

Tobias SCHLEMMER, Dresden

Live-Temperierung von Musikinstrumenten mit MUTABOR

Das lateinische Wort „mutabor“ ist vielen aus dem Märchen „Kalif Storch“ bekannt und heißt auf Deutsch: „ich werde verändert werden“. In diesem Artikel verbirgt sich dahinter der Name eines Computerprogrammes (Krauß u.a., 2018), mit dem MIDI-Instrumente in Echtzeit umgestimmt werden können. Damit reiht es sich in die Reihe der Werkzeuge ein, die helfen, ein mathematisch unlösbares Problem – das Problem der optimalen Stimmung – mit musikalischen Mitteln zu untersuchen und kreativ zu nutzen.

Die Echtzeitfähigkeit des Programmes erlaubt den Einsatz in der Musikforschung um beispielsweise ein Musikstück in unterschiedlichen Temperierungen zu vergleichen. Darüber hinaus findet es Anwendung in der Hörbildung und musikalisches Experimentierfeld für Schüler. In erster Linie ist es jedoch eine Komponente von Musikinstrumenten und damit auch der Kunst zugänglich. So wurde es für Live-Musik in dynamisch reinen und statisch historischen Stimmungen benutzt (Wille, 1997).

Geschichte

Während die Streichinstrumente schon seit vielen Jahrhunderten erfolgreich mit reiner Stimmung experimentierten, war dies für Tasteninstrumente lange Zeit unmöglich. Martin Vogel beschreibt in seinem 1975 veröffentlichten Buch „Die Lehre von den Tonbeziehungen“ (Vogel, 1975) eine Logik für das Spiel in reiner Stimmung auf einer normalen Klaviatur ohne die berüchtigten Wolfs-Intervalle. Diese Logik wurde an der TH Darmstadt als computer-gesteuerte elektronische Orgel umgesetzt und 1985 unter dem Namen „MUTABOR“ der Öffentlichkeit vorgestellt. Dieses Instrument ist heute im Pianomuseum Haus Eller in Bergheim zu besichtigen.

Schon sehr bald stellte sich heraus, dass in der Musikwelt ein wesentlich flexibleres Werkzeug benötigt wurde. Allerdings fehlte zunächst eine geeignete Sprache, die einerseits flexibel genug war, um die Ideen der Musiker auszudrücken, andererseits auch präzise genug, um einem Computer genaue Anweisungen geben zu können. Um dieses Problem zu lösen, musste eine extensionale Sprache gefunden werden, also eine klar definierte Sprache, die frei von Mehrdeutigkeiten ist. Das zu Grunde liegende algebraische Modell floss direkt in die Entwicklung einer Programmiersprache ein, die auch für programmierungeübte Musiker verständlich ist (Misch, 1987). Die Forschungen zur musikalischen Sprache wurden von Wilfried Neumaier und Rudolf Wille nach mehreren Einzelveröffentli-

chungen zum Thema 1989 und 1990 gemeinsam vorgestellt (Neumaier u. a., 1990).

In den 1990ern folgten reine Software-Implementierungen für Windows-Oberflächen, woraus sich später das Open-Source-Projekt MUTABOR entwickelte.

MUTABOR

Ein MUTABOR-System besteht aus einem MIDI-Eingabegerät, einem Computer und einem MIDI-Ausgabegerät. Als MIDI-Eingabe- und Ausgabegerät eignet sich beispielsweise ein Synthesizer oder ein elektronisches Klavier. Unterstützt das Gerät das Abkoppeln der Klaviatur von der Tonerzeugung – im MIDI-Jargon „local off“ genannt, so reicht ein einziges Gerät, das wahlweise über USB, zwei MIDI-Kabel oder anderweitig mit dem Computer verbunden ist. Für alle Geräte können auch MIDI-Dateien oder andere Komponenten anderer Softwareanbieter genutzt werden. Von Hause aus unterstützt MUTABOR Schnittstellen zu Windows Multimedia, CoreMidi (Mac OS X), ALSA (Linux) und JACK (systemübergreifend). Andere Systeme lassen sich über virtuelle MIDI-Geräte anbinden. Unter Windows muss dazu ein Treiber für virtuelle MIDI-Kabel installiert werden; Mac OS X und Linux bringen entsprechende Möglichkeiten von Hause aus mit.

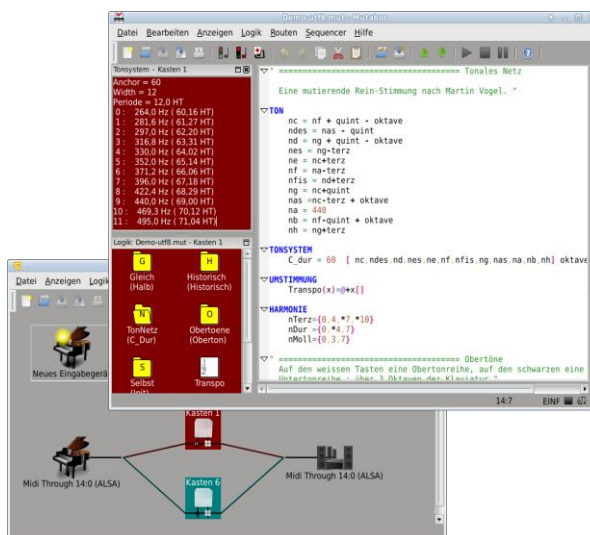


Abb. 1: Die Fenster von MUTABOR

Die Software wird unter der angegebenen Adresse zum Download bereitgestellt. Nach dem Start muss zunächst eine Stimmungslogik geladen werden, die dem Computer sagt, wie das Instrument unter welchen Bedingungen

LOGIK	Gleich Taste G	= Halb []
INTERVALL	Oktave	= 2:1
	Halbton	= 1/12 Oktave
TONSYSTEM	Halb	= 60 [a] Halbton
TON	a	= 440

Abb. 2: Eine Beispiellogik

gen gestimmt werden soll. Ein Beispiel für eine solche Logik ist in Abb. 2 dargestellt. Sie besteht aus einer Textdatei, in der verschiedene Bereiche bzw. Textblöcke in beliebiger Reihenfolge angeordnet werden. Am Beginn eines Bereiches steht jeweils ein Schlüsselwort, das dem System sagt, ob es sich um Definitionen von Tönen, Klängen, Harmonien, Intervallen, Tonsystemen, Umstimmungen oder Logiken handelt.

Die Begriffe orientieren sich an der musikalischen Fachsprache und entsprechen außerdem der Nomenklatur der Extensionalen Standardsprache, wie sie von Rudolf Wille und Wilfried Neumaier vorgeschlagen wurde: Die elementaren Bestandteile sind Töne und Intervalle. Zwei Töne werden je nach Anordnung jeweils durch eines von zwei entgegengesetzten Intervallen verbunden. Die Töne, Intervalle und die zugehörigen Beziehungen eines konkreten Objektes (Komposition, Musikinstrument, Notationssystem u.v.m.) bilden eine Tonstruktur. Ein Tonsystem ist demnach eine Tonstruktur, in der sich zwei unterschiedliche Töne immer durch ein Intervall unterscheiden, das nicht die Prime ist. Eine Teilmenge der Töne eines Tonsystems bildet einen Klang. Das Gemeinsame aller transponierten eines Klanges bildet die Form des Klanges, also die Klangform. Auf der anderen Seite werden Töne in der Musiktheorie oft gleich behandelt, wenn sie sich um eine Oktave unterscheiden. Dies führt uns zu einer Äquivalenzrelation, deren Äquivalenzklassenbildung auch Oktavidentifikation genannt wird. Die Qualität dieser Äquivalenzklassen heißt Tonigkeit. Bei den Tonigkeiten werden aus den Intervallen Tonigkeitsintervalle, aus Tonstrukturen Tonigkeitsstrukturen, aus Tonsystemen Tonigkeitssysteme, aus Klängen Harmonien und aus Klangformen Harmonieformen.

Aus diesen Bausteinen werden Logiken gebaut. Eine Logik ist hierbei eine Menge von Regeln, wobei jede Regel durch ein Ereignis aktiviert wird: ein Buchstabe auf der Tastatur bzw. ein Mausklick auf das Symbol, ein Klang, eine Harmonie, eine Klangform, eine Harmonieform oder ein frei definierbares MIDI-Muster. Einzelne Töne lassen sich als Klänge, Tonigkeiten als Harmonien darstellen. Darüber hinaus gibt für Klänge, Klangformen, Harmonien und Harmonieformen die Möglichkeit Grund- bzw. Diskantttöne anzugeben.

Auf das auslösende Ereignis hin antwortet eine Regel mit einer vorbestimmten Aktion: Übertragung oder Änderung eines Tonsystems, Aktivierung einer anderen Logik, MIDI-Ausgaben oder ähnlichem. Zusätzlich können gegebenenfalls weitere Regeln zugeschaltet werden. Die Beispiellogik aus Abb. 2 aktiviert auf das Ereignis „Buchstabe G“ eine Aktion namens „Halb“, in diesem Fall ein Tonsystem. Die mitgelieferte Beispiellogik aktiviert mit dem Buchstaben „N“ eine reine Temperierung mit drei Re-

geln, die auf vorgegebene Harmonieformen mit der Verschiebung der Intervallstruktur reagieren. Diese wandeln die strenge Tonalität dieser Stimmung in eine lokale Tonalität um. Dadurch erhält die Stimmung eines Musikstückes eine atonale Komponente in dem Sinne, dass beispielsweise jeder Dur-Klang rein gestimmt wird. Insgesamt stehen zwei Ebenen zur Verfügung. Dies erlaubt es, dynamische und statische Stimmungen in einer Datei zusammenzufassen.

Ausblick

Die Software wird derzeit quelloffen weiterentwickelt. Dies ermöglicht es den Nutzern direkt mit Beispielen, Kritik, Dokumentation, Übersetzungen in andere Sprachen und Programmcode in die Entwicklung einzugreifen und die Richtung mit zu bestimmen.

Aus der Beschäftigung mit MUTABOR und der reinen Stimmung erwachsen darüber hinaus weitere Fragestellungen. Eine Frage lautet: Welchen Einfluss hat die Ordnungsrelation „höher/tiefer“ auf die Musik und die zu Grunde liegenden mathematischen Strukturen? Sowohl die musikalische Wahrnehmung, als auch die Musiktheorie sind in Bezug auf die Tonhöhe nicht symmetrisch. Bisher ist es eine offene Frage, wie sich diese Ordnungsrelation unter der Oktavidentifikation auf die gängigen musiktheoretischen Strukturen überträgt. Einen Ansatz in Bezug auf Tonigkeitssysteme stellte der Autor 2015 auf der Konferenz „Mathematics and Computation in Music“ vor (Schlemmer, 2015).

Literatur

- Krauß, R., Schlemmer, T. et al. (2018). *MUTABOR – das dynamisch temperierte Klavier*. URL: <http://www.math.tu-dresden.de/~mutabor/>. Letzter Zugriff: 28. 3. 2018. (archiviert durch [WebCite® auf http://www.webcitation.org/6yFcrRukB](http://www.webcitation.org/6yFcrRukB))
- Neumaier, W. & Wille, R. (1990). Extensionale Standardsprache der Musiktheorie: Eine Schnittstelle zwischen Musik und Informatik. *Mikrotöne III: Bericht über das 3. internationale Symposium „Mikrotonforschung, Musik mit Mikrotönen, Ekmelische Musik“*, 28.-30. April 1989 in Salzburg (S. 49–167). Innsbruck: Ed. Helbling.
- Misch, C. (1987). Eine Programmiersprache für MUTABOR und deren Implementierung. *Diplomarbeit*. TH Darmstadt.
- Schlemmer, T. (2015). Unifying Tone System Definitions: Ordering Chromas. In T. Collins, D. Meredith & A. Volk (Hrsg.). *Mathematics and Computation in Music. MCM 2015*. Lecture Notes in Computer Science, Bd. 9110. Cham: Springer.
- Vogel, M. (1975). *Die Lehre von den Tonbeziehungen*. Bonn-Bad Godesberg: Verlag für systematische Musikwissenschaft.
- Wille, R. (1997). MUTABOR – ein Medium für musikalische Erfahrungen, In H. von Amelunxen & M. Warnke (Hrsg.). *HyperKult: Geschichte, Theorie und Kontext digitaler Medien* (S. 383 – 391). Basel, Frankfurt am Main: Stroemfeld.