebener Takte für 16 Menuett- bzw. Trio-Teilstücke.

Mozart ordnete diese Takte einerseits der erwürfelten Gesamtaugenzahl zweier Würfel (beim Trio wird nur ein Würfel benötigt) und andererseits der Nummer der Würfelrunde (1-16; 17-32) zu. Dies geschieht in einer Aufschlüsselungstabelle.

Die Tabelle für das Menuett sieht wie folgt aus:  
(Würfelrunde: horizontal; Gesamtaugenzahl: vertikal)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2	<a href="#">96</a>	<a href="#">22</a>	<a href="#">141</a>	<a href="#">41</a>	<a href="#">105</a>	<a href="#">122</a>	<a href="#">11</a>	<a href="#">30</a>	<a href="#">70</a>	<a href="#">121</a>	<a href="#">26</a>	<a href="#">9</a>	<a href="#">112</a>	<a href="#">49</a>	<a href="#">109</a>	<a href="#">14</a>
3	<a href="#">32</a>	<a href="#">6</a>	<a href="#">128</a>	<a href="#">63</a>	<a href="#">146</a>	<a href="#">46</a>	<a href="#">134</a>	<a href="#">81</a>	<a href="#">117</a>	<a href="#">39</a>	<a href="#">126</a>	<a href="#">56</a>	<a href="#">174</a>	<a href="#">18</a>	<a href="#">116</a>	<a href="#">83</a>
4	<a href="#">69</a>	<a href="#">95</a>	<a href="#">158</a>	<a href="#">13</a>	<a href="#">153</a>	<a href="#">55</a>	<a href="#">110</a>	<a href="#">24</a>	<a href="#">66</a>	<a href="#">139</a>	<a href="#">15</a>	<a href="#">132</a>	<a href="#">73</a>	<a href="#">58</a>	<a href="#">145</a>	<a href="#">79</a>
5	<a href="#">40</a>	<a href="#">17</a>	<a href="#">113</a>	<a href="#">85</a>	<a href="#">161</a>	<a href="#">2</a>	<a href="#">159</a>	<a href="#">100</a>	<a href="#">90</a>	<a href="#">176</a>	<a href="#">7</a>	<a href="#">34</a>	<a href="#">67</a>	<a href="#">160</a>	<a href="#">52</a>	<a href="#">170</a>
6	<a href="#">148</a>	<a href="#">74</a>	<a href="#">163</a>	<a href="#">45</a>	<a href="#">80</a>	<a href="#">97</a>	<a href="#">36</a>	<a href="#">107</a>	<a href="#">25</a>	<a href="#">143</a>	<a href="#">64</a>	<a href="#">125</a>	<a href="#">76</a>	<a href="#">136</a>	<a href="#">1</a>	<a href="#">93</a>
7	<a href="#">104</a>	<a href="#">157</a>	<a href="#">27</a>	<a href="#">167</a>	<a href="#">154</a>	<a href="#">68</a>	<a href="#">118</a>	<a href="#">91</a>	<a href="#">138</a>	<a href="#">71</a>	<a href="#">150</a>	<a href="#">29</a>	<a href="#">101</a>	<a href="#">162</a>	<a href="#">23</a>	<a href="#">151</a>
8	<a href="#">152</a>	<a href="#">60</a>	<a href="#">171</a>	<a href="#">53</a>	<a href="#">99</a>	<a href="#">133</a>	<a href="#">21</a>	<a href="#">127</a>	<a href="#">16</a>	<a href="#">155</a>	<a href="#">57</a>	<a href="#">175</a>	<a href="#">43</a>	<a href="#">168</a>	<a href="#">89</a>	<a href="#">172</a>
9	<a href="#">119</a>	<a href="#">84</a>	<a href="#">114</a>	<a href="#">50</a>	<a href="#">140</a>	<a href="#">86</a>	<a href="#">169</a>	<a href="#">94</a>	<a href="#">120</a>	<a href="#">88</a>	<a href="#">48</a>	<a href="#">166</a>	<a href="#">51</a>	<a href="#">115</a>	<a href="#">72</a>	<a href="#">111</a>
10	<a href="#">98</a>	<a href="#">142</a>	<a href="#">42</a>	<a href="#">156</a>	<a href="#">75</a>	<a href="#">129</a>	<a href="#">62</a>	<a href="#">123</a>	<a href="#">65</a>	<a href="#">77</a>	<a href="#">19</a>	<a href="#">82</a>	<a href="#">137</a>	<a href="#">38</a>	<a href="#">149</a>	<a href="#">8</a>
11	<a href="#">3</a>	<a href="#">87</a>	<a href="#">165</a>	<a href="#">61</a>	<a href="#">135</a>	<a href="#">47</a>	<a href="#">147</a>	<a href="#">33</a>	<a href="#">102</a>	<a href="#">4</a>	<a href="#">31</a>	<a href="#">164</a>	<a href="#">144</a>	<a href="#">59</a>	<a href="#">173</a>	<a href="#">78</a>
12	<a href="#">54</a>	<a href="#">130</a>	<a href="#">10</a>	<a href="#">103</a>	<a href="#">28</a>	<a href="#">37</a>	<a href="#">106</a>	<a href="#">5</a>	<a href="#">35</a>	<a href="#">20</a>	<a href="#">108</a>	<a href="#">92</a>	<a href="#">12</a>	<a href="#">124</a>	<a href="#">44</a>	<a href="#">131</a>

Das Kombinationsrechteck für das Trio:

	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
1	<a href="#">72</a>	<a href="#">6</a>	<a href="#">59</a>	<a href="#">25</a>	<a href="#">81</a>	<a href="#">41</a>	<a href="#">89</a>	<a href="#">13</a>	<a href="#">36</a>	<a href="#">5</a>	<a href="#">46</a>	<a href="#">79</a>	<a href="#">30</a>	<a href="#">95</a>	<a href="#">19</a>	<a href="#">66</a>
2	<a href="#">56</a>	<a href="#">82</a>	<a href="#">42</a>	<a href="#">74</a>	<a href="#">14</a>	<a href="#">7</a>	<a href="#">26</a>	<a href="#">71</a>	<a href="#">76</a>	<a href="#">20</a>	<a href="#">64</a>	<a href="#">84</a>	<a href="#">8</a>	<a href="#">35</a>	<a href="#">47</a>	<a href="#">88</a>
3	<a href="#">75</a>	<a href="#">39</a>	<a href="#">54</a>	<a href="#">1</a>	<a href="#">65</a>	<a href="#">43</a>	<a href="#">15</a>	<a href="#">80</a>	<a href="#">9</a>	<a href="#">34</a>	<a href="#">93</a>	<a href="#">48</a>	<a href="#">69</a>	<a href="#">58</a>	<a href="#">90</a>	<a href="#">21</a>
4	<a href="#">40</a>	<a href="#">73</a>	<a href="#">16</a>	<a href="#">68</a>	<a href="#">29</a>	<a href="#">55</a>	<a href="#">2</a>	<a href="#">61</a>	<a href="#">22</a>	<a href="#">67</a>	<a href="#">49</a>	<a href="#">77</a>	<a href="#">57</a>	<a href="#">87</a>	<a href="#">33</a>	<a href="#">10</a>
5	<a href="#">83</a>	<a href="#">3</a>	<a href="#">28</a>	<a href="#">53</a>	<a href="#">37</a>	<a href="#">17</a>	<a href="#">44</a>	<a href="#">70</a>	<a href="#">63</a>	<a href="#">85</a>	<a href="#">32</a>	<a href="#">96</a>	<a href="#">12</a>	<a href="#">23</a>	<a href="#">50</a>	<a href="#">91</a>
6	<a href="#">18</a>	<a href="#">45</a>	<a href="#">62</a>	<a href="#">38</a>	<a href="#">4</a>	<a href="#">27</a>	<a href="#">52</a>	<a href="#">94</a>	<a href="#">11</a>	<a href="#">92</a>	<a href="#">24</a>	<a href="#">86</a>	<a href="#">51</a>	<a href="#">60</a>	<a href="#">78</a>	<a href="#">31</a>

Es ergeben sich theoretisch  $1,3 \cdot 10^{29}$  Möglichkeiten zur Komposition eines Menuettes mit Trio. In der Praxis muß man aber auf Grund der Häufigkeitsverteilung – die an die GAUßSCHE GLOCKENKURVE erinnert – berücksichtigen, daß 7 als Gesamtzahl beim Würfeln (mit zwei Würfeln) viel häufiger auftritt als etwa die Zahl 2.

### **Benutzerführung:**

Der kleine Wolferl (Mozart) begrüßt den Spieler und geleitet ihn durch das Programm. Dieser wird aufgefordert, den Anweisungen in der Sprechblase zu folgen. Für nähere Informationen stehen die Kommentarseiten auf der linken Bildschirmhälfte zur Verfügung, die mittels eines Umschalt-Buttons durchgeblättert werden können.

Ein musikalisches Würfelspiel

## Ein musikalisches WÜRFELSPIEL

von Wolfgang Amadeus Mozart

Im 18. Jahrhundert konzipierte Johann Philipp KIRNBERGER ein Würfelspiel mit besonderem Charakter. Derartige musikalische Vergnügungen erfreuten sich in der damaligen Gesellschaft großer Beliebtheit.

Auch W. A. MOZART entwickelte ein solches Spiel. Der Zweck dieses Würfelspieles ist eine variantenreiche kompositorische Umsetzung eines **Menuettes** und eines **Trios**. Die Grundlage für die musikalische Übertragung des Würfelvorganges bildet eine Reihe vorgegebener Takte für 16 Menuett- bzw. Trio-Teilstücke.

Mozart ordnete diese Takte einerseits der erwürfelten Gesamtanzahl zweier Würfel (beim Trio wird nur ein Würfel benötigt) und andererseits der Nummer der Würfelrunde (1-16; 17-32) zu. Dies geschieht in einer Aufschlüsselungstabelle.

Es ergeben sich theoretisch  $1,3 \cdot 10^{21}$  Möglichkeiten zur Komposition eines Menuettes mit Trio. In der Praxis muß man aber auf Grund der Häufigkeitsverteilung – die an die GAUßSCHE GLOCKENKURVE erinnert – berücksichtigen, daß 7 als Gesamtzahl beim Würfeln (mit zwei Würfeln) viel häufiger auftritt als etwa die Zahl 2.

Sehen'S die zwei Würfel da unten?  
Würfeln'S ja nicht

Sag' mir was Du spielst!

Während Mozart spielt, verrät er, welche Takt Nummer sich aus Würfelrunde und Augenzahl ergeben hat: Dazu aktiviert man vor dem Würfelvorgang die Option »Sag' mir, was Du spielst!«. Will der Benutzer den Spielablauf tabellarisch kontrollierend nachvollziehen, schaltet er zusätzlich auf die zweite Kommentarseite, bevor er den Würfelvorgang einleitet.

Ein musikalisches Würfelspiel

Die Tabelle für das Menuett sieht wie folgt aus:  
(Würfelrunde: horizontal; Gesamtanzahl: vertikal)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	96	22	141	41	105	122	11	30	70	121	26	9	112	49	109	14
2	32	6	128	63	146	46	134	81	117	39	126	56	124	18	116	83
3	69	95	138	13	153	55	110	24	66	139	15	132	73	58	145	79
4	40	17	113	85	161	2	159	100	90	176	7	34	67	160	52	170
5	148	74	163	45	80	97	36	107	25	143	64	125	76	136	1	93
6	104	157	27	167	154	68	118	91	138	71	150	29	101	162	23	151
7	152	60	171	53	99	133	21	127	16	155	57	175	43	168	89	172
8	119	84	114	50	140	86	169	94	120	88	48	166	51	115	72	111
9	98	142	42	156	75	129	62	123	65	77	19	82	137	38	149	8
10	3	87	165	61	135	47	147	33	102	4	31	164	144	59	173	78
11	54	130	10	103	28	37	106	5	35	20	108	92	12	124	44	131

Das Kombinationsrechteck für das Trio:

	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
1	72	6	59	25	81	41	89	13	36	5	46	79	30	95	19	66
2	56	82	42	74	14	7	26	71	76	20	64	84	8	35	47	88
3	75	39	54	1	65	43	15	80	9	34	93	48	69	58	90	21
4	40	73	16	68	29	55	2	61	22	67	49	77	57	87	33	10
5	83	3	28	53	37	17	44	70	63	85	32	96	12	23	50	91
6	18	45	62	38	4	27	52	94	11	92	24	86	51	60	78	31

Klicken'S doch zukünftig auf Bild von mir...

Sag' mir was Du spielst!

Kennen Sie folgendes Musikstück:  $y=\sin(x)$  ?

Meine Windows-Applikation FUNKTION.EXE veranschaulicht grundlegende mathematische Funktionen nicht nur graphisch, sondern auch musikalisch!

Wie funktioniert das? Ganzzahligen x- und den dazugehörigen y-Werten einer Funktion werden Tonhöhen zugewiesen, die sich – abhängig vom jeweiligen Funktionswert – während des Zeichnens der Funktionen ändern.

Folgende Terme findet der Benutzer vor:

- |                     |                       |
|---------------------|-----------------------|
| • $y=x^n$ .....     | Potenzfunktion        |
| • $y=n^x$ .....     | Exponentialfunktion   |
| • $y=\sin(x)$ ..... | Sinuskurve            |
| • $y=\cos(x)$ ..... | Cosinuskurve          |
| • $y=\tan(x)$ ..... | Tangensfunktion       |
| • $y=e^x$ .....     | e-Funktion            |
| • $y=\ln(x)$ .....  | Logarithmus naturalis |

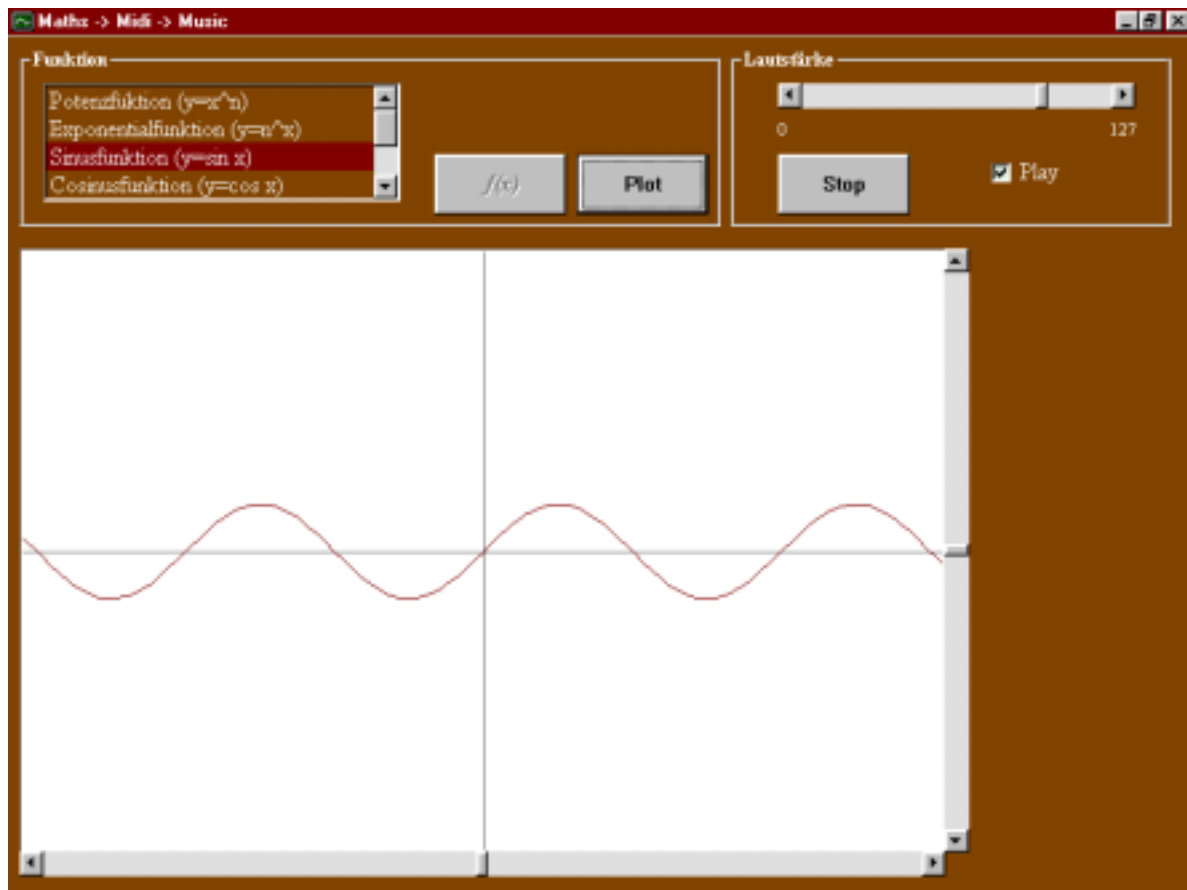
### **Benutzerführung:**

Die gewünschte Funktion, die dargestellt werden soll, ist in der Liste am Programmbildschirm links oben anzuklicken. Sodann wird der gewählte Term nach Betätigung der Schaltfläche »Plot« gezeichnet. (Dies gilt für die Listeneinträge »Sinusfunktion« bis »Logarithmus naturalis«.)

Möchte man Potenz- bzw. Exponentialfunktionen visualisieren, gelangt man über den Button »f(x)« zu einem Eingabefeld, in dem man bei  $y=x^n$  bzw.  $y=n^x$  für n den gewünschten ganzzahligen Wert einsetzt. Dieser ist programmintern begrenzt, um einen Überlauf durch zu große y-Werte zu verhindern. Liegt der eingegebene Wert außerhalb der vorgegebenen Grenzen, so erscheint nach einer Fehlermeldung die Eingabeaufforderung erneut. Bei Abbruch bzw. Nicht-Eingabe eines Wertes für n werden automatisch die Standardwerte für die Darstellung herangezogen.

Der Zeichenvorgang kann sowohl mit als auch ohne musikalische Umsetzung der Funktionswerte erfolgen. Will man die Musikausgabe während des Zeichnens unterbinden, genügt es, auf »Stop« zu klicken, und die Funktion wird schrittweise weitergezeichnet. Deaktiviert man das Kästchen »Play«, so erscheint der gesamte Graph des gewählten Terms ohne der Möglichkeit, das Zeichnen mitzuverfolgen, die bei aktiviertem Spielbetrieb gegeben ist.

Weiters ist es möglich, innerhalb des Graphikfeldes zu scrollen (sinnvoll bei Potenz- sowie Exponentialfunktionen). Hierfür bedient man sich der horizontalen bzw. vertikalen Bildlauf-leiste.



## MIDI-PAINT

Ein Zeichenprogramm der besonderen Art erwartet den experimentierfreudigen Musikfreund. Alle Zeichendaten mitsamt den zum Zeichnen verfügbaren 16 Farben werden in MIDI-Informationen umgesetzt. Dies geschieht sowohl beim als auch nach dem Zeichenvorgang. Die Bedienbarkeit versuchte ich möglichst intuitiv zu gestalten.

### Benutzerführung:

Um mit dem Zeichnen beginnen zu können, muß eine Klanggruppe ausgewählt werden, die durch eine zugeteilte Farbe gekennzeichnet wird. (Jede Farbe ist stellvertretend für je eine der 16 GM-Instrumentengruppen<sup>1)</sup>.) Danach muß der gewünschte Zeichenstil festgelegt werden.

Bestimmte Farben sind den verschiedenen Klanggruppen zugewiesen. →

Zeichenstile (vertikale Symbolleiste) →

- Freihand-Zeichnen
- Linie
- Rechteck
- Kreis
- Lösch-Stift (Radierer)



<sup>1)</sup> Die Umschaltung zwischen den Instrumenten dieser Gruppen erfolgt über den jeweiligen Schieberegler und anschließendes Klicken auf den Klanggruppen-Button.

### Programmoptionen (horizontale Symbolleiste)

- Neue Zeichnung
  - Laden/Speichern einer Zeichnung
  - Schneiden
  - Kopieren
  - Einfügen
  - Programminformation
- } einer Graphik in/aus Zwischenablage



Symbolleiste »Programmoptionen«

### Zeichnen:

- Der Zeichenvorgang wird durch Auswahl eines Zeichenstiftes, einer Klanggruppe und anschließendes Klicken auf den gewünschten Anfangspunkt im Zeichenfeld eingeschaltet.
- Die Deaktivierung erfolgt automatisch durch Loslassen der Maustaste.

### Bild erklingen lassen:

- Bestimmen Sie die relative Abspielgeschwindigkeit über das vorgesehene Feld.  
(Bei Fraktalbildern eignet sich der Faktor 1 recht gut – die Selbstähnlichkeit kommt im Klangbild deutlich zum Vorschein. Bei vielfärbigen Zeichnungen sollte man verschiedene Einstellungen ausprobieren!)
- Ein fertiggestelltes Bild spielen Sie ab, indem sie auf die Schaltfläche »Plot musically!« klicken.
- Der Abspielvorgang kann **nicht** vorzeitig abgebrochen werden.

MIDI-Paint mit geladenem Bild eines spiralförmigen Fraktals





# APPENDIX

---

## FACHAUSDRÜCKE (GLOSSAR)

**A/D-Wandler:** erstellt digitale Abbilder eines analogen Audio-Signals

**Aftertouch:** Tastenmanipulationen nach dem Anschlag

**Anschlagdynamik:** Gleicher Ton mit verschiedener Lautstärke in Abhängigkeit von der Stärke des Anschlags. Die Noteninformation wird mit der Anschlagstärke kombiniert. Damit lassen sich auch verschiedene Wavetables mischen, die Tonhöhe beugen oder der Sound filtern.

**Chunk:** Datenblock einer SMF-Datei

**Delay:** Klangverzögerung für Hall oder Echo

**Drumkit** (Schlagzeug-Set): Bei Schlagzeug und Perkussions-Klängen wird über Drumkits jeder Taste ein bestimmtes Schlaginstrument zugeordnet.

**Events** (=Ereignisse): MIDI-Informationen

**Expander** (expand = erweitern): Synthesizer mit Klangerzeugung, aber ohne Tastatur. Er dient dazu, vorhandene Synthesizer zu erweitern, um ankommende MIDI-Daten im Klang zu verbessern.

**Filter:** Schaltung, die bestimmte Frequenzen eines Signals verstärkt oder absenkt.

**FM-Synthese:** Klangerzeugung mit der Technik der Frequenzmodulation

**General MIDI** (auch **GM**): Standardbelegung für 128 Instrumente und ein Drumkit

**GS** (**General Synthesizer**): Erweiterung des GM-Standards. Dieser Modus bietet zusätzliche Klänge sowie zwei Effektvarianten (meist verschiedene Hall- und Modulationstypen). Außerdem erlaubt GS eine beschränkte Klangbeeinflussung der Sounds.

**Hüllkurve:** beschreibt Schwingungsphasen eines Samples

**IFF** (**Interchange File Format**): vergleichbar mit dem MIDI-Format

**IMA** (**International MIDI Association**): internationale Organisation, die für Einhaltung und Weiterleitung von MIDI-Spezifikationen zuständig ist

**Implementationstabelle:** tabellarische MIDI-Gebrauchsanweisung

**Interface:** Kommunikationsschnittstelle zwischen unabhängigen Systemen bzw. Geräten

**Kanalnummer:** Geräte- oder Instrumentenzuordnung, bei MIDI von 1 bis 16

**Karaoke** (japan. für »leeres Orchester«): bezeichnet Liedsequenzen populärer Songs, die – statt des Solos des Interpreten – nur die Begleitmusik enthalten. Der Liedtext erscheint zum Mitsingen auf dem Bildschirm.

**Keyboard:** Tastatur eines Instruments, Synthesizers etc.

**Masterkeyboard:** anschlagdynamische Klaviatur zum Einspielen von MIDI-Daten – am besten mit 88 gewichteten Tasten

**MIDI** (**Musical Instruments Digital Interface**): 1982 festgelegter Industriestandard für den Datenaustausch zwischen technischen Musikgeräten

**MIDI-In:** Anschlußbuchse für ankommende MIDI-Daten

**MIDI-Out:** Anschlußbuchse, die MIDI-Daten an das nächste MIDI-Gerät übermittelt

**MIDI-Thru:** Anschlußbuchse, die ankommende MIDI-Daten direkt und unverzögert an ein weiteres MIDI-Gerät durchschaltet

**MTC (MIDI Time Code):** dient zur Synchronisation der MIDI-Geräte

**Multitimbral (Polytimbral):** Arbeitsweise eines Synthesizers, der mehrere Schwingungen/Klänge gleichzeitig liefert.

**Optokoppler:** elektronisches Bauelement, bestehend aus Leuchtdiode (LED) und Fototransistor (LDR)

**PCM (Pulse Code Modulation):** digitales Speicherverfahren für Audio-Daten

**Pitch Bend:** Tonhöhenverstellung am Keyboard – meist per Handrad

**Polyphonie:** Anzahl der gleichzeitig erzeugbaren Noten

**Port:** Einheit zur Eingabe oder Ausgabe

**Quantisierung:** in einem Sequenzer eingespielte Noten taktgetreu anpassen

**RMID:** Datei-Format mit der Endung *rmi*, vergleichbar mit dem IFF-Format

**RMF (Rich Music Format):** Format von Thomas Dolby Robertsen (Firma Headspace), spielt 16-Bit-Klänge, integriert GM-Instrumente und Synthesizer

**Sample (Muster, Beispiel):** Der Name kommt aus der digitalen Aufnahmetechnik, bei der vom aufzuzeichnenden Signal stichprobenartige Muster genommen werden. Mit Sample wird sowohl ein einzelner Musterwert als auch eine komplette Klangprobe bezeichnet.

**Sampler:** Synthesizer, mit oder ohne Keyboard, der beliebige Klänge aufnehmen, speichern, bearbeiten und wiedergeben kann.

**Sequenzer (Tonfolge, Melodiestück):** Sequenzer dienen zur Aufzeichnung, Bearbeitung und Wiedergabe von Klängen, vergleichbar mit den alten Tonbandgeräten. Sie besitzen keine eigene Klangerzeugung, sondern müssen mit externen Geräten kommunizieren.

**SMF (Standard MIDI File Format):** genormtes Dateiformat zum Austausch von MIDI-Daten

**SMPTE (Society of Motion-Picture and Television Engineers):** Diese Gesellschaft entwickelte den SMPTE-Time Code-Standard zur Synchronisation von mehreren Geräten, ursprünglich von der NASA in Auftrag gegeben. SMPTE ist leistungsfähiger als der MTC-Standard.

**Synthesizer:** elektronisches Musikinstrument, das Klänge auf der Basis von Wellenformen generiert

**SysEx (System Exclusive):** spezieller MIDI-Befehl, der den Austausch herstellerspezifischer, nicht normierter Daten zuläßt

**UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter):** spezieller Bauteil in einer seriellen Schnittstelle mit Pufferungsmöglichkeit

**Velocity:** Beschleunigung einer Taste beim Anschlag

**WAVE:** Ein von Microsoft entwickeltes Dateiformat für Audiodaten, die ein Analog-Digital-Wandler erzeugt

**Wavetables:** Beim Wavetable-Verfahren greift die Soundkarte auf gespeicherte Originalklänge von Instrumenten zurück. Die als Samples bezeichneten digitalen Vorlagen sind auf der Soundkarte gespeichert.

**XG:** von Yamaha entwickelter MIDI-Modus, der eine noch breitere Palette an Klängen und Editierfunktionen bietet als GS

## EPILOG

Die unaufhaltsam fortschreitende Entwicklung auf dem Gebiet der Audiotechnik eröffnet seit Jahren die Herstellung immer hochwertigerer Tonträger bester Klangqualität. Die Begeisterung vieler Musikliebhaber scheint ungebrochen zu sein, wenn es um qualitativ perfekte Aufnahme- und Reproduktionsverfahren geht. Es ist aber zu bedenken, daß mit dem Streben nach vollendeter Präzision die emotionale Sensibilisierung der Hörer abnimmt, ziehen doch wahre Musikkenner die Einmaligkeit des Audio-Erlebnisses im Konzertsaal der akustischen Perfektions-Illusion menschlichen Musizierens vor.

Das MIDI-gestützte Arbeiten fördert auf Grund seiner Vielfalt die Experimentierfreudigkeit des Musikers. Diese sogenannte Automatenkunst bzw. Informationsästhetik betont das Berechnen, das technische Programmieren und Konstruieren. Damit geht jedoch eine eher intellektuelle Auffassung des Begriffes »Kunst« einher. Die Gefahr einer qualitativen Verarmung ist nicht von der Hand zu weisen. Eine Entfremdung von Originalität und Individualität durch automatisierte Massenproduktion ist zu befürchten. Diesen Vorurteilen muß entgegengesetzt werden, daß die Anwendung ausgereifter technischer Hilfsmittel kein Argument sein kann, eine Komposition von vornherein nicht als Kunstwerk gelten zu lassen. Ein kreativer Musiker ist stets bestrebt, seine menschliche Intuition einzubringen und die neuartige Entfaltungsmöglichkeit höchst phantasievoll zu nützen.

Zuletzt sei noch ein fast horrorähnliches Szenario aufgezeigt. Werden wir uns einst in fiktiven, computersimulierten Welten wiederfinden?

KUPPER (1994) beschreibt ein virtuelles Konzert im Jahre 2015, das die Zuhörer selbst gestalten. So wird beispielsweise eine Komposition von J. S. Bach gewünscht, die von einem bestimmten Organisten auf einer berühmten Kirchenorgel gespielt werden soll. Das Musikstück erklingt »naturgetreu«. Obwohl der Orgelspieler dieses niemals selbst interpretiert oder aufgezeichnet hat, sind sogenannte »Neuro-Computer« imstande, die Spieltechniken der bekanntesten Künstler zu verwalten. Sie speichern individuelle Spielweise, Dynamik sowie den Klang eines bestimmten Instrumentes und können diese perfekt nachvollziehen.

Der Visionär Aldous HUXLEY hat in seinem utopischen Roman »Schöne neue Welt« bereits im Jahre 1932 die Virtual Reality vorweggenommen. Er warnt mit dem Bild einer vollkommenen Wohlstandsgesellschaft, in der gesteigerte Glücksgefühle auf Wunsch abgerufen werden können. Mir graut vor seinem »Super-Stereo-Ton-Farben-und-Fühlfilmkino«! Ihnen auch?

## NACHWORT UND DANK

Das Thema MIDI und Computer ist für mich seit längerer Zeit von großem Interesse. Es begann mit dem Kauf einer ersten Soundkarte im Jahr 1993. Da ich immer schon neuen Computerprogrammen gegenüber aufgeschlossen war, zogen auch die Soundblaster-Programme meine Aufmerksamkeit auf sich. Das kleine Grammophon-Symbol mit der Beschriftung »Jukebox« stach mir sofort in die Augen. Ich hörte mir die der Soundkarte beigelegten Musikstücke an und staunte über die gebotenen Möglichkeiten. Daraufhin begann ich, sämtliche CD-ROMs nach MIDI-Dateien zu durchsuchen.

Seit zehn Jahren spiele ich Klavier. Das war auch der Grund, weshalb ich zu meinem 14. Geburtstag ein kleines Keyboard geschenkt bekam. Es blieb mir keineswegs verborgen, daß man dieses Gerät über die Soundkarte an den Computer anschließen konnte. Deshalb schaffte ich mir hierfür ein sogenanntes MIDI-Interface an. Außerdem verfügte ich über ein Programm, das mir Einsicht in meine gesammelten Musikdateien gewährte. Um meinen Informationsstand zu verbessern, kaufte ich mir Bücher zum Thema Soundkarten, MIDI etc.

Mittlerweile ist Musik am PC zu meinem Hobby geworden. Ich besitze ein Digital-Piano, das ständig mit meinem PC verbunden ist. Somit kann ich musikalische Betätigung und Arbeit am Computer ideal miteinander vereinigen. Auch über meine Homepage sind diverse MIDI-Files zu den Musikstilen Klassik, Jazz usw. abrufbar. Dies alles bewog mich, eine Fachbereichs-arbeit zu diesem Thema zu vorzuschlagen.

Mein Dank gilt vor allem Frau Prof. Steiner, die als umsichtige Betreuerin dieses Thema akzeptierte und mich stets wohlwollend unterstützte.

Leonhard Huber, im Jänner 1998

## LITERATURVERZEICHNIS

---

### **Bücher:**

DEMBOWSKI, K. (1994): Sound am PC. Ein Wegweiser und technisches Handbuch für Soundkarten und ihre Einsatzmöglichkeiten.- Haar bei München (Markt&Technik Buch- und Softwareverlag), 375 S.

KUPPER, H. (1994): Computer und Musik. Mathematische Grundlagen und technische Möglichkeiten.- Mannheim ... (BI-Wissenschaftsverlag), 156 S.

LEHMANN, E., RIETHMÜLLER, T. u. STRASSBURG, H. (1993): Das SoundBlaster Profibuch. Hardware-Grundlagen und Programmierung der SoundBlaster-Karten.- München (Addison-Wesley Publishing Company), 456 S.

SCHLICHTER, W. u. MEISSEL, O. (1994): Soundverarbeitung mit MIDI. MIDI-Musik auf dem PC, MIDI und Windows, MIDI und Multimedia, mit Musikdaten auf Diskette.- Poing (Franzis-Verlag), 325 S.

### **Handbücher:**

Cakewalk Apprentice for Windows. Installation and User's Guide.- Twelve Tone Systems, Inc., Watertown, MA, 1992, 134 S.

MIDI Orchestrator Plus for Windows. User's Guide.- Voyetra, Yonkers, NY, 1995, 148 S.

Technics Digital Ensemble SX-PR305/K / SX-PR307/K Reference Guide.- Matsushita Electric Industrial Co. Ltd.; Osaka, Japan, o. J., 97 S.

### **Veröffentlichungen in Fachzeitschriften:**

ERNST, N. (1997): Starten mit Tricks. Soundkarten richtig installieren.- in: PC Magazin DOS, Nr. 3, S. 104 – 110.

HENKEL, Th. (1996): Musik am PC.- in: PC-Welt, Nr. 1, S. 252 - 265.

HENKEL, Th. (1997): Musik am PC.- in: PC-Welt, Nr. 4, S. 140 – 158.

HOCH, A. (1997): Der PC als Soundmaschine. Das virtuelle Tonstudio.- in: PC Magazin DOS, Nr. 2, S. 242 - 247.

JOHANN, M. (1997): Von MIDI nach RMF. Grundlagen der elektronischen Musik.- in: PC Magazin DOS, Nr. 12, S. 106 – 108.

JOHANN, M. (1997): Kostbare Klänge. Test: Software-Synthesizer.- in: PC Magazin DOS, Nr. 12, S. 117 – 119.

JOHANN, M. (1997): Musik-Hit im Eigenbau. MIDI-Home-Recording.- in: PC Magazin DOS, Nr. 12, S. 120 – 124.

MOLL, A. (1997): Digitalstudios. Test: Sequenzer.- in: PC Magazin DOS, Nr. 12, S. 126 – 133.

REDAKTION v. »Keyboards, Gitarre & Bass und Sticks« (1997): MIDI-Grundlagen.- in: LOOK UP, beigeheftet in Keyboards, Nr. 7, S. 166 – 180.

RÖSNER, Chr. (1997): Unvollkommenheit als Innovator.- in: Wiener Zeitung vom Dienstag, dem 9. Sept. 1997.

### **Internetseiten:**

[http://www.ips.id.ethz.ch/~parish/midi/Midi\\_file\\_format.txt](http://www.ips.id.ethz.ch/~parish/midi/Midi_file_format.txt) (MIDI STANDARD)

[http://www.ips.id.ethz.ch/~parish/midi/Midi\\_sds\\_format.txt](http://www.ips.id.ethz.ch/~parish/midi/Midi_sds_format.txt) (MIDI SAMPLE DUMP STANDARD)

<http://204.96.11.210/jchuang/Music/Mozart/mozart.cgi> (Mozarts musikalisches Würfelspiel)

### **Abbildungsnachweis:**

Abb. 1 (MIDI-Schnittstelle):	Matsushita Electric Industrial Co. Ltd. (o. J.)
Abb. 2b (MIDI-Schaltskizze):	Johann, M. (1997)
Abb. 5 (Implementationstab.):	Matsushita Electric Industrial Co. Ltd. (o. J.)
Abb. 6 (GM-Klangtabelle):	Dembowski, K. (1993)
Abb. 7 (GM-Schlagzeugset):	Matsushita Electric Industrial Co. Ltd. (o. J.)
Abb. 8 (Digital-Piano):	Stork, D. (1995)
Abb. 9 (Yamaha TG-300):	Yamaha Corp. (o. J.)
Abb. 12 (Terratec EWS 64):	Stork, D. (1997)

Alle übrigen Abbildungen, Fotos und Tabellen sind selbst erstellt.

### **Anmerkungen zu den Programmen:**

ZASYST.EXE wurde im Rahmen des Unterrichtes erstellt.

MIDIPNT.EXE, FUNKTION.EXE: einzelne Abschnitte im Modul MIDI.BAS (Nutzung des Windows-API) von Arthur V. Edstrom.

MOZART.EXE: MIDI-Files bearbeitet von John Chuang übernommen (siehe Web-Seite).

## Erklärung

Ich erkläre, daß die vorliegende Fachbereichsarbeit von mir selbst verfaßt wurde, und daß ich dazu keine anderen als die angeführten Behelfe verwendet habe.

Diese Arbeit wurde – auf Wunsch meiner Eltern – zur Gänze in der herkömmlichen Rechtschreibung abgefaßt. Außerdem habe ich die Reinschrift einer Korrektur unterzogen.

Wiener Neustadt, im Jänner 1998

.....  
Leonhard Huber