

Hochschule für Musik Hanns Eisler
Abteilung D
Charlottenstr. 55
10117 Berlin

Masterarbeit

Das Wachstumsprinzip von L-Systemen in der Musik von Hanspeter Kyburz

Eres Holz

30. April 2012



Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Vorwort | 3 |
| 2 | L-System | 4 |
| 2.1 | Hintergrund der L-systeme | 4 |
| 2.2 | Die Grammatik von L-Systemen | 4 |
| 2.2.1 | Typen von L-Systemen | 5 |
| 2.2.2 | Die Produktion von Regeln | 5 |
| 2.2.3 | Die Programmierungsstruktur von L-Systemen in OpenMusic . . . | 6 |
| 2.2.3.1 | Das Patch "L-System" | 7 |
| 2.2.3.2 | Das Patch "L-System" (intern) | 8 |
| 2.2.3.3 | Das Patch "Omloop" | 9 |
| 2.2.3.4 | Das Patch "L-system Rekursion" | 9 |
| 2.2.3.5 | Das Patch "Ersetzungsregeln der Zelle" | 9 |
| 2.2.3.6 | Das Patch "Regeländerungen der Zelle" | 11 |
| 2.2.3.7 | Das Patch "Produktion" | 12 |
| 2.2.3.8 | Das Patch "Ersetzungsproduktion" | 13 |
| 3 | Das Wachstumsprinzip von L-Systemen in der Musik von Hanspeter Kyburz | 15 |
| 3.1 | Musikalische Eigenschaften des L-System-Musters | 15 |
| 3.1.1 | Experimentieren mit Hörwahrnehmung von Musterstrukturen . . . | 16 |
| 3.1.1.1 | Das Patch "musikalische Sequenz" | 16 |
| 3.1.1.2 | Das Patch "musikalische Sequenz" (intern) | 17 |
| 3.1.1.3 | Das Patch "Objekte ohne Puls" | 18 |
| 3.1.1.4 | Das Patch "Passendes Objekt" | 18 |
| 3.1.1.5 | Das Patch "Objekte mit Puls" | 19 |
| 3.1.1.6 | Einfache Muster | 21 |
| 3.2 | "Cells" (1993/94) von Hanspeter Kyburz | 24 |
| 3.2.1 | Der Algorithmus aus dem dritten Satz | 24 |
| 3.2.2 | Den Variablen zugeordnete musikalische Objekte | 26 |
| 3.2.2.1 | Das musikalische Objekt 1 (a) | 26 |
| 3.2.2.2 | Variationen des musikalischen Objektes 1 (a) | 26 |
| 3.2.2.3 | Das musikalische Objekt 2 (a) | 27 |
| 3.2.2.4 | Variationen des musikalischen Objektes 2 (a) | 28 |
| 3.2.2.5 | Objektdefinition | 30 |
| | Literaturverzeichnis | 31 |

3 Das Wachstumsprinzip von L-Systemen in der Musik von Hanspeter Kyburz

Hanspeter Kyburz (geboren 1960) verwendet in seinen Stücken das Wachstumsprinzip von L-Systemen. Das Stück "Cells" für Saxophon und Ensemble (1993-1994) beinhaltet vielfältige Verwendungsweisen solcher L-System-Algorithmen. In der Regel ordnet Kyburz musikalische Objekte¹ Variablen zu. Die musikalischen Objekte können unterschiedliche Dauer haben. Es ist hier wichtig zu merken, dass die Formulierung, oder korrekter: das Komponieren des Algorithmus nur nach der Objektsammlung, die nach ästhetischem Interesse festgelegt ist, konstruiert wird. Die fraktale Eigenschaft des Prozesses, die durch die Regeln entsteht, führt zur Verbindung zwischen musikalischem Objekt und seinem syntaktischen Kontext (Muster). Wegen dieses Aspektes unterscheiden sich die musikalischen Objekte in mindestens einem Merkmal, damit die Objekte auch in unterschiedlichen Mustern erkennbar bleiben können. Wäre das anders, wären syntaktische Verbindungen reversibel gewesen. Dadurch würde es zur Entfunktionalisierung der Nachbarschaftsbeziehungen der Objekte führen. Das heißt aber noch nicht, dass neue interessante Muster nicht entstehen könnten.

3.1 Musikalische Eigenschaften des L-System-Musters

Die Hörwahrnehmung eines Prozesses im Sinne von Abwechslung zwischen Stabilität und Instabilität der Musterverkettung, die oft eine große Rolle in Kyburz' Musik spielt, würde im Fall eines ähnlichen Charakteristikums der Objekte undeutlich sein. Es könnte irgendein Muster wahrgenommen werden, das aber mit der Musterstruktur des Prozesses nicht zusammenfällt. Um die Überraschungsmomente, die durch Abwechslung zwischen stabiler- und instabiler Musterstruktur verursacht werden, als unchaotisches Organismusverhalten wahrnehmbar machen zu können, binden die Tonbeziehungen des Tonkernes die Gesamtheit der Objekte zusammen (ähnlich wie die Reihe bei Arnold Schönberg). Mit "Instabilität" meine ich den ersten Auftritt eines komplett neuen musikalischen Objektes innerhalb eines schon antizipierten Musters. Die "Stabilität" des neuen musikalischen Objektes im Sinne seiner nachvollzogenen Position in der Syntax wird rehabilitiert, wenn er in der nächsten syntaktischen Verbindung der folgenden Generationen assimiliert ist, d.h. seine "Überraschungseigenschaft" in der Vergangenheit wird allmählich wegen Wiederholungen seiner Mustersequenz syntaktisch verbunden verstanden. Darüber hinaus reicht eine Generation noch nicht, um syntaktische Kohärenz

¹Unter musikalischem Objekt verstehe ich ein Objekt, das durch seine motivische Gestaltung charakterisiert ist.

wahrnehmen zu können.

Die Gestaltung der Generationen im dritten Satz von "Cells" geschieht sukzessiv und nicht räumlich (im Gegensatz zum erstem Satz): d.h. die Generationen werden nicht übereinander geschichtet, sondern nacheinander.

3.1.1 Experimentieren mit Hörwahrnehmung von Musterstrukturen

Bevor ich den Algorithmus des dritten Satzes von "Cells" zeige, möchte ich demonstrieren, wie man beim Formulierungsprozess eines L-System-Algorithmus mit Musterstrukturen experimentieren kann. Um die Reflexion auf die wahrnehmende Musterstruktur am klarsten zu gewährleisten, eignen sich am besten ganz einfache und unterschiedliche Pulsklänge, z.B. Schlagzeugklänge.²

3.1.1.1 Das Patch "musikalische Sequenz"

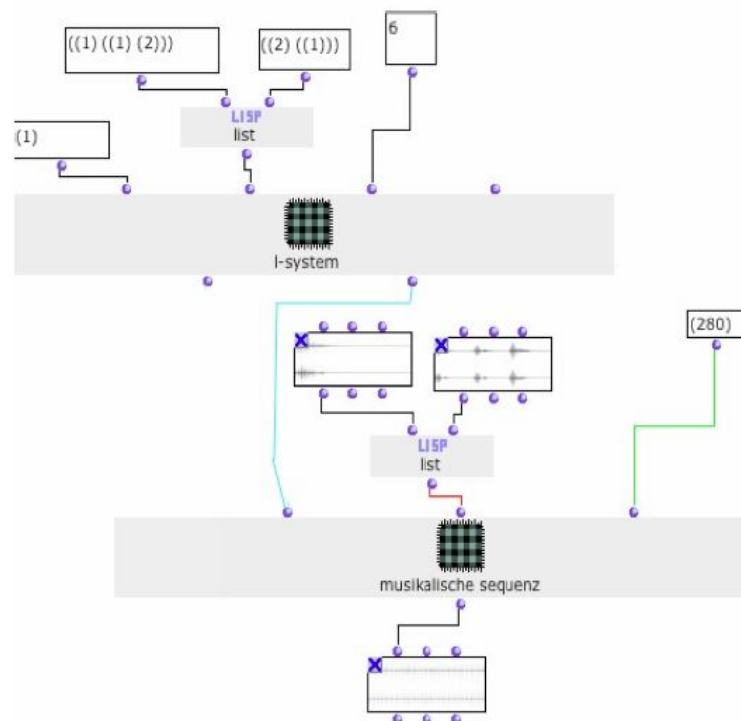


Abbildung 3.1: Patch: "musikalische sequenz"

Das Patch "musikalische sequenz" erzeugt eine Sequenz von musikalischen Objekten gemäß der Zellenreihung der Generationenliste von "l-system" (linke Eingabe). Die

²Es ist durchaus möglich, auch eine visuelle Synopse der Musterstrukturen darzulegen, obwohl sie letztendlich in der Hörerfahrung nicht präsent ist. Sie kann nur rekonstruiert werden. Es geht hier mehr darum, die verschiedenen Beziehungen der Objekte innerhalb der Prozesse zu verfolgen, und weniger die Algorithmenkonstruktion "hören" zu wollen

3 Das Wachstumsprinzip von L-Systemen in der Musik von Hanspeter Kyburz

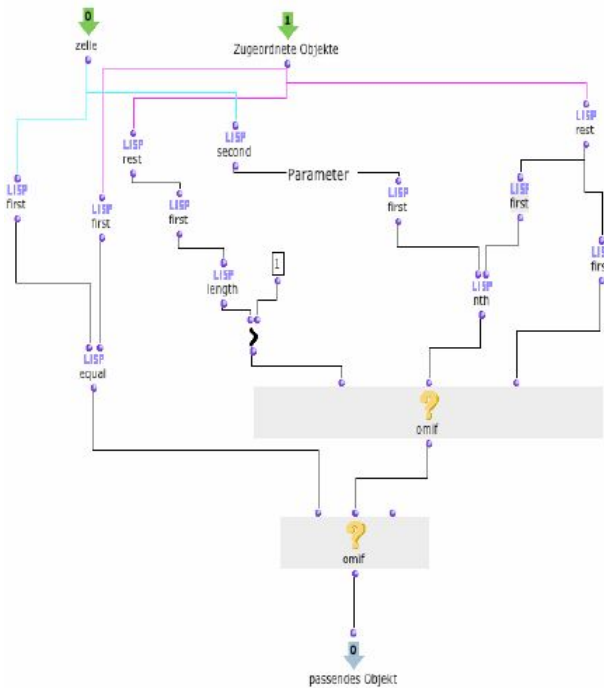


Abbildung 3.4: Patch: "passendes objekt"

mit der Funktion LISP-remove entfernt). Sollte eine Objektliste mehrere musikalische Objekte enthalten⁴ (siehe LISPrest →LISP-first→LISP-length), wird der Parameterwert der Zelle (input0-LISPsecond) als Positionswert für das abgerufene musikalische Objekt an die Funktion LISP-nth geleitet.⁵ Wenn die Objektliste nur ein musikalisches Objekt enthält, wird die Objektliste ausgegeben (siehe input1→LISP-rest→LISP-first).

3.1.1.5 Das Patch "Objekte mit Puls"

Das Patch "objekte mit puls" ist der Struktur der Abbildung 3.3 sehr ähnlich. Es gibt aber noch zwei zusätzliche Parameter: input2- "puls" und input3 "counter". Input3 bestimmt die Anfangsposition eines musikalischen Objektes in der Zeitachse. Der Initialisierungswert ist am Anfang "0" , da das erste musikalische Objekt ab Zeitposition "0" abgespielt werden soll. Der konstante Pulswert (input2) wird zum aktuellen Positionswert addiert, damit die Anfangspositionen der nächsten musikalischen Objekte von tieferen Rekursionslevels in konstanten (input2)Abständen bleiben. Es ist möglich eine Liste von verschiedenen Pulswerten (Abständen) einzugeben. Das erste Element der

⁴Das kommt in einem parametrischen L-System vor, wo eine Zelle verschiedene zusätzliche Parameter haben kann (z.B.: (1 (1)) (1 (2)) etc.). Ein Parameter kann als Variation des gleichen musikalischen Objektes interpretiert werden. Das wird später erklärt.

⁵Die Position des ersten Elements einer Liste ist "0". Aus diesem Grund soll ein Objekt ab "0"-Parameter nummeriert werden. Das wird später im Zusammenhang mit dem Algorithmus von Hanspeter Kyburz für den dritten Satz von Cells erklärt.

3 Das Wachstumprinzip von L-Systemen in der Musik von Hanspeter Kyburz

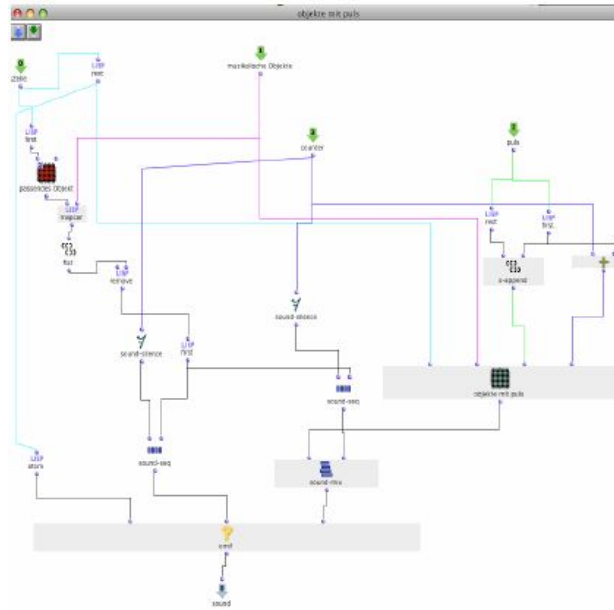


Abbildung 3.5: Patch: "objekte mit puls"

Pulsliste wird mit dem Positionswert (input3) addiert. Das Ergebnis wird an input3 der Funktion "objekte mit puls" weitergeschickt. Der Rest der Liste (input2) wird mit dem ersten Element zusammengefasst, sodass das erste Element des nächsten Levels das zweite der ursprünglichen Liste sein wird usw. Wenn die Generationenliste keine Elemente mehr enthält, wird die Rekursion beendet (siehe LISP-atom). In jedem Rekursionslevel wird dem Anfang eines ausgewählten musikalischen Objektes eine Pause der Dauer n hinzugefügt (siehe "sound-silence" → "sound-seq"). Nach Beendigung der Rekursion wird das letzte musikalische Objekt mit dem des vorigen Levels zusammengemischt (siehe "sound-mix"). Z.B.: wenn die Generationenliste 6 Elemente enthält: z.B. (1 1 2 1 1 2), wird dem Anfang des im tiefsten Rekursionslevel ausgewählten Objektes eine Pause von 1000 Millisekunden (falls der konstante Pulswert 200 Millisekunden ist) hinzugefügt. Da die Sequenz rückwärts konstruiert wird, fängt das Objekt des tieferen Levels mit der längsten Pause an. Seine Dauer ist genau die der gesamten Sequenz. Die weiteren Objekte höherer Levels werden praktisch in die Pause ihrer vorigen Sequenz (siehe "sound-mix") gemischt, so dass am Ende eine Sequenz ohne Pausenlücken ausgegeben wird.

3.1.1.6 Einfache Muster

In Abbildung 2.1 gibt es nur zwei Variablen, nämlich 1 und 2.

Die Sequenz des Quadrupels:

Variablen: 1 2

Konstanten: keine

Anfang: 1

Regeln: $1 \rightarrow 1\ 2$, $2 \rightarrow 1$

Ergibt:

| n | Generationen | Länge |
|---|---|-------|
| 0 | (1) | 1 |
| 1 | (1 2) | 2 |
| 2 | (1 2 1) | 3 |
| 3 | (1 2 1 1 2) | 5 |
| 4 | (1 2 1 1 2 1 2 1) | 8 |
| 5 | (1 2 1 1 2 1 2 1 1 2 1 1 2) | 13 |
| 6 | (1 2 1 1 2 1 2 1 1 2 1 1 2 1 1 2 1 1 2 1 1 2 1) | 21 |

Das musikalische Objekt für Variable 1 ist ein Schlag einer kleinen Trommel.

Das musikalische Objekt für Variable 2 sind drei schnelle Schläge eines Holzblocks. Da

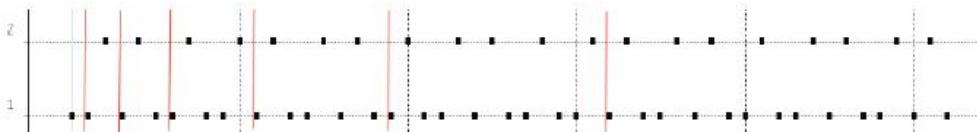


Abbildung 3.6: Die nicht gestrichelten Linien markieren die Segmente der Generationen; die gestrichelten Linien sind keine Synopse von metrischer Darstellung.

die Ersetzungsregeln des Algorithmus relativ einfach sind, ist die visuelle Synopse (Abbildung 3.6) sehr leicht beim Hören zu erkennen (Spur 1 in der beiliegenden CD, Dauer 0:15). Die Ergebnisstruktur ist zwar nachvollziehbar, aber uninteressant. Eine Möglichkeit wofür wäre die Struktur über Regeländerungen interessanter zu gestalten z.B.:

Variablen: 1 2

Konstanten: keine

Anfang: 1

Ersetzungsregeln: $1 \rightarrow 1\ 2$, $2 \rightarrow 1$

Regeländerung: $(5\ 1 \rightarrow 2, 2 \rightarrow 2\ 2\ 1)$, $(6\ 1 \rightarrow 1\ 2, 2 \rightarrow 1)$

Ab der fünften Generation ändern sich die Ersetzungsregeln für die Variablen 1 und

3 Das Wachstumsprinzip von L-Systemen in der Musik von Hanspeter Kyburz

2. Ab der sechsten Generation kehren die ursprünglichen Ersetzungsregeln wieder.

Ergebnis:

| n | Generationen | Länge |
|---|-------------------------------------|-------|
| 0 | (1) | 1 |
| 1 | (1 2) | 2 |
| 2 | (1 2 1) | 3 |
| 3 | (1 2 1 1 2) | 5 |
| 4 | (1 2 1 1 2 1 2 1) | 8 |
| 5 | (2 2 2 1 2 2 2 2 1 2 2 2 1 2) | 14 |
| 6 | (1 1 1 1 2 1 1 1 1 1 2 1 1 1 1 2 1) | 17 |

Es ist interessant zu sehen, dass die Länge der sechsten Generation kürzer als die des vorigen Beispiels ist. Das liegt daran, dass die Variable 2 sich wegen der Regeländerung der fünften Generation im Vergleich zu Variable 1 vermehrt hat, ab der sechsten Generation ersetzt sich jede 2 durch eine 1 (genau wie in der ursprünglichen Ersetzungsregel). Da es in der fünften Generation mehr 2en (die in der sechsten Generation nur durch eine einzige Variable ersetzt wird) als 1en gibt, ist die Liste der sechsten Generation trotz der wiederkehrenden Ersetzungsregel $1 \rightarrow 1$ $2, 2 \rightarrow 1$ kürzer.

Die visuelle Synopse dieses Algorithmus ist: Das Wachstum der 2er-Zellen im Gegensatz



Abbildung 3.7: Spur 2 in der beiliegenden CD

zu den 1er-Zellen ist sehr leicht zwischen Generation 4 und 5 zu hören. In Generation 6 drehen sich die Verhältnisse um: Zelle 2 pulsiert kürzer innerhalb längerer Passagen von Zelle 1. Die Passagen von Zelle 1 in Generation 6 sind im Verhältnis zu Zelle 2 in Generation 5 länger. Wäre die Regeländerung der sechsten Generation $1 \rightarrow 2$ $2 \rightarrow 1$ gewesen, gäbe es eine perfekte Spiegelung der fünften Generation, natürlich ohne weiteres Wachstum:

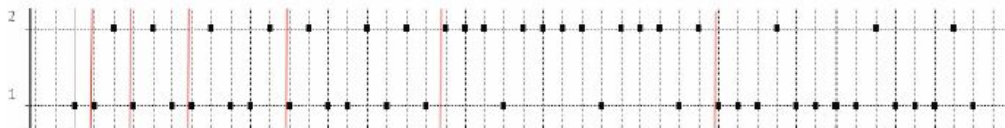


Abbildung 3.8: Spur 3 in der beiliegenden CD

3 Das Wachstumsprinzip von L-Systemen in der Musik von Hanspeter Kyburz

| n | Generationen | Länge |
|---|-------------------------------|-------|
| 0 | (1) | 1 |
| 1 | (1 2) | 2 |
| 2 | (1 2 1) | 3 |
| 3 | (1 2 1 1 2) | 5 |
| 4 | (1 2 1 1 2 1 2 1) | 8 |
| 5 | (2 2 2 1 2 2 2 2 1 2 2 2 1 2) | 14 |
| 6 | (1 1 1 2 1 1 1 1 2 1 1 1 2 1) | 14 |

In dieser Weise ist es möglich, verschiedene Muster zu konstruieren bzw. zu untersuchen. Ein interessant zu Hörendes Muster zu finden, hängt auch viel von den musikalischen Objekten ab. Um ein zufriedenstellendes Ergebnis zu erzielen, bedarf es vieler Übung und Erfahrung.

3.2 "Cells" (1993/94) von Hanspeter Kyburz

3.2.1 Der Algorithmus aus dem dritten Satz

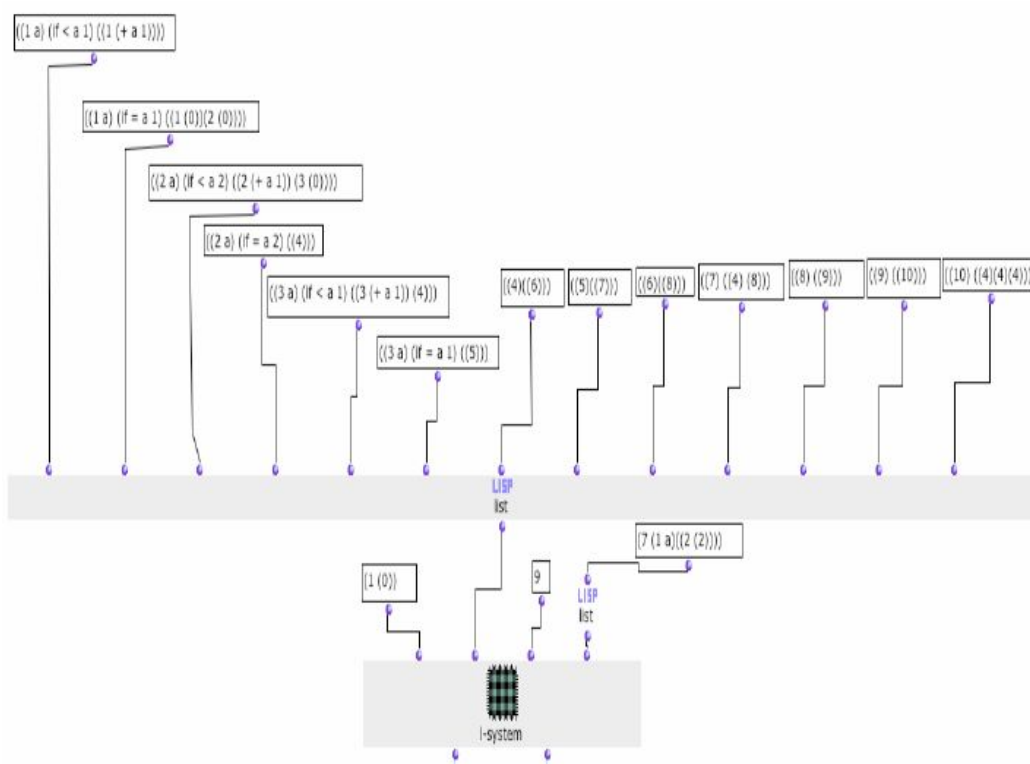


Abbildung 3.9: "Die Produktionsregeln von "Cells"; Spur 4 in der beiliegenden CD, Dauer 4:42

Die Ersetzungsregeln für die Variablen: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 lauten:

- 1(a) if (< a 1) → 1(1+ a 1)), 1(a) if (= a 1) → 1(0) 2(0))
- 2(a) if (< a 2) → 2(1+ a 1) 3(0)), 2(a) if (= a 2) → 4
- 3(a) if (< a 1) → 3(1+ a 1) 4), 3(a) if (= a 1) → 5
- 4 → 6
- 5 → 7
- 6 → 8
- 7 → 4 8
- 8 → 9
- 9 → 10
- 10 → 4 4 4

Anfang: (1 (0))

Regeländerung: (7 (1 (a)→(2 (2)))

Die Generationen sind:⁶

| n | Generationen | Länge |
|---|--|-------|
| 0 | (1) | 1 |
| 1 | (1) | 1 |
| 2 | (1 2) | 2 |
| 3 | (1 2 3) | 3 |
| 4 | (1 2 2 3 3 4) | 6 |
| 5 | (1 2 3 4 3 4 5 6) | 8 |
| 6 | (1 2 2 3 3 4 6 5 6 7 8) | 11 |
| 7 | (2 2 3 4 3 4 5 6 8 7 8 4 8 9) | 14 |
| 8 | (4 2 3 3 4 6 5 6 7 8 9 4 8 9 6 9 10) | 17 |
| 9 | (6 4 3 4 5 6 8 7 8 4 8 9 10 6 9 10 8 10 4 4 4) | 21 |

Kontextfreie L-Systeme enthalten Ersetzungsregeln, die auf eine Anfangszelle n-mal angewandt werden. Die Ersetzungsregeln ordnen dabei maximal einem Zeichen ohne Beachtung des Kontextes eine Ersetzung zu (siehe Abbildung 2.3). "Kontext" kann verschiedene bedeuten: z.B. dass eine Regeländerung ab einer bestimmten Generation zu einem Kontext-sensitiven L-System führt (siehe Abbildung 3.7) - da der Generationskontext eine Rolle bei der Produktion spielt. Ein anderes kontextsensitives L-System wäre z.B. wenn bei den Produktionen auch die Zellen oder Zellenfolgen vor oder nach der zu ersetzenden Zelle betrachtet werden. In dem obigen Beispiel verwendet Hanspeter Kyburz neben Regeländerungen auch parametrische L-Systeme. Das parametrische L-System ist eine Unterkategorie des kontextsensitiven L-Systems. Im parametrischen L-System werden zusätzlich zu einzelnen Zellen auch zugeordnete Ziffern betrachtet. Diese Parameter lassen sich nicht nur explizit in den Ersetzungsregeln verändern, sondern man kann auch konditionale Ersetzungsregeln erstellen, die nur ausgeführt werden, wenn bestimmte Bedingungen erfüllt sind.

Die erste Ersetzungsregel für die Zelle (1 (a)):

(1(a)) - if (< a 2)→1((1+ a))

(1(a)) - if (= a 2)→1(1) 2(0)

bedeutet: wenn der Parameter (a) der Zelle 1 kleiner als die Konstante 2 ist, wird die nachfolgende Ersetzung ausgeführt. Z.B.: für die Zelle (1 (1)) wird die Ersetzung (1(1+1))= (1 (2)) ausgeführt. Wenn der Parameter (a) der Zelle 1 gleich der Konstante 2 ist, wird die nachfolgende Ersetzung ausgeführt, nämlich: (1 (1)) (2 (0)). Also ist es durch das parametrische L-System möglich nach bestimmter Sequenzlänge einer Zelle das Wachstum zu ermöglichen.

⁶Die Zellen sind ohne ihren beiliegenden Parameter geschrieben.

3.2.2 Den Variablen zugeordnete musikalische Objekte

Kyburz interpretiert die Parameterwerte einer Zelle als Variationen eines musikalischen Objektes. Die nächsten Abbildungen zeigen die den Zellen 1 und 2 zugeordneten Objekte und ihre Variationen.

3.2.2.1 Das musikalische Objekt 1 (a)

Die Anfangszelle (1 (0)) referiert auf das folgende musikalische Objekt des Sopran- Saxophones:



Abbildung 3.10: Das musikalische Objekt: (1 (0))

Der Intervallvektor dieses Objektes enthält alle möglichen Intervallen der chromatischen Skala: (1 1 1 1 1 1). Der Intervallkern (1 3 2 oder 2 3 1) spielt eine bedeutende Rolle in der Harmonik des Satzes, ebenfalls ermöglicht er eine vielfältige Diastematik.

3.2.2.2 Variationen des musikalischen Objektes 1 (a)

Die erste Generation produziert eine Variation des der Zelle 1 zugeordneten musikalischen Objektes wie folgt:



Abbildung 3.11: Das musikalische Objekt: (1 (1))

Die Diastematik ändert ihre Richtung: Dem ersten Ton folgt ein tieferer Ton. Der Intervallvektor (1 0 0 0 1 1) des Objektes stellt einen unvollständigen Teil des Intervallkernes dar, daraus folgt eine reduzierte Anzahl von Tonhöhen (Intervallfolgen werden nicht wiederholt). Die Variation besteht also aus diastematischer Richtungsänderung und aus unvollständiger Darstellung des ersten Objektes. Die Intervallstruktur von 1 (1) impliziert eine Abkürzung (ohne das erste Intervall) des ersten Objektes, wodurch der unvollständige Intervallvektor (1 0 0 0 1 1) nur Tritonus, Quinte (oder Quarte) und kleine Sekunde (oder große Septime) ermöglicht. Im ersten Objekt waren die letzten zwei Intervalle Tritonus und Quarte. Dieses Mal wird es variiert auf Quarte und große Septime.



Abbildung 3.12: Die erste Variation des musikalischen Objektes: (1 (0))

Die zweite 1 (0) ähnelt dem ersten Objekt aus zwei Gründen:

- 1) der Intervallvektor ist wieder vollständig (1 1 1 1 1 1)
- 2) die Tonhöhenstruktur ist dieselbe.

Damit noch ein zusätzlichen Intervall innerhalb der genauen Dauer des ursprünglichen Objektes hineinpassen kann, wird die rhythmische Struktur symmetrisch unterteilt.



Abbildung 3.13: Die erste Variation des musikalischen Objektes: (1 (1))

Die nächste Variation von 1 (1) stellt die vollständige Tonanzahl des ursprünglichen Objektes 1 (0) neben einem unvollständigen Teil des Intervallkernes (1 0 1 1 1 0) dar. Die Richtung der Tonhöhenstruktur ist im Vergleich zu 1 (0) genau umgekehrt. Die Variation der Richtungsänderung bleibt ein beständiges Charakteristikum von 1 (1).

3.2.2.3 Das musikalische Objekt 2 (a)

Das von 1 unterschiedene Objekt 2 (0) taucht zum ersten Mal in der zweiten Generation auf (1 (1) 2 (0)).



Abbildung 3.14: Das musikalische Objekt: (2 (0))

Als Kontrast zu 1 besteht das Objekt (2) aus einer Gruppe von Instrumenten. Die

3 Das Wachstumsprinzip von L-Systemen in der Musik von Hanspeter Kyburz

Instrumente sind Flöte, Oboe, Klarinette (in B), Geige und Bratsche.⁷

Die Definition des musikalischen Objektes 2 (a) lautet:

1. Homorhythmische Zusammenklänge.
2. Die Akkorde überschreiten den Umfang von Oktave nicht.
3. Die höhere Stimme eines Zweiklages (außer der Oktave) wird immer oktaviert oder verdoppelt.
4. Die Streicher verdoppeln die Zweiklänge, die nicht Oktaven sind.
5. Zweiklänge (nicht Oktaven) bestehen immer aus: kleiner Sexte (große Terz) oder Quinte (Quarte).
6. Mehrere Ereignisse gleicher Intervallfolge von Quinten oder Quarten kommen nicht direkt nacheinander vor.
7. Die Dauer eines Objektes ist immer ein Dreivierteltakt.
8. Das Objekt besteht abwechselnd entweder aus 2 oder 3 Akkorden (oder Akkordgruppen).
9. Die Aufteilung der Akkorde (oder Akkordgruppe) im Objekt wird durch eine nachfolgende Pause gekennzeichnet.
10. Gruppen von 2 Akkorden (oder Akkordgruppen) im Objekt sind bezüglich eines Viertels im Takt nie synkopiert.
11. Der erste Akkord (oder Akkordgruppe) ist immer auf betonter Zählzeit.
12. Der zweite Akkord (oder Akkordgruppe) innerhalb einer Gruppe von 3 Akkorden (oder Akkordgruppe) im Objekt ist bezüglich eines Viertels im Takt immer synkopiert.

3.2.2.4 Variationen des musikalischen Objektes 2 (a)

Die nächste Variante 2 (1) von Objekt 2 ist durch die Aufteilung von drei Akkorden (oder Akkordgruppe) im Takt gekennzeichnet. Der erste Akkord kommt immer auf betonter Zählzeit. Der zweite ist synkopiert. Die letzte Akkordgruppe ist bezüglich des letzten Viertels im Takt nicht synkopiert.

Ähnlich wie das erste 2(0)- Objekt ist das zweite 2 (0) durch die Aufteilung von zwei Akkorden im Takt gekennzeichnet. Der Unterschied zur ersten 2 (0) ist der letzte Akkord, der dieses Mal keine Akkordgruppe ist. Der erste Zweiklang (nicht Oktaven) ist eine Quinte, danach kleine Sexte. Im ersten 2(0) waren sie erst Sexte danach Quinte (oder Quarte).

⁷In Abbildung 3.14 sind nur die Holzbläser notiert. (die Töne werden von den Streichern verdoppelt)

3 Das Wachstumsprinzip von L-Systemen in der Musik von Hanspeter Kyburz



Abbildung 3.15: Das musikalische Objekt: (2 (1))



Abbildung 3.16: Die erste Variation des musikalischen Objektes: (2 (0))



Abbildung 3.17: Das musikalische Objekt: (2 (2))

Die letzte Variante des 2 (a) - Objektes ist eine Mischung der zweiten und ersten Variation. Es sind drei Akkorde (oder Akkordgruppe) im Takt aufgeteilt. Die Akkordgruppe ist dieses Mal die Erste (im Gegenteil zu 2 (1)). Der rhythmische Wert der ersten Akkordgruppe ist dem ersten Akkord des ersten Objektes (2 (0)) entnommen: nämlich

Achtel.

3.2.2.5 Objektdefinition

Wichtig zu sehen ist die Wechselwirkung zwischen Objektdefinition und einem Kontrast. Ein Objekt wird vorsichtig variiert, dennoch bleibt mindestens ein Merkmal erhalten. Je differenzierter eine Objektdefinition ist, desto klarer wird es, wie man einen "Kontrast" dagegen stellt. Um zwei kontrastierende Objektdefinitionen aufzustellen darf sich das essentielle Charakteristikum der einen Objektdefinition nicht mit dem der anderen überschneiden.

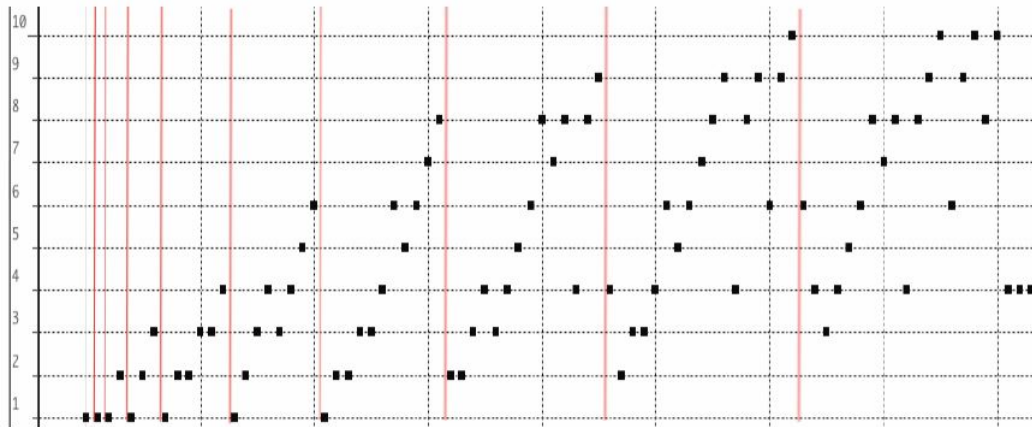


Abbildung 3.18: Die visuelle Synopse des Algorithmus (9 Generationen) des dritten Satzes von "Cells"

Literaturverzeichnis

- [1] F. Richard Moore: *Elements of Computer Music*, University of California San Diego (1990)
- [2] John Strawn: *Foundations of Computer Music*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London England (1988)
- [3] Curtis Roads: *The Computer Music Tutorial*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London England 1996)
- [4] Prezemyslaw Prusinkiewicz und James Hanan: *Lindenmayer Systems, Fractals and Plants*, Springer-Verlag 1989)