

Iannis Xenakis

WANDERUNGEN DER MUSIKALISCHEN KOMPOSITION



Iannis Xenakis

Universen der Musik

Die Universen der Musik — klassische, zeitgenössische, poppige, folkloristische, traditionelle, avantgardistische, etc. — scheinen Einheiten in sich selbst zu bilden, die manchmal geschlossen sind. Manchmal einander durchdringen. Sie sind faszinierend vielfältige Erscheinungen, die differenziert und ätherhaft wie Wolken in kontinuierlicher Formation und Transformation dahinfließen, reich an neuen Schöpfungen, aber auch voll von Versteinerungen, Ruinen und Abfällen. Dies wird durch die Behauptung erklärt, daß Musik ein sozio-kulturelles Phänomen ist, das einem gegebenen Zeitpunkt in der Geschichte zugeordnet ist. Allerdings kann man Teile unterscheiden, die mehr statisch sind als andere und daher Materialien von Härte und Konsistenz herausbilden, die aus verschiedenen Epochen von Zivilisationen resultieren. Materialien, die sich im Raum bewegen und von Ideenströmen geschaffen geschleudert und gelenkt werden, die sich aneinander reiben, sich beeinflussen, einander vernichten und befruchten.

Aber aus welcher Substanz sind diese Materialien entstanden? Diese Substanz ist die auf gewisse Art kristallisierte menschliche Intelligenz: Intelligenz, die auf allen Ebenen sucht, fragt, unterbricht, aufdeckt und vorausschaut. Musik und die Künste im allgemeinen scheinen grundsätzlich eine Verdichtung dieser Intelligenz zu sein. Freilich wird diese Intelligenz, obwohl ein universelles Phänomen, im Individuum diversifiziert und zwar durch das Talent, durch das ein Individuum sich von den anderen distanziert.

Talent ist daher eine Art Qualifikation, eine Steigerung der Kraft und des Reichtums an Intelligenz. Denn Intelligenz ist im Grunde das Ergebnis eines milliardenfachen Austauschs an Reaktionen und Energietransformationen, von Gehirn und Körperzellen. Wenn man die Astrophysik als Bild nimmt, könnte man sagen: die Intelligenz ist die Form, die aus minimalsten Zellenbewegungen und -kondensationen resultiert, vergleichbar den Teilchen der Sonnen, der Planeten, der Galaxien und der Galaxieschwärme, die aus dem kalten interstellaren Staub hervorgegangen oder dorthin zurückgekehrt sind. Dieses Bild erfährt allerdings auch seine Umkehrung (zumindest auf einer Ebene), denn dieser kalte Staub kondensiert und erhitzt sich, im Gegensatz zur Intelligenz, die ein "kaltes Ergebnis" des Austauschs "heißer" Gehirn- und Körperzellen darstellt — sie ist ein "kaltes Feuer".

Daraus geht hervor, daß Musik ein starker Kondensator ist, vielleicht ein noch stärkerer als die anderen Künste. Aus diesem Grunde habe ich einen tabellarischen Vergleich zwischen bestimmten Errungenschaften der Musik und einigen Realisationen in der Mathematik zusammengestellt — so wie die Geschichte sie uns gelehrt hat. (Vgl. Appendix A.) Diese Tabelle erläutert einen der Wege, den die Musik seit ihrem Ursprung in der Antike genommen hat. Sie hat ihn Jahrtausende hindurch mit erstaunlicher Stetigkeit gehalten, um dann im 20. Jahrhundert starke Beschleunigungen durchzumachen. Das beweist, daß — weit von jeder Modeerscheinung entfernt — dieses Moment der Kondensationsfähigkeit in Richtung

Abstraktion von grundsätzlicher Natur ist, die zweifelsohne mehr der Musik als den anderen Künsten zugehörig ist. Dementsprechend scheint ein neuer Musikertypus notwendig, nämlich der des Künstler-Erdenkers von freien und abstrakten neuen Formen, die zu Verflechtungen und Verallgemeinerungen auf verschiedenen Ebenen der Klangorganisation tendieren. Zum Beispiel: eine Form, eine Konstruktion oder eine Organisation, die auf Markov-Ketten oder komplizierten Wahrscheinlichkeitsfunktionen aufgebaut ist, kann gleichzeitig auf verschiedenen Ebenen der musikalischen Mikro-, Meso- und Makrokomposition übertragen werden. Diese Bemerkung läßt sich darüber hinaus auf den visuellen Bereich ausweiten — denkbar zum Beispiel in einem Spektakel aus Laserstrahlen und elektronischen Blitzen, wie denen des "Polytope" von Cluny und des "Diatope" des Centre Georges Pompidou. Nichts hindert uns daran, jetzt eine neue Beziehung zwischen den Künsten und den Wissenschaften, insbesondere zwischen den Künsten und der Mathematik, zu antizipieren. Die Künste werden dabei ganz bewußt die "Problemstellung" liefern, wofür die Mathematik die neuen Theorien prägen muß und sollte.

Der Künstler-Erdenker wird Wissen und Erfindungsreichtum in so unterschiedlichen Bereichen wie Mathematik, Logik, Physik, Chemie, Biologie, Genetik, Paläontologie (für die Evolution der Formen), Humanwissenschaften und Geschichte besitzen müssen — kurz eine Art universelles Wissen, das auf Formen und Architekturen basiert und zugleich von ihnen gelenkt wird. Auch ist es an der Zeit, eine neue Wissenschaft der allgemeinen Morphologie zu begründen, die sich mit Formen und Architekturen dieser diversen Disziplinen beschäftigt, indem man ihre konstanten Aspekte sowie ihre Transformationsgesetze betrachtet, die z.T. seit Millionen von Jahren unverändert andauern. Das Rückgrat dieser neuen Wissenschaft sollten die eigentlichen Kondensationen der Intelligenz bilden — d.h. ein von allen konkreten Bedingtheiten unserer Sinne und Gewohnheiten befreiter abstrakter methodischer Ansatz. So ist zum Beispiel die formale Entwicklung der Wirbelsäule der Dinosaurier eines der paläontologischen Dokumente, die zum Dossier der Wissenschaft von den Formen beitragen.

Wir wollen uns nun dem Grundsystem zuwenden, auf dem Kunst beruht. Zum Wesen der Kunst gehört eine Art Ableitungsmechanismus, der die Grundlage für alle Theorien der Mathematik, der Physik und der Lebewesen ausmacht. In der Tat sind alle Proportionsspiele, die wie Architektur, Literatur, Musik, Malerei, Theater, Tanz, usw. auf Zahlen- und Metrikspiele reduzierbar sind — also Spiele der Kontinuität, Annäherung, innerhalb oder außerhalb der Zeit, Spiele topologischen Charakters — sie alle sind auf dem Terrain der Ableitung im engeren logischen Sinne gewachsen. Neben diesem Terrain existiert der Experimentalmodus, der die durch die Wissenschaften (eingeschlossen die Mathematik) entwickelten Theorien entweder bekämpft oder bestätigt. Seit der Entwicklung der nicht-Euklidischen Geometrie und des Gödelschen Theorems hat sich die Mathematik auch als experimentelle Wissenschaft erwiesen, und das bereits seit längerer Zeit als die anderen Wissenschaften. Das Experiment entwirft und vernichtet Theorien ohne Rücksicht auf Verluste. Heute basieren die Künste auch und gerade auf immer reicheren und komplexeren experimentellen Methoden. Freilich gibt es keine — und ohne Zweifel wird es sie nie geben — objektiven Kriterien einer absoluten und ewigen Wahrheit und Gültigkeit eines Kunstwerks, ebensowenig wie eine wissenschaftliche "Wahrheit" definierbar ist. Aber zusätzlich zu diesen zwei Erscheinungsformen geistiger Aktivität — eben: ableitender und experimenteller — lebt die Kunst in einem dritten Modus, nämlich in dem der sofortigen Offenbarung, die weder ableitender noch experimenteller Natur ist. Die Offenbarung der Schönheit geschieht unmittelbar, direkt, sowohl für den einfachen Betrachter wie für den Kunstkenner. Die Offenbarung macht die Kraft der Kunst aus und, so scheint es, auch ihre Überlegenheit gegenüber den Wissenschaften. Denn während Kunst in den zwei Dimensionen von Ableitung und Experiment lebt, besitzt sie darüber hinaus diese dritte Möglichkeit, die mysteriöseste von allen; nämlich jene, die bedingt, daß die Objekte der Kunst sich jeder ästhetischen Wissenschaft entziehen, während sie ständig dem Drängen von logischer Ableitung und Experiment nachgeben.

Auf der anderen Seite kann Kunst nicht nur durch Offenbarung leben. Wie die Geschichte der Zivilisationen aller Zeiten gezeigt hat, muß die Kunst ein geradezu gebieterisches Bedürfnis nach ordnender Organisation haben (was die Organisation des Zufalls mit einschließt). Sie hat daher ein ständiges Bedürfnis nach Ableitungen und deren Bestätigungen, also nach experimenteller Wahrheit.

Die beiden Aussageweisen von Ableitung und Experiment beziehen sich heute fast immer auf den Computer. Einst war das Rad eine der großartigsten Erfindungen menschlicher Intelligenz. Man konnte mit mehr Gepäck schneller und weiter reisen. Heute hilft der Computer bei der Transformation menschlicher Ideen. Computer lösen logische Probleme mit heuristischen Methoden. Dennoch sind Computer nicht wirklich für die Einführung der Mathematik in der Musik verantwortlich. Vielmehr benutzt die Mathematik den Computer beim Kompositionsvorgang. Wenn nun die Menschen im allgemeinen schon bereit sind, die Brauchbarkeit der Geometrie in den plastischen Künsten (wie Architektur und Malerei) anzuerkennen, dann brauchen sie nur noch eine Brücke zu überqueren, um den Gebrauch noch abstrakterer, nicht-visueller Mathematik zu begreifen, so wie sie zusammen mit Maschinen als Kompositionshilfe in der Musik benutzt wird, die ja abstrakter ist als die plastischen Künste.

Seit dem Zweiten Weltkrieg ist die Computertechnologie mit Macht in den Bereich menschlicher Aktivitäten eingebrochen. Die Künste, und insbesondere die Musik, konnten dieser Flutwelle nicht ausweichen. Seit den fünfziger Jahren sind, zunächst schleichend, dann immer schneller, Computer und ihr Umfeld in den musikalischen Zentren wie Pilze aus dem Boden geschossen. Sie haben die Einstellung des Komponisten bereits viel mehr revolutioniert, als es das Tonbandgerät durch seine Möglichkeit der permanenten Klangspeicherung je tat. Ständig größer wird nun die Gefahr, sich durch das bloße Werkzeug gefangen nehmen zu lassen und in den Abgründen einer Technologie stecken zu bleiben, die in die einst ungetrübten Gedankenwelten der Instrumentalmusik eingebrochen ist. Wir haben bereits eine lange Liste an Kompositionsversuchen mit dem Computer. Aber wie hoch ist die musikalische Qualität dieser Versuche? Es muß eindeutig erkannt werden, daß die Resultate aus ästhetischer Sicht mager bleiben und daß die Hoffnung auf einen außergewöhnlichen ästhetischen Erfolg durch außergewöhnliche Technologie ein fataler Betrug ist. In der Tat geht nur ein kleiner Teil dieser Musik bislang über die jüngsten, fruchtbaren Funde in der Instrumentalmusik hinaus oder auch nur über das Gebabbel der elektronischen Musik der fünfziger Jahre.

Warum? Meiner Ansicht nach gibt es viele Gründe für dieses Versagen, aber wir können zwei entscheidende herauskristallisieren:

1. Musiker, die Computer benutzen, sind im allgemeinen theoretische Krüppel, besonders was die Ideen der Mathematik, Physik und Akustik anlangt. Ihr Talent, sofern vorhanden, versagt beim Durchdringen einer jungfräulichen Sphäre, wo nur abstraktes Denken Experimente leiten könnte; sie begnügen sich mit Schatten.

2. Die Wissenschaftler, die Zugang zur Computertechnologie haben, leiden unter einem gewissen Minderwertigkeitskomplex angesichts des Ästhetischen in der Musik. Da sie keine Auseinandersetzung auf dieser Ebene kennen, sind sie unerfahren und unbedarft und haben keine Ahnung "wo's langgeht". Infolgedessen fummeln sie mit mathematischem und technischem Gerät herum, und der Netto-Musikertrag ist, wenn überhaupt, von geringem künstlerischen Interesse, da sie ihr möglicherweise vorhandenes Talent nicht einzusetzen wissen.

In beiden Fällen spielt aber das künstlerische Talent eindeutig und notwendig eine entscheidende Rolle.

Um diesen Engpässen zu entkommen, gibt es offensichtlich Heilmittel: Die erste Kategorie von Musikern sollte eine Lehrzeit in den entscheidenden Wissenschaften durchmachen, und die zweite sollte sich intensiv mit den schwierigen Problemen von Talent und Ästhetik befassen, während sie sich beim Komponieren auch experimentell ständig mit ihnen auseinandersetzen. Aber das wird nicht genügen. Mir scheint die Zeit gekommen, nach Möglichkeit noch gründlicher und gleichzeitig noch globaler in das Wesen der Musik einzudringen, um die vermittelnden Kräfte zwischen Technologie, naturwissenschaftlichem Denken und der Musik zu finden.

Ich möchte mich im folgenden darauf beschränken, einen von vielen möglichen Wegen zu skizzieren, der mir wesentlich erscheint. Tatsächlich muß die Forschung in den nächsten Jahren verschiedene Ebenen erhellen, angefangen bei der Mikrokomposition, die sich mit der Klangsynthese in Dauereinheiten aus der Mikrosekunde (ein Millionstel einer Sekunde) auseinandersetzt, bis hin zur Makrokomposition, die musikalische Vorgänge im Bereich der Stunden behandelt.

Die Methoden und theoretischen Ansätze können sich auf eine spezifische Ebene beziehen, sie können aber auch übergreifend gebraucht werden. Um das Problem besser zu beleuchten, werden wir zwei extreme Ebenen diskutieren, die aber doch eng miteinander verwandt sind: Mikro- und Makrokomposition im oben definierten Sinne. Sie konstituieren zentrale Ideen, die als Sprungbrett für die kommenden Jahre der Forschung und Komposition mit Hilfe von Computern dienen mögen.

Makrokomposition

a. Man erforsche Kompositionen ausgehend vom makroskopischen ST(ochastischen) Programm in FORTRAN (veröffentlicht in: "Formalized Music", 1971 Indiana University Press), was in seiner Ausrichtung stochastisch ist und Klangelemente benutzt (1) der Orchesterinstrumente, (2) die auf dem UPIC entworfen wurden und (3) die durch die Methoden und Theorien der Mikrokomposition (vgl. Beschreibung weiter unten) produziert wurden.

b. Man erforsche die Methode der Polygonalvariation; das ist der Ausdruck, den wir einer Serie von Klangrealisationen gegeben haben. Im großen und ganzen ist das eine Schritt-für-Schritt Konstruktion einer Druckkurve, die mit jedem Schritt (Periode) durch einen stochastischen Mechanismus modifiziert wird, und zwar für jedes Sample im Sinne der Zeit wie auch im Sinne der Druckwerte. Akustische Experimente, die den Computer und einen Digital-Analog-Umwandler benutzen, haben gezeigt, daß für spezifische Werte des mathematischen Mittels eine Art probabilistische Resonanz auftritt, die rhythmische Multipel von Klangfarben, Dynamikverhältnissen, Anschlägen und Makroformen verursacht. Die Hauptverteilungssysteme, die bislang benutzt wurden, sind die logistische und die Couchy-Verteilungen. (Vgl. Appendix A.)

c. Man erforsche eine Art "Palindromierung" mit stochastisch variierbaren Amplituden der Polygonalvariation, die die Modulation einer vorangegangenen Makroform auf einer höheren Ebene möglich machen.

d. Man erforsche Klonierung (im etymologischen Sinne, ausartende Baumstrukturen) der Polygonalvariation; in jeder gegebenen Polygonalvariation wird ein stochastisch gewählter Punkt zum Keim einer neuen Verzweigung (einer neuen Polygonalvariation), deren Charakteristika ebenfalls stochastisch definiert werden. Dieser Prozeß kann auf mehrere Baumstämme gleichzeitig angewandt werden. (Vgl. Appendix B für Realisationen in der Instrumentalmusik.)

e. Man erforsche Markov-Prozesse auf mehreren ineinandergreifenden Ebenen. Zum Beispiel können wir Punktwolken (Konfigurationen), wie etwa die Gabor-Körner ("Formalized Music", S. 54) oder gezeichnete Körner des UPIC betrachten, und sie mit Hilfe von Übergangswahrscheinlichkeitsmatrizen im diskreten Fall oder mit der z-Transformation im kontinuierlichen Fall verbinden. Wir können dann diese Verbindungen als Zustände ansehen und diese Zustände durch einen Markov-Prozeß verbinden, der sich prinzipiell vom jeweils vorhergehenden unterscheidet. Daher müssen wir Ketten erforschen, die von der einen zur anderen ineinander verzahnt sind.

f. Man erforsche — indem die Strukturen endlicher und unendlicher Gruppen angewandt werden — Kartesische Produkte von Punktmengen, die der Weite der Klangcharakteristika entnommen sind. Beispiel: Man wähle aus Wolken (Konfigurationen) eine Teilmenge aus Punkten (Noten) oder an UPIC-Entwürfen und vergleiche das Kartesische Produkt dieser Punkte mit den Punkten, die einem dreidimensionalen Raum (d.i. Intensität, Dauer und Dichte) entnommen sind, indem man ihnen das Modell einer hexahedralen Kubusgruppe zugrunde legt (also eine Teilmenge der Paarungen Kartesischer Produkte, die mit kubusspezifischen Symmetrien und Transformationen ausgestattet sind). Dies würde im außerzeitlichen Bereich geschehen. (Mit "außerzeitlich" meine ich den Bereich, in dem Zeit absolut keine Rolle spielt. Zum Beispiel ergeben die Tonintervalle der weißen Tasten eines Klaviers eine Struktur, die im außerzeitlichen Bereich liegt. Auf der anderen Seite liegt ein melodisches, auf einer Klaviatur basierendes Muster, im zeitlichen Bereich, weil ihre zeitliche Ordnung eine Rolle spielt.) Andere Beispiele auf einer höheren Ebene der Komplexität sind die Strukturen von "Nomos Alpha" und "Nomos Gamma", die in "Formalized Music" beschrieben werden. Für den innerzeitlichen Bereich werden wir die Relationen der hexahedralen Gruppe benutzen, indem wir seiner Struktur nachgehen, die in der Tabelle der Kubusgruppe angegeben wird. (Vgl. Appendix B.)

g. Man erforsche die Siebtheorie, die die Vorstellung einer einzigen Skala für alle geordneten Mengen — wie Zeitpunkte, Dauern, Intensitäten, Ordnungsgerade usw. — noch verallgemeinert und füge, in einem ersten Stadium, diese Theorie in die vorausgegangenen Gebiete der Forschung ein, um sie dann in einem zweiten Stadium sich selbst einzufügen und/oder unabhängig zu gebrauchen. (Vgl. Appendix B)

h. Man erforsche logische Funktionen, die auf Mengen von Klangcharakteristika oder Produktmengen bereits strukturierter Mengen angewandt werden. (Vgl. Appendix B: Herma, etc.)

i. Man erforsche die Entwicklung von Linien in jedem zwei-, drei- oder n-dimensionalen Klangraum, indem jeder Punkt als eine Funktion der Wahrscheinlichkeitsfunktionen definiert wird (random walk, Brownsche Bewegung [Formalized Music. S. 246]). Vgl. Appendix B.)

Mikrokomposition

Außerhalb der Arbeit am UPIC untersuchen wir den Bereich der algebraischen Mikrokomposition nach Nicht-Fourier Methoden, anstatt Fourier-artigen Methoden wie dem Music V-System, mit dem sich die meisten Laboratorien freiwillig Beschränkungen auferlegen. Eben dies unterscheidet unsere Arbeit im CEMAMu von anderen. Eine Darstellung des Problems folgt.

Klangsynthese außerhalb der Fourier-Synthese (Analyse)

Die zentrale Idee basiert auf folgenden zwei Punkten:

1. Ein Klang kann vollständig durch eine Kurve dargestellt werden, die sich aus der Relation von atmosphärischer Druckvariation zur Zeit ergibt. Ausschließlich diese Kurve schlägt in unseren Ohren an und sonst gar nichts. Folglich geht die sinnvolle Konstruktion von Druck/Zeitkurven (linearen Formen) in der Theorie auf die Fabrikation von Klängen und Digital-Analog-Umwandlung zurück. Diese Kurve und ihr entsprechender Klang (Musik) wird als Einheit (engl.: entity) betrachtet.

2. Das Prinzip der Wiederholung und der mehr oder weniger getreuen Verdoppelung ist allgemeingültig und hilft dem Verständnis der Musik auf allen Ebenen, von der mikroskopischen bis zur makroskopischen. Im mikroskopischen Bereich beispielsweise erkennt das Ohr nicht nur genaue Wiederholungen in Form der Klangfarbe, sondern berücksichtigt auch — in der Erscheinungsform der Tonhöhe — ihre Dichte. Auf makroskopischer Ebene sind Kanons, Variationen, usw. gleichfalls diesem Erneuerungsprinzip unterstellt. Jeder Vorgang ist prinzipiell einzigartig, egal wann er vor sich geht. Es ist daher aussonderbar und auf Grund des (auch noch so geringen) Übereinstimmungsverlusts bei einer Verdoppelung nicht ganz genau reproduzierbar. Der Grund dafür mag in der vergangenen Zeit zwischen den beiden Reproduktionen liegen. Aber mit einer ausreichenden "Annäherung" können sie "identisch" erscheinen (also innerhalb des Annäherungswertes). So bilden sie Äquivalenzklassen, in denen sich die individuellen im allgemeinen aussondern lassen, während sie sich in besonderen Fällen zusammenballen können. Das Fehlen der Wiederholung in der Druck/Zeit-Kurve wird als Geräusch gehört, also als eine Extremeinheit gehört.

Die dialektische Vereinigung dieser beiden grundsätzlichen Punkte kann auf drei Arten geschehen:

1. Ausgehend von der harmonischen Synthese — d.h. der strengen Periodizität einer elementaren trigonometrischen Form $[\sin(\omega t)]$, die durch gleichförmige Kreisbewegung und ihrer dazugehörigen Schichtungen (Fourier) produziert wird — kann man theoretisch jede mehr oder weniger periodische Wellenform im Druck/Zeit-Raum konstruieren.

2. Ausgehend von einer absichtlich nichtperiodischen Wellenform (Brownsche Bewegung) im Druck/Zeit-Raum kann man fortschreitend Periodizitäten — also Verdoppelungen quasi injizieren und zwar entweder als Fragmente der ursprünglichen Welle oder einzelne isolierte Sektionen, was schließlich zu einer mehr oder weniger periodischen Kurve führt. Die Symmetrien zwischen diesen ersten beiden Prozessen liegt auf der Hand.

3. Ausgehend von einer Druck/Zeit-Kurve, die durch eine gegebene Funktion definiert wird — sei es algebraisch, trigonometrisch oder aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung — kann man diese Kurve wiederholen und gleichzeitig, nach jeder Wiederholung, stochastische Modifikationen einstreuen. Diese stochastische Modifikation ist so gewählt, daß die statistisch kontinuierliche Negation der ursprünglichen Periode produziert wird, was die Klangfarbe, Tonhöhe, Intensität, den Rhythmus und die allgemeine Entwicklung gleichzeitig beeinflußt. Wir müssen nun ganz allgemein für jede Einheit annehmen, daß ihre Reproduktion mehr und mehr vom Original wegstrebt — mit anderen Worten, daß die Abweichung gleichzeitig alle Teile der Einheit betrifft. So wird diese Einheit schließlich zu einer statistischen Wolke ihrer konstituierenden Elemente zerstäubt. Auf makroskopischer Ebene erhalten wir dann eine amorphe Wolke aus Rhythmen, Klangfarben und Dynamikverhältnissen; auf mikroskopischer Ebene bildet sich eine Brownsche Kurve, die wir als weißes Rauschen wahrnehmen. Wir führen hier also das stochastische Element als Abgrenzungsbereich von Periodizität im weiteren Sinne ein — mit anderen Worten, ständige Erneuerung der Einheit mit gleichzeitig immer größer werdender Negation ihrer Wiederholungen.

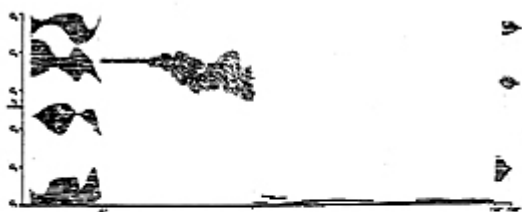
Bei jeder Reproduktion irgendeiner Einheit nimmt deren Entropie gemäß einem bestimmten Delta zu — d. h. die Information, welche die Einheit beschreibt, wird unwiederbringlich bei jeder Wiederholung ein wenig verringert. Es gehört nun zur Aufgabe des Komponisten, mit Intuition und Verstand die Dosen dieser Entropie-Deltas zu steuern, die in allen Makro-, Mikro- und Zwischenbereichen der musikalischen Komposition zirkulieren. Mit anderen Worten: man etabliert eine fließende Skala zwischen zwei Polen — an einem Ende Determinismus, der strenger Periodizität entspricht, und am anderen Ende Unbestimmtheit, was konstanter Erneuerung — also Periodizität im weitesten Sinne — entspricht. Das ist die echte Klaviatur der musikalischen Komposition. So finden wir uns auf einem neuen Gebiet aus vielfältigen wissenschaftlichen und philosophischen Resonanzen. Zu solchen Resonanzen gehören etwa die Kontinuität und Diskontinuität der Mathematiker oder das Raum-Zeitkontinuum der Quantenphysiker.

Es stellt sich nun ganz allgemein die Frage, welche mathematische Konstruktion dem Computer eingegeben werden soll, damit das Klangergebnis so interessant wie nur möglich — also neu und originell — wird. Ohne nun allzu weit auszuholen, möchte ich einen interessanten Fall schildern, den ich durch die Anwendung der logistischen Wahrscheinlichkeitsverteilung vor einiger Zeit entdeckte. Für gewisse Werte ihrer Parameter (a und b) und ihrer elastischen Grenzen, durchlief die Verteilung eine Art stochastische Resonanz, die aus einer hochinteressanten statistischen Stabilität innerhalb des produzierten Klangs bestand; um genau zu sein, handelte es sich nicht um einen Klang, sondern um eine ganze Musik in makroskopischer Form. Diese Form ist das Ergebnis rhythmischer Transformationen, nämlich ein Polyrhythmus an Ereignissen mit variabler Klangfarbe, sich verändernden Tonhöhen und -stärken; kurz: rhythmische Stränge sich treffender und verdrängender Klänge. Ich habe diesen Prozeß in der Musik zum "Diatope" des Centre Pompidou verwendet.

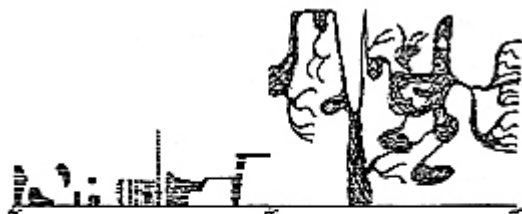
Um die Bedeutung dieser Dualität (nämlich zwischen der Einheit und ihrer Negation bei variierten Reproduktionen) aufzuzeigen, stelle ich abermals und noch ausdrücklicher die folgende Frage zu einem spezifischen Fall der Klangsynthese durch Computer und Digital-Analog-Umwandler: Wie kann man einen reichhaltigen, lebendigen, bislang ungehörten Klang erzielen? Beginnt man, indem man einer Einheit und ihren Reproduktionen Wahrscheinlichkeitsvariationen einfügt, die eine immer größer werdende Abweichung der ursprünglichen Wesenheit bewirken und daher zu einer starken Negierung tendieren? Oder — ganz im Gegenteil — sollte man mit einer absoluten Negierung anfangen (also einer Brownschen Kurve, die auch nicht einen Keim einer Einheit enthält) und mehr oder weniger variierte Fragmente dieser Kurve einfügen, um progressiv oder explosionsartig unerhörte, reichhaltige und lebendige Klänge hervorzubringen? Im ersten Fall würde man die Einheit durch strenge periodische Funktionen definieren (trigonometrisch beispielsweise), die, gestapelt oder geschickt verbunden, dann bei jeder Reproduktion der Einheit um wahrscheinlichkeitsbedingte Störungen vermehrt werden. Im zweiten Fall würde man eine Funktionsmenge von Wahrscheinlichkeitsfunktionen definieren, die eine spezifische Brownsche Bewegung beschreiben, die wiederum eine möglichst extreme Negation bedeutet. Dann würde man Reproduktionsgesetze für verbundene und unverbundene Fragmente der Brownschen Kurve einfügen, um die Einheit diesen Gesetzen entsprechend zu definieren. Damit sind zwei sowohl entgegengesetzte wie auch symmetrische Wege zu einem reichhaltigen, lebendigen ungehörten Klang aufgezeigt. Natürlich kann es keine Ausschließlichkeit des einen oder anderen Weges geben, und die Ergebnisse können bei beiden Möglichkeiten hochinteressant und ganz unterschiedlich sein.

Hier noch eine philosophische Deutung dieser universellen Dualität, die durch die Einheit und ihre Negation entsteht: Es geht um den Konflikt zwischen Parmenides und Heraklid. Parmenides entschied, daß das Sein immer und überall existiert, einheitlich und unwandelbar. Heraklid entschied, nichts sei unveränderlich, und alles sei ständig im Wandel begriffen. So

gesehen, stehen sich diese beiden Thesen unvereinbar gegenüber. Sie lassen sich jedoch miteinander vereinen, wenn man annimmt, daß das Sein, von dem Parmenides spricht, jene "Einheit" ist, die wir am Anfang beschwören. Aber diese Einheit wäre nicht von Dauer, denn es ist, als wäre Zeit aus Zellensträngen geformt, und als könnte die in diese begrenzte Zellenmenge eingeprägte Einheit Auflösung und Tod nicht vermeiden, sobald alle Grenzen im Tausch für eine unvollkommene Reproduktion erreicht wären. Und Heraklids ewiger Kreislauf wird dann präzise erfüllt durch die Reproduktion dieser Einheit in einer Kette ständiger Erneuerung — d.h. in einer weitgefaßten Periodizität. Auf diese Weise behält das Parmenidische Sein seine Integrität in der Einheit, wird aber zeitlich, räumlich und durch Begrenzungen der Gleichförmigkeit relativiert. Veränderungen geschehen — obwohl ab und zu durchaus explosionsartig — im allgemeinen nicht plötzlich und total, sondern nach und nach durch Periodizität (d.i. variierte Reproduktion). Das Universum der Genetik ist eine schöne und klare Inkarnation dieser Vereinigung zwischen Parmenides und Heraklid. Eine weitere ist die Musik.



Iannis Xenakis: MYCENAE-ALPHA, Seite 1



Iannis Xenakis: MYCENAE-ALPHA, Seite 2



Iannis Xenakis: MYCENAE-ALPHA, Seite 3

Mit Licht komponieren

Das Komponieren mit Klängen fürs Ohr bringt uns zum Komponieren mit Licht fürs Auge. Hier sind Laserstrahl und elektronische Blitze die Äquivalente zu den schönen Klängen. Sie im Raum zum Strahlen zu bringen, ist Musik für die Augen, visuell abstrahierte Musik, die — freilich in einem irdischen Maßstab — Galaxien, Sterne und ihre Transformationen in menschliche Reichweite bringt.

Diese Augenmusik wird mit Konzepten und Vorgängen erzeugt, die aus der musikalischen Komposition abgeleitet sind. Das Ergebnis ist eine neue Art des Sehens und Hörens, die weder Ballett noch Oper ist, sondern wirklich ein abstraktes Spektakel im Sinne der Musik, sei es des astralen oder irdischen Typus. Bewegungen der Galaxien (beschleunigt), Stürme und Aurora Borealis sind Beispiele dessen, was diese neue Kunst nicht nur nachschafft — das wäre ja ohne Interesse — sondern mit den zur Verfügung stehenden Mitteln der gegenwärtigen Technologie wirklich erschafft. Heutzutage könnte ein neuer Künstlertyp Vorgänge von der Größe einer Großstadt meistern, wenn er nur die Mittel dazu hätte. Und bald wird der Künstler in den Kosmos hinausgehen können. Das ist im und durch den "Diatope" bereits realisiert. Ich konzipierte und entwarf den "Diatope" in seinem Kunststoffzelt (eine spezielle Architektur in hyperbolischen Paraboloiden) für die Einweihung des Centre Georges Pompidou in Paris. Da es flexibel ist, konnte es das Centre Pompidou auch in anderen Städten in Frankreich und im Ausland repräsentieren. Nach Paris ging es 1979 auf Einladung des Bürgermeisters der Stadt nach Bonn.

Im "Diatope" sind 4 Laserstrahlen (4 Watt pro Laser) mit optischen Geräten ausgerüstet, die verschiedene Lichteffekte produzieren. Zusammen mit diesen Laserstrahlen erzeugen 400 Spiegel Vervielfältigungen von sich bewegenden Spinnennetzen aus Licht. Bewegliche Lichtwolken oder Zerstäubungen von Lichtpfeilen durchziehen den Raum und das schwarze Material des Zeltes mit Flugbahnen von Sternschnuppen oder Mosaiken aus Lichtexplosionen. Wirbelnde Konfigurationen umgeben den Zuschauer, der auf einem gläsernen Fliesenboden liegt oder sitzt, welcher selbst weitere Erscheinungen von unten durchläßt. 1600 elektronische Blitze formen dazu rotierende Spiralen; Formen, die in totale Finsternis einbrechen und verlorengehen. Unter der Plastikmuschel sind diese Blitze auf einem Metallnetz montiert. Die Musik, aufgenommen auf sieben Bandspuren, wird in kontinuierlichen Bewegungen durch ein automatisches Maschinenprogramm auf elf hochwertige Lautsprecher verteilt. Die Steuerbefehle kommen von einer Neun-Spur-Bandmaschine, die jedes 25stel einer Sekunde ein Bild aus den Sätzen der simultanen Einzelbefehle (ca. 2000) entwirft. Die Steuerbefehle werden dann per Kabel an ihre Bestimmungsorte befördert. Das 46-MinutenSpektakel vereinnahmt 140,500.000 Binärbefehle. Natürlich ist zur Leitung und Koordination all dieser Konfigurationen, ihrer Transformationen und ihrer Bewegungen ein Computer nötig, der entweder interaktiv oder durch Digitalbandsteuerung (nach einem speziellen Licht-Maschinenprogramm) arbeitet. Ein solches Digitalband, das alle 25stel einer Sekunde entschlüsselt, beherrscht den Zustand Tausender von Lichtquellen und optischer Geräte dieser Lichtmusik. Die Lichtkomposition und das Digitalband entstanden im CEMAMu; die Musik selbst wurde im CEMAMu

produziert und im elektronischen Studio des Westdeutschen Rundfunks (WDR) in Köln fertiggestellt.

UPIC

Um als Komponist, als Handwerker und als Schaffender Musik zu erdenken, ist es zunächst notwendig, Solfège, Notation, Musiktheorie und über lange Zeit hinweg auch ein Instrument zu studieren. Und da darüber hinaus musikalisches Schaffen als etwas Esoterisches angesehen wird, ist es nur wenigen möglich, einen solchen Weg einzuschlagen. So werden dem Individuum und der Gesellschaft die wunderbare Kraft der freien Phantasieentfaltung, welche die musikalische Komposition ihnen bietet, geraubt. Dank der Computertechnologie und ihrem Umfeld können wir diesen eisernen Vorhang herunterreißen. Das System, das bei dieser Tour-de-force erfolgreich war, heißt UPIC — Unite Polyagogique Informatique du CEMAMu). Es beruht auf folgendem Prinzip: Auf einem speziellen Zeichentisch malt man mit einem elektromagnetischen Kugelschreiber Zeichnungen nach. Diese Zeichnungen werden von einem Minicomputer gelesen, der mit dem Tisch verbunden ist. Die Zeichnungen werden je nach Wahl des Benutzers als Druckkurven, dynamische Hüllkurven, Partituren im Zeit-Tonhöhen-Koordinatensystem usw. interpretiert. Der Computer kalkuliert die von der Graphik befohlenen Daten und das Ergebnis wird, nachdem es durch einen Digital/Analogwandler geschickt wurde, sofort über Lautsprecher hörbar und auf einem Analog- oder Digitalbandgerät aufgenommen. Auf diese Art und Weise kann man ganze Speicherbänke an Wellenformen, Hüllkurven und graphischen Partituren erstellen. Man kann mischen, löschen und viele der Operationen eines herkömmlichen elektronischen Studios realisieren, indem man mit dem elektromagnetischen Stift lediglich auf Teile des Tisches zeigt, deren Sensoren wie Funktionstasten gewöhnlicher elektronischer Instrumente reagieren. Kinder können Fische oder Häuser malen, das Resultat anhören und korrigieren. Indem sie zeichnen, lernen sie immer mehr, musikalische Komposition zu denken, ohne durch Solfège oder unfertiges Instrumentenspiel gequält zu werden. Aber während sie dazu gebracht werden, Rhythmen, Skalen und noch kompliziertere Dinge zu konstruieren, werden sie auch gezwungen, arithmetische und geometrische Formen zu verbinden: Musik. Und aus dieser entsteht eine interdisziplinäre Pädagogik im Spiel. Freilich ist all dies auch für den "Mann von der Straße" gültig und mehr noch für den Forscher und den Komponisten, da der Klang in sehr dünnen Scheiben von 1/50.000 einer Sekunde kalkuliert wird.

Schlußfolgerungen

Was aus all dem hervorgeht, ist, daß in der Musik und Bildenden Kunst von morgen Künstler in gleichzeitig verschiedenen Disziplinen wie Mathematik, Akustik, Physik, Informatik, Elektronik und der theoretischen Musik- und Kulturgeschichte geformt werden müssen. Sie werden ein Grundwissen einer Formentheorie und deren Transformationen haben müssen, sei es in der Paläontologie, der Genetik oder in der Astrophysik. Es ist wichtig, sie zu ermutigen und ihnen die Möglichkeit des Schaffens zu geben, in der Musik durch ein System wie das UPIC und in den visuellen Künsten durch ein vergleichbares.

Aber der Prüfstein dieser Evolution wird in der Ausbildung einer großen Zahl, ja einer Masse von Künstler-Erzeugern liegen, die von Beginn des Kindergartens an durch das ganze heutige öffentliche Bildungssystem hindurch ein solch massives Training erhalten, wie es bereits in den naturwissenschaftlichen Disziplinen der Hochschulen praktiziert wird. Zu diesem Zweck wird die Telematik einen großen Einfluß haben, weil es zum ersten Mal unmittelbares Schaffen zu Hause an den Bildschirmmonitoren möglich macht. Sie wird die Ausbreitung von Kommunikation innerhalb einer breiten Öffentlichkeit durch das Feedback einzelner Realisationen — beispielsweise mit einem System wie dem UPIC zu Hause — ermöglichen.

Dieser Artikel erschien im Original in englischer Sprache mit dem Titel "Music Composition Treks" in dem Buch *Composers and the Computer*, herausgegeben von Curtis Roads. MIT Press, Cambridge Mass., und in der deutschen Übersetzung von Henning Lohner in "Musik-Texte" Nr. 13, Köln.

Appendix A

Korrespondenzen zwischen gewissen Entwicklungen der Musik und in der Mathematik

MUSIK

500 v. Chr.

Tonhöhen und die Längen von Saiten werden zueinander in Relation gesetzt. Musik gibt hier der Zahlentheorie und der Geometrie einen wunderbaren Antrieb. Musik erfindet die unvollständigen Tonleitern.

Keine Entsprechung in der Musik

300 v. Chr.

Durch die von Aristoxenos vorgeschlagene additive Sprache werden aufsteigende, absteigende und Null-Intervalle erfunden. Aristoxenos entwickelt in der Theorie eine vollständige, gleich temperierte chromatische Tonleiter mit dem zwölften Ton als Modulus (Stufe). Parallel dazu wird die Arbeit an der multiplikativen (geometrischen) Sprache der Saitenlängen fortgesetzt, was de facto eine Umsetzung der additiven Tonhöehensprache (Euklid) darstellt. Daher deklariert die Musiktheorie die Entdeckung des isomorphen Verhältnisses zwischen dem Logarithmus (musikalische Intervalle) und der Exponentialfunktion (Saitenlängen) mehr als 15 Jahrhunderte vor der Mathematik; noch dazu wird eine Vorahnung der Gruppentheorie von Aristoxenos ausgesprochen.

1000

Die zweidimensionale räumliche Darstellung von Tonhöhen gekoppelt mit Zeit mittels Notenlinien und Punkten wird erfunden (dargestellt von Guido von Arezzo), und zwar drei Jahrhunderte vor den Oresme-Koordinaten und sieben Jahrhunderte (1635—37) vor der großartigen analytischen Geometrie von Fermat und Descartes.

1500

Keine Weiterentwicklung der vorangegangenen Konzepte.

1600

Kein Äquivalent, keine Reaktion.

1700 und 1800

Durch die Praxis wird die wohltemperierte chromatische Tonleiter wiederentdeckt (gipfelt in Johann Sebastian Bach). Musik wird nun im Bereich der Grundstrukturen vernachlässigt. Aber im Gegensatz dazu sind Tonstrukturen, Polyphonie und die Erfindung von Makroformen (Fuge, Sonate) gleichfalls Vorläufer und Förderer der Keime, die mit Sicherheit der Musik von heute und morgen neues Leben zuführen werden. Die Fuge beispielsweise ist ein abstraktes Automaton, das bereits zwei Jahrhunderte vor der Geburt der Automata benutzt wurde. Zudem gibt es jetzt eine unterbewußte Manipulation endlicher Gruppen (Kleingruppen) in den vier Variationen einer Melodielinie, wie sie im Kontrapunkt benutzt wird.

1900

Befreiung vom Tonalitätsjoch. Erste Annahme der Neutralität der chromatischen Totalität (Loquin 1895, Hauer, Schoenberg).

1920

Erste radikale Formulierung der Makrostrukturen durch das serielle System von Schoenberg.

1930

Wiedereinführung der feineren Tonhöhenabstufungen durch den Gebrauch von Vierteltönen, Sechsteltönen, etc., obwohl sie noch im tonalen System begründet sind (Wyschnegradsky, Hába, Carillo).

1950

Zweite radikale Formulierung der Makrostrukturen durch Systeme der Permutation, Tonhöhenmodi begrenzter Transposition und nicht umkehrbarer Rhythmen (Messiaen).

1953

Einführung der kontinuierlichen Ton- und Zeitskalen (Gebrauch von reellen Zahlen) bei der Berechnung von Klangeigenschaften, sogar wenn aus Gründen der Perzeption oder Interpretation die natürlichen Zahlen mit rationalen approximiert werden müssen. (Dies ist mein eigener Beitrag, sowohl theoretisch, wie auch musikalisch, der ebenfalls den Gebrauch verschiedener Bereiche der Mathematik — z.B. Wahrscheinlichkeiten, Logik-Kalkül — und einiger Strukturen — die Gruppenstrukturen beinhaltend — einschloß. Sie werden später in der Makro- und Mikrokomposition eine wichtige Rolle spielen).

1957

Neue Formulierungen in der Musik auf der Ebene der Makrostrukturen: stochastische Prozesse, Markov-Ketten, allerdings auf ganz verschiedene Weise benutzt (Hiller, Xenakis); und auch der Gebrauch von Computern (Hiller).

1960

Axiomatischer Gebrauch der musikalischen Skalen durch die Siebtheorie, und Einführung komplexer Numerik in der Komposition (dies ist auch ein Resultat meiner Arbeit).

1970

Neue Vorschläge im Bereich der Mikrostruktur der Klänge durch die Einführung von kontinuierlicher Diskontinuität unter Zuhilfenahme der Wahrscheinlichkeitsgesetze (random walk; Brownsche Bewegung). Diese kontinuierliche Diskontinuität wird auf die Makrostrukturen ausgeweitet und stellt somit einen weiteren architektonischen Aspekt auf der Makro-Ebene dar — zum Beispiel in der Instrumentalmusik (auch dies ist ein Ergebnis meiner Arbeit).

MATHEMATIK

500 v. Chr.

Entdeckung der fundamentalen Bedeutung der natürlichen Zahlen und die Erfindung der positiven rationalen Zahlen (Brüche).

Positive irrationale Zahlen — d.i. Quadratwurzel aus 2 (Pythagoräisches Theorem).

300 v. Chr.

Keine Reaktion in der Mathematik. Im Vergleich zur Musiktheorie und -praxis tritt die Zahlentheorie in den Hintergrund und bleibt im Westen mehr als 15 Jahrhunderte lang lethargisch, trotz der von Archimedes zuerst erfüllten Konzepte der Unendlichkeit und der Differential- und Integralrechnung.

1000

Keine Parallelen in der Mathematik.

1500

Null und negative Zahlen werden angenommen. Konstruktion der Rationalmengen.

1600

Die Mengen der reellen Zahlen und der Logarithmen werden erfunden.

1700 und 1800

Die Zahlentheorie hat noch kein Äquivalent in zeitlichen Strukturen. Diese Strukturen treten erst später durch Spieltheorie, Automata, etc. auf. Die Erfindung des Feldes komplexer Zahlen (Euler, Gauss), Quaternionen (Hamilton), die Definition der Kontinuität (Cauchy) und die Erfindung von Gruppenstrukturen (Galois, Abel).

1900

Die unendlichen und transfiniten Zahlen (Cantor). Peano-Axiomatik der natürlichen Zahlen. Die Theorie vom schönen Maß (Lebesgue, Borel, Heine).

1920

Keine neuen Entwicklungen in der Zahlentheorie. Eine Diskussion einiger älterer Widersprüchlichkeiten in der Mengenlehre. (Die Musik holt in den kommenden Jahren auf.)

Appendix B: Mosaik der Kompositionen Iannis Xeankis

ST Gruppe Logische Operationen an Klassen

ST/4-2 Akrata Herma

ST/10-080262 Nomos Alpha Eonta

ST/48 Nomos Gamma

Morsima-Amorsima

Atrées

Strategie

Polytope de Cluny

(Klangsynthese: ST + Cos-G Gaborsignal)

Sieves RandomWalks Baumstrukturen

Persephassa Mikka Evryali

Nomos Alpha Mikka-S Erikhthon

Nomos Gamma Cendrées Cendrées

Mists N'Shima Empreintes

Nekuia Noomena

Ais Phlegra

Khoäi

Polygonalvariationen Markov-Ketten UPIC

Legend d'Eer Syrmos Mycenae-Alpha

Jonchaies Analogiques A & B Anemoessa

Ikhoor

Licht/Musik-Spektakel

Polytope de Cluny: erstes völlig automatisches Lichtspektakel

Diatope: völlig automatisches Licht- und Musikspektakel, das von allen kompositorischen Mitteln der Makro-, Mikro- und Zwischenebenen Gebrauch macht.

Diese beiden Spektakel sind zu weiteren kombiniert worden: Polytope of Montreal, Persepolis und Mycenae.