

Norbert CHRISTMANN, Kaiserslautern

Dynamische Geometrie und Musik

In [1] und [2] wurde die Notation durch Tonhöhenzeitdiagramme (Piano-roll-Editor) zur Untersuchung von Musik auf Symmetrien und zur musikalischen Deutung (nicht nur) mathematischer Bilder diskutiert. Die waagrechte Achse dient dabei als (Einsatz-) Zeitachse (unterteilt in *Ticks*, das sind kleinste musikalische Zeitdauern), die senkrechte Achse wird zur Tonhöhenachse, Farben kann man gegebenenfalls in Klangfarben (Instrumente) umsetzen. Moderne Sequenzerprogramme nutzen diese Darstellung der Musik, besonders ausgeprägt findet man diese Methode in der Kompositionssoftware PRESTO (Version 2.0 1993), konzipiert von G. MAZZOLA ([7], [8], [9]). Das Ende der ATARI-Rechner schränkte den Gebrauch dieser Software insbesondere für Unterrichtszwecke erheblich ein. Erste Emulatoren schafften die Übersetzung von PRESTO auf den PC nicht.

Mit „STEEM ENGINE“ ist inzwischen ein Emulator als Freeware vorhanden, der die Nutzung von PRESTO in vollem Umfang auf dem PC gestattet. Der Emulator kann samt Betriebssystem TOS (Version 2.06 einschließlich deutscher Übersetzung) aus dem Netz geladen werden [10]. Weil auch das Programm PRESTO sehr preisgünstig (etwa 10\$) angeboten wird (Homepage von G. MAZZOLA, vgl. [7]), kann man Arbeitsweisen der dynamischen Geometrie und der Musik damit „live“ vergleichen. Die hierzu folgenden Ausführungen ergänzen die Beiträge [1], [2] und [3].

1 Ein erster Blick auf PRESTO

Nach Starten des Emulators müssen noch unter WINDOWS einige Optionen für PRESTO eingestellt werden (Bildschirm auf *monochrom*, *hohe Auflösung*; Angabe der zu verwendenden *Version* des Atari-Betriebssystems *TOS* (z. B. *2.06*), Schnittstelleneinstellungen zur Einspielung und Wiedergabe von Musik, Festplattenoptionen), Näheres findet man in der aus dem Netz ladbaren Schnellanleitung zum Emulator [10]. Danach kann man die Atari ST-Emulation aufrufen, es erscheint im Fenster die Atari-ST-Oberfläche, das Programm PRESTO kann gestartet werden (Datei PRESTO.PRG).

Beim Start lädt PRESTO automatisch eine Musikdatei, im Bild 1 wurde die Datei mit dem Namen DII.STO geladen. Diese wird im Startbild in zwei Zoom-Levels angezeigt. In dem schmalen *Globalscore*-Fenster können 568 Pixel angezeigt werden, jeder Pixel steht für 20 Ticks, wenn innerhalb eines solchen Päckchens ein Klang in der Komposition auftritt, wird dies als schwarzer Pixel markiert. Dadurch wird der globale Umfang der Komposition erkennbar. Im Hauptfenster (*Score*) wird ein Ausschnitt von 568

aufeinanderfolgenden Einsatzzeiten angezeigt, als waagrechte Achse dient demnach die Einsatzzeit (Onset). Der dargestellte Ausschnitt kann mit einem Slider im Globalscore-Fenster ausgewählt werden.

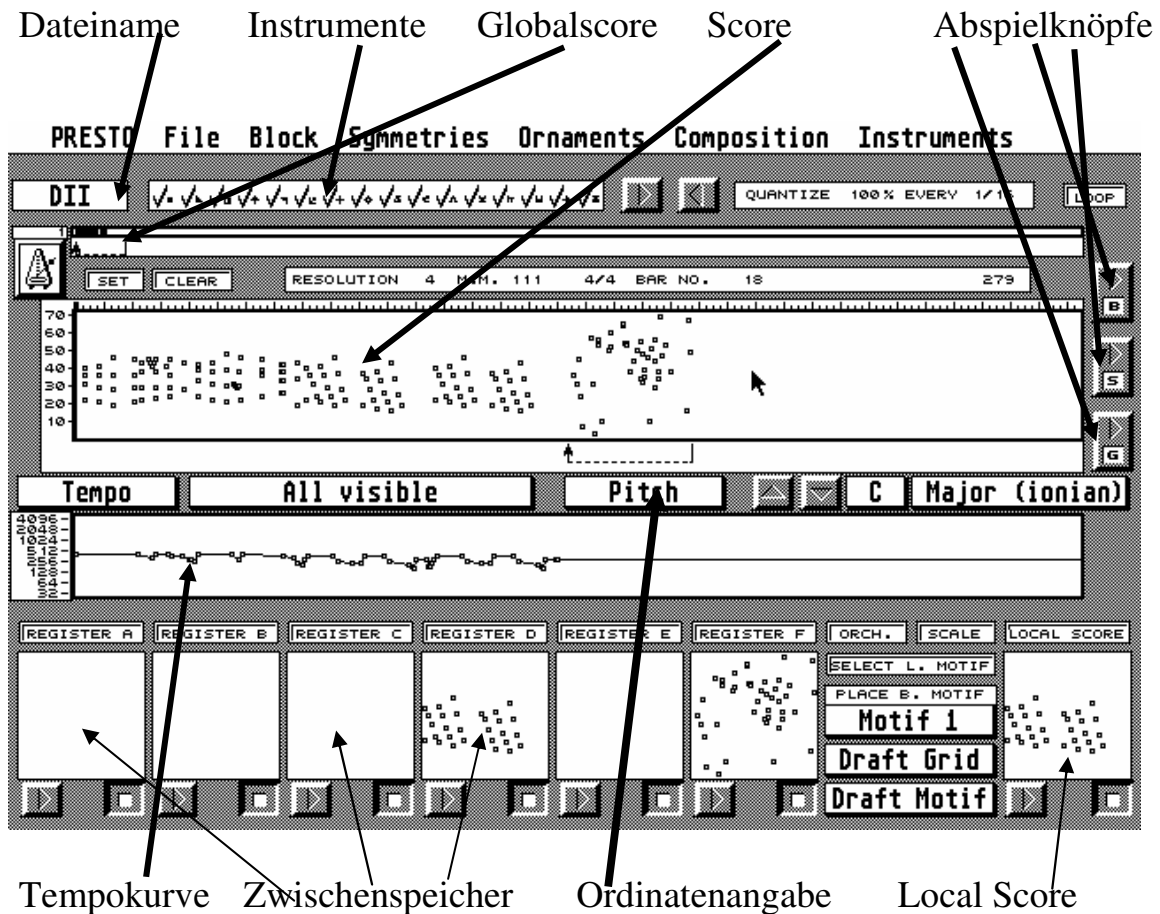


Bild 1 Zum Start von PRESTO

Als Ordinate kann man wie im Bild 1 die Tonhöhe (Pitch), aber auch die Dauer (Duration) oder Lautstärke (Loudness) wählen. Angezeigt werden nur Klänge der Instrumente, die in dem Fenster neben dem Dateinamen aktiviert sind. Durch Wahl der *Pianola*-Darstellung im Menue *Instruments* kann man die Dauer mit der Einsatzzeit koppeln, die Pixel werden um einen Balken gemäß Dauer verlängert. Durch die Knöpfe am rechten Bildrand kann man die Umwandlung der gesamten Komposition (G), des in der Score dargestellten Teils rechts vom Pfeil des Sliders (S) oder des markierten Blocks (B) in einen MIDI-File starten und diesen dann abspielen. Entsprechend kann man auch die Teile der Komposition in den Zwischenspeichern (Register A – F) und der Local Score abspielen. Das als Kompositionssoftware konzipierte Programm umfasst viele Möglichkeiten zur musikalischen Gestaltung, hier sollen die für den Mathematikunterricht interessanten angedeutet werden.

2 PRESTO im Mathematikunterricht

Zum Kennenlernen des Programms kann man mit den vorhandenen Dateien etwas spielen, z. B. einen Block markieren, diesen transponieren (Translation, Aufruf über Menue Symmetrie), einer Umkehrung unterwerfen (Spiegelung an waagrechter Achse) oder auch rückwärts (Krebs) abspielen. Im Bild 2 sind für ein bekanntes Thema die genannten Transformationen im Scorefenster dargestellt.

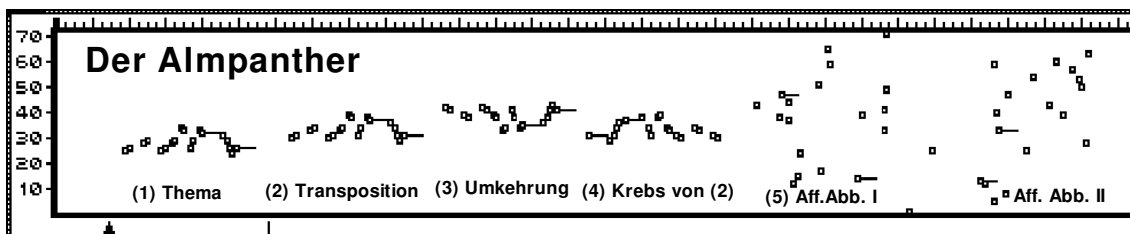


Bild 2 Musikalische Transformationen mit PRESTO

In diesem Bild sind noch zwei Umformungen angegeben, die nur in der Local Score durchgeführt werden können. Zu deren Verständnis muss ein wenig auf den mathematischen Hintergrund eingegangen werden. In PRESTO werden die Tonhöhen von 1 bis 71 durchnummeriert, vgl. Ordinateachsen am linken Rand von Bild 2. Die dadurch erfassten Tonhöhen kann man der Klaviertastatur im Local-Score-Fenster entnehmen (Dis_1 bis cis^4 , vgl. Bild 3), es wird also nur eine Teilmenge der 88 Töne eines Klaviers und der 128 MIDI-Tonhöhen erfasst. Diese Einschränkung ist einmal durch die Größe und Auflösung des Atari-Bildschirmes bedingt, weiter musste eine Primzahl p gewählt werden, damit der Rechnungen zugrunde liegende Ring \mathbb{Z}_p ein Körper ist.

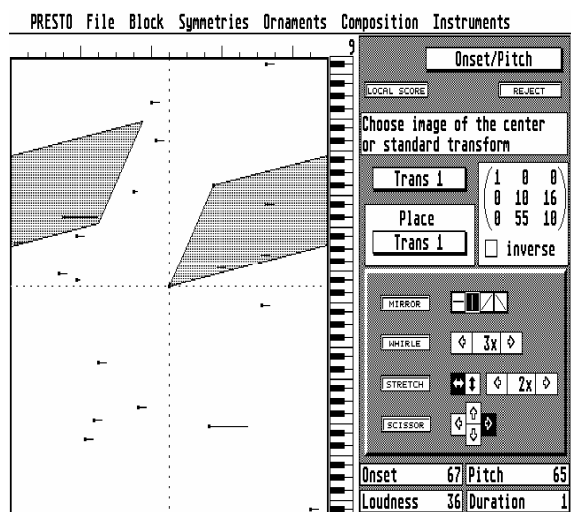


Bild 3 Transformationen im Local-Score-Fenster

Innerhalb eines Ausschnittes von 71x71 Pixeln kann in der Local Score die volle affine Gruppe auf diesen Ausschnitt oder auch eine Teilmenge angewandt werden, dabei erfolgt die Festlegung der Abbildung durch graphische Vorgabe der Bilder des Mittelpunktes und der beiden Einheitspunkte $E_1 = (1,0)$ und $E_2 = (0,1)$ auf den Koordinatenachsen. PRESTO berechnet danach die Abbildungsmatrix.

Bei den Koordinatensystemen muss man zwischen dem zur Abbildungsmatrix (Mitte (0,0)) und dem der Anzeige (Mitte (36,36)) unterscheiden.

Der Anwendung der soeben beschriebenen Technik sind einfachere Aufträge vorzuschalten. Zunächst sollte ein Motiv eingegeben werden (Local Score). Bei der dazu notwendigen Zeitachseinteilung (Auflösung, also Zahl der Ticks pro Viertel bei k-Vierteltakt) ist ein wenig Bruchrechnung erforderlich (Triolen bei Auflösung 4 nicht möglich). Danach bietet es sich an, auf dieses Motiv einige Standardtransformationen (Spiegelungen, Drehungen, Streckungen, Scherungen) anzuwenden und die Ergebnisse in einer „Komposition“ in der Score zu sammeln.

Beliebige affine Abbildungen bieten sich samt rechnerischer Erfassung als Kontrastmaterial für Kurse in der Studienstufe an. Hier können im Rahmen von Projektstudien auch Werke von Komponisten (Bach, Schönberg) abbildungsgeometrisch analysiert werden. Bei allen Aktivitäten sollte man die Möglichkeit, Sehen und Hören zu koppeln, intensiv nutzen.

Literatur:

[1] Norbert CHRISTMANN, Kaiserslautern: Klänge sehen – Figuren hören, Beiträge 2004 (Vortrag auf der Bundestagung der GDM in Augsburg)

[2] N. CHRISTMANN: Klänge sehen – Figuren hören in LOGIN Nr. 126 (2003), S. 30 – 36

[3] N. CHRISTMANN [1998]: Geometrische Strukturen in der Musik, in H. HISCHER (Hrsg.): Geometrie und Computer (Proceedings der Tagungen des Arbeitskreises Mathematik und Informatik) 1998, Franzbecker Hildesheim

[4] H. DE LA MOTTE–HABER: Musik und Bildende Kunst, von der Tonmalerei zur Klangskulptur, Laaber–Verlag, Laaber 1990

[5] C. LEOPOLD / N. CHRISTMANN (Hrsg.): Geometrie, Architektur und Musik, Dokumentation eines interdisziplinären Seminars an der TU Kaiserslautern im SS 2003, ISBN 3–936890–18–8

[6] C. LEOPOLD (Hrsg.) Klangsichten 311003. Musik sehen – Geometrie hören. Ein Projekt von Studierenden der TU Kaiserslautern und der Hochschule für Musik Köln in Zusammenarbeit mit dem Referat Kultur der Stadt Kaiserslautern, TU Kaiserslautern 2003, ISBN 3–936890–19–6

Internetadresse zu [5] und [6] für weitere Informationen, inzwischen ist auch eine DVD mit einer Aufzeichnung des zugehörigen zweistündigen Konzerts erschienen: <http://www.klangsichten.de>

[7] G. MAZZOLA (Konzept): PRESTO, Kompositionssoftware für den ATARI, Version 2 1993, Theorie dazu in den beiden Büchern, Hinweise unter (15. März 2005) <http://tamw.atari-users.net/presto.htm>

[8] G. MAZZOLA: Geometrie der Töne, Birkhäuser Basel usw. 1990

[9] G. MAZZOLA: The Topos of Music, Birkhäuser Basel usw. 2002 mit CD, die u.a. auch PRESTO enthält

[10] STEEM ENGINE, Atari ST Emulator, als Freeware auf der Internetseite <http://steem.atari.st/> zu finden (20.02.2005)

Weitere Informationen können beim Autor per Mail (nchrist@mathematik.uni-kl.de) angefordert werden.