

Reinhold Friedl

Spielarten mathematischer Verfahren

Ausdrucksverlust oder Neusetzung von Ausdruck?

1 in: Anton Webern, *Der Weg zur Neuen Musik*, Wien 1960. ↑

2 aus: *Contemporary Composers on Contemporary Music*, G. Schwart u. B. Childs (Hrsg.) New York 1967. ↑

3 Theodor W. Adorno, *Einleitung in die Musiksoziologie*, Frankfurt/Main 1962, S. 216 ff. ↑

4 ebenda. ↑

5 Eduard Hanslick, *Vom Musikalisch-Schönen*, Leipzig 1854. ↑

6 Jean-Claude Risset, *Die musikalischen Möglichkeiten des Computers, theoretisch und praktisch: über die Möglichkeiten der Klangerzeugung durch Computer*, in: *Teilton 3*, Kassel 1980, S. 16. ↑

7 Ernst Bloch, *Das Prinzip Hoffnung*, Frankfurt a. Main 1959, Bd. III, S. 1260. ↑

8 Iannis Xenakis, *Formalized Music*, Indiana University Press,

Lange Zeit waren mathematische Betrachtungen in der Musik auf Akustik und damit auf mehr oder minder mystisch oder religiös eingefärbte Betrachtungen von Tonsystemen beschränkt, die der Musik zugrunde liegen. Diese entfernten sich übrigens oftmals herzlich weit und erstaunlich unbekümmert von den realen Musikpraktiken. Erst mit der Entwicklung der Zwölftonmusik ereignete sich jener folgenreiche und komplexe Schritt, der es der Kompositionstheorie ermöglichte, konkrete und positiv definierte Kompositionsverfahren zu konstituieren. Begriffe wie »Logik« zogen in den Diskurs über Musik ein und Komponisten träumten von einer fruchtbaren Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Kunst, wie etwa Anton Webern von einer »Algebra«, der er seine Harmonik anvertrauen könne und die er zu »einer Zeit in der es vielleicht keinen Unterschied mehr zwischen Wissenschaft und inspiriertem Schaffen«¹ geben wird, hoffte kennenzulernen. Oder wie etwa Xenakis' Vorbild Edgard Varèse formulierte: »an der Schwelle zur Schönheit wirken Wissenschaft und Kunst zusammen«². Nur vor diesen Hintergründen läßt sich verstehen, welche Rolle konstruktive, der Mathematik entlehnte Verfahren in der Neuen Musik spielten und in der zeitgenössischen Musik spielen.

Der Spielarten aber entstanden viele – augenfällig aber der deutliche Funktionswechsel in der Musik, der direkte Bezüge musikalischer Ereignisse zu emotionalen Zuständen über Bord warf und musikalische Dramaturgie als allgemeingültiges Konzept in Frage stellte. Interessanterweise psychologisierte Adorno die Überpointierung formalistischer Aspekte und wertete damit den Verzicht auf eine subjektive Ausdrucksebene selbst wiederum als Ausdruck: »Das Gefühl, nichts lasse sich ändern, hat die Musik befallen. Immer weniger erfährt sie sich selbst als Prozeß, immer mehr gefriert sie [...] zur Statik. Die totale Determination, die kein selbständig seiendes Einzelnes ihr gegenüber mehr duldet, ist auch ein Verbot des Werdens.«³

Stockhausens *Kreuzspiel* oder Boulez' frühe Klaviersonate und selbst Cages deterministische Versuche in den frühen Fünzigern protegieren eine aus der Konstruktion resultierende musikalische Statik, die nicht nur den Ausdruck, nicht entfernt, so zumindest objektiviert, sondern auch die Unterschiede zwischen den Künsten nivelliert, indem sie vom Material abstrahiert. Musik kann kristallartige, an komplexen Symmetrien orientierte Strukturen annehmen; den wesentlichen Aspekt – ihre Existenz in der Zeit – wird im Extremfall zur

Bloomington USA, 1971. ↑

Nebensache.

9 Theodor W. Adorno, a.a.
O., S. 214 f. ↑

Andererseits erscheint es bemerkenswert, daß eine erstaunliche Anzahl wichtiger Komponisten dieses Jahrhunderts über eine im weitesten Sinne technische oder mathematische Ausbildung verfügten: Boulez, Lutoslawski, Stockhausen, Schönberg (als Bankangestellter), Xenakis, Ives, um nur ein paar zu nennen. Man mag dies nicht nur als Zeichen von Mathematisierung der Musik lesen, sondern auch bedenken, daß diese Komponisten, abgesehen von ihren musikalischen Fähigkeiten, den immensen Vorteil hatten, mit formalen Strukturen vertraut zu sein, um – diesmal freilich abhängig von ihren musikalischen Fähigkeiten – musikalisch sinnvolle strukturelle Kompositionstechniken zu entwickeln.

10 Beiden Komponisten
danke ich für ausführliche
Gespräche zur Thematik. ↑

Adorno, dessen eigenes kompositorisches Werk ja zeigt, daß er solchen Techniken keineswegs grundsätzlich abhold war, skizzierte in seiner Polemik gegen den Serialismus als neuem Paradigma bereits die wesentlichen Aspekte einer grundsätzlichen Kritik, die heute vielleicht bereits Qualitätskriterien – man erinnere sich an Schönbergs berühmtes Wort: »Die Betonung liegt auf Komposition, nicht auf Zwölfton!« – umreißen: »Der Hang zum Basteln, der mit einer für die ältere Generation rätselhaften Unwiderstehlichkeit auch die Begabtesten unter den Jungen ergriff, ist selbst eine allgemein gesellschaftliche Verhaltensweise, der Versuch des Sensoriums, dem vollständig Entfremdeten und dinghaft Verhärteten paradox sich anzupassen. Er ist verwandt dem Sozialcharakter der Kinder, die, ehe sie schreiben und lesen lernen, mit Autos Bescheid wissen; gewitzt und regressiv in eins. Ist der heute frisch-fröhlich vordringende Positivismus ihrer selbst unbewußte Verzweiflung, dann tendiert objektive Verzweiflung als Dauerzustand zum positivistischen Betrieb pseudowissenschaftlichen Schlages.«⁴

11 Vgl. Gregory J. Chaitin,
*Zahlen und Zufall –
Algorithmische
Informationstheorie/
Neueste Resultate
über die Grundlagen
der Mathematik*, in:
*Naturwissenschaftliches
Weltbild*, H.-C. Reichel, E.
Prat de la Riba (Hrsg.), Wien
1992. ↑

II

Bemerkenswerterweise liegt der mathematischen Musikwissenschaft, einer sich noch in den Kinderschuhen befindlichen Disziplin, die gleiche Annahme zugrunde, die in unserem Jahrhundert die Kompositionstechniken stark beeinflusste, aber kaum als so selbstverständlich hingenommen werden sollte, wie es üblich ist: die Auffächerung eines akustischen Ereignisses in physikalische Parameter; etwa: Ton gleich Zahlen-Tripel aus Tonhöhe, Einsatzzeit und Tonlänge. Dieses Modell läßt sich freilich durch weitere Parameter wie Klangfarbe, Artikulation, Lautstärke oder Hüllkurvenverlauf beliebig verfeinern. Eduard Hanslick hatte bereits im 19. Jahrhundert gewarnt, diese Parameter-Darstellung für vollständig zu halten und argumentierte mit der Aristoteles'schen Idee, daß das Ganze mehr sei, als die Summe seiner Teile, mithin ein einzelner Ton qualitativ anderes, als die Gesamtheit seiner Parameter⁵. Und durch neuere musikpsychologische und physikalische Experimente, die zeigen, daß die Wahrnehmungen von Tonhöhe und Lautstärke oder etwa Klangfarbe und Tonhöhe keineswegs unabhängig voneinander sind, erhielt Hanslick unerwartete Unterstützung. Ohne die Parameter-Denkweise, die ja bereits von der Darstellungsweise unseres Notationssystems nahegelegt wird, wäre aber weder die Zwölfton-Musik, noch

die Entwicklung serieller Musik denkbar gewesen. Der französische Komponist und Physiker Jean-Claude Risset integrierte 1969 in sein Tonbandstück *mutations* mehrere bis zu einminütige Glissandi, die scheinbar stetig steigen (oder fallen) und schneller werden, dabei einen relativ eng begrenzten Tonhöhenrahmen aber nicht verlassen. Er schrieb dazu: diese »psychoakustischen Paradoxa sind mehr als nur synthetisch verfertigte Kuriositäten sie spiegeln die Art wieder, in der wir Tonhöhe wahrnehmen. In besonderen Fällen (z.B. Tonhöhen mit Oktaven) gliedert sich die Tonhöhe in zwei Komponenten: ein Kernelement, das zur Höhenkategorie in Beziehung steht, und ein Streuelement, das in Beziehung zum Spektrum und damit zur Klangfarbe steht. Die Paradoxa kommen zustande, indem man die physikalischen Entsprechungen dieser Elemente, die üblicherweise in Beziehung zueinander stehen, unabhängig voneinander manipuliert. Im erwähnten Fall können wir die »tonale« und die »spektrale« Tonhöhe unabhängig voneinander steuern.«⁶ Trotzdem ermöglichte die Parametrisierung musikalischer Ereignisse eine Fülle theoretischer Überlegungen und kompositorischer Techniken, wie die ganze Bandbreite serieller Verfahren, die neben Tonhöhen nicht nur Artikulation, Dynamik oder Tondauern in Reihen organisierten. Ein Großteil »mathematischer« Kompositionsverfahren beruhen auf dieser Idee, direkt akustische Eigenschaften zu manipulieren.

Schönbergs »Methode der Komposition mit zwölf Tönen« war die effizienteste Möglichkeit, die Vorrangstellung eines Tones, mithin tonale Bezüge, zu vermeiden. Radikal neu aber war auch der Universalitätsanspruch dieses Kalküls, den nie vorher ein anderes System beansprucht hatte, Grundlage für alle neue Musik werden zu wollen. In der Musikgeschichte hatte es zwar zahlreiche explizit selbstbeschränkende Vorgaben gegeben, die aber lediglich form- oder gattungsspezifisch waren, wie etwa in den Rätselkanons der Niederländer oder den barocken imitatorischen Formen. Die Alleingültigkeit aber, die die Zwölftontechnik als musikalisches Kompositionsverfahren beanspruchte, hatte nie ein anderes System für sich beansprucht. Und daß somit eine explizite Kompositionstheorie vor den Musikstücken existierte, und nicht, wie etwa die Theorie der Fugentechnik oder der Sonatenhauptsatzform, erst im Nachhinein entstand, um bereits vorhandene Phänomene zu beschreiben, war ein musikgeschichtliches Novum: es ist ein erstaunliches Überholmanöver, wie da die Theorie an dem real erklingenden Musikwerk vorbeizog und sich plötzlich in der Vorreiterposition wiederfand.

Mit der seriellen Musik aber, in der im extremsten Falle sämtliche Parameter in Reihen durchorganisiert waren, tauchte der entscheidende Fragenkomplex auf. Verursacht war er durch die Verschiebung der musikalischen Phantasie, die sich nun im extremsten Falle auf die Vorgabe einer einzigen musikalischen Gestalt beschränkte – etwa eine Reihe oder eine Kombination verschiedener Parameter-Serien – und auf den Entwurf eines Rechenkalkül, einer musikalischen Algebra, die das Material zur Komposition formt: Ist das Rechenkalkül musikalische Idee und wie äußert es sich im Klang? Führt es nicht zu musikalischem Atomismus und gleicht der Komponist nicht plötzlich jenem Schöpfer, der nur die Kugeln in Schwung versetzt, um in ihren Lauf nicht mehr einzugreifen? Ob solche Musik nicht zum musikalischen Mobile, zu

ausdruckslosem Glasperlenspiel oder gar zu »Melos ohne Ich schlechthin«, zu »Gesetzesmusik«⁷ verkomme? Die dahinter verborgene Frage lautet aber, in welchem Maße ein Kompositions-System, das einem Werk zugrunde gelegt ist, dieses determiniert. Und das ist nicht nur von Werk zu Werk, sondern auch von Komponist zu Komponist und gar von Reihe zu Reihe verschieden. Die Lehrmeinung lautet, daß Weberns in sich bereits symmetrische Reihen Materialcharakter tragen, Schönbergs zur Melodie tendieren, die Reihen in Nonos Spätwerk hingegen zu Offenheit.

Der Musikwissenschaftler Allan Forte entwickelte ein System zur Kategorisierung vorgegebener Reihen nach den Intervallkonstellationen, die sie ermöglichen – nach dem intervallischen Potentialis der Reihen also – und erzielte nicht nur bei der Analyse Schönbergscher Musik überraschendste Ergebnisse: in einem Großteil der Werke sind Intervallvorrat und -präferenzen der verwendeten Reihen völlig identisch, womit die Schönbergsche Methode plötzlich in die Nähe statistischer Kompositionsmethoden rückt, wie sie Xenakis oder Lutoslawski in den sechziger Jahren entwickelten. Denn wenn Septimen, Primen und Quartan aufgrund der Konstellation einer Reihe um ein vielfaches häufiger auftreten müssen, als alle anderen Intervalle, so ist durch das System nicht Melodie determiniert, sondern eine Häufigkeitsverteilung, die ein charakteristisches Klangbild erzeugt. Die Hauptbeschäftigung einer Generation von Musikwissenschaftlern, die sich in der Nachfolge Leibowitz' damit befaßten auf unterschiedlichste Art und Weise (je nach Transposition, Umkehr, Spiegel, oder Krebsform der Reihen) immer wieder bis zwölf zu zählen, dürfte damit endgültig der Vergangenheit angehören. Ist doch die Frage, was die kompositionsspezifischen Parameter-Algebren überhaupt festlegen, für weite Bereiche dieser Musik immer noch völlig unbeantwortet. Luigi Nonos persönliche, überaus offene serielle Arbeitsweise verweist angesichts der dramaturgisch plazierten c-Moll-Dreiklänge in seinem *Canto sospeso* in fast brutaler Art und Weise darauf.

Adorno hatte mit seinem obigen Zitat in Bezug auf eine spezielle musikhistorische Entwicklung sicherlich nicht unrecht, und doch sind seine Äußerungen, die sich damals auf die serielle Darmstädter Schule bezogen, nicht durchweg auf heute gebräuchliche strukturelle Verfahren anwendbar. Die Tendenz, der Mathematik entlehnte Kalküle als kompositorisches Werkzeug – und das heißt heutzutage meistens: den Computer – einzusetzen, muß keineswegs zwingend kompositorische Entscheidungen delegieren.

Das klassische Beispiel ist wohl Xenakis' Idee, stochastische Methoden in die Kompositionstechnik zu integrieren, die aber nicht zufällig irgendetwas entscheiden, sondern lediglich dazu dienen, eine Menge akustischer Einzelereignisse so zu strukturieren, daß ihre Gesamtheit einer kompositorischen Idee gerecht wird. Nehmen wir als Beispiel ein Orchester-Klangfeld, daß aus kurzen Einzeltönen bestehen soll, deren Tonhöhe nur in dem Sinne wesentlich ist, daß als Höreindruck eine festgelegte Bandbreite erreicht werden soll. Will ein Komponist derlei in ein Werk integrieren, so kann er zwischen der Möglichkeit wählen, nächstelang am Papier eine gleichmäßige Tonhöhenverteilung zu ersinnen und der Zuhilfenahme einer Rechenmaschine,

die nach einer vorgegebenen Verteilung, die Tonhöhen auf die Instrumente verteilt. Für das Resultat wird die Wahl des Weges nicht wesentlich sein. Und die zugrunde liegende kompositorische Entscheidung ist eine summative Entscheidung, die eine gewisse lokale Textur will. Der musikalisch interessante Aspekt dieser Verfahren ist mithin, daß sie nicht ein Einzelereignis als Einzelereignis bestimmen, sondern auf Gruppen akustischer Elemente strukturierend zugreifen.

Xenakis beschreibt sein Konzept »stochastischer Musik« und die Anwendung des Zufalls in der musikalischen Komposition »als zielgerichteten (>stochos« = Zweck, Ziel) Umgang mit (Ton)Mengen unter Zuhilfenahme statistischer Methoden«⁸. Das klang freilich damals spektakulärer, als es Xenakis' pragmatische Verwendung von Zufallsverteilungen in Wirklichkeit war. Wie oben angedeutet, wird Zufall konstituierend für eine bewußt gewollte Textur. Deshalb ist diese Methode präziser als *Wahrscheinlichkeitsmusik* bezeichnet, schließlich würde das gewünschte Resultat nicht entstehen, geschähe das Unwahrscheinliche: würde sich eine strikte Ordnung, im Extremfall etwa immer der gleiche Ton, unisono in allen Instrumenten oder die immergleiche Kombination von einzelnen Tönen einstellen. Deshalb schließt Lutoslawski, wenn er mit solchen Verfahren arbeitet, vorher immer den negativsten Fall aus, um so das Feld der Möglichkeiten einzugrenzen und zu überblicken. Xenakis' theoretische Schlußfolgerung, derart strukturierte Werke als für sich existente Ideen und jede Aufführung, beziehungsweise jede per Zufallsgenerator errechnete Version, nur als eine mögliche Erscheinungsform des Werkes zu betrachten, ist einleuchtend, da die Zufälligkeiten derartig klar nach musikalischen Gesichtspunkten abgesteckt sind, daß ein Identitätsverlust der Werke ausgeschlossen ist. Ein Maler, der ein Bild aus monochromen Flächen aufbaut, auf deren innere Strukturen, etwa die Pinselführung im Präzisen, es nicht ankommt; oder besser: nur in dem Sinne ankommt, daß sie unregelmäßig gearbeitet sind, verwendet im Wesentlichen das gleiche Verfahren. Und vielleicht bewegt sich solche Musik in Analogie zum Abstrakten Expressionismus in der Malerei in Richtung einer Objektivierung des Ausdrucks.

Doch auch hier hatte Adorno bereits 1962 die Kritik formuliert: »Im Verhalten des kompositorischen Subjekts in der jüngsten Musik aber reflektiert sich die Abdankung des Subjekts. Das ist der Schock, den sie bereitet, ihr gesellschaftlicher Stachel: der unaussprechliche Inhalt verbirgt sich im formalen Apriori, der technischen Verfahrensweise. Das Allgemeine der Struktur produziert das Besondere ohne Rest aus sich heraus und verneint es dadurch, So gewinnt die Rationalität ihr Irrationales, das katastrophisch Blinde. [...] der Vorrang des Ganzen, der »Struktur«, macht sich gleichgültig gegen die Materialien. Das Drohende und Schreckhafte rührt daher, daß die vollkommene Integration dem Integrierten hart angetan wird, Herrschaft, nicht Versöhnung.«⁹

Adornos Rede war aber vermutlich auf streng deterministische Kompositionsverfahren gemünzt. Zum einen ist es nämlich mittlerweile durchaus gebräuchlich, mathematische Verfahren zur Mikrostrukturierung zu verwenden, um etwa einen »Widerstand des Materials« zu erzeugen, wie es in

jüngerer Zeit Jakob Ullmann in einigen seiner Kompositionen getan hat, oder offene Verfahren zu verwenden, die sich in einer Art Feedback mit der endgültigen Komposition und dem Gestaltungswillen des Komponisten erst im Arbeitsverlauf etablieren, wie es in der jüngeren Generation etwa Hanspeter Kyburz tut¹⁰. Zum anderen aber kann die dem Material »hart angetane Herrschaft« einen ganz neuen Aspekt der Musik zeitigen, den man mit Blick auf Tom Johnsons »logische Musik« konzeptuell nennen könnte. Musik, die etwa in stoischer Gleichförmigkeit völlig durchschaubare Permutationen einer kurzen Tonfolge durchexerziert, tut nichts anderes, denn ihre eigene Gesetzmäßigkeit offenzulegen, und mündet freilich, in ihrer Verwandtschaft zu Klanginstallation und ihrem völligen Verzicht auf Dramaturgie, in einen gänzlich anderen Musik-Begriff. Abgesehen von meditativen Aspekten macht sich hier die Musik das »Irrationale der Rationalität« bewußt zueigen, stellt es geradezu hervor, thematisiert das »katastrophisch Blinde«. Die Adornosche Kritik wird gewissermaßen in die Ausdrucksebene dieser Musik integriert und genau in diesem Sinne wird sie von einem kritischen Konzept getragen; ist andererseits aber, als zur Schau gestelltes Verfahren, extrem von ihrer Aufführungssituation abhängig und muß sich der Frage stellen, inwieweit sich zwei Stücke dieser Machart in ihrem Gehalt zu unterscheiden vermögen.

Das schöne Wort »algorithmische Komposition« wurde auf genau solch eine Reduktion des Komponisten als einen In-Bewegung-Setzer angewandt, der nämlich einen determinierten Ablauf – den Algorithmus – vorgibt, der, angewendet auf eine wie auch immer geartete musikalische Eingabe, das vollständige Musikstück errechnet. Freilich ist die typische Aufgabe einer Musikhochschul-Aufnahmeprüfung, einen vorgegebenen Dreiklang nach vorgegebenem Muster irgendwohin zu modulieren, nichts anderes. Der in diesem Feld profilierteste Komponist, der Stockhausen-Schüler Clarenz Barlow, hat zahlreiche Stücke auf diese Weise mit eigens dafür geschriebenen Computerprogrammen – die Außenstehenden ihrer Natur nach nur schwer einsichtig sind – komponiert. Daß sich diese Musik erneut dem Vorwurf ausgesetzt sieht, nur musikalisches Mobile oder Glasperlenspiel zu sein und auf psychologische Ausdrucksebenen zu verzichten, ist naheliegend, wenn man sich den Arbeitsgang des Komponisten vor Augen hält, jedoch keineswegs zwingend: Ist doch neben der musikalischen Eingabe dieses verarbeitende Programm zentraler Teil der Komposition und wohl nur in den seltensten Fällen entstanden die Programme a priori ohne im Kompositionsprozeß verschiedenen Eingaben ausgesetzt zu werden und sich in einer Art Feedback mit diesen zu entwickeln. Ob solche Musik neue ästhetische Bewertungskriterien zeitigt, die weniger vom Klangergebnis, als von dem philosophischen Konzept, das das Kalkül prägte (oder gar nach den geistigen Anforderungen des Kompositionsverfahrens) abhängen, mag offen bleiben. Immerhin aber hatte sich schon Bach, obgleich eine Fuge keine streng algorithmische Form ist, einen Spaß daraus gemacht, Fugenanfängen von Kollegen zu lauschen, um vorauszusagen, was in den noch ausstehenden Themendurchführungen an kontrapunktischen Raffinessen möglich sei.

Und wieder taucht die Frage auf, in welchem Ausmaße die Verwendung von Algorithmen das musikalische Ergebnis beeinflusst. Sicherlich hängt dies von

zweierlei ab, nämlich vom musikalischen Definitionsbereich des Algorithmus', das heißt, welche akustischen Ereignisse in welcher Art durch ihn bestimmt werden, zum zweiten aber, von der Machart des Algorithmus. Schließlich kann ein Algorithmus, der ja nur aus Manipulationsvorschriften für Eingangswerte besteht, völlig unterschiedliche Komplexität besitzen. In der Mathematik befaßt sich seit Mitte der sechziger Jahre ein von Chaitin und Kolmogoroff ins Leben gerufenes, spezielles Fachgebiet, die *Algorithmische Informationstheorie*, mit der Frage der Komplexität, d.h. dem »Informationsgehalt« des Bildungsgesetzes.¹¹ Denn schließlich läßt sich, auf die Musik übertragen, jegliche Musik, von einer Beethoven-Symphonie bis hin zu einer Cageschen Zufalls-Komposition als Algorithmus auffassen. Ein für die musikalische Applikation sicherlich wesentliches Kriterium aber spielt die Vorhersagbarkeit des Ergebnisses, denn selbst bei Cages »freiesten Kompositionen« ist trotz – oder gerade aufgrund – seiner intelligenten Anwendung des Zufalls das Resultat, genauer: die Spannbreite der möglichen Resultate, genauestens bestimmt.

Eine andere Funktion erhalten strukturelle Vorgaben etwa in jener Konstitution eines »Spannungszustandes mit dem Material« oder gar von »Widerstand des Materials«, wie Jakob Ullmann formuliert und kompositorisch realisiert, wenn er etwa Entscheidungen über rhythmische Mikrostrukturen an ein selbst erstelltes Computerprogramm delegiert. Allerdings, und das ist ein ganz wesentlicher Zug dieser Arbeitsweise, wird nicht das einmal geschriebene Programm akzeptiert, sondern es stellt sich eine Art Schwingkreis zwischen kompositorischen Eingriffen und Programmieren ein, das ja selbst wiederum kompositorischer Eingriff ist. Vereinfacht gesagt ist das Werk beendet, wenn ein Gleichgewichtszustand erreicht ist. Ullmann selbst hält diese Verfahren für derart nebensächlich in Bezug auf die entstandene Komposition, daß er auf eine Dokumentation der Spuren der maschinellen Hilfe, die aus dem Stück selbst ohnehin nicht mehr rekonstituierbar sind, verzichtet. Das einzige, wo sich diese Arbeitsweise noch versteckt andeutet, ist in poetisch-mathematischen Titeln wie *Aleph Null*, dem Cantorschen Namen für die Mächtigkeit der Natürlichen Zahlen, der aber schlichtweg nichts mit den angewendeten Kompositionstechniken zu tun hat.

Zu einer ähnlichen Feedback-Arbeitstechnik führen die von Hanspeter Kyburz verwendeten mathematischen Generierungs-Verfahren, die nichts weiter tun, denn einer Zahlenkette die nächste zuzuordnen und die damit derartig offen sind, daß sich jeder nachträgliche kompositorische Eingriff durch geringfügige Modifikation der Zuordnungsvorschrift sofort wieder in das Computer-Programm integrieren läßt. Sie gehen damit einen wesentlichen Schritt weiter, lösen sich nämlich vollständig von einer Parameterbetrachtung. Schließlich erlaubt der Zahlen-Output des Programms, die Zahlen völlig frei definierbaren musikalischen Objekten zuzuordnen wie etwa einer Flöten-Phrase oder einem Cello-Pizzicato. Und auch die Art der kompositorischen Verwendung ist völlig frei. So lassen sich etwa neu generierte Zahlenstrukturen sukzessive als Platzhalter für instrumenten-gekoppelte Gestalten übereinanderschichten und so zu einem organischen Aufbau führen oder etwa, aneinandergelagert, die Abfolge der metrischen Einheiten bestimmen, zwei Möglichkeiten, die Kyburz in

seiner Komposition *Cells* für Saxophon und Ensemble verwendet. Von weitreichender Folge wird hier der Akt des Benennens, die Zuordnung zwischen Struktur und musikalischem Material.

Die Spannbreite der deterministischen Verfahren ist also immens, hängt nicht nur von der Struktur des Verfahrens selber, von seiner Komplexität und damit seinen Freiheitsgraden, ab, sondern in noch viel größerem Maße von seiner lokalen oder globalen Verwendung in einer Komposition, von der Zuordnung zu akustischen Parametern oder musikalischen Objekten, oder gar, wie bei Tom Johnson, von der Rekursion seiner selbst zum Material. Allein die kompositorische Verwendung eines mathematischen Formalismus sagt schlichtweg noch gar nichts über die damit erzeugte Musik. Und keinesfalls zu vernachlässigen ist die Tatsache, daß es dem Komponisten völlig frei steht, den Formalismus in Abhängigkeit von den Zuordnungen und diese wiederum in Abhängigkeit von den strukturellen Vorgaben zu ändern und irgendwo in dem so entstehenden Schwingkreis einen Gleichgewichtszustand anzustreben.

Mathematische Verfahren sind in der heutigen Kompositionspraxis ein längst in allen Spielarten weit verbreitetes Mittel, sei's auch nur, um mit Hilfe von Zahlenstrukturen akustische Eigenheiten des Materials festzulegen. Ein frappant einfaches Beispiel ist die von Georg Katzer in seinem Tonbandstück *Steine-Lied* angewandte Idee, für alle ausschließlich synthetisch erzeugten Klänge des Werkes Primzahlen-Frequenzen zu verwenden, und somit zueinander in harmonischem Verhältnis stehende Klänge völlig auszuschließen.

Helmut Lachenmann, der, obwohl er diesen Aspekt seiner Arbeit nie betont, gerne auf recht freie Art und Weise mit sozusagen spontanen Permutations-Techniken arbeitet, die er auf verschiedenste Strukturebenen anwendet, äußerte gegenüber Hanspeter Kyburz, (dem ich diesen Hinweis verdanke) daß es letztendlich vielleicht doch nur darauf ankäme, mit derlei formalen Hilfsmitteln den zerebralen Neuronenstrom zu aktivieren. Das Warming-up des modernen Komponisten gewissermaßen...

Weitere Literatur

Adorno, *Philosophie der Neuen Musik*, Frankfurt 1976, insbesondere zum technischen Kunstwerk S. 70 ff

Gregory J. Chaitin, *Zahlen und Zufall. Algorithmische Informationstheorie/Neueste Resultate über die Grundlagen der Mathematik*, in: *Naturwissenschaft und Weltbild*, H-Ch. Reichel u. E. Prat de la Riba (Hrsg.), Wien 1992 (hervorragende populärwissenschaftliche Darstellung)

Peter Manning, *Electronic music*, New York 1985, besonders Kapitel *Cologne and Elektronische Musik* mit Analysen der Konstruktionsverfahren in Stockhausens Tonbandkompositionen Studie I und II

Ernest Ansermet, *Die Grundlagen der Musik im menschlichen Bewußtsein*, München 1985

Guerino Mazzola, *Geometrie der Töne – Elemente der mathematischen Musiktheorie*, Basel 1990

R. Wille und H. Götze (Hrsg.), *Musik und Mathematik*, (Karajan-Symposium, Wien), Berlin 1985

Kunstforum Bd. 121, *Das neue Bild der Welt – Wissenschaft und Ästhetik*, 1993