

# MIDI *Musical Instruments Digital Interface*

Sven Schweiger

## 1. Allgemeines

MIDI ist ein Datenübertragungssystem das bei elektronischen Musikinstrumenten zur gegenseitigen Verständigung dient. Dazu sind natürlich wie bei jeder digitalen Schnittstelle ein genau genormtes Protokoll und eine spezielle Hardware erforderlich. Das Problem bestand anfangs darin, daß sich die verschiedenen Hersteller nicht auf einen gemeinsamen Entwicklungsweg einigen konnten, weshalb es bei Synthesizern älterer Generation nicht möglich war, Typen unterschiedlicher Firmen zu kombinieren. Schließlich gewannen Sequential Circuits und Roland den Wettlauf um das erste standardisierte System, das sie 1983 vorstellten. Es wurde eine Übertragungsspezifikation festgelegt, die von da an für alle Firmen zwingend vorgeschrieben war. Die IMA (International MIDI Association), ein Schiedsgericht in den USA überwacht seither die MIDI Norm.

## 2. Anwendung von MIDI

Alle (elektronischen) Musikinstrumente (Synthesizer, Digitalpianos, MIDI-Gitarren, Orgeln, Drums...) die ein MIDI Interface besitzen, können miteinander vernetzt werden. Dadurch ist es möglich, von einem Master verschiedene andere Geräte wie Tonmodule, Sequenzer (= digitale Musikaufzeichnungsgeräte) oder auch Computer anzusteuern. Es können zum Beispiel Songs auf einem Digitalpiano gespielt, über MIDI direkt in einen Computer eingelesen und dort gleich in Notenschrift übertragen werden!

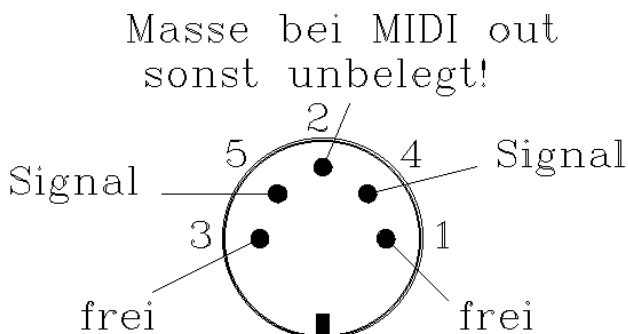
### 2.1 Die MIDI Hardware

Es wird in jedem Sende- oder Empfangsgerät ein MIDI Interface benötigt, das im Prinzip nichts anderes als eine spezielle serielle Schnittstelle ist! Die Datenübertragung beträgt 31250 Baud, wobei sich das 10 BIT-Datenformat aus einem Startbit, acht Datenbits und einem Stopbit zusammensetzt.

Die Übertragungsrate erscheint auf den ersten Blick sehr hoch zu sein, sie ist allerdings in der Praxis oft nicht ausreichend, was sich in diversen ärgerlichen Effekten zeigen kann, die später noch beschrieben werden!

Seit neuestem werden auch normale PC-Interfaces (seriell) in Musikinstrumente eingebaut, womit die MIDI Schnittstelle entfallen kann, die Leistungsfähigkeit ist allerdings bei weitem nicht so gut!

Das MIDI-Steckersystem ist international genormt und besteht aus 5-poliger 180° DIN Buchse und Stecker, die folgende Pin-Belegung besitzt:



### Es gibt drei Arten von MIDI Anschlüssen

- ➔ MIDI-IN: Hier können Daten eines anderen Gerätes empfangen werden.
- ➔ MIDI-OUT: Daten werden an ein anderes Gerät ausgesendet.
- ➔ MIDI-THROUGH: Die an MIDI-IN ankommenden Daten werden durchgeschleift zur Weitergabe an ein anderes Gerät.

Das spezielle an dieser Schnittstelle ist, daß die meisten Geräte, die über MIDI angesteuert werden, auch mit analogen Ausgängen an einen

Verstärker gehen und deshalb eine Bildung von Brummschleifen über die Übertragungskabel leider recht leicht möglich ist.

### Sicherheitsmaßnahmen gegen Brummschleifen

- ➔ Optokoppler: Die MIDI-Daten werden über eine kleine Strecke mit Licht übertragen, daher gibt es keine galvanische Verbindung zwischen den Geräten. An jeder MIDI-IN Buchse muß laut Spezifikation ein Optokoppler sitzen. (Stromschleifen)
- ➔ Die Masse zur Schirmung ist nur mit der MIDI-THROUGH und OUT Buchse, nicht mit der MIDI-IN Buchse verbunden! Es besteht daher absolut keine elektrische Verbindung zwischen zwei Geräten über die MIDI Schnittstelle!
- ➔ Die Daten werden über eine symmetrische, verdrehte und paarig geschirmte Leitung übertragen, es ergibt sich eine Maximallänge der Kabel von 15m (ohne Impulsformung dazwischen).

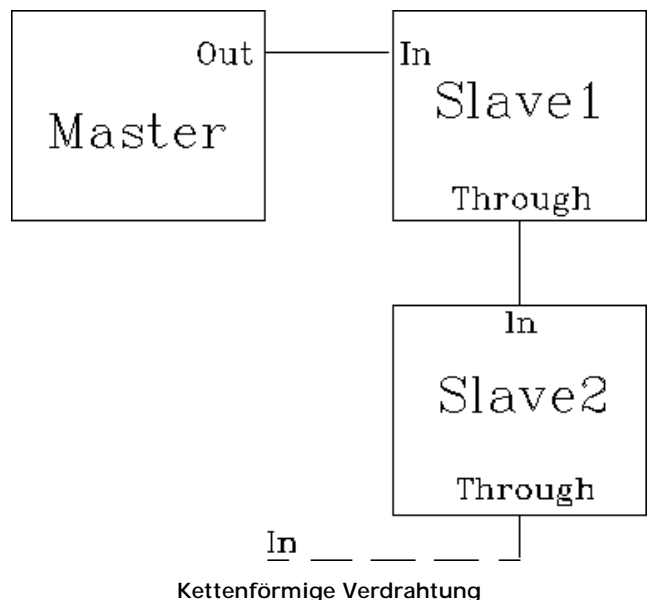
Im Interface befindet sich ein spezieller Schnittstellenbaustein, der die Daten aus dem Musikinstrument in die genormten MIDI-Codes mit Start- und Stopbits umwandelt, einer davon ist der Motorola IC 6850 ACIA (Asynchronus Communication Interface Adaptor).

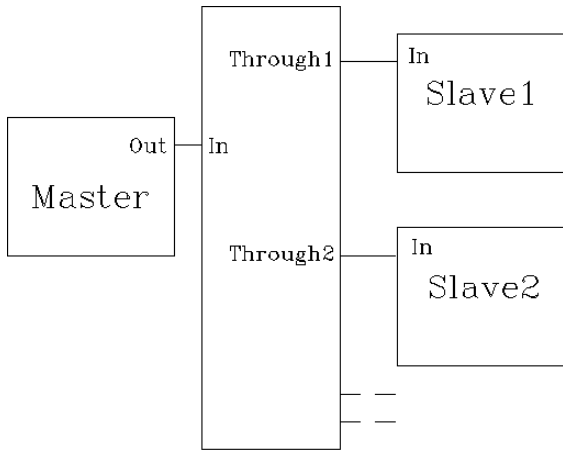
### 2.2 Verdrahtung von MIDI Systemen und Netzwerken

Es gibt prinzipiell zwei Möglichkeiten ein System aufzubauen, sternförmig und kettenförmig:

Bei der Kette wird die OUT-Leitung des Masters durch alle Slaves hindurchgeschleift, indem immer die THROUGH-Buchse mit der IN-Buchse verbunden wird.

Nachteil: Signalverzerrungen werden unterschiedlich an alle Geräte gebracht. Eine Abhilfe stellt die sternförmige Verdrahtung dar, bei der in einer Verteilerbox (THROUGH-Box genannt) ein Kanal mit Leitungstreibern auf viele Ausgänge aufgesplittet wird, wo dann die einzelnen Slaves angeschlossen werden! (nur für kleine Systeme)





Sternförmige Verdrahtung

Schwieriger ist der umgekehrte Weg, wenn zum Beispiel viele Geräte an einen Sequenzer mit nur einem Eingang angeschlossen werden müssen und die restliche Verdrahtung keinen anderen Weg zuläßt als ein sogenanntes MIDI-merging: Hier wird mittels eines Microcontrollers aus vielen seriell eintreffenden Signalen über ein sehr schnelles Latch als Zwischenspeicher ein Ausgangssignal hergestellt. Das Problem hierbei ist, daß es sehr schnell zu einer Überlastung der Leitung kommen kann, bei der dann Daten verloren gehen oder zeitlich verzögert ankommen!

Es hat sich als unumgänglich erwiesen, vor einer Verdrahtung eines Systems einen genauen Plan zu erstellen, da sonst meist ein ziemliches Durcheinander die Folge ist, wobei ein auf Anhieb funktionierendes System die Ausnahme darstellt!

Für die Vernetzung mit dem Computer gibt es zwei Möglichkeiten: Entweder man verwendet eine Sound-Blaster-Karte mit einem MIDI Interface oder eine spezielle MIDI Karte wie die Roland MPU-401 oder IPC-T. Über den Sound-Blaster kann man auch gleich einen Verstärker anschließen, allerdings ist die MIDI Übertragungsleistung meist auf 16-Kanäle beschränkt, während eine reine MIDI Karte 32 Kanäle und oft auch eine Sync-Buchse für Vielspur-Studiotonbandmaschinen zur Verfügung stellt.

Vorsicht: Wer über einen Sound-Blaster ein MIDI Instrument ansteuert, muß kontrollieren, ob die Karte schon den benötigten Optokoppler besitzt. Bei manchen Systemen ist dieser nämlich im dazupassenden MIDI-Kabel der Karte integriert, das dann auch ziemlich teuer und nicht zum Nachbau geeignet ist! (mittlerweile ist der Nachbau bei einigen Systemen schon möglich)

Schließlich bieten manche Computerhersteller (wie bei der Atari ST Serie) schon fix eingebaute MIDI Schnittstellen an.

### 2.3 Die Datenübertragung

Es können sehr viele unterschiedliche Daten über MIDI übertragen werden. Dies sind einerseits die Befehle für die Töne, wie Höhe, Anschlag... und andererseits Systemmeldungen wie Programmwechsel oder Übertragung der gerade programmierten Systemdaten auf einen Computer zum Abspeichern auf der Harddisk.

Grundsätzlich gibt es 16 MIDI Kanäle pro MIDI-Buchse, Geräte die 32 Kanäle verstehen können, haben zwei MIDI-IN Buchsen A und B mit je 16 Kanälen !(z.B.:alle modernen Syntesizer-Expander = Syntesizer ohne Tastatur, die nur über MIDI gesteuert werden können)

Der Sinn besteht darin, daß man zum Beispiel festlegt, daß auf Kanal1 das zweite Tonmodul einen Gitarresound abgeben soll; dann wird auf eine solche Meldung bei geeigneter Einstellung aller vernetzten Instrumente auch wirklich das gewünschte reagieren!

Es ist theoretisch möglich eine beliebige Anzahl von Meldungen über ein Interface zu schicken, in der Praxis ist allerdings durch die Übertragungsgeschwindigkeit eine Grenze gesetzt, wobei es leider gar nicht so schwierig ist, diese zu erreichen. Dies äußert sich dann durch Auslösen der beabsichtigten Meldung oder gar einen Absturz des MIDI Interfaces mit der häufigen Meldung "MIDI overflow error" auf den Displays aller Geräte des Systems!

### Es gibt 4 definierte MIDI Modes

- Mode1: Omni ON / Poly                      genannt OMNI-Mode
- Mode2: Omni ON / Mono                    -----
- Mode3: Omni OFF/ Poly                    genannt POLY-Mode
- Mode4: Omni OFF/ Mono                    genannt MONO-Mode

Es ist von der Hardware festgelegt, in welche Modes das jeweilige Gerät geschaltet werden kann, wobei der Mode2 theoretisch möglich ist, aber technisch nicht vorkommt.

#### 2.3.1 Der OMNI-MODE

Er wird am seltensten verwendet, weil alle eintreffenden Kanalmarkierungen ignoriert und alle ankommenden Noteninformationen in Töne umgewandelt werden. Auch alle Systemmeldungen wie z.B. program-change Meldungen werden verarbeitet, was eher wenig sinnvoll ist. Als Anwendung ist praktisch nur ein totaler Systemtest gegeben, um zu erkennen, ob auch alle Geräte auf eine Meldung reagieren oder wenn besonders kleine Systeme (nur zwei Geräte) betrieben werden.

Achtung: Wenn ein Gerät 8-stimmig polyphon ist (= es kann maximal 8 Töne gleichzeitig wiedergeben) und es werden 9 Noteninfos gesendet, so wird immer die als erste eingetrafene Note unterdrückt und statt dieser die letzte wiedergegeben, wie bei einem Schieberegister. Dies wird als Voice-Stealing bezeichnet.

#### 2.3.2 Der POLY-MODE

Er wird am häufigsten verwendet, weil zuerst die Kanalnummer der Information vom Slave (empfangendes Gerät) getestet wird, und nur bei Übereinstimmung mit seiner Programmierung eine weitere Verarbeitung der Information erfolgt.

Weiters können die meisten modernen Slaves auch noch diesen Bereich einschränken, indem sie zum Beispiel nur auf einen gewissen Notenbereich reagieren (sog. Split-Geräte). Die empfangenden Geräte filtern also nur jene Informationen aus dem Datenstrom heraus, auf die sie zuvor vom Musiker eingestellt wurden. Dadurch können viele Gerätegruppen am selben MIDI-Netz gleichzeitig miteinander kommunizieren, ohne sich dabei gegenseitig unbeabsichtigt zu stören. Dies läßt allerdings erkennen, daß bei einer schlechten Einstellung der Geräte ein heillooses Durcheinander entsteht, was dann auch immer deutlich zu hören ist!

#### 2.3.3 Der MONO-MODE

Diese Betriebsart ist nur für MIDI Gitarristen und Drummer oder auch bei sehr sequenzerorientierten Systemen interessant. Es werden vom Slave wie im Poly Mode alle Kanalinformationen geprüft, aber es wird nicht allen Stimmen gemeinsam ein Kanal zugeordnet, sondern jedem Kanal eine Stimme.

Wie jedes Gerät am besten zu betreiben ist, sollte man auf jeden Fall im betreffenden Bedienungshandbuch nachschauen, meist führt allerdings das alte Sprichwort "Probieren geht über studieren" am schnellsten zum gewünschten Ziel!

## 3. Übertragungsprotokoll

Das international genormte Übertragungsprotokoll für MIDI ist sehr umfangreich und für den normalen User auch ziemlich uninteressant, weil die Software in den Geräten oder im Computer wie eine Art Compiler eine einfache Programmierung der verschiedenen MIDI-Meldungen erlaubt. Um allerdings das Übertragungssystem zu verstehen, ist es notwendig einige grundsätzliche Dinge über die seriellen Datenworte zu wissen!

Wie schon zuvor erwähnt, besteht eine Übertragungseinheit, also ein Datenwort aus 10 Bit, wobei das erste ein Startbit (=1) und das letzte ein Stopbit (=0) ist. Dazwischen liegen dann die 8 zu übertragenden Informationsbits.

Typische Form eines MIDI-Wortes:

1	x	x	x	x	x	x	x	x	0
Start	8 Statusbits oder Datenbits								Stop

Meist besteht eine MIDI-Information aus 2 oder 3 MIDI-Datenworten, wobei zwischen zwei Arten unterschieden werden muß: Status-Bytes und Daten-Bytes. Zuerst wird immer das Status-Byte übertragen, gefolgt von dem oder den Daten-Byte(s).

Innerhalb dieser Bytes gibt es eine ganz genau genormte Reihenfolge der zu übertragenden Informationsbits: Das MSB (Most Significant Bit = erstes Bit) ist bei Statusbytes immer 1 bei Datenbytes immer 0!

*MIDI-Wort mit Datenbyte:*

1	0	x	x	x	x	x	x	x	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

MSB

*MIDI-Wort mit Status-Byte:*

1	1	x	x	x	x	x	x	x	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

MSB

Interessant ist jetzt, wieso zum Beispiel ausgerechnet immer 128 Anschlagdynamikstufen oder 128 Töne bei einem Midi-Gerät erlaubt sind. Dies ergibt sich nämlich genau aus dieser Datenübertragungsart:

Um auf einem MIDI Instrument eine Note zu spielen, sind 2 Befehle nötig, Note-ON und Note-OFF. Ein Ton wird also eingeschaltet und bleibt solange erhalten, bis er durch einen zweiten Befehl wieder abgeschaltet wird. Der gewaltige Nachteil hierbei ist, daß es, wenn ein MIDI-System einmal abstürzt, oft passiert, daß viele Töne mit vollem Anschlag gleichzeitig erhalten bleiben, bis das System wieder repariert ist, was schon so manchem Musiker peinliche Sekunden beschert hat! Deshalb gibt es übrigens in vielen Systemen einen sogenannten Panik-Taster, der, wenn er gedrückt wird, einen MIDI-Reset mit anschließendem ALL NOTES OFF Befehl auf alle Übertragungsleitungen und Schnittstellen sendet. Wenn auch das nichts hilft, kann man nur alles ab- und wieder anschalten!

Wenn also ein Ton gespielt werden soll, sind zwei Informationseinheiten mit je drei Bytes (=Worte) nötig, nämlich Ton einschalten (Note-ON, welcher Ton?, welcher Anschlag?) und Ton Abschalten (Note-OFF, welcher Ton, welche Ausschaldynamik?) :

Zuerst wird das MIDI-Wort 1001xxxx über die Schnittstelle gesendet, xxxx ist die binär codierte Kanalnummer, also 0000 für Kanal 1 usw. Wie man am MSB sehen kann, ist dieser Befehl natürlich ein Statusbyte (MSB=1).

*Note-ON Befehl:                    Wirksam nur auf Kanal 1*

1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Dann kommt ein Datenbyte mit der Information, welcher Ton gespielt werden soll. Hier wird binär codiert in Halbtonschritten die gewünschte Note und nicht (!) die Frequenz übertragen! Damit können also 128 verschiedene Noten, das sind  $128 / 12 = 10$  Oktaven + 8 zusätzliche Töne verglichen zu einem normalen Klavier mit 7 Oktaven + 3 Tönen angesprochen werden!

Genauso sieht das dritte Datenbyte aus, es enthält allerdings die Anschlagsinformation in 128 Stufen pro Taste! Interessant ist, daß dieses Signal nicht mit einer Druck- oder Kraftmessung sondern mit einer Zeitmessung während des Tatenanschlages generiert wird, wofür es einen ganz bestimmten Spezial-IC gibt, der das mit 24 Tönen gleichzeitig (24-stimmig oder mehr polyphon) kann!

Beim Loslassen der gespielten Taste wird über die Schnittstelle zuerst der Note-OFF-Befehl 1000xxx gesendet, dann der gewünschte Ton und schließlich die Ausschaldynamik. Dies ist eine einfache Form der Befehlsfolge, es können jedoch auch komplexe Datenfolgen gesendet werden.

Alle bei der MIDI Übertragung verwendeten Befehle sind nach diesem Muster aufgebaut, wobei es natürlich auch Befehle aus nur zwei (Haltpedal oder Dämpfer) oder nur einem Wort gibt.

Eine Sonderform stellen hierbei die "system-exclusive" Meldungen dar, die für die Identifizierung und Datensicherung von Geräten einer Firma benötigt werden. Hierfür wird zuerst ein Statusbyte mit der Herstelleridentifikation gesendet dann eine beliebige Anzahl von Datenbytes und schließlich ein end-of-exclusive Statusbyte zur Beendigung der Meldung. Hiermit können zum Beispiel die aktuellen Konfigurationsdaten

eines Synthesizers auf Diskette oder Harddisk in einem Sequenzer oder Computer abgespeichert werden!

Alle bisher erklärten Codes und Schlüsselwörter sind genau von der IMA festgelegt und als Tabellen erhältlich. Besonders wichtig ist der GS-MODE geworden: Dies ist ein von der Firma Roland festgelegter Code, welcher MIDI Befehl für Programmwechselfeldungen welchem Sound entspricht.

Wenn ein Musikstück über ein Datenfile (z.B: in standard MIDI Format) an ein anderes System übertragen wird, ist damit sichergestellt, daß ein auf einem Klavier aufgenommenes Stück nicht plötzlich im Dudelsackklang abgespielt wird...

Praktisch alle gängigen Hersteller haben diese Norm übernommen, weshalb eine Kombination moderner Ton- oder Synthesizermodule heute kein Problem mehr darstellt.

## 4. MIDI Geräte

### 4.1 MIDI-Master (Keyboard)

Als solches wird jenes Instrument bezeichnet, mit dem als Master verschiedene andere Geräte wie Tonmodule, Sequenzer usw. gesteuert werden. Als Master können zum Beispiel Tasteninstrumente (Synthesizer, Digitalpiano, Orgel, Akkordeon), eine MIDI-Gitarre oder MIDI Drumpads dienen. Aber auch Reine Masterkeyboards, also Tastaturen ohne Soundgenerator nur mit einem MIDI Ausgang oder Sequenzer sind möglich.

### 4.2 MIDI-Slaves

Slaves sind alle Geräte und Instrumente, die von einem Master gesteuert werden.

#### 4.2.1 Tonmodule / MIDI Expander

Erzeugen den Ton indem abgespeicherte, fix programmierte Sounds über MIDI abgerufen werden, sie besitzen keine Tastatur!

#### 4.2.2 Synthesizer expander

Hier können neue Sounds programmiert, gespeichert und wiedergegeben werden, es ist keine Tastatur vorhanden.

#### 4.2.3 Sequenzer

Hiermit können die MIDI-Signale aufgezeichnet und auf eine Diskette oder Harddisk abgespeichert werden, wobei meist äußerst umfangreiche Editiermöglichkeiten bestehen.

Sie besitzen viele getrennte Aufnahmespuren, um im Playbackverfahren arbeiten zu können.

Sequenzer werden in letzter Zeit kaum noch als Einzelgeräte hergestellt, sondern sind als Softwarepaket zu einem Atari oder PC mit entsprechender MIDI Schnittstelle erhältlich.

#### 4.2.4 Notenlayouter

Softwareprogramme, die aus den über die Computerschnittstelle ankommenden MIDI-Signalen gleich die entsprechenden Noten machen und dann als Partitur ausdrucken können. Diese Programme haben meist einen Sequenzer im Hintergrund laufen, damit auch der reine MIDI code gespeichert bleibt. Außerdem ist der umgekehrte Weg, also Noten lesen und über MIDI spielen, möglich, wobei sogar Lautstärke und Anschlagmarkierungen am Notenblatt vorgegeben werden können. Dazu müssen die Noten mit der Maus oder über ein Master-Keyboard eingegeben werden.

### Quellennachweis:

Bedienungshandbücher zu Synthesizern der Firmen ROLAND, KAWAI und YAMAHA sowie Schaltpläne der Firma DOEPFER-Musikelektronik.

2 Referate gehalten am TGM im November 89 und 90

Technische Details aus einer Diskussion mit einem Servicetechniker für Keyboards (Firma KEYWI Music Salzburg)

□