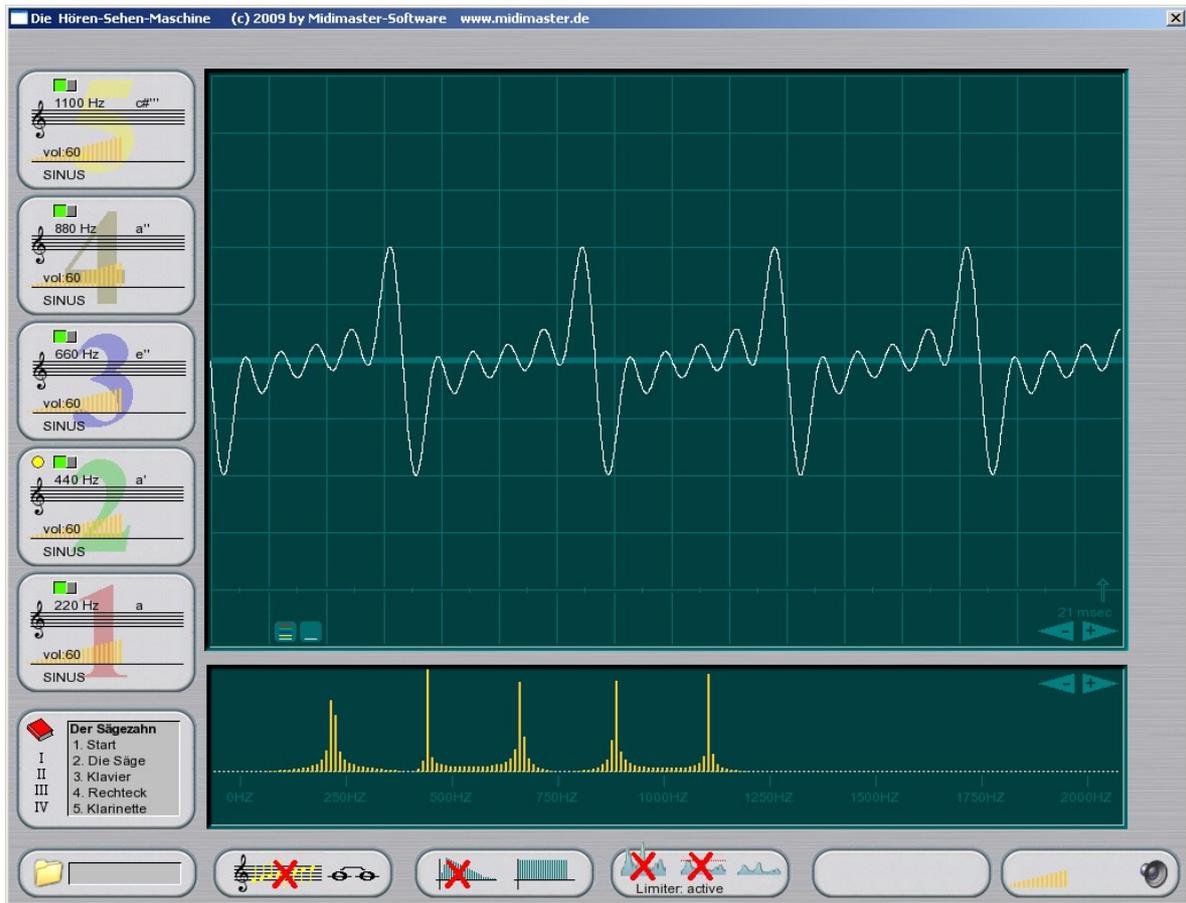


# Anleitung MIDIMASTER: Die HÖRENSEHEN-MASCHINE

## *Beschreibung der Oberfläche*



## Die Tonerzeuger

Auf der linken Seite befinden sich 5 identische Tonerzeuger, die je eine Schwingung erzeugen. Die Frequenz und die Lautstärke jedes Tonerzeugers sind einzeln einstellbar. Aus den 5 Tonerzeugern wird ein Summensignal errechnet, das hörbar und sichtbar wird. Jeder Tonerzeuger besitzt diese Einstellmöglichkeiten:

### An/Aus-Knopf

(grün/rot) schaltet den Tonerzeuger aktiv

### Focus-Anzeiger

(gelb) der Tonerzeuger, der den Fokus hat, kann auf der Tastatur mit den Tasten <+> <-> in der Lautstärke und den 4 Pfeiltasten in der Tonhöhe geregelt werden

### **Notenzeile zur Tonhöhereingabe**

Durch Gleiten der Maus von links nach rechts wird die Tonhöhe des Tonerzeugers in Halbtonschritten eingestellt. Die Feineinstellung kann nur mit den Pfeiltasten <PFEIL OBEN> und <PFEIL UNTEN> Ihrer Tastatur erfolgen

### **Lautstärkeregler**

Durch Gleiten der Maus von links nach rechts wird die Lautstärke des Tonerzeugers verändert. Dies kann auch mit den Tasten <+> und <-> gemacht werden, wenn der Tonerzeuger den Fokus hat.

### **Wellenform-Auswahl:**

Durch Anklicken mit der Maus lässt sich der Tonerzeuger auf Sinus - Rechteck - Sägezahn einstellen.

## **Das Workshop-Feld**

Unter den Tonerzeugern befindet sich das Feld mit den automatischen Workshop-Einstellungen (Feld mit Buchsymbol). Damit können Sie die Hören-Sehen-Maschine passend zum jeweiligen Workshop einstellen. Durch Klick auf die römischen Zahlen wählen Sie den Workshop aus, durch Klicken auf die einzelnen Zeilen justieren Sie die Einstellungen auf eine bestimmte Textstelle in den folgenden Workshops. Diese Einstellungen sollen eigentlich per Hand von den Workshop-Teilnehmern vorgenommen werden. Durch die Automatik lässt sich aber ein definierter Zustand herstellen, wenn es dem Teilnehmer nicht gelungen ist, die Einstellung von Hand zu erreichen.

Die zu den Einträgen passenden Textstellen sind in den Workshop-Beschreibungen mit "(POS:xxxxx)" hervorgehoben.

## **Das Sample-Fenster**

Im oberen Fenster werden die 5 Einzelschwingungen entsprechend der Farben der Tonerzeugernummerierung dargestellt. Die Gesamtschwingung als Sample wird in weiß angezeigt. Die sichtbare Breite des Zeitfensters kann von 1msec bis 1000msec mit den Pfeilsymbolen oder mit den Tasten <Q> und <W> eingestellt werden.

Mit der Maus kann hier eine Welle gezeichnet und anschließend gehört werden.

## **Das Frequenz-Spektrum**

Im unteren Fenster wird die Gesamtschwingung untersucht und die gefundenen Frequenzen in Ihrer Lautstärke dargestellt. Die sichtbare Breite kann zwischen 2000 Hz und 16.000 Hz mit den Pfeilsymbolen oder mit der Taste <B> eingestellt werden.

## Die untere Reihe

### Das Hörbeispiele-Feld

Unter dem Workshop-Feld befindet sich das Feld mit den mitgelieferten 5 Hörbeispielen. Durch weiteres Klicken wird zu nächsten Beispiel gewechselt. Durch Aktivieren eines Tonerzeugers wird das Hörbeispiel beendet.

### Tonleiter-Knopf

Hier wird zwischen die Klangugabe als Einzelton oder als Tonleiter umgeschaltet.

### Hüllkurve-Knopf

Schaltet zwischen Dauerton und verklingendem Ton (wie Zupfinstrumente) um.

### Limitier-Knopf

Hinweis:

Obwohl die Veränderungen am Limiter zu dramatischen Ergebnissen führen können, wird die Hardware (Computer, Verstärker, Boxen) nie überlastet, da es sich immer nur um eine Simulation handelt.

Der Limiter kennt drei Einstellungen:

#### Aktiv

berechnet eine sinnvolle Lautstärke zu dem erstellten Signal, so dass es nicht zu Verzerrungen kommen kann. Optimale Einstellung für Schüler, nicht realitätsnah

#### Clip

Begrenzt die Lautstärke beim Überschreiten des Grenzwertes. Dieser Modus simuliert die Grenzen von Bauteilen und Lautsprechern, sehr realitätsnah.

#### Aus

Begrenzt keine Lautstärke und simuliert so das Verhalten digitaler Bauteile (Overflow),

### Anleitung-Feld

Ruft diese Anleitung als PDF-Dokument auf. Für die Anzeige muss ein Acrobat-Reader installiert sein.

## Summe-Feld

Hier regeln Sie die Lautstärke für Ihre Lautsprecher oder schalten das Signal stumm. Die Einstellungen hier haben keinerlei Auswirkung auf die Simulation.

# Arbeiten mit der HörenSehen-Maschine

Ein Gesamtsignal lässt sich auf drei 3 verschiedene Weisen erzeugen:

- A. Zusammensetzen aus 5 Sinuswellen
- B. Zeichnen mit der Maus
- C. Laden einer Audio-Datei

## A. Zusammensetzen aus 5 Sinuswellen

Auf der linken Seite befinden sich 5 Tonerzeuger. Mit den Tasten <1> bis <5> erhält ein Tonerzeuger den Fokus und kann nun verändert werden.

Mit der Taste <O> wird er an oder ausgeschaltet. Ausgeschaltete Tonerzeuger sind grau dargestellt. Aktive Tonerzeuger sind sofort hörbar und werden im Sample-Fenster in der korrespondierenden Farbe mit der eingestellten Lautstärke (Amplitude) dargestellt.

Mit den Pfeiltasten links/rechts ändert sich die Tonhöhe des gewählten Tonerzeugers chromatisch (in Halbtonschritten) zur Grobabstimmung. Mit den Pfeiltasten oben/unten ändert sich die Tonhöhe des gewählten Tonerzeugers in Hertz-Schritten (Feinabstimmung). Im Sample-Fenster verändert sich die Wellenlänge der dazugehörigen Sinuswelle.

Aus den aktiven Tonerzeugern wird ein Summensignal unter Berücksichtigung der Einzellautstärken errechnet.

**Achtung:** Die Gesamtlautstärke des Summensignals wird abschließend auf einen Einheitswert gebracht. Deshalb ändert sich scheinbar die Lautstärke der Summe nie, egal wie viele Tonerzeuger beteiligt sind. In der Wirklichkeit wird das Signal natürlich lauter. Ebenso wäre die Summenlautstärke gleich der des Tonerzeugers, wenn nur ein Tonerzeuger aktiv ist. Dies dient der besseren Bedienbarkeit der HörenSehen-Maschine, es kommt so zu keinem Übersteuern des Signals. Diese Hilfe kann mit der Taste <L> abgeschaltet werden. Allerdings sollte dann die Summe der eingestellten Einzellautstärken den Wert 100 nicht

überschreiten. Es kommt sonst zu seltsamen Höreffekten, die Summenwelle bricht.

## B. Zeichnen einer Wellenform

Ändern Sie zuerst den Anzeigebereich des Samples mit der Taste <W> bis er 18 msec darstellt. Setzen Sie mit der Maus links bei der 0-Linie des Sample-Fensters an und drücken Sie die Maustaste. Die Tonerzeuger werden ausgeschaltet. Durch Auf- und Abbewegungen des Mauszeigers zeichnen Sie die Welle. Die X-Achse wird automatisch vorwärts bewegt.

Wenn Sie die Maustaste vor Erreichen des rechten Randes loslassen, wird der Vorgang abgebrochen, die gezeichnete Welle wird nicht hörbar. Sie können erneut zu malen beginnen.

Erreicht der Malpunkt den rechten Fensterrand wird die gezeichnete Welle übernommen und hörbar. Sie können die Maustaste jetzt loslassen.

## C. Laden einer fertigen Wellenform

Mit der Taste <X> laden Sie eines der mitgelieferten Klangbeispiele in den Sample-Fenster. Die Tonerzeuger werden ausgeschaltet. Sie können das Sample wieder entfernen, indem Sie einen der Tonerzeuger aktivieren.

# Möglichkeiten für den Unterricht

## Sichtbarmachen von Hörbarem

Töne und Geräusche gelangen als Wellen an das Ohr. Schüler können diese Wellen mit der HörenSehen-Maschine sichtbar machen. Sie spielen mit Frequenzen und beobachten die Veränderung der Welle im Bild und als Geräusch.

## Arbeiten mit den Workshop-Voreinstellungen

Links unten finden Sie das Feld mit den automatischen Workshop-Einstellungen (Feld mit Buchsymbol). Damit können Sie die Hören-Sehen-Maschine passend zum jeweiligen Workshop einstellen. Durch Klick auf die römischen Zahlen wählen Sie den Workshop aus, durch Klicken auf die einzelnen Zeilen justieren Sie die Einstellungen auf eine bestimmte Textstelle in den folgenden Workshops. Die Textstellen sind in den Workshop-Beschreibungen mit "(POS:xxxxx)" erwähnt.

Diese Einstellungen sollen eigentlich per Hand von den Workshop-Teilnehmern vorgenommen werden. Durch die Automatik lässt sich aber ein definierter Zustand herstellen, wenn es dem Teilnehmer nicht gelungen ist, die Einstellung von Hand zu erreichen.

## Workshop Nr I: Tonhöhe und Wellen

Im ersten Workshop arbeiten die Schüler zunächst mit nur einem Tonerzeuger. Sie verändern die Frequenz und sehen und hören die Welle. Sie testen die Grenzen des Gehörs, bzw. des Lautsprechers. Sie sehen den Zusammenhang Lautstärke und Amplitude.

Zunächst wird Tonerzeuger 1 aktiviert (POS: Start). Man sieht und hört eine Sinuswelle. Mit der Tastatur <PFEIL LINKS> und <PFEIL RECHTS> lässt sich der Tonerzeuger um jeweils einen Halbton verändern. Die Schüler verstehen: Je höher der Ton, desto enger die Wellen.

Im Tonerzeuger 1 wird mit der Maus oder mit <+> und <-> die Lautstärke variiert. Die Schüler verstehen: Je lauter der Ton, desto höher schlagen die Wellen aus.

Nun wird die Darstellung des Sample-Fensters auf 1000msec erweitert (POS: 1000msec). Die Wellen erscheinen nun wie ein breites Band. Mit der Änderung der Hüllkurve <H> ändert sich der zeitliche Verlauf des Tons (Piano-Klang).

Nun wird die Darstellung des Sample-Fensters wieder auf 20msec reduziert. Es wird ein zweiter Tonerzeuger aktiviert. Sofort ändert sich das Aussehen der

Welle, die nun keine perfekte Sinuswelle mehr ist (POS: Zwei Töne). Im Frequenzspektrum sind nun 2 Töne entdeckt worden.

Die Kinder malen nun mit der Maus direkt in das Sample-Fenster ihre persönliche Welle und testen verschiedene Zeichnungen. Die gemalte Welle hat wenige oder viele Wellen, ist ordentlich oder chaotisch, Rechtecke oder Schwingungen.

Hinweis:

Das eventuell rhythmische Knacksen entsteht, weil die gemalte Welle nach 1 sec immer wieder von vorne abgespielt wird. (Ähnlich wie früher bei defekten Schallplatten). Beginnt und beendet man das Malen auf der Nulllinie, lässt sich dieser Effekt vermeiden.

Nun werden die Beispielwellen geladen und betrachtet.

## Workshop Nr. II: Stimmen des Instruments

Im zweiten Workshop lernen die Schüler den Effekt der Schwebung kennen und wie man damit das eigene Instrument stimmen kann.

Zwei Tonerzeuger schwingen völlig gleich, die Welle ist perfekt (POS: Start). Nun wird Tonerzeuger 2 mit den <PFEIL OBEN> und <PFEIL UNTEN> fein verstimmt, es entsteht eine Vibration der Lautstärke. Je enger die beiden Töne beisammen liegen, desto langsamer schwingt (POS: verstimmt). Dieser Effekt, bis er sich bei völligem Gleichklang aufhebt.

Der Effekt kann im Frequenzspektrum-Fenster bereits beobachtet werden, ist aber auch sehr schön zu sehen, wenn man das Samplefenster auf 300msec staucht. (POS: 3000msec)

Verstimmen Sie die Tonerzeuger und lassen Sie die Kinder bei verschlossenen Augen den Fehler korrigieren.

## Workshop Nr. III: Rechteck und Sägezahn

Bei besonderen Konstellationen ergeben viele gleichzeitige Sinuswellen eine ganz andere perfekte Wellenform. Hierzu werden alle 5 Tonerzeuger benötigt.

### Der Sägezahn

Die Schüler stellen die 5 Tonerzeuger (ungefähr) auf folgende Frequenzen (POS: Start). und Lautstärken:

220Hz Volume 100 = Ton A

440Hz Volume 45 = Ton a  
660Hz Volume 22 = Ton e'  
880Hz Volume 9 = Ton a'  
1100Hz Volume 4 = Ton cis''

Das Gesamtsignal wird immer mehr zum Dreieck. (POS: Die Säge). Der Sägezähnton ist fast perfekt. So schwingen Saiteninstrumente wie Geige, Gitarre oder auch Klavier. Schalten Sie dazu auf Tonleitern und Hüllkurve (POS: Klavier).

### Die Obertonreihe

Ein Klang ist nie nur ein Sinuston, sondern immer eine Folge von Grundton und Obertönen. Die Frequenzen der Obertöne sind immer ein Vielfaches des Grundtons. Da die Oktave genau einer Verdopplung der Frequenz entspricht, handelt sich bei 440 Hz wieder um ein A und bei 880 Hz bereits wieder, denn  $440 \text{ Hz} \cdot 2 = 880 \text{ Hz}$ .

Etwas komplizierter ist es mit der 660 Hz. Sie liegt genau in der Mitte zwischen A und a', es handelt sich daher um die Quinte e'. Aus  $440 \text{ Hz} : 660 \text{ Hz}$  errechnet sich ein Verhältnis 2:3 für Quinten.

Da ja dieses e' (660 Hz) mit dem hohen a' (880 Hz) eine Quarte bildet, läßt sich durch reines Rechnen das Verhältnis der Quarten ausrechnen  $660 \text{ Hz} : 880 \text{ Hz}$  ist wie 3:4. Bei 1320 Hz (Oktave=2 x 660 Hz) wäre schon wieder e''.

Nun bleibt noch 1100Hz. Bei 1320 ist das e''. 1100 Hz liegen genau in der Mitte zwischen a' und e'', es muss sich also um die große Terz cis'' handeln. Das Verhältnis ist a' zu cis''  $880 \text{ Hz} : 1100 \text{ Hz}$ , macht 4:5. Zu dem e'' hat das cis'' das Intervall der kleinen Terz, aus  $1100 \text{ Hz} : 1320 \text{ Hz}$  ergibt sich 5:6

Zusammenfassung:

Oktave 1:2

Quinte 2:3

Quarte 3:4

große Terz 4:5

kleine Terz 5:6

Obertonreihe: A - a' - e' - a'' - cis'' - e'' - g'' - a'''

### Der Rechteck-Ton

Schalten Sie nun 440Hz und 880 Hz aus. Aus dem Sägezahn wird ein Rechteck-Ton (POS: Rechteck). Er findet sich bei vielen Holzblasinstrumenten. Bei dieser Instrumentengruppe fehlen alle Obertöne mit "geradem" Vielfachen des Grundtons und es gibt nur die Frequenzen 220 Hz, 660 Hz, 1100 Hz, 1540 Hz (1 x 220Hz, 3 x 220 Hz, 5 x 220 Hz, 7 x 220 Hz,....) (POS: Klarinette).

## Workshop Nr. IV: Verzerrung

Beim Aufnehmen eigener Songs kommt es oft zum "Übersteuern". Hierbei ist die Aufnahmelautstärke zu hoch gewählt und überfordert die Möglichkeiten des Aufnahmeegerätes. Als Ergebnis sind unschöne Verzerrungen zu hören.

Der Workshop ermöglicht, solche Verzerrungen zu provozieren und ihre Wirkung auf Wellenform und Klang zu erspüren.

Hinweis: Obwohl während des Workshops dramatische Ergebnisse zu hören sein werden, wird die Hardware (Computer, Verstärker, Boxen) nicht überlastet, da es sich nur um eine Simulation handelt. Stellen Sie den Limiter mit <L> auf "Clip".

Zunächst wird Tonerzeuger 1 mit 440 Hz auf Lautstärke 60 aktiviert. Nun wird Tonerzeuger 2 mit 440 Hz und Lautstärke 30 aktiviert. Das Summensignal wird lauter die Amplituden höher. Die Klangfarbe ändert sich dabei nicht (POS: Start).

Nun wird schrittweise die Lautstärke von Tonerzeuger 2 erhöht. Ab Volumen 40 sind kleine Klangveränderungen zu hören, die sich auch schon in einem waagrechten Abschneiden der Wellenspitzen zeigen. Wechseln Sie zwischen den Lautstärken 30 und 50 hin und her.

Die Lautstärke wird nun auf 100 erhöht. Während vorher im Spektrums-Fenster nur die 440 Hz im Summensignal entdeckt wurden, taucht nun immer stärker Störfrequenzen bei ca. 1200 Hz und 3200 Hz auf.

Oft sind die Verzerrungen aber nicht so leicht aufzuspüren. Hier nun ein praxisnahes Beispiel.

Tonerzeuger 1 350 Hz Volume 60  
Tonerzeuger 2 450 Hz Volume 30  
Tonerzeuger 3 anschalten 92 Hz Volume 22

Es ist wohl ein Kratzen zu hören, das Wellenbild scheint aber intakt. Das Problem liegt in den sehr langsamen Frequenzen des Basstons auf Tonerzeuger 3. Er verzerrt das Signal nur gelegentlich. Ändern Sie den Anzeigebereich des Samples mit der Taste <W> bis er 21 msec darstellt. Jetzt wird eine beschnittene Welle sichtbar. (POS: Kratzt). Nur selten wird das Maximum überschritten, die Welle bricht. Mit der Taste <L> können Sie die automatische Korrektur benutzen und so zwischen originalem, begrenztem und korrigiertem Signal hin und her wechseln.

## Die verzerrte E-Gitarre

Oft wird eine Verzerrung als Störung empfunden. Aber manchmal ist dieser Effekt gewünscht. Wir wollen jetzt eine E-Gitarre nachbauen. Zunächst schalten wir die Tonausgabe mit <S> stumm.

Mit <T> schalten Sie die Tonleiter an. Der Limiter <L> muss aus sein. Das Signal verzerrt. Stellen Sie die Tonerzeuger so ein:

Tonerzeuger 1 236 Hz Volume 90

Tonerzeuger 2 237 Hz Volume 90

Tonerzeuger 3 155 Hz Volume 90

Die Stummschaltung wird wieder mit <S> entfernt. Fertig ist die E-Gitarre.  
(POS: E-Gitarre)

# Tastaturbelegung

## Tasten für die Tonerzeuger

**<1> <2> <3> <4> <5>**  
wählt den Tonerzeuger zum Ändern aus

**<O>**  
schaltet den gewählten Tonerzeuger an oder aus

**<+> <->**  
ändert die Lautstärke des gewählten Tonerzeugers

**Pfeiltasten links oder rechts**  
ändert die Tonhöhe des gewählten Tonerzeugers in Halbtonschritten  
(Grobabstimmung)

**Pfeiltasten oben oder unten**  
ändert die Tonhöhe des gewählten Tonerzeugers in Hertz-Schritten  
(Feinabstimmung)

## Tasten für die Gesamtsteuerung

**<Q> <W>**  
staucht/dehnt den sichtbaren Bereich im Sample-Fenster, viele Feinstufungen  
von 0-1msec bis 0-1.000msec

**<B>**  
dehnt den sichtbaren Bereich im Frequenzspektrums-Fenster zwischen 0-2.000  
Hz und 0-16.000 Hz in mehreren Stufen

**<Z>**  
schaltet die Darstellung der einzelnen Tonerzeuger im Samplefenster ein/aus. Es  
ist nur noch das Summensignal zu sehen

**<F1>**  
öffnet die Bedienungsanleitung als PDF-Dokument

**<H>**  
schaltet die Hüllkurve von Dauerton (Orgel) auf Abfallend (Piano)

**<T>**

schaltet die Ausgabe der Töne als eine Tonleiter an/aus

<L>

Der Limiter reguliert die Lautstärke des Summensignals, so dass keine Verzerrungen möglich sind. Es gibt 3 Varianten:

1. **Aktiv:** Das Summensignal wird so korrigiert, dass keine Verzerrungen möglich sind
2. **Clip:** Das Summensignal wird so korrigiert, dass beim Überschreiten des Maximum auf das Maximum reduziert wird
3. **Aus:** Das Übersteuern führt zu Fehlern in der Sample-Datei

<X>

lädt ein vorgefertigtes Beispielsample in das Sample-Fenster. Die Tonerzeuger werden ausgeschaltet.

<S>

Stummschaltung