

institut für elektronische musik und akustik



IEM Report 33/06

Strukturgeneratoren in elektronischer und instrumentaler Komposition

Verfasser:

Daniel Mayer

06.03.2006

Zusammenfassung

Einige Möglichkeiten algorithmischer Steuerungen für instrumentale und elektroakustische Komposition sollen im folgenden beschrieben und im Hinblick auf die Konsequenzen für den kompositorischen Prozess verglichen werden. Diese Klassifizierung von Steuerungstypen erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sie reflektiert praktische Erfahrungen und bezieht sich zum Teil auf Open-Source-Software: *Common Music* und *SuperCollider*.

Abstract

Some possibilities of algorithmic control for instrumental and electroacoustic composition are described and compared with respect to the consequences for the process of composition. The classification of control types is not intended to be complete, it reflects practical experiences and partially refers to open source software: *Common Music* and *SuperCollider*.

Mit dem auf der Programmiersprache Lisp basierenden, von Rick Taube entwickelten *Common Music*¹ (CM) lassen sich mit Hilfe von Generatoren (*patterns*) und zeitsteuernden Objekten Steuerdaten (z.B. MIDI, CSound, CLM) erzeugen und speichern. Die Option eines MIDI-Outputs in Echtzeit erlaubt die unmittelbare Beurteilung der klanglichen Konsequenzen eines solchen Setups. Mein am ZKM Karlsruhe erarbeitetes CM-Interface *Gentlecoord*² intendiert die Verwendung von generativen Objekten für polyphone Koordination (in einem weiten Sinn des Begriffs) im Hinblick auf eine via MIDI realisierte instrumentale Simulation.

*SuperCollider*³ (SC), entwickelt von James McCartney, ist eine Synthesesprache und zerfällt seit SC3 in die eigentliche Sprache (language) und die Synthesemaschine (server). Über das Kommunikationsprotokoll OSC (Open Sound Control) kann der SC-Server angesprochen werden, innerhalb der SC-Sprache existiert eine bequeme Syntax, die die Ansprache des Servers erleichtert. Eine der vielen Möglichkeiten, in SC zu arbeiten, besteht in der Definition von Syntheseinstrumenten (*synths*), die nach der Kompilierung über generative Objekte der SC-Sprache (*streams*) oder andere Synth-Objekte und Kontrollbusse angesteuert werden können. Mittlerweile können SC-Synths, dank einer Entwicklung von Todd Ingalls, auch über CM und OSC-Messages gesteuert werden.

Zu den folgenden verallgemeinerten Steuerungsschemata vorweg einige Anmerkungen:

i) Generatoren seien als Datenfolgen erzeugende Datentypen verstanden, die aber nicht notwendigerweise autonom operieren müssen. Logische Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Generatorobjekten - auch wechselseitig - seien zugelassen (Es können im Fall diskreter Steuerungen also auch Zeitdaten-Generatoren von Ereignisdaten-Generatoren abhängig gemacht werden).

ii) Die Unterscheidung zwischen diskreten und kontinuierlichen Steuerungen betrifft nicht notwendigerweise den resultierenden klanglichen Aspekt, obwohl sie sich gedanklich davon ableitet. Ein einzelnes Ereignis eines diskret angesteuerten Instruments kann in verschiedener Hinsicht als kontinuierlich wahrgenommen werden (crescendo, glissando usw.). Umgekehrt kann ein kontinuierlich angesteuertes Syntheseinstrument diskontinuierlich wahrgenommen werden.

¹ Taube, Heinrich: Notes from the Metalevel - An Introduction to Algorithmic Music Composition. Swets & Zeitlinger, 2004.

² www.zkm.de -> Institut f. Musik und Akustik -> Publikationen.

³ McCartney, James: *Rethinking the Computer Music Language: SuperCollider*. Computer Music Journal, Volume 26(4), 2002, pp. 61-68.

iii) Mit „Instrument“ sei im folgenden ein einzelnes Syntheseinstrument gemeint, mit einem „Ensemble“ deren mehrere. In Kontexten, in denen auch von realen akustischen Instrumenten die Rede ist, wird aber, verdeutlichend, auch der volle Begriff „Syntheseinstrument“ verwendet.

iv) Die Unterscheidung zwischen diskreten und kontinuierlichen Steuerungen ist im Grunde willkürlich, sie hängt mit unserer Wahrnehmungsschwellen zusammen. Dennoch existieren verschiedene Datentypen, die diese gedankliche Unterscheidung formal konkretisieren.

v) Die Schemata betreffen den Ablauf der Berechnung von Steuerdaten, unabhängig davon, ob Steuerdaten in Echtzeit produziert werden oder Synthese in Echtzeit stattfindet.

I) Steuerungstypen

A) Steuerungen für Einzelinstrumente

1.) Diskrete Steuerung D für ein Einzelinstrument

$$\begin{array}{rcl}
 D: & z_{g_1} & \dots & dg_{1,1} \\
 & & & : \\
 & & & dg_{1,m(1)} \\
 & & & : \\
 & & & : \\
 & & & : \\
 & z_{g_n} & \dots & dg_{1,1} \\
 & & & : \\
 & & & dg_{1,m(n)}
 \end{array}
 \qquad n > 0; m(i) > 0 \text{ für } i = 1, \dots, n$$

Sie besteht aus Zeitdaten-Generatoren z_{g_i} und zugeordneten Gruppen von diskreten Kontrolldaten-Generatoren dg_{ij} . Zeitdaten-Generatoren erzeugen Einsatzabstände (*diskrete* Steuerung), die Kontrolldaten-Generatoren der zugeordneten Gruppe die Ereignisdaten für die entsprechenden Zeitpunkte. Ein typisches MIDI-Beispiel:

Bsp. 1:

D: zg_1 ... $dg_{1,1}$

$dg_{1,2}$

$dg_{1,3}$

Dieses Modell mit einem einzigen Zeitdaten-Generator repräsentiert den Gedanken einer Folge von klanglichen Ereignissen mit verschiedenen Eigenschaften. Generator zg_1 erzeugt eine Folge von Einsatzabständen, $dg_{1,1}$ eine Folge von Tondauern-, $dg_{1,2}$ eine Folge von Tonhöhen- und $dg_{1,3}$ eine Folge von Lautstärkedaten. Andere MIDI-Kontrolldaten könnten mit weiteren unabhängigen Zeitdaten-Generatoren erzeugt werden (z.B. Pedal, Pitchbend). Es macht keine Schwierigkeit, Akkorde formal innerhalb einer Instrumentalsteuerung zuzulassen (für ein Setup zur Simulation polyphoniefähiger realer Instrumente können mehrere „formale“ Instrumente für ein einziges reales verwendet werden, siehe „Ensemblesteuerung“). Wie bereits erwähnt, können alle Generatoren einer solchen Anordnung logisch abhängig voneinander definiert werden.

2.) Kontinuierliche Steuerung C für ein Einzelinstrument

C: cg_1

 :

 :

cg_n $n > 0$

Verschiedene Parameter eines Syntheseinstruments wie z.B. Lautstärke, Tonhöhe - wenn überhaupt definiert - und diverse klangliche Eigenschaften können über kontinuierliche Kontrollflüsse gesteuert werden, z.B. LFOs. Ein nicht modulierter LFO-Pulsgenerator entspricht aber in seiner Wirkung einer diskreten Steuerung (einem maximal aus zwei Elementen bestehenden Zeitzyklus als Zeitdaten-Generator und einem zugeordneten aus zwei Elementen bestehenden Datenzyklus als Kontrolldaten-Generator), dies leitet zum Typ der hybriden Steuerungen über:

3.) Kontinuierlich-diskrete Steuerung CD für ein Einzelinstrument

$$\begin{array}{rcl}
 \text{CD: } & zg_1 & \dots & dg_{1,1} \\
 & & & \vdots \\
 & & & dg_{1,m(1)} \\
 & & & \vdots \\
 & & & \vdots \\
 & zg_n & \dots & dg_{1,1} \\
 & & & \vdots \\
 & & & dg_{1,m(n)} \\
 \\
 & cg_1 & & \\
 & \vdots & & \\
 & \vdots & & \\
 & cg_p & & n,p > 0; m(i) > 0 \text{ für } i = 1, \dots, n
 \end{array}$$

Ein einzelnes Syntheseinstrument wird hier durch eine Kombination kontinuierlicher und diskreter Generatoren gesteuert.

B) Ensembles von Einzelinstrumenten

Eine Steuerung für mehrere Syntheseinstrumente (Ensemblesteuerung) kann nun im allgemeinen Fall aus den drei genannten Typen von Steuerungen für Einzelinstrumente bestehen:

$$E = (D_1, \dots, D_m, C_1, \dots, C_n, CD_1, \dots, CD_p) \quad \text{mind. ein Index } m,n,p > 0$$

Für die Koordination mehrerer Instrumente können zunächst logische Abhängigkeiten zwischen den Kontrolldaten-Generatoren verschiedener Instrumente etabliert werden. Beispiel: Ein Duett zweier rhythmisch unabhängiger Instrumente kann harmonisch derart gesteuert werden, dass jeder Tonhöhengenerator den jeweils letzten Wert des anderen mit berücksichtigt.

Sollen jedoch Eigenschaften global für mehrere Instrumente gesteuert werden, können weitere Generatoren definiert werden, die Hilfsdaten für die eigentlichen Kontrolldaten-Generatoren erzeugen:

C) Hilfsdaten-Generatoren

$$H = (\text{dhg}_1, \dots, \text{dhg}_r, \text{chg}_1, \dots, \text{chg}_s) \quad \text{mind. ein Index } r, s > 0$$



$$E = (D_1, \dots, D_m, C_1, \dots, C_n, CD_1, \dots, CD_p) \quad \text{mind. ein Index } m, n, p > 0$$

Hilfsdaten-Generatoren können diskret oder kontinuierlich Daten erzeugen, auf die sich beliebige Generatoren der Ensemblesteuerung beziehen können (ebenso wie in der diskreten Steuerung für ein Einzelinstrument dargestellt, können mehrere diskrete Hilfsdaten-Generatoren einem einzigen Zeitdaten-Generator zugeordnet sein). Eine koordinierende Funktion der Hilfsdaten-Generatoren besteht, wenn mindestens zwei verschiedene Instrumentalsteuerungen auf einen Hilfsdaten-Generator Bezug nehmen. Hilfsdaten-Generatoren können auch untereinander logisch verknüpft bzw. hierarchisiert definiert sein.

Bsp. 2:

$$H = (\text{dhg}_1)$$



$$E = (D_1, \dots, D_m) \quad m > 1$$

Ein Beispiel, das als Simulation einer Konstellation akustischer Instrumente betrachtet werden kann: ein Ensemble diskreter Instrumentalsteuerungen wird durch einen diskreten Hilfsdaten-Generator dhg_1 harmonisch koordiniert, der in gewissen Abständen neue Vorräte an Tonhöhen zur Verfügung stellt, auf die sich Tonhöhengeneratoren der Instrumentalsteuerungen beziehen. Eine solche Tonhöhensteuerung würde sich an ein traditionelles Denken in harmonischen Fortschreitungen anlehnen. Hilfssteuerungen bieten sich für solche im Sinne der Wahrnehmung generelle Eigenschaften an: Lautstärke, Ereignisdichte, Registerschwerpunkt etc.

II) Entwicklung von Steuerungen im kompositorischen Verlauf

Von einem anfänglichen Setup ausgehend, entwickeln sich die Steuerungen im Laufe des kompositorischen Prozesses weiter. Die spezifische Dynamik der kompositorischen Arbeit mit Computeralgorithmen liegt im Wechselspiel von abstrakter Definition, ästhetischer Bewertung des sinnlichen Resultats und davon motivierter Modifikation des generativen Verfahrens. Da diese Feedbackzyklen, besonders im Fall von Klangsynthese in Echtzeit, schnell sein können, erlauben Sie eine schnelle Individualisierung der Steuerungen und klanglichen Resultate - damit ist natürlich nicht gesagt, dass diese Resultate auch schnell in einem ästhetischen Sinne befriedigend sein müssen. Bei der algorithmischen Komposition für akustische Instrumente kann sich der Komponist auf einen Feedbackprozess mit instrumentalen Simulationen einlassen. Dabei ist besonders zu beachten, dass die Eigenheiten der instrumentalen Simulation den Verlauf eines solchen Verfahrens maßgeblich mit bestimmen.

Änderungen bestehender Steuerungen können in struktureller Hinsicht unterschiedlich weit reichen. Eine hierarchische Klassifikation möglicher Modifikationen der in (I) beschriebenen Setups von Generatoren sei im folgenden skizziert:

- 1.) Modifikationen von einzelnen Werten in Generatordefinitionen (M_1)
- 2.) Modifikationen von einzelnen Generortypen (M_2)
- 3.) Modifikationen der Konstellation von Kontrolldaten-Generatoren und Hilfsdaten-Generatoren (M_3)
- 4.) Modifikationen von einzelnen Syntheseinstrumenten bzw. ihrer Zusammenstellung (M_4)

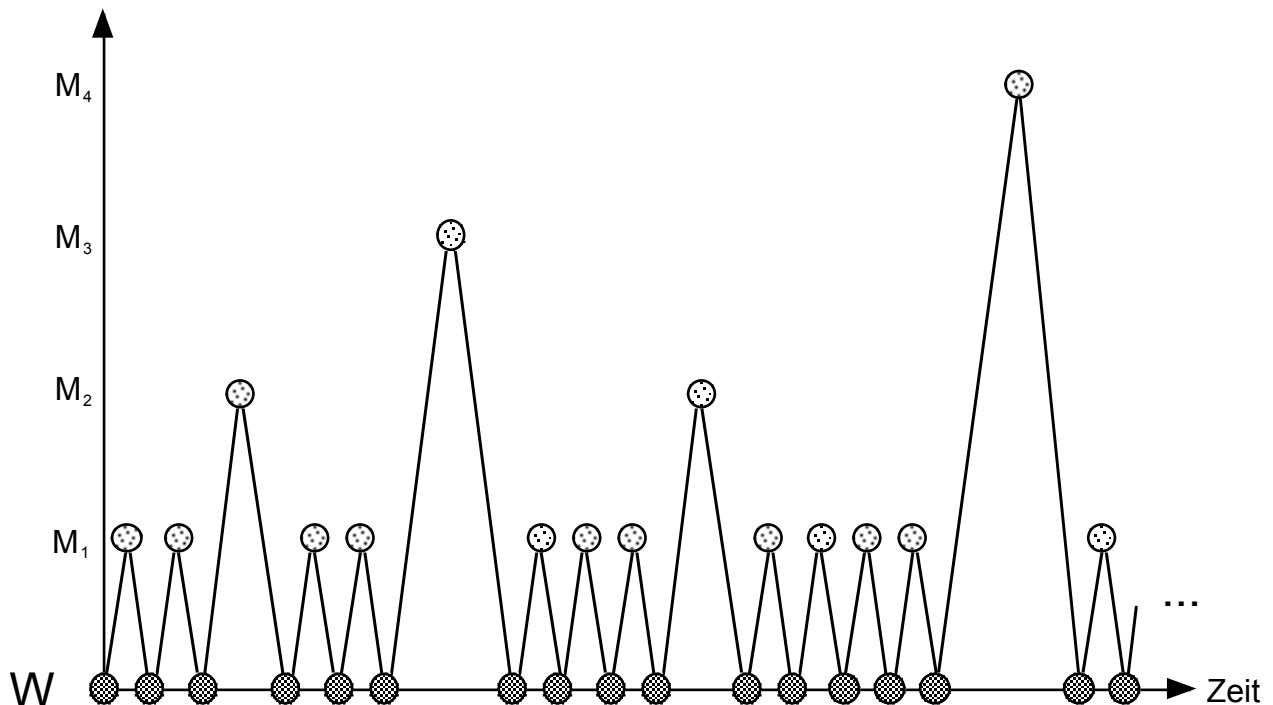
Diese Hierarchie bezieht sich formal auf die Steuerungskonstellation und muss nicht unbedingt mit dem Maß klanglicher Veränderung korrespondieren. So vergrößert zwar die Hinzunahme eines weiteren Syntheseinstruments (M_4) rein kombinatorisch den Raum musikalischer Möglichkeiten, mag aber im Einzelfall weniger klangliche Auswirkung haben als die Modifikation eines Generators für eine sensible Variable eines bereits in der Steuerung vorhandenen Instruments (M_1 oder M_2).

Modifikationen betreffen außerdem vor allem das Veränderungspotential nachfolgender Modifikationen. Einem Syntheseinstrument kann z.B. eine weitere durch einen Generator kontrollierbare Variable hinzugefügt werden (M_4), die klangliche

Wirkung mag im ersten Versuchslauf noch neutral sein, es steht nun aber die Türe offen für neue Modifikationen untergeordneten Typs. So können etwa zusätzliche Hilfsdaten-Generatoren die klanglichen Wirkungen der neuen Variable mit vorhandenen Variablen (und somit Klangeigenschaften) koppeln (M_3).

Die Entwicklung einer algorithmischen Steuerung in kompositorischer Absicht kann nun folgendermaßen verlaufen: Es seien Syntheseinstrumente gegeben, man beginnt mit einigen einfachen Kontrolldaten-Generatoren und setzt sie auf Variablen des Syntheseinstruments an. Die darauf folgende Wertung (W) des klanglichen Resultats sei als *black box* verstanden, sie entscheidet das weitere Vorgehen, bzw. die Art nachfolgender Modifikationen. Nach mehreren Versuchen mit Änderungen, die einzelne Generatoren betreffen (M_1 oder M_2) kann sich größere Unzufriedenheit einstellen, nachhaltigere Modifikationen werden durchgeführt, die z.B. die Koordination mehrerer Instrumente betreffen (M_3) ehe die Möglichkeiten der neuen Ausgangssituation wiederum mit einfacheren Modifikationen ausgelotet werden. Die Hinzufügung von Syntheseinstrumenten oder ihre Überarbeitung (z.B. durch Definition zusätzlicher klangwirksamer Variablen, auf die weitere Generatoren angesetzt werden können) schafft neue Verhältnisse. Das Feld kann nun wieder mit untergeordneten Modifikationen erforscht werden.

Modifikationsgrad



Die Abfolge von Modifikationen ($M_1 - M_4$) und Wertungen (W) zeigt hier in zeitlicher Hinsicht nur einen schematischen Verlauf, die Dauer von Korrekturen und

Entscheidungen ist nicht berücksichtigt.

Ob die Syntheseinstrumente nun ein reales Ensemble akustischer Instrumente repräsentieren (Simulationsfall) oder nicht, hat zwar keinen Einfluss auf den prinzipiellen Verlauf eines solchen kompositorischen Verfahrens, jedoch auf seine Dynamik. Die gravierendste Modifikation der Kontrolldatensteuerung im Simulationsfall wäre eine „schwache Modifikation“ eines Syntheseinstruments selber - um die Simulation zu verbessern - oder die Hinzufügung eines Syntheseinstruments - um real den Einsatz eines zusätzlichen akustischen Instruments anzupeilen. In der rein elektronischen Komposition vergrößert sich durch die freie Definierbarkeit von Syntheseinstrumenten der Spielraum in kombinatorischer Hinsicht - theoretisch keine Begrenzung in der Anzahl der Variablen - und auch klanglicher Hinsicht erheblich. Wenn man im Simulationsfall die Auswahl an akustischen Instrumenten und ihre Simulationen als gegeben annimmt, sind nur Steuerungsmodifikationen bis zur Klasse M_3 möglich (Einsatz koordinierender Hilfsdaten-Generatoren, logische Abhängigkeiten von Kontrolldaten-Generatoren). Es bestehen hier - rein formal gesehen - die meisten gestalterischen Möglichkeiten in der Kombination von Elementen des beschränkten Vorrats an Instrumenten und Spieltechniken. Im Sinne der Wahrnehmung neue Aspekte eines simulierenden Ensembles können durch logische Relationen zwischen Generatoren etabliert und die Generatoren selbst moduliert werden.

Welche Rolle das mittels eines solchen algorithmischen Feedbackverfahrens erzeugte Material (Audio- oder Steuerdaten) innerhalb einer Komposition spielen kann, wurde bis jetzt nicht erläutert. Möglich sind sowohl die Erzeugung von Teilen eines Gesamtwerks, die Produktion eines gesamten Verlaufs, die Weiterverarbeitung des Materials (algorithmisch oder auch nicht), seine direkte Übernahme sowie Kombinationen dieser Verfahrensweisen. Bernhard Lang weist auf die Notwendigkeit hin, unmittelbarer der eigenen Persönlichkeit entspringende Momente, die *zweite Schrift*, als Korrektiv gegen erstarrende algorithmische Prinzipien einzubringen⁴.

III) Ästhetische Implikationen

Die beschriebene Dynamik kompositorischer Verfahren unter Verwendung algorithmischer Techniken dürfte, in Varianten, allen bekannt sein, die selbst schon mit solchen Techniken gearbeitet haben. Dennoch liegen den vorausgegangenen Ausführungen bestimmte philosophische Ansichten über das Komponieren zu Grunde, die ich im Bezug zur Tradition erläutern möchte.

⁴ Lang, Bernhard: Diminuendo, über selbstähnliche Verkleinerungen. Hrsg.: Robert Höldrich, IEM Graz. In: Beiträge zur elektronischen Musik, Bd. 7, Graz, 1996.

A) Traditionelle Paradigmen und generative Verfahren

1.) Vorstellung

Ein wirkmächtiger Begriff der, mit Schrift verbundenen, europäischen Musikkultur. Die Idee der exakten Vorstellung eines musikalischen Geschehens, prototypisch verkörpert im Modell des vierstimmigen Satzes, bestimmt nach wie vor stark unser musikalisches Denken. Musik für akustische Instrumente kann gelesen, gedacht, in Gedanken modifiziert, komponiert werden. Es gibt meiner Ansicht nach aber keinen Grund, warum das so sein *muss*. In der bildenden Kunst z.B. sind Elemente der Rückkopplung des Sinnlichen, Materiellen im Arbeitsprozess selbstverständlich. In der rein elektronischen Musik ist eine solche Vorgangsweise ebenso üblich. Wie aber gehen nun Vorstellung und algorithmische Arbeitsweise in instrumentaler Komposition zusammen? Im strengen Verständnis überhaupt nicht, denn wenn man sich die Resultate eines algorithmischen Verfahrens von vornherein exakt vorstellen könnte, wäre der Algorithmus ein schlichtweg sinnloser Umweg! Dennoch wird der Bau von Generatoren wohl meistens von gewissen Vorstellungen über die klanglichen Konsequenzen begleitet. Sie rühren von früheren Erfahrungen der Wirkungsweise dieser Generatoren her und haben eine gewissermaßen statistische Qualität. Die Gestaltung eines generativen Verfahrens ist von der vagen Vorstellung einer resultierenden Tendenz und der Neugier auf Überraschungen begleitet. Diese abgeschwächte Form des Begriffs der Vorstellung würden vielleicht auch Komponisten, die nicht algorithmisch arbeiten, für die Beschreibung ihrer Arbeitsweise akzeptieren.

Die Entwicklung von musikalischen Vorstellungen kann allerdings, je nach Betrachtungszeitraum, auch als Rückkoppelungsprozess gesehen werden, global gesehen handelt es sich immer um eine Wechselwirkung von praktischer musikalischer Erfahrung und ihrer gedanklichen Verarbeitung. Mit ausreichender Erfahrung ist dann immerhin (lokal, z.B. für den Zeitraum der Komposition eines Werkes) eine, von Rückkopplung in der Realität befreite Arbeitsweise möglich.

2.) Abstrakte Konzeption

Nicht jeder Komponist, der mit dem Computer arbeitet, mag die Idee eines offenen Feedbackprozesses begrüßen. Es ist selbstverständlich auch nicht zwingend, aufgrund eines klanglichen Resultats einen Algorithmus zu modifizieren. Es kann viele Motivationen für Komponisten geben, an einem algorithmischen Konzept festzuhalten: die Ästhetik des Verfahrens selbst, seine (relative) formale Neuheit - man denke etwa

an die Beliebtheit von Chaostheorie - oder persönliche Assoziationen des Komponisten zwischen rein formalen und nicht formalen, möglicherweise außermusikalischen Aspekten. Dahinter können, bewusst oder unbewusst, Elemente verschiedener traditionsreicher ästhetischer Positionen stehen. Die Idee von zeitloser Schönheit oder die Idee einer Erkenntnis fördernden Kunst können durchaus primär auf ein erzeugendes formales Verfahren bezogen werden.

B) Der Kompositionsprozess als Folge generativer Möglichkeiten

Die mit der technischen Entwicklung des Computers einhergehende Beschleunigung von Feedbackprozessen - die Resultate generativer Verfahren werden gleichsam sofort einer ästhetischen Betrachtung zugänglich - ermöglicht eine Veränderung der Stellung dieser Verfahren innerhalb des Kompositionsprozesses: sie erlaubt deren bestimmende, steuernde Funktion! Dies ist ein gewichtiger Unterschied zu einem Kompositionsprozess, dessen Dynamik in erster Linie von den Paradigmen Vorstellung und Konzept geleitet wird. Vorstellungen und Konzepte können umgekehrt aber auch von generativen Verfahren beeinflusst werden. In jedem Fall kann sich aber der kreative Prozess durch generative Verfahren nach neuen Möglichkeiten der Rückkopplung orientieren.

C) Persönliche Bemerkungen zum Umgang mit generativen Verfahren

Der praktische Diskurs, das sinnlich Wahrnehmbare, interessiert mich mehr als der Diskurs über formale Hintergrundsichten. Die eigene Stellung zum ästhetisch Vermittelten, die es zu erarbeiten gilt, kann meiner Ansicht nach nicht so eindeutig sein, dass sie sich auf dem Papier oder am Computer ohne Korrektiv der Wahrnehmung in einen, diese Ambivalenz im klanglichen Resultat verkörpernden Algorithmus transformieren ließe, noch dass man einen solchen von einem puristischen Verfahren erwarten könnte. Wenn mit Algorithmen gearbeitet wird, muss es ein Element von Verfeinerung und Individualisierung geben, in dem sich persönliche ästhetische Erfahrungen und Erfahrungen mit generativen Verfahren ergänzen können. Dazu scheint mir die sich ohnehin in der praktischen Arbeit aufdrängende Methode fortgesetzter Modifikation, wie in (II) beschrieben, eine Möglichkeit zu sein. Das Verfahren, in der Komposition für akustische Instrumente algorithmisch erzeugtes Material mit nicht algorithmischen, zum Teil dem Prinzip der Spontaneität verpflichteten Kompositionstechniken weiter zu verarbeiten, ist, nach meinem Verständnis, ähnlich motiviert.

© 2006