

## Inhalt

<b>0.</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>2</b>
<b>1.</b>	<b>Biographischer Hintergrund.....</b>	<b>3</b>
1.1	Lebensdaten.....	3
1.2	Ein biographischer Auszug .....	4
<b>2.</b>	<b>Philosophie und Motive.....</b>	<b>11</b>
2.1	Der philosophische Ansatz.....	11
2.2	Die Kritik an der seriellen Musik.....	14
<b>3.</b>	<b>Beispiele aus dem Werk Xenakis‘.....</b>	<b>16</b>
3.1	Metastasis .....	16
3.1.1	Traditionelle Elemente .....	20
3.1.2	Elemente der Abstraktion.....	27
3.1.3	Weitere Elemente aus den Naturwissenschaften.....	30
	Exkurs: Der Philips-Pavillon.....	37
3.2	Stochastische Musik.....	44
	Exkurs: Von der Definition der Musik, von Amseln und Naturharmonien.....	53
3.3	Das UPIC.....	58
<b>4.</b>	<b>Kritische Reflexion.....</b>	<b>63</b>
4.1	Zur Kompositionstechnik.....	63
4.2	Zum Klangergebnis .....	67
<b>5.</b>	<b>Die philosophische Verwandtschaft mit Johann Sebastian Bach.....</b>	<b>69</b>
5.1	Zum Welt- und Musikverständnis Johann Sebastian Bachs .....	70
5.2	Übereinstimmungen und Differenzen .....	73
<b>6.</b>	<b>Schlußbemerkung.....</b>	<b>75</b>

## Anhang

<b>I.</b>	<b>Werkverzeichnis 1950-1994.....</b>	<b>78</b>
<b>II.</b>	<b>Literatur.....</b>	<b>89</b>
<b>III.</b>	<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>92</b>

# 0. Einleitung

Mit Iannis Xenakis verstarb am 4. Februar 2001 ein bedeutender Künstler der Avantgarde. Er gilt als einer der Vorreiter in der Computer-Musik. Sein Werk ist geprägt durch die Formalisierung der Komposition, durch Abstraktion und die interdisziplinäre Denkweise eines Künstlers, der Musik im Spannungsfeld zwischen Antike und Moderne als eine Wissenschaft neben anderen betrachtete.

Die Auseinandersetzung mit dem Schaffen Xenakis' wirft vielerlei Fragen auf, die weit über die gewöhnliche Musikanalyse hinausreichen.

In der vorliegenden Arbeit soll zunächst der biographische und philosophische Hintergrund des Komponisten erläutert werden. Danach wird beispielhaft auf mathematische Strukturen eingegangen, die Xenakis im Kompositionsprozeß verwandte. Dies geschieht zum einen an seinem ersten aufsehenerregenden und zugleich bekanntesten Werk *Metastasis*, das viele Ansätze von später ausgearbeiteten Ideen aufweist, sowie in der Darstellung der von Xenakis erfundenen stochastischen Musik und eines von ihm entwickelten graphischen Kompositions-Computers. Es folgt eine kritische Reflexion von Xenakis' Vorgehensweise. Um seine Kompositionstechnik in einen bekannten Zusammenhang zu stellen und gleichzeitig gegen ihn abzugrenzen, wird anschließend auf die Verbindung zu Johann Sebastian Bach verwiesen.

Zitate aus dem Amerikanischen und Französischen sind von der Autorin übersetzt in die Arbeit aufgenommen worden, nur an wenigen Stellen wurde die Übersetzung unmittelbar dem Original folgend eingefügt.

# 1. Biographischer Hintergrund

## 1.1 Lebensdaten

Iannis Xenakis (\*1922 in Rumänien), griechisch-französischer Komponist und Architekt; ab 1940 im nationalen Widerstand aktiv; 1940-1947 Ingenieurstudium am Polytechnikum in Athen; 1947 Flucht nach Frankreich; von 1948-60 Assistent des Architekten Le Corbusier, dann hauptberuflich Komponist; 1953 Heirat mit der französischen Autorin Françoise Gargouil; seit 1965 französischer Staatsbürger; 1966 Gründung des EMAMu (Abteilung Mathematik und Informatik für musikalische Anwendungen) an der Sorbonne, seit 1972 CEMAMu (Forschungszentrum Mathematik und Informatik für musikalische Anwendungen); 1967 - 1972 Lehrtätigkeit an der University of Indiana in Bloomington; Gründung des „Center for Musical Mathematics and Automation“ als amerikanische Version des EMAMu.

Iannis Xenakis setzte als einer der Ersten Computer in der Komposition ein.

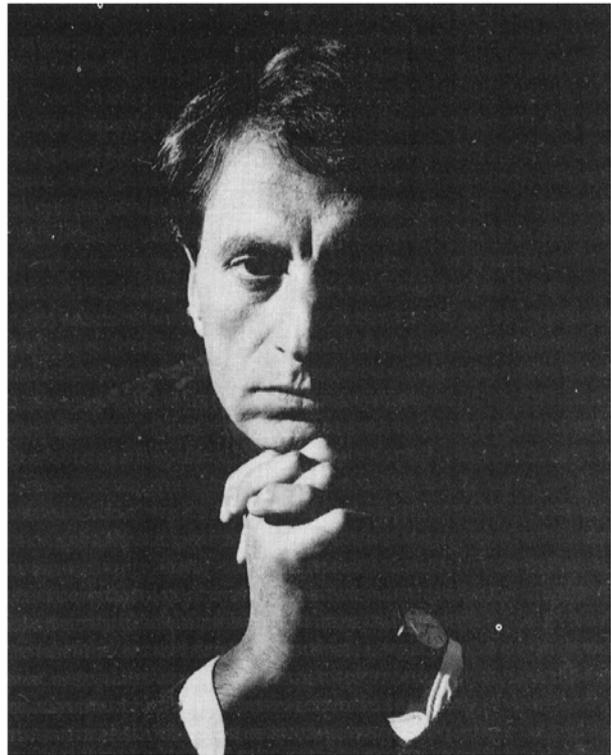
Sein Werk umfaßt mehr als 100 Kompositionen für Soloinstrumente, verschiedene Ensembles, Chor und Orchester über elektroakustische Musik auf Tonbändern bis zu Multi-Media-Arrangements in verschiedenen Umgebungen; dazu kommen zahlreiche Schriften, die in ihrer Interdisziplinarität weit über den Rahmen der reinen Musikwissenschaft hinausreichen.

Iannis Xenakis starb am 4. Februar 2001 in Paris.

Gut eine Woche nachdem Bob Wilsons „Prometheus“-Projekt im Athener Megaron mit Musik von Xenakis uraufgeführt worden war, starb der Komponist am 4. Februar 2001 in Paris. Einen Tag später erschien in der Kölnischen Rundschau ein Artikel darüber, der mit einem Ausspruch des berühmten Literaten Milan Kundera<sup>1</sup> überschrieben war: „Ein Prophet der Gefühllosigkeit“. Ob diese Einschätzung Xenakis selber sowie der Wesensart seines Schaffens gerecht wird, darf bezweifelt werden.

Um das Werk und die musikalischen Ansichten des Komponisten Xenakis besser verstehen zu können, ist es notwendig, sich ein Bild von diesem bemerkenswerten Menschen, seinem biographischen Hintergrund und seiner Denkweise zu machen.

Im folgenden sind einige wichtige Gegebenheiten in seinem Leben und über ihn angeführt,



*Abb. 1: Iannis Xenakis*

---

<sup>1</sup> Milan Kundera, geb. 1.4.1929 in Brno (Brünn, Tschechien), Theaterautor, Essayist, früher Professor für Musik und Dramatik in Prag, seit 1981 französischer Staatsbürger.

von der Jugend bis zum Einsatz von Computern in der Komposition.

## 1.2 Ein biographischer Auszug

Iannis Xenakis wurde in Braila, Rumänien, als Sohn wohlhabender griechischer Eltern geboren. Seine Geburt wird gewöhnlich auf den 29. Mai 1922 datiert, wengleich Verwandte auch das Jahr 1921 angeben - seine Geburtsurkunde ging während des Krieges verloren.

Seine Großmutter sagte über Iannis, daß die Natur bei seiner Geburt zögerte, ob er ein Mädchen oder ein Junge werden sollte – wohl in Anspielung auf seine Sensibilität, die besonders nach dem frühen Tod seiner Mutter zu Tage kam.<sup>2</sup> Die Mutter starb bei der Geburt des vierten Kindes mit diesem zusammen, als Iannis fünf Jahre alt war. Mit ihr verband er nur wenige Erinnerungen, an die er sich nach diesem Schicksalsschlag klammerte. Dennoch dürfte sie für seine Neigung zur Musik wichtig gewesen sein. Sie hatte stundenlang Klavier spielen und aus einem großen Repertoire von Notenliteratur schöpfen können. Es war ihr Wunsch gewesen, daß er ebenfalls Freude an der Musik bekam und Cello spielen lernte. Verwandte bestätigten Iannis in seinem Gefühl, daß der Geist seiner Mutter in ihm weiterlebte.<sup>3</sup>

Im Alter von 10 Jahren schickte sein Vater ihn als ersten der drei Söhne nach Griechenland in ein Internat, das nach englischem Vorbild geleitet wurde, sich in Erziehung und Ausbildung jedoch ausgesprochen der griechischen Kultur verpflichtete. Dort war er von Anfang an aufgrund seines Dialektes ein Außenseiter und wegen seiner Naivität und Arglosigkeit das perfekte Ziel für die derben Späße der anderen Jungen. Obwohl er gelegentlich Freunde hatte, wurde seine Anhänglichkeit oft mißbraucht und verraten. Er war nicht in der Lage, sich die richtigen Partner zu suchen, um sich zu schützen. Nach den ersten drei Jahren, in denen er sich lediglich von allen anderen abzukapseln versucht hatte, begann er geistig aufzublühen. Er nutzte die Zeit des Alleinseins zum Lernen und wurde der Beste in der Klasse. Oft verbrachte er Stunden in der Schulbibliothek, wo er Werke über Astronomie und andere naturwissenschaftliche Literatur fand, durch die er sich auch zur Nachahmung physikalischer Experimente animieren ließ.

Der Musikunterricht in der Schule brachte Iannis indes nicht viel weiter. Er war jedoch vom virtuosen Klavierspiel seines Lehrers so beeindruckt, daß er dieses Instrument selber erlernen wollte und zuhause in den Ferien ersten Unterricht erhielt. Durch Radiohören erschloß er sich im Laufe der Zeit das klassische Repertoire. Schon als Jugendlicher hatte er sich durch die traditionelle rumänische und griechische Musik, die der byzantinischen Kirche sowie durch die Volksmusik zum Komponieren eigener Chor- und Instrumentalstücke inspirieren lassen. Eigenen Angaben zufolge versuchte er sich aber auch immer gegen die sentimentale Beeinflussung dieser Musik zu wehren, weil er die Auffassung vertrat, daß „Musik nicht auf diese Weise gehört werden“<sup>4</sup> sollte.

Daß Xenakis nach der höheren Schule trotz seines Musikinteresses ans Polytechnikum nach Athen ging, lag zum einen daran, daß er der Musik zu der Zeit noch nicht die gleiche Bedeutung beimaß wie später; zum anderen sollte er studieren, um von etwas leben zu können. Es war ein Kompromiß zwischen seinen eigenen Neigungen und dem Wunsch seines Vaters, wonach er in England hätte Schiffbau studieren sollen. Seine Interessen blieben neben der Musik die Mathematik und die Physik; Ingenieur oder Architekt habe er nie werden wollen, so Xenakis.<sup>5</sup> Seinen Sinn für die altgriechische Sprache sowie Philosophie und Psychologie, der mit 14 Jahren neu erwacht war, baute er sich zu einer eigenen Welt aus – einer Welt, die mit der Gegenwart nichts mehr zu tun hatte. Er glaubte, in die falsche Zeit hineingeboren worden zu sein. Musik und Naturwissenschaften erschienen ihm eine Verbindung zwischen den Welten. Er unternahm Fahrten zu historischen griechischen Orten, die ihn in die Vergan-

---

<sup>2</sup> 4, S. 13.

<sup>3</sup> Ebd., S. 14.

<sup>4</sup> 6, S. 18.

<sup>5</sup> Ebd., S. 20.

genheit zurückversetzten, und er genoß dabei das Leben in Verbundenheit mit der Natur. Im Jahre 1940, unmittelbar nachdem Xenakis im Herbst seine Aufnahmeprüfung am Polytechnikum bestanden hatte, wurde Griechenland von den Italienern besetzt. Die Hochschule wurde sofort geschlossen und erst ein Jahr später wieder eröffnet. Xenakis schloß sich dem Widerstand an. Die Erlebnisse der Großdemonstrationen, bei denen Hunderttausende von Menschen im Protest geschlossen auf die Straße gingen, waren später noch von Bedeutung für seine Musik. Es gelang der griechischen Bevölkerung in einem geschlossenen nationalen Widerstand, die Italiener zu schlagen; dann marschierten deutsche Truppen ein. Xenakis war zunächst im nationalistischen Protest gegen die Besatzung aktiv; die „realistische und zielbewußte“<sup>6</sup> Politik der Kommunisten ließen ihn dann jedoch in die kommunistische Partei eintreten.

Der nationalen Befreiungsfront, an deren Kämpfen nach Angaben Xenakis‘ 70 % der griechischen Bevölkerung teilnahmen, gelang 1944 die Vertreibung der Deutschen. Doch mit den Engländern, die von der griechischen Bevölkerung als Befreier begrüßt wurden, kam die Regierung Papandreou nach Athen. Sie entpuppte sich unter ihrem Deckmantel einer alle nationalen Parteien umfassenden Volksvertretung als rechtsbürgerlich-royalistisch. Das Volk spaltete sich in zwei unversöhnliche und durch den vorangegangenen gemeinsamen Widerstand bewaffnete Lager: auf der einen Seite die von den Siegermächten gestützten Royalisten, auf der anderen ein Sammelbecken aller republikanischen und linken Kräfte. Am 3. Dezember 1944 wurde eine friedliche Demonstration der Linken von der offenbar in Panik geratenen Polizei unter Beschuß genommen; etwa 30 Tote und Hunderte Verletzte waren zu beklagen. Die Engländer griffen die Stellungen der Partisanen um Athen an; die Widerstandsbewegung sollte zerschlagen und die Kommunisten ausgelöscht werden. Das Bombardement dauerte einen Monat. Am Neujahrstag 1945 wurde Xenakis von einem Panzergeschoß getroffen und schwer im Gesicht verletzt. Sein Kiefer wurde halbseitig zertrümmert, und er wurde auf einem Auge blind.

Bei den zweifelhaft durchgeführten Wahlen im März 1946, bei denen die kommunistische Partei trotz der ihr verbliebenen Stärke nicht angetreten war, errangen die royalistisch-konservativen Kräfte die absolute Mehrheit. Danach brach der Bürgerkrieg von neuem aus. Kurz nachdem Xenakis 1947 sein Diplom als Bauingenieur am Polytechnikum ausgehändigt bekam, verließ er Griechenland, da die Regierung begonnen hatte, des Kommunismus Verdächtige in Konzentrationslagern zu inhaftieren. Zum Zeitpunkt seiner Flucht war Xenakis bereits zum Tode verurteilt worden. Über die Dodakes-Inseln, die während des Krieges zu Italien gehört hatten, gelangte er nach Rom und von dort mit Hilfe von Kommunisten nach Frankreich. Am 11. November erreichte er Paris. Er fand sich in einer fremden Welt wieder – desillusioniert und verletzt an Leib und Seele, aber noch am Leben.

Sein Wunsch war es noch immer, Musik zu machen und mathematische Studien zu betreiben. Doch er brauchte einen Beruf, von dem er leben konnte. Er bekam die Möglichkeit, in den Dienst des Architekten Le Corbusier<sup>7</sup> zu treten, für den Freunde vom Athener Polytechnikum gearbeitet hatten.

Interessant ist die Tatsache, daß Xenakis sich schon in der Jugend – vermutlich unter dem Einfluß seines Klavierlehrers Jean Choisy – analytisch mit der Musik Johann Sebastian Bachs beschäftigt hatte. Im Alter von 16 Jahren hatte er versucht, Werke von Bach in mathematische Formeln zu setzen. Dazu sagte er einmal: „Als Bach die ‚Kunst der Fuge‘ schrieb, verfaßte er eine mathematische Kombination.“<sup>8</sup>

Von etwa Frühjahr 1939 bis zum Ausbruch des Krieges im Herbst 1940 hatte Xenakis den Theorieunterricht des russischen Komponisten Koundouroff besucht. Damals muß ihm aufge-

---

<sup>6</sup> Ebd., S. 23.

<sup>7</sup> Eigentlich Charles Edouard Jeanneret-Gris, 1887-1965, franz.-schweiz. Architekt.

<sup>8</sup> 2, S. 18-19.

gangen sein, daß Komponieren etwas mit „Strenge und Disziplin“ zu tun habe.<sup>9</sup>

In der Zeit des Krieges mag die Beschäftigung mit der Musik für Xenakis in den Hintergrund getreten sein, doch durch die Organisation im Widerstand wurden Fragen über die Funktion der Kunst – insbesondere der traditionellen – in der Gesellschaft aufgeworfen. Xenakis berichtete später überdies von einer Episode während der kriegerischen Auseinandersetzungen: einer der Mitstreiter im Widerstand nutzte jede Gelegenheit zum Niederschreiben von Musik sowie zum Klavierspiel, wobei Xenakis unerwartet mit der neuartig wirkenden Musik von Ravel, Debussy und Bartok konfrontiert wurde.<sup>10</sup>

In Paris nun war es für Xenakis wie ein Schock, den vielen verschiedenartigen Strömungen neuer Musik ausgesetzt zu sein. Zudem war er durch die zurückliegenden Ereignisse, die Anschläge auf Wohl und Leben sowie den Zusammenbruch einer Ideologie gezeichnet. Er bedurfte nach dem Umsturz seiner Lebensumstände, seiner Ideologien und seines Weltbildes in dieser neuen Welt einer Orientierung. So suchte er in den ersten Jahren in Paris musikalisch noch nach etwas Bekanntem; an der traditionellen griechischen und rumänischen Musik, der er sich aus früherer Zeit erinnerte, konnte er sich orientieren. Er schrieb in dieser Zeit einerseits Stücke in Anlehnung an diese Folklore, begann gleichzeitig aber auch ganz neue Kompositionen jenseits von Traditionen und Regeln. In Paris konnte er auch seine musikalischen Studien wieder aufnehmen.

Das Musikstudium Xenakis‘ war nicht mit einem nach gängiger Vorstellung regulärem Studium vergleichbar, schon aufgrund der Tatsache, daß er zur selben Zeit mit der Anstellung bei Le Corbusier seinen Lebensunterhalt verdienen mußte. Somit blieb ihm wenig Zeit, seinen Interessen nachzugehen. Dazu kam eine rudimentäre musikalische Vorbildung, sowohl was die lediglich etwa einjährige klassische Grundausbildung in Harmonielehre und Kontrapunkt aus seiner Zeit in Griechenland betraf als auch die mangelnde Kenntnis der Musikwelt in Paris. Sein weiteres Vorgehen im Bemühen um das Studium der Musik war dadurch gekennzeichnet, den richtigen Lehrer für seine unkonventionellen musikalischen Vorstellungen zu finden. Mit Arthur Honegger konnte er arbeiten, bis es zu einer Auseinandersetzung über Regeln kam: Xenakis‘ Beharrung auf einer Kompositionsstelle mit parallelen Oktaven stieß auf wenig Gegenliebe. Nadia Boulanger bot ihm nach Sichtung einiger seiner Kompositionen zwar an, weitere Arbeiten durchzusehen, hielt sich aber für zu alt, um mit ihm noch einmal von vorne zu beginnen.<sup>11</sup> Bei Darius Milhaud blieb er etwas länger, doch wurden ihm nicht nur der trockene Lehrstoff und die pedantischen Übungen zuwider, er begann schlichtweg ihren Sinn in Frage zu stellen und zu verneinen, wenngleich sie gemeinhin als unabdingbare, erzieherische Voraussetzung für das seriöse Komponieren galten. Mit Louis Saguer, einem französischen Komponisten deutscher Abstammung, verband Xenakis eine freundschaftliche Beziehung, die wohl auf gemeinsamen Aktivitäten im selben politischen Zirkel beruhte. Der Unterrichtsversuch endete jedoch mit vernichtender Kritik von Saguer und einer gewissen Ratlosigkeit gegenüber Xenakis‘ Kompositionsideen.<sup>12</sup>

Es war schließlich ein Anraten Le Corbusiers, auf das hin Iannis Xenakis sich bei Olivier Messiaen<sup>13</sup> vorstellte. Le Corbusier soll geäußert haben, es gäbe für ihn nur zwei gültige französische Komponisten: Edgar Varèse<sup>14</sup> und eben Olivier Messiaen. Dieser erkannte nach eigenen Angaben sofort das Außergewöhnliche an Xenakis. „Ich habe sofort gemerkt, daß dieses jemand war, der anders war als andere. ... Ich stellte fest, daß es für ihn spricht, daß er Grieche ist; daß es eine weitere Referenz ist, daß er Architekt war und mit Le Corbusier zu-

<sup>9</sup> Ebd., S. 178.

<sup>10</sup> 1, S. 180.

<sup>11</sup> 6, S. 31.

<sup>12</sup> 1, S. 182.

<sup>13</sup> Olivier Messiaen, 1908-1992, franz. Komponist. Baltensperger gibt an, daß „nahezu sämtliche namhaften Vertreter der ‘Avantgarde der Moderne’“ zumindest kurzzeitig bei Messiaen in die Lehre gegangen seien (s. 1, S. 198).

<sup>14</sup> Edgar Varèse, 1883-1965, französisch-amerikanischer Komponist und Schlagzeuger.

sammenarbeitete; und zuletzt sagte er mir auch noch, daß er dabei ist, eine spezielle Mathematik zu machen!<sup>15</sup> So ging Xenakis von 1950-1952 zu Vorlesungen von Olivier Messiaen am Konservatorium.

Messiaen war sicher derjenige Komponist, der Xenakis am stärksten beeinflusste. Es würde zu weit führen, hier eine Beschreibung seines Werkes und seiner Philosophie einzufügen.<sup>16</sup> Zu erwähnen ist aber, daß sich in der Musikphilosophie Messiaens Parallelen finden zu Gedanken, die Iannis Xenakis von Anbeginn leiteten. Deutlich trägt sie augustinische Züge.<sup>17</sup> Die im Gegensatz zu Xenakis zweifellos religiöse Ausrichtung seiner Musiktheorie handelt von rationalen Begriffen und Elementen, in denen sich stets die höhere Ordnung manifestiert – was wiederum eine Verbindung zwischen beiden herstellt, da die Abstraktion Xenakis‘ ebenfalls auf übergeordnete Regeln baut. Die Brücke zum „Unsagbaren“, eigentlich Musikalischen, faßte Messiaen in den Begriff „Charme des impossibilités“<sup>18</sup>:

- Einerseits wirke Musik angenehm auf die Sinne der Hörer und vermittele dem Ohr einen raffinierten und vergnüglichen Hochgenuß, andererseits
- soll sie dazu berufen sein, zur Kontemplation hinzuführen, absolute Wahrheiten vermitteln zu können und eine edle Gesinnung auszudrücken.

Des Weiteren war die Musik Messiaens wichtig für Xenakis‘ Auseinandersetzung mit der seriellen Musik (s.u.).

Die Zusammenarbeit mit Le Corbusier weckte in Xenakis ein völlig neues Interesse an Architektur, unter anderem auch deswegen, weil er Merkmale der zeitgenössischen Baukunst mit der Musik in Verbindung bringen konnte. Zuvor hatte er seine Arbeiten als Architekt und Ingenieur nur unter dem Aspekt des Lebensunterhalts betrachtet, da er die Ansicht vertrat, daß nach der griechischen Klassik ein Verfall in der Architektur eingesetzt hätte und es ihm genüge, die Architektur der Antike zu kennen.<sup>19</sup> Als Xenakis erstmals mit Le Corbusier zusammen ein ganzes Projekt, das Kloster von La Tourette, entworfen hatte, wurde er sich bewußt, daß er durch die vergangenen Jahre in Paris und die Anregungen aus der Architektur eine Vorstellung von der Bedeutung und der Realisierung seiner Ideen bekommen hatte. Dies war neben der kulturellen Verwandtschaft auch einer der Beweggründe für ihn, in Paris zu bleiben, nachdem er ursprünglich hatte nach Amerika auswandern wollen:

„Paris, das ist für mich das Athen von heute! Frankreich ist zweifellos das Land, das mir in bezug auf die Denk- und Verhaltensweise am nächsten steht. Und dazu kommt noch, daß es eine tiefe geschichtliche Verbindung mit Griechenland hat.“<sup>20</sup>

Xenakis hatte das richtige Umfeld gefunden, eine Stadt, die seine Verbindung zur Vergangenheit aufrecht erhielt und seinen Schöpfergeist anregte.

Während seiner zwölfjährigen Zusammenarbeit mit Le Corbusier entwarf er u.a. den Philips-Pavillon für die Weltausstellung 1958 in Brüssel, in dem er eine Idee architektonisch umsetzte, die er zuvor einer Komposition zugrunde gelegt hatte. Mit diesem Stück, in dem er über die Idee des fließenden Überganges hinaus auch mit mathematischen Formeln in der Musik zu experimentieren begann, hatte er 1955 in Donaueschingen erstmals Aufsehen erregt: „Meta-

---

<sup>15</sup> Übertragung aus dem Französischen nach 1, S. 183.

<sup>16</sup> Baltensperger widmet in seiner Dissertation dem Musikdenken Messiaens einen zwanzig Seiten umfassenden Exkurs (s. 1, S. 198 ff). Zudem geht er auch auf die Einflüsse anderer Komponisten wie Hermann Scherchen, Edgar Varèse oder Pierre Schaeffer ein (1, S. 346ff).

<sup>17</sup> Für Augustinus ließen sich Theologie und Philosophie nicht scharf unterscheiden. Diese Position zeigt sich u. a. in seiner Maxime: Ich glaube, damit ich erkennen kann (lat. credo, ut intelligam). Ohne die göttliche Erleuchtung in unserem Glauben können wir die Weisheit (lat. sapientia), mit deren Hilfe wir zur Glückseligkeit (lat. beatitudo) gelangen, nicht erkennen (XVIII).

<sup>18</sup> 1, S. 200.

<sup>19</sup> 6, S. 26.

<sup>20</sup> Xenakis, in: 2, S. 9.

stasis”.<sup>21</sup>

Im selben Jahr erschien in den „Gravesaner Blättern“ der Artikel „La crise de la musique sérielle“, in der Xenakis die aussichtslose Situation der seriellen Musik beschrieb und auf mögliche Lösungswege hinwies, die er später in seinen Kompositionen ausarbeitete. Einen Ausweg aus dem starren Kompositionsmuster sah er darin, auch andere musikalischen Elemente außer der Tonhöhe in die Kombinatorik miteinzubeziehen sowie mit Hilfe mathematischer Methoden eine viel weiter gefaßte Verarbeitungsstrategie zu entwickeln.

Das abstrakte Denken Xenakis‘, sein Interesse für Naturwissenschaften sowie der nicht zuletzt durch die griechische Kultur und Philosophie geprägte Sinn für die Zusammenhänge und Verbindungen der verschiedenen Wissenschaften ließen ihn auch im Weiteren die Verwendungsmöglichkeiten von Regeln und Gesetzen naturwissenschaftlichen Ursprunges in der Musik suchen. Er übernahm aus der Mathematik Formeln, die zur Erklärung von physikalischen, biologischen und chemischen Phänomenen dienen, und wendete sie auf Instrumente und musikalische Parameter an – auf Tonhöhe, Dauer, Lautstärke, Klangfarbe. Er ging mit der Abstraktion soweit, die Frage nach dem Minimum an Vorgaben zu stellen, das für die Struktur einer Komposition nötig sei. Diese Überlegungen verwandte er 1955-57 in den Orchesterstücken „Pithoprakta“ und „Achorripsis“.

Xenakis offenbarte in einem Interview einmal, wie stark er durch seine Kriegsverletzung einträchtigt und beeinflusst war:

„Ich glaube, durch meine Verwundung bin ich so geworden, wie ich bin. Zum einen wurde mein Gehör geschädigt, ... ich höre die höheren Töne nicht mehr so gut, aber dafür ein ständiges Rauschen, ... dieser ständige hohe Ton von 8000 Hertz blieb in meinem Ohr ... ein Auge habe ich verloren. Die Folge war, daß ich Monate später noch nicht aufrecht stehen konnte ... Die Distanz zu den Gegenständen änderte sich fortwährend, ... All dies hat dazu geführt, daß ich nicht in der Wirklichkeit lebe. Es ist, als befände ich mich in einem Brunnenschacht. Meiner geschwächte Sinne wegen kann ich die mich umgebende Welt nicht unmittelbar erfassen. Ich glaube, aus diesem Grund hat sich mein Kopf mehr und mehr dem abstrakten Denken zugewandt. Ich habe lernen müssen, den Abstand zu den Gegenständen indirekt, durch Überlegungen, einzuschätzen. Bei jedem Schritt. Und dadurch habe ich mir angewöhnt, auch in anderen Bereichen zu abstrahieren.“<sup>22</sup>

André Baltensperger schreibt in seiner Dissertation über „Iannis Xenakis und die stochastische Musik“ 1996: „Ein fast blindes Vertrauen in einen universalen, abstrakten Lösungsweg für Problemstellungen in der Kunst schlechthin prägte von Beginn an alles, was Xenakis in Musik und Architektur unternahm“<sup>23</sup> – eine Darstellung, die mit dem Wissen um die von Xenakis bekannte Schwere der Verletzung in einem anderen Licht erscheint. Es waren nicht nur sein fachübergreifendes Denken und seine *Fähigkeit* zur Abstraktion, sondern auch die von ihm selbst beschriebene *Notwendigkeit*, die Xenakis auf universale Lösungen setzten lies-sen.

Von 1957 an setzte Xenakis als einer der Vorreiter in der Musik Rechner in der Komposition ein. So entstand bis 1963 eine Reihe von Stücken, die alle auf demselben Computerprogramm basierten.<sup>24</sup> Er benutzte dafür einen IBM 7090 Computer, mit dem er Instrumentation, Notensequenz, Tonhöhe, Dauer und Lautstärke bestimmte.<sup>25</sup> Neben diesen ersten Werken, deren Ergebnisse für herkömmliches Instrumentarium spielbar und vorgesehen waren, wandte er sich auch der Klangsynthese durch den Computer zu. Von 1957 – 1962 komponierte er im Pariser GRM-Studio (Groupe de Recherches Musicales), das damals von Pierre Schaeffer

---

<sup>21</sup> S. Kap. 2.1.

<sup>22</sup> 6, S. 49-50.

<sup>23</sup> 1, S. 20.

<sup>24</sup> S. Kap. 2.1.

<sup>25</sup> Zu dieser „Familie“ von Kompositionen gehören *Atrees*, ST 10, ST 48, das Quartett ST 4, *Strategie* und *Eonta* (s. auch Kap. 3.2).

geleitet wurde und in dem auch Pierre Boulez, Pierre Henry und Karlheinz Stockhausen arbeiteten, Stücke elektroakustischer Musik für 4- oder 8-Spur-Tonband, u.a. „Concret PH“, das 1958 im Philips-Pavillon auf der Weltausstellung in Brüssel erklang.<sup>26</sup>

1966 gründete Xenakis an der Sorbonne die Abteilung Mathematik und Informatik für musikalische Anwendungen „EMAMu“ (= Equipe de Mathématiques et Automatiques Musicales) und später als amerikanische Version das „Center for Musical Mathematics and Automation“ an der University of Indiana in Bloomington, wo er von 1967 - 1972 jedes Jahr einige Monate lehrte. 1972 wurde das EMAMu als Forschungszentrum Mathematik und Informatik für musikalische Anwendungen „CEMAMu“ (= Centre d'Etudes de Mathématiques et Automatiques Musicales) neu organisiert. Es wurde nun eine gemeinnützige, durch das französische Kultusministerium unterstützte Organisation, die ihre Existenz im besonderen dem Physiker Leprince Ringuet und dem Informatik-Experten Alain Profit verdankt und dem Ziel dient, Geistes- und Naturwissenschaften in interdisziplinärer Forschung zu vereinen.<sup>27</sup> „Das CEMAMu hat wie sein Vorläufer EMAMu die Aufgabe, für Komponisten Möglichkeiten zu schaffen, wissenschaftliches Denken und mathematische Modelle unmittelbar in Musik umzusetzen. ‚Unmittelbar‘ bedeutet: ohne Tongeneratoren und Musikinstrumente.“<sup>28</sup> Diese Idee führte zur Konstruktion des UPIC<sup>29</sup>, mit dem Xenakis 1978-89 einige Musikstücke komponierte.

Zwischen 1969 und 1977 produzierte Xenakis mehrere Multi-Media-Werke, in denen er mit Licht in Form von Blitzen, Laser, Spiegeln und verschiedenen anderen optischen Geräten sowie mit elektroakustischer Musik vom Tonband arbeitete. Sie waren jeweils als Licht-Raum-Installation für eine bestimmte Umgebung komponiert worden, sei es für den Pavillon des japanischen Stahl-Verbandes bei der Weltausstellung in Osaka oder als Musik in den Ruinen und Bergen Persepolis im Iran. Die Produktion von Stücken mit mehreren Medien wirkt geradezu folgerichtig angesichts Xenakis' interdisziplinären Denkens – wenn er eine Idee sowohl in Musik als auch in Architektur umzusetzen verstand, erscheint ebenso ein Zusammenspiel verschiedener Medien naheliegend.

Seit 1991 arbeitete Xenakis auch mit dem im CEMAMu entwickelten Computerprogramm „GENDYN“, welches nach Eingabe mehrerer Variablen durch den Komponisten nicht nur die Komposition, sondern auch die Klangsynthese errechnet und erzeugt. Es ist zu vermuten, daß ein solches Programm eher der Suche nach dem Minimum an Kompositionsregeln entspricht, jedoch keineswegs den Komponisten seiner Daseinsberechtigung berauben soll. Xenakis wollte seine Instrumentalwerke stets so gespielt haben, wie er sie notiert hatte. „Natürlich nehme ich Rücksicht auf die physischen Möglichkeiten der Interpreten, sonst hätte ich eine Sinfonie für Klavier zu zwei Händen geschrieben. Aber ich stelle ebenso die Tatsache in Rechnung, daß Dinge, die heute noch unüberwindliche Hindernisse darzustellen scheinen, vielleicht morgen schon keine mehr sind.“<sup>30</sup> Um die Möglichkeit der Umsetzung zumindest theoretisch gewährleistet zu wissen, schaffte er sich Modelle der Instrumente, für die er komponierte: eine auf Pappe gemalte Cembalo-Tastatur oder einen Stab, auf dem er die Griffbretter von Saiteninstrumenten markierte. Wo er es als notwendig erachtete, überließ er es in Stücken dem Interpreten, ob dieser alle Noten spielte oder einige ausließ, wenngleich er gerne alle Bestandteile der Komposition in Ton umgesetzt haben wollte.<sup>31</sup> Die Bedeutung, die er dem Komponisten beimaß, drückt sich auch in seiner Ansicht aus, daß improvisierte Musik dem Abdanken des Komponisten gleichkäme.<sup>32</sup>

<sup>26</sup> Siehe S. 37ff.

<sup>27</sup> H. Lohner, „Das UPIC: eine Erfindung von Iannis Xenakis“, in: 5, S. 73.

<sup>28</sup> Iannis Xenakis, ebd.

<sup>29</sup> S. Kap. 3.3.

<sup>30</sup> Ebd., S. 65.

<sup>31</sup> Vgl. ebd.

<sup>32</sup> 2, S. 14-15. Eine Abweichung von diesem Prinzip findet sich nur in Werken wie *Stratégie* oder *Duel*, die Xenakis als „Spiele“ bezeichnete. Darin treten jeweils zwei Orchester gegeneinander an, wobei die Dirigenten

Es muß bemerkt werden, daß die computerbasierten Kompositionen im Gesamtwerk lediglich etwas mehr als ein Zehntel ausmachen. Sie sind jedoch ein wichtiger Beitrag zur Computermusik insgesamt, besonders zur Zeit ihrer Entstehung, und zudem eine Schnittstelle und ein Baustein in Xenakis' interdisziplinärem Arbeiten.

---

während des Spielens aus vordefinierten Strategien jeweils eine auswählen, nach der sie verfahren wollen. Je nachdem, welche Art von musikalischen Material aufeinander trifft, sammelt die eine oder andere Partei entsprechend einer Spielmatrix mehr Punkte und gewinnt (6, S. 104-105).

## 2. Philosophie und Motive

Der Computereinsatz in der Komposition hat für das musikalische Schaffen Xenakis' einen symbolischen Stellenwert. Xenakis arbeitete mit einer Reihe von naturwissenschaftlichen Gesetzen, die als Beschreibung von Vorgängen in der Natur mit Hilfe der Mathematik als gemeinsamer Sprache der Wissenschaften formalisiert worden waren.

Der Rechner verarbeitet Formeln, in binäre Informationen zerlegt, völlig unabhängig davon, auf welche Materie sie hernach angewendet werden sollen. Nichts symbolisiert die Abstraktion besser, die wesentlich im Schaffen des Komponisten Xenakis ist. Für den Rechner gilt:

*alles ist Zahl.*

### 2.1 Der philosophische Ansatz

„Der Künstler-Erdenker wird Wissen und Erfindungsreichtum in so unterschiedlichen Bereichen wie Mathematik, Logik, Physik, Chemie, Biologie, Genetik, Paläontologie (für die Evolution der [Lebens-]Formen), Humanwissenschaften und Geschichte besitzen müssen.“

*Iannis Xenakis*<sup>33</sup>

Xenakis war wesentlich von universalem Denken geleitet. Er ließ sich von altgriechischer Philosophie wie der des Pythagoras beeinflussen.

Pythagoras soll der erste gewesen sein, der das Wort „Philosophie“ in dem uns geläufigen Sinn verwandte. Es erschien ihm anmaßend, sich nach der bis dahin üblichen Manier einen „sophos“, einen Weisen, zu nennen, und so nannte er sich bescheiden einen „philosophos“, einen Freund der Weisheit.

In den Zahlen sieht die pythagoräische Lehre das eigentliche Geheimnis und die Bausteine der Welt. Die Harmonie der Welt (Pythagoras war der erste, der die Welt einen „Kosmos“ nannte) beruhte darauf, daß alles in ihr wie in der musikalischen Harmonie nach Zahlenverhältnissen geordnet ist. Er suchte das Geheimnis der Welt nicht in einem Urstoff, sondern in einem Urgesetz, nämlich der unveränderlichen zahlenmäßigen Beziehung unter den Bestandteilen unserer Welt.<sup>34</sup>

Seit den Pythagoräern war die Dualität von Musik und Mathematik als Einheit im Begriff der Harmonie erfaßt, in einem Weltbild, das die Ordnung von Zahlen als das Prinzip des Kosmos schlechthin setzte. Die Entdeckung mathematischer Proportionen in Entsprechung der musikalischen Intervalle durch die Pythagoräer lieferte den Beweis für die Wechselseitigkeit von Tönen und Zahlen. Ein Denken in Analogien setzte bei den als universal aufgefaßten Prinzipien an und bildete insbesondere für das scholastische Mittelalter bis in die heutige Zeit einen Ansatz zu metaphysischen Spekulationen: in der musikalischen Harmonie drückt sich die Einheit der metaphysischen Ordnung aus.<sup>35</sup>

Xenakis sagte dazu einmal:

„Pythagoras hat die Arithmetik, den Zahlenkult, geschaffen, indem er von der Musik ausging. Die Lehre des Pythagoras von den Zahlen ist aus der Musik geboren worden. (...) Er nahm die Arithmetik und die Geometrie zusammen und schuf so die Grundlagen der mo-

---

<sup>33</sup> XII.

<sup>34</sup> XIII.

<sup>35</sup> 1, S. 44.

dernen Mathematik, er konnte so die Astronomie erörtern, die Sphärentheorie, die Theorie der Sphärenmusik, die bis Kepler überlebt hat; ... In der Antike wurde die Musik ganz einfach ein Zweig der Mathematik.<sup>36</sup>

Die philosophischen Ansätze, die Xenakis' Vorgehensweise mit Hilfe der Mathematik und der Naturwissenschaften beeinflussten, treten auch immer wieder in seinen Schriften und Äußerungen zu Tage. In seinem 1963 veröffentlichten Buch „Musique Formelle“, 1971 als „Formalized Music“ ins Amerikanische übersetzt erschienen, skizzierte Xenakis in den ersten vier Kapiteln den Rahmen einer künstlerischen Gesinnung, die Mathematik in drei grundlegenden Ansätzen benutzt:

- als „philosophische Inhaltsangabe und Zusammenfassung allen Lebens und seiner Evolution“, womit er unter anderem auch Gesetze und Formeln meinte, die zur Erklärung und Beschreibung naturwissenschaftlicher Phänomene dienen;
- als eine „qualitative Grundlage und Mechanisierung von Logik und Logos, z.B. symbolische Logik, set-Theorie, Theorie von Kettenereignissen, Spieltheorie“;
- als Instrument und Maß, welches „Erforschung und mögliche Umsetzung vorantreibt und Wahrnehmung schärft, z.B. Entropie-Rechnung, Matrizenrechnung, Vektorrechnung“.<sup>37</sup>

Xenakis sah in der Mathematik als Spiegel objektiver Gesetzmäßigkeiten eine gesicherte Invariante, eine außergeschichtliche Komponente.<sup>38</sup>

Die Komplementarität von Kunst und Wissenschaft, gefaßt im Begriff „Art-Science“ ist der zentrale Punkt im Schaffen Xenakis'. Der Künstler wird dabei zum kreativen, in Experimente involvierten Forscher. „Science“ war für Xenakis die Grundlage für vielfältige Denkmodelle, die die technischen Fragen einer Idee leiten konnten und mit ihrer Struktur zudem ästhetische Konzepte offerierten. Damit schloß er an eine Tradition an, die in Frankreich, unter dem Stichwort „esthétique scientifique“ zusammengefaßt, von einem pythagoräischem Weltbild ausgeht.<sup>39</sup>

Der oben angeführten Skizzierung der künstlerischen Gesinnung folgt eine kurze philosophische Betrachtung, die ein wenig in das Weltbild Xenakis' blicken läßt:

„Musik zu machen heißt, menschliche Intelligenz mit klanglichen Mitteln auszudrücken. Das ist Intelligenz in ihrem weitesten Sinne, die nicht nur Gedankenspielerien purer Logik, sondern auch die „Logik“ von Emotionen und Intuition umfaßt. Die hier voranstehenden Techniken lassen trotz der Strenge ihrer inneren Struktur viel Raum, in die die komplexesten und geheimnisvollsten Bestandteile der Intelligenz einfließen können. Diese Techniken verlaufen stetig zwischen zwei historischen Polen, die durch moderne Wissenschaft und Philosophie vereinheitlicht worden sind: Determinismus und Verhängnis auf der einen Seite, freier Wille und bedingungslose Wahlmöglichkeit auf der anderen. Zwischen diesen beiden Polen spielt sich das Leben derzeit ab, teilweise fatalistisch, teilweise veränderbar, mit der gesamten Bandbreite von gegenseitiger Durchdringung und Auslegung.“<sup>40</sup>

Mit seinem universalen Weltbild war es Xenakis auch ein Anliegen, die Wissenschaftler verschiedener Disziplinen zusammenzuführen.

„Wenn man die Musik in dem Sinne braucht, in dem ich sie benutze, steht sie der Mathematik sehr nahe, sie verbindet sich mir ihr. Für diese Verbindung werden die Mathematiker empfänglich sein.“<sup>41</sup>

Im Austausch von Fachleuten der verschiedenen Disziplinen sah er ein großes Potential zur Weiterentwicklung der menschlichen Gesellschaft. Daneben betonte er die Bedeutung, die die

---

<sup>36</sup> 2, S. 17-18.

<sup>37</sup> 7, S. 178.

<sup>38</sup> Ein solcher Rückgriff auf die universalen Gesetze steckt nach Darstellung Baltenspergers auch im Begriff des „Rationalismus“ in der Philosophie der Serialisten, den Xenakis aufgrund des vermuteten Mißverständnisses kritisierte (1, S. 31).

<sup>39</sup> Ebd.

<sup>40</sup> 7, S. 178.

<sup>41</sup> 2, S. 17.

Musik bei der Vervollkommnung des Menschen durch seine schöpferischen Fähigkeiten haben könnte. Würde man diesen Fähigkeiten die Möglichkeit der Weiterentwicklung geben, so würde die ganze Gesellschaft davon erfaßt werden und eine Menschheit mit stets wachsendem Wissen und von „vollendeter Meisterschaft“ hervorbringen.<sup>42</sup>

Auf die Frage nach seinen musikalischen Wurzeln<sup>43</sup> wies Iannis Xenakis von sich, überhaupt welche zu haben. Er begründete das mit der Vielfältigkeit der musikalischen Einflüsse, denen er ausgesetzt war. Um größtmögliche Freiheit zu gewinnen, versuchte er jede Musik, auch wenn sie ihm nicht alle gleich gefielen, zu verstehen – sei es nun die rumänische und griechische Volksmusik, der byzantinische Kirchengesang, die westliche oder außereuropäische Musik.

Auf der Suche nach einer eigenen Identität wurde Xenakis sein griechischer Hintergrund wichtig. In einer frühen Schrift hatte er einmal über die „Probleme griechischer Musikkomposition“ referiert<sup>44</sup>. Darin ermahnte er die Komponisten seines Landes, sich auf griechische Musiktradition zu besinnen. Sie sollen „den erlernten Kontrapunkt vergessen“ und sich statt dessen der musikalischen Technik neu widmen, indem sie Kunstwerke der Volkstradition studierten.<sup>45</sup> Die alte griechische Musik sah er von westlichem Einfluß in eine minderwertige Ecke gedrängt - ganz zu Unrecht. Gerade mit der Abkehr vom durtonalen Stil der Epoche von Bach bis Wagner kamen Alternativen auf, die Xenakis' Ansicht nach mit der Pflege und Weiterentwicklung der griechischen Tradition schon früher möglich gewesen wären.

Die alleinige Rückbesinnung auf griechische Volksmusik erschien Xenakis jedoch eine Sackgasse in der Entwicklung zu sein. Er benötigte etwas Allgemeineres. Gleichzeitig bemüht um eine Neuerung (nur diese rechtfertigte für ihn jegliche Existenz), versuchte er dennoch, die Ausdrucksformen der Vergangenheit in seine Musik mit einzubeziehen. Xenakis sah es als größtes Ziel an, eine Musik zu komponieren, die jede historische und kulturelle Form mit einschließe – sozusagen die Abstraktion jeglicher musikalischen Entwicklung zu finden. So läßt sich auch sein Versuch verstehen, das Minimum an Regeln aufzustellen, welche für eine Komposition vonnöten waren.<sup>46</sup>

---

<sup>42</sup> Ebd.

<sup>43</sup> 6, S. 52ff.

<sup>44</sup> 9.

<sup>45</sup> Ebd.

<sup>46</sup> S. dazu Kap. 3.2.

## 2.2 Die Kritik an der seriellen Musik

Xenakis' Kritik an der seriellen Musik, die er 1955 in seinen Artikel „La crise de la musique sérielle“<sup>47</sup> veröffentlichte, wandte sich gegen die kompositorische Enge, die eine vielfältige Nutzung neuer Möglichkeiten durch elektromagnetische und elektronische Apparate verhindern würde. Er sah darüber hinaus den Serialismus durch systemimmanente Ursachen, die Grundsätze der Reihe und der polyphonen Struktur in Frage gestellt.<sup>48</sup>

Die Kontroverse über die logische Unvereinbarkeit der Makro- und Mikrostruktur in der streng determinierten seriellen Musik lief zu diesem Zeitpunkt erst an. Das Dilemma für die Vertreter dieser Kompositionslinie bestand darin, daß zum streng durchstrukturierten Aufbau der Komposition kein methodisch adäquates, analoges Kriterium für die formale Anlage etabliert werden konnte: die Form als weiteres Resultat der die Komposition konstituierenden Reihen wäre dem Abdanken des Komponisten gleichgekommen.<sup>49</sup> Damit waren die grundlegenden Axiome der seriellen Musik in Frage gestellt.

Neben weiterer kritischer Analyse beschrieb Xenakis, was er als notwendige Schlußfolgerung betrachtete:

„Lineare polyphone Musik zerstört sich durch ihre hohe Komplexität selber; was man hört ist in Wirklichkeit nichts als eine Masse von Noten in verschiedenen Registern. Die enorme Komplexität hindert die Zuhörer daran, der Verflechtung der [Ton-] Linien zu folgen ... In der Folge gibt es einen Gegensatz zwischen dem linear-polyphonen System und dem gehörten Ergebnis, das eine Fläche oder Masse ist. Dieser der Polyphonie inhärente Widerspruch wird bei völliger Unabhängigkeit der Töne verschwinden. ... Das Ergebnis ist die Einführung des Begriffes der Wahrscheinlichkeit, welcher in diesem speziellen Fall [mathematische] Kombinatorik mit einschließt. Das ist, in wenigen Worten, der mögliche Ausweg aus dem kategorisch linearem Denken in der Musik.“<sup>50</sup>

Messiaen hatte seiner Meinung nach schon den ersten Schritt getan, um das enge Muster zu durchbrechen, in dem er es konsequent ausreizte und sämtliche Klangkomponenten organisierte, also auch Reihen von Klangfarben, Dauern und Intensitäten bildete. Damit war für Xenakis in der Entwicklung der seriellen Musik der Schlußpunkt erreicht: die Perfektion des Systems im Detail war kein Ausweg aus der Sackgasse, kein Hinweis auf etwas wirklich Neues. Er wollte jedoch die vielfältigen Möglichkeiten nutzen, die z.B. die Tondauer und die Klangfarbe in sich bargen, statt sie wie der Serialismus zu begrenzen und allein durch die Frequenz dominieren zu lassen. Das serielle System sah er nur als einen Spezialfall von Kombinatorik an, auf zwölf Töne beschränkt, für ein Werk jeweils willkürlich gewählt und als Grundreihe festgelegt. Er verlangte nach einer umfassenden Logik, die auf den spezifischen Ausgangsbedingungen und Kombinatorik beruhte und eine musikalische Anwendung auch für eine beliebige Anzahl von Elementen liefern konnte. Die Festlegung auf lediglich 12 Halbtöne erschien vor dem Hintergrund der elektronischen Möglichkeiten absurd.<sup>51</sup> Die völlige Un-

---

<sup>47</sup> 8.

<sup>48</sup> Baltensperger stellt dazu fest, daß Xenakis in dieser ersten Veröffentlichung die serielle Musik „auf eigenwillige Art interpretierte“, sogar mißverstand. Er führt dazu neben der mangelhaften Vorbildung Xenakis' gerade in bezug auf die geschichtliche Entstehung der seriellen Musik und der nicht einheitlichen Handhabung der kompositorischen Begriffsbestimmung der Klangparameter innerhalb der Avantgarde der Moderne auch die Musikauffassung Xenakis' an. Dessen ungewöhnlicher Werdegang hätte eine Haltung gefördert, die mit „kompromißloser Unerbittlichkeit danach strebte, mathematische Lösungen für künstlerische Probleme zu finden“ (1, S. 20 ff.). Dieses mögliche Mißverstehen ist jedoch für die weitere Auseinandersetzung mit der Musik Xenakis' nicht von wesentlicher Bedeutung, da seine aus der Kritik heraus entwickelten methodischen Ansätze unabhängig von der ihrer Wahrhaftigkeit Bestand haben.

<sup>49</sup> 1, S. 19, Fn. 2.

<sup>50</sup> 7, S. 8.

<sup>51</sup> 8.

abhängigkeit der Töne untereinander sollte nicht im Widerspruch zu einem makroskopischen Gesamteffekt stehen. Sie wäre nur möglich durch die Beachtung des statistischen Mittels der isoliert betrachteten Zustände der musikalischen Komponenten zu einem bestimmten Zeitpunkt. Für ihn war damit der Ausweg aus der Krise gegeben: die Einführung der Wahrscheinlichkeitsrechnung in die Musik.

Damit begann eine Entwicklung der Komposition, die einen einmaligen Abstraktions- und Formalisierungsgrad erreichte.

### 3. Beispiele aus dem Werk Xenakis‘

In diesem Kapitel wird der Einfluß mathematischen Denkens in die Musik Xenakis beispielhaft erläutert:

- Am Paradestück „Metastasis“ können viele praktische und philosophische Ansätze deutlich gemacht werden. Daneben soll auch das architektonische Gegenstück, der „Philips-Pavillon“ vorgestellt werden.
- Die „Stochastische Musik“ ist eine Weiterentwicklung aus der Verwendung von stochastischen Gesetzen in Metastasis. Der fortschreitende Formalisierungsprozeß führt zu der Frage: „Was ist Musik?“
- Das „UPIC“, eine Erfindung von Xenakis, ermöglicht Komposition durch graphische Eingabe, sozusagen Komponieren für Jedermann.

#### 3.1 Metastasis

1953 - 1954, etwa zu der Zeit, als es für Xenakis deutlich wurde, daß er dauerhaft in Paris bleiben würde, entstand mit „Metastasis“ sein erstes aufsehenerregendes Stück. Es ist in mehrfacher Hinsicht ein Übergangswerk: für Xenakis war es der Übergang von traditioneller und serieller Musik zu einer eigenen neuen Richtung, und fließende Übergänge sind auch das dominierende Motiv in diesem Stück – musikalisch ausgedrückt im Glissando.

Xenakis war es nach seinen Studienjahren zum einen daran gelegen, dodekaphone Musik zu schreiben, deren Makrostruktur aus einer geringen Anzahl von Prinzipien heraus konzipiert werden sollte. Zum anderen interessierte ihn der kontinuierliche Übergang zwischen Akkorden: wie kann von einer bestimmten Akkordfarbe zu einer anderen gewechselt werden, ohne daß es einen harten Bruch gibt? In der tonalen Musik würde man diesen Übergang zum Beispiel mit Hilfe von Modulation erreichen können. Doch das allmähliche Verlassen der Grundtonart über die harmonische Doppeldeutung von Akkorden ist im dodekaphonen Raum der Serialisten aufgrund der Ablehnung jeglicher Harmonie nicht möglich.

Xenakis wählte bei herkömmlicher Instrumentierung als fließenden Übergang das Glissando, was den Bruch mit dem Serialismus und seinen festen Tonhöhen deutlich machte, aber auch nicht als eine Rückkehr zur herkömmlichen Tonalität mißverstanden werden konnte.

Die Überbrückung von Differenzen, eigentlich unvereinbaren Gegensätzen kennzeichnen dieses Übergangswerk (s. „Ordnung – Unordnung“, S. 32) und floß auch in den Namen des Stückes ein: aus den griechischen Wörtern für „jenseits“ oder „nach“ in Zeit und Raum, *meta*, und *statis* für „Unbeweglichkeit“ ließ Xenakis ein neues Wort entstehen.<sup>52</sup>

Der darin enthaltene dialektische Gegensatz und seine Problematisierung findet sich schon in der antiken griechischen Philosophie, die Xenakis so sehr interessierte, u.a. in dem bekannten Gleichnis mit Achilles und der Schildkröte – die Frage nach dem Gegensatz von Bewegung und Bewegungslosigkeit.<sup>53</sup>

---

<sup>52</sup> Der Name des Stückes „Metastasis“ wird unterschiedlich angegeben: selbst Xenakis benutzte sowohl „Les Metastassis“ für die Uraufführung als auch „Metastaseis“.

<sup>53</sup> 6, S. 71.

Interessant sind die Reaktionen des Publikums so wie der Presse nach der Uraufführung.<sup>54</sup> Der Rezensent des „Melos“ schrieb von einer „Glissando-Studie“:

„Ein Ton erklingt am Anfang; aus ihm spalten sich in gleitender Folge die 65 Stimmen des Orchesters zu schwirrenden Klangflächen. Das Stück kann zwar noch nicht als schlüssiger Begabungsbeweis gelten, wohl aber signalisiert es einen zu neuen Gleit- und Flugversuchen aufgelegten musikalischen <Abenteurer>, der denn auch das Publikum weidlich schockierte, indes sich die Jugend um den asketischen Jüngling im Sammetjacket scharte und ihn wie den ersten Weltraumfahrer um Autogramme bedrängte.“

In „Musica“ berichtete der Rezensent:

„Die Pffiffe des Jahres holte sich der junge Grieche Yannis Xenakis ... mit <Les Metastasis>, die klangliche Effekte der Elektronischen Musik auf das Orchester zu übertragen scheinen, die mit monumentalen Glissandi wirken, Entwicklungen aus einem Tonkeim praktizieren und die Umlegung der linearen Form auf die Klangfläche erreichen. Diese Klangexperimente scheinen beachtlich wie die Versuche mit der Farbe in der Malerei. Die Pffiffe gingen, als der erste Schock überwunden war, in demonstrativen Beifall über. Die Jugend bestürmte ihn um Autogramme.“

Xenakis selbst hatte in seinem Programmkommentar geschrieben, daß „das Publikum von der Musik in Beschlag genommen werden muß, ob es das will oder nicht“, und „der sinnliche Schock so wahrnehmbar sein muß wie Blitz und Donner“. So berichtete denn auch Everett Helm über Metastasis im „Donaueschingen Festival tame affair“<sup>55</sup>:

„Die Schocktherapie Xenakis' bestand aus einer Reihe dahinrauschender Glissandi in den Streichern, die genau wie Sirenen klangen. Ihnen folgten ein nicht uninteressantes Pfeifen, Quietschen, Keuchen und Grunzen der Bläser. Dann zerfiel das Stück in Zusammenhanglosigkeit.“

Neben der Erprobung von mathematischen Kompositionsanteilen entstand Metastasis aber auch aus sehr persönlichen Gründen, die wesentlich Einfluß auf die ungewöhnliche Art des Stückes hatten: es war ein Versuch Xenakis', Erlebnisse aus dem Krieg zu verarbeiten, für die er musikalisch keine Möglichkeit zur Umsetzung innerhalb der herkömmlichen Strukturen fand. In einem Interview mit Nouritza Matossian beschrieb er 1972 eine akustische Momentaufnahme:

„Athen – eine Demonstration gegen die Nazis – Hunderttausende von Menschen singen eine Parole, die sich wie ein gigantischer Rhythmus von alleine fortsetzt. Dann der Kampf mit dem Feind. Der Rhythmus zerbricht in ein unbeschreibliches Chaos von schrillen Geräuschen; das Pfeifen von Geschossen; das Knattern von Maschinengewehren. Die Geräusche zerstreuen sich. Langsam kehrt wieder Stille ein in die Stadt. Einmal nur vom Höreindruck her und losgelöst von allen anderen Gesichtspunkten betrachtet, sind diese Klangergebnisse, die aus einer ganzen Reihe eigentümlicher Geräusche bestehen, nicht einzeln für sich wahrzunehmen, aber fügt man sie erneut zusammen, so entsteht ein neues Geräusch, das in seiner Ganzheit erkannt werden kann. Es ist dasselbe wie mit dem Gesang der Grillen oder dem Geräusch von Hagel oder Regen, dem Krachen der Wellen am Kliff oder dem Murmeln des Wassers auf Kiesel.“<sup>56</sup>

Xenakis analysierte diese komplexen Geräusche, um die einzelnen charakteristischen Klangbestandteile auszumachen, die das wiedergegebene Ereignis eindeutig bestimmten. Dabei kam er zu einer bemerkenswerten Schlußfolgerung: daß es nicht die eigentliche Beschaffenheit und Eigenartigkeit der Töne war – in seiner Erinnerung die Schreie der Menschen und die Maschinengewehre – sondern die charakteristische Verteilung einer gewaltigen Anzahl von Klangergebnissen, die – angeordnet in einer riesigen Choreographie – einen bestimmten le-

---

<sup>54</sup> Siehe 1, S. 46-47.

<sup>55</sup> Musical America 75, (1955) 14.

<sup>56</sup> Zit. aus dem Amerikanischen nach: 4, S. 58.

bendigen Klang ausmachen.<sup>57</sup> Dies war für die Komposition ein völlig neues Problem. Eine solche Masse von Klängen war mit serialistischen Methoden, welche lediglich auf 12 präzise Töne festgelegt waren, nicht zu bewältigen.

Neben seiner Kritik an der Enge der seriellen Musik war es also das bewußte Erlebnis derartig komplexer Klangereignisse, die Xenakis zur Einführung der Stochastik in die Komposition bewegten.

Das Werk *Metastasis* verkörpert auch die Verbindung mehrerer Disziplinen. Außer der Verwendung naturwissenschaftlicher Formeln zeigt sich darin insbesondere die pythagoräische Verbindung von Musik und Architektur: zum einen durch die geometrischen Gesichtspunkte, die in der Komposition auszumachen sind, zum anderen durch das architektonische Pendant in Form des Philips-Pavillons.<sup>58</sup>

*Metastasis* stellt sich formell dar als ein Stück in einer dreiteiligen Gesamtform, die auf einen Schluß ähnlich einer Coda zustrebt. Dabei ist der unterschiedliche Charakter der einzelnen Teile prägnant:

1. Teil	Takt 1 – 103:	Massenklänge: Glissandi und Cluster
2. Teil	Takt 104 – 201:	Tonlinien durch Soli
3. Teil	Takt 202 – 308:	Verdichtung der Klangmassen, geräuschhafte Klänge und Gruppen von Glissandi
„Coda“	Takt 309 – 346:	Massenglissandi

Die Abfolge erweckt den Eindruck einer zyklischen Form, was dadurch bestärkt wird, daß das Werk im Streicherunisono auf  $g^0$  beginnt und am Schluß wieder in ein Streicherunisono mündet, diesmal auf  $g\#^0$ . Diese Rückkehr quasi zum Ausgangspunkt, allerdings auf einer höhergelegenen Ebene, erinnert an eine dialektische Spirale. Der Eindruck des dialektischen Momentes wird zum einen bestärkt durch die von Xenakis verwendeten Ton- bzw. Zustandstransformationen, sowie den Widerspruch, der dem Titel des Werkes inhärent ist.<sup>59</sup> Darauf wird unter „Ordnung – Unordnung“ am Ende des Kapitels noch eingegangen.

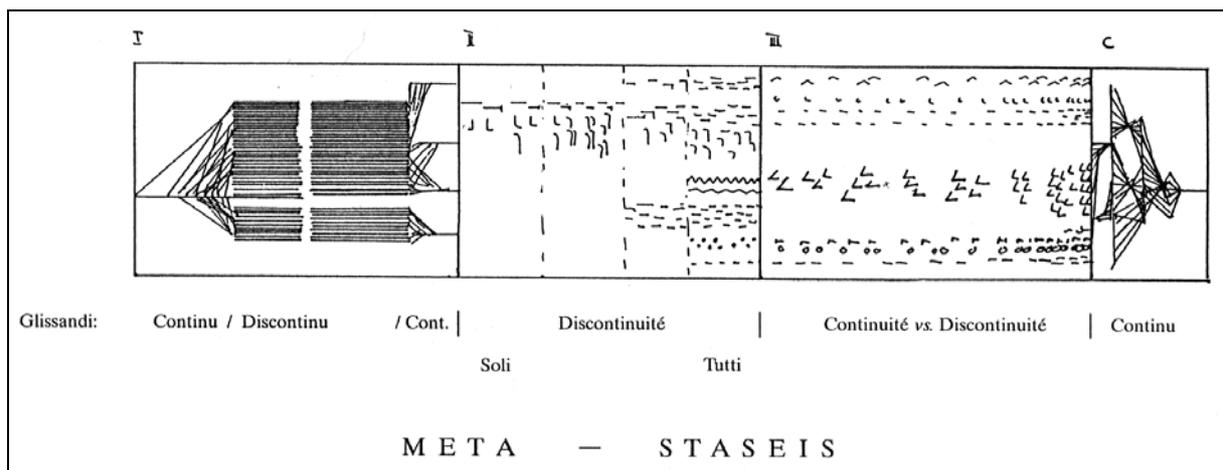


Abb. 2: Graphische Partitur von *Metastasis*

<sup>57</sup> Ebd.

<sup>58</sup> Siehe dazu S. 37ff.

<sup>59</sup> Baltensperger kommt zu demselben Vergleich, s. 1, S. 53-54.

Wie flossen die mathematischen Überlegungen nun in die Komposition von Metastasis ein?

Bei der Analyse des Werkes lassen sich verschiedene Elemente wiederfinden:<sup>60</sup>

- traditionelle Elemente, also zur Zeit der Entstehung in der Komposition notorisch angewandte Techniken.
- Elemente der Abstraktion (eigentlich fachfremde Elemente), die Xenakis nutzte, um die traditionell vom Musiksprachlichen geprägte sinnliche Wahrnehmung und Deutung der Musik auf ihren mathematisch-logischen Kern zurückzuführen.
- weitere Elemente aus den Naturwissenschaften, die den Keim für die Weiterentwicklung der Kompositionstechniken und des Musikdenkens Xenakis' bargen.

Auf einige dieser Elemente sowie die zugrundeliegende Mathematik soll im folgenden jeweils kurz eingegangen werden.

---

<sup>60</sup> 1, S. 239ff.

### 3.1.1 Traditionelle Elemente

Zu den traditionellen Bestandteilen, die Xenakis in einer eigenen Form in Metastasis verwandte, gehören

- Proportionen: goldener Schnitt und Fibonacci-Zahlen<sup>61</sup>
- Serielle Technik und Permutationen
- Klang-Familien („êtres sonores“)

#### Proportionen

Die Gliederung von Metastasis erfolgte weitgehend aufgrund einer mathematischen Proportionierung. Dabei fällt auf, daß Xenakis einerseits statt der Gesetzmäßigkeit der stetigen Teilung – dem Goldenen Schnitt – häufig die Vereinfachung in Form der Fibonacci-Zahlen verwendet, andererseits fragmentarisch und scheinbar willkürlich die Proportionierung in den exakten  $\Phi$ -Maßen vornimmt. Ob dies als Korrektiv an gegebener Stelle durch den Komponisten zu werten ist, der trotz der Vorzüge der Vereinfachung nicht auf das eigentliche Maß verzichten wollte, oder als Willkür oder gar unbeachtete Inkonsequenz, ist nicht mit Sicherheit zu sagen. In jedem Falle wird so eine Strukturanalyse erschwert, insbesondere bei der Abgrenzung einzelner Teile des Werkes gegeneinander.

Deutlich sichtbar ist die Unterteilung nach dem Goldenen Schnitt z.B. in den Dauern der Glissandi-Strukturen in der Schlußphase des ersten Teiles (Abb. 3):

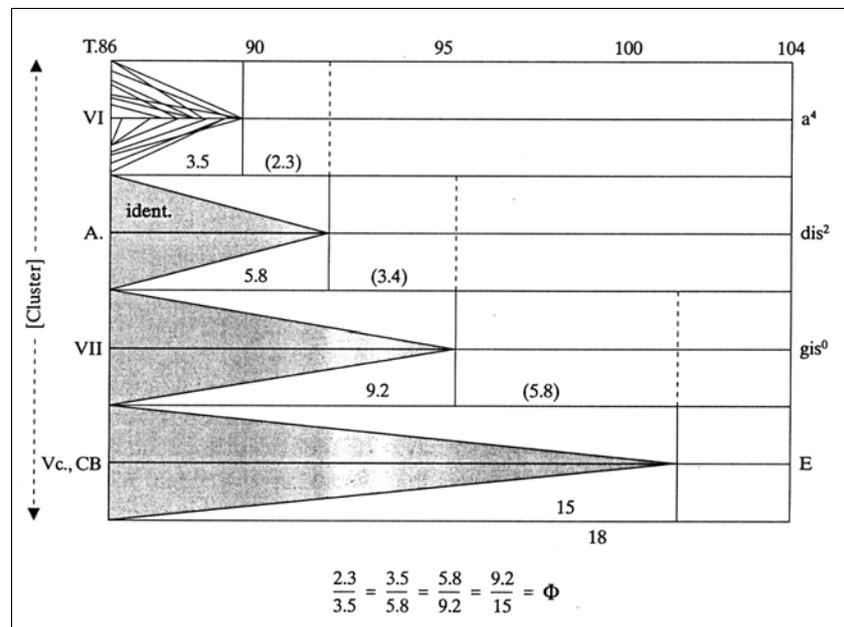


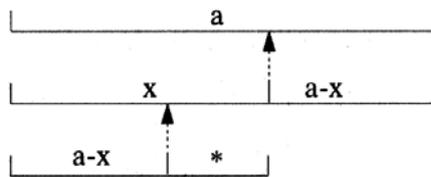
Abb. 3

<sup>61</sup> Eine Art rhythmischer Gleichungssysteme, in denen die additive Komplementarität der Fibonacci-Zahlen verwendet wird, findet sich bei Xenakis schon in einem frühen Aufsatz (9).

## Goldener Schnitt

Die stetige Teilung einer Strecke derart, daß die größere Teilstrecke zur kleineren im selben Verhältnis steht wie die gesamte Strecke zur größeren Teilstrecke, ist bekannt unter dem Namen „Goldener Schnitt“. Dieses Prinzip einer geometrischen Teilung, die unter Bewahrung ihrer inneren Proportion ewig fortgesetzt werden kann, spielt seit jeher in der Kunst eine große Rolle.

Mathematisch ist diese Teilung gegeben durch einen Wert  $x$ , der die Proportion  $(a:x)$  bis ins Unendliche weiterführt und dabei die Regel  $(a:x) = (x:(a-x))$  befolgt.



$$* = x - (a - x)$$

Es sei

$$(a : x) = (x : (a - x)) = \{(a - x) : (x - (a - x))\} = \dots = \Phi$$

Zur Berechnung des Wertes von  $\Phi$ :

$$(a : x) = (x : (a - x)) \Rightarrow a(a - x) = x^2 \Rightarrow x^2 + ax - a^2 = 0$$

$$x^2 + ax - a^2 = 0$$

$$x_{1,2} = -\frac{a}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 + a^2}$$

$$x_{1,2} = \frac{a}{2} (\sqrt{5} \pm 1)$$

Man definiert ( $a=1$ ) allgemein:

$$x_1 = \frac{1}{2} (\sqrt{5} + 1) \equiv \Phi \approx 1,618034\dots$$

Zudem ist  $x_2 = \frac{1}{2} (\sqrt{5} - 1) = \frac{1}{\Phi} \approx 0,618034\dots$ , also  $\Phi - 1 = \Phi^{-1}$

Damit differiert das Teilungsverhältnis des Goldenen Schnitts, gemessen nach oben, also im fortschreitenden Teilungsprozeß rückwärts ( $\Phi$ ), und nach unten, also dem Prozeß folgend ( $-\Phi$ ), genau um den Betrag 1.

$\Phi$  ist eine irrationale Zahl, läßt sich aber geometrisch exakt und einfach konstruieren.

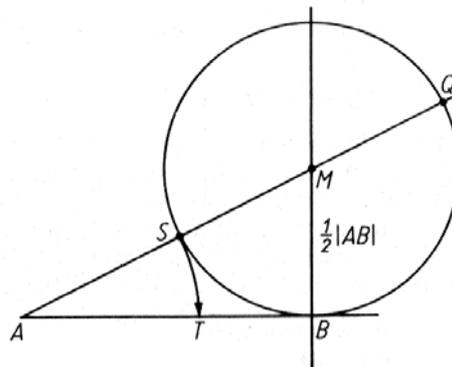


Abb. 4: Geometrische Konstruktion von  $\Phi$

Um eine Strecke AB im Verhältnis  $\Phi$  zu teilen, errichtet man zunächst eine Senkrechte in B und lege darauf einen Punkt M fest, so daß  $|BM| = \frac{1}{2} |AB|$ . Der Kreis um M mit Radius  $|BM| = \frac{1}{2} |AB|$  schneidet die Strecke AM in S. Wird nun ein weiterer Kreis mit Mittelpunkt A und Radius  $|AS|$  geschlagen, so teilt er die Strecke AB mit dem Schnittpunkt T genau im Verhältnis  $\Phi$ .<sup>62</sup>

Die stetige Teilung bildet eine nicht abbrechende Geometrische Reihe der allgemeinen Form

$$a_1, a_1q, a_1q^2, a_1q^3, a_1q^4, \dots;$$

$$a_n = a_1q^{(n-1)}, \text{ wobei } q = \Phi^{-1}, a_1 \text{ beliebige Konstante.}$$

Im Goldenen Schnitt sind der genannte geometrische, anschauliche Aspekt, sowie eine einfache logisch-abstrakte Formulierung vereint, also quasi eine fortlaufende Analogie. Diesem Umstand zufolge ist eine bis ins Unendliche nach dem Goldenen Schnitt unterteilte Strecke selbstähnlich<sup>63</sup>, da sie bei Verkleinerung um den Faktor  $\Phi$  ein Teil ihrer selbst ist.

### Fibonacci-Zahlen

$$1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, \dots$$

In der von Xenakis ebenfalls verwandten Fibonacci-Reihe ergibt jeweils die Summe der zwei vorangehenden Elementen das neue Element.

Sie wird wie folgt generiert:

$$u_1 = 1$$

$$u_2 = 1$$

$$u_3 = u_2 + u_1 = 2$$

$$u_4 = u_3 + u_2 = 3; \quad 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, \dots$$

$$\text{allgemein: } u_n = u_{n-1} + u_{n-2} \text{ für } n > 2; u_{1,2} = 1.$$

<sup>62</sup> Zum Beweis s. z.B.: 1, S. 528.

<sup>63</sup> S. dazu Kapitel 3.3.

Die Fibonacci-Reihe ist nicht mit der stetigen Teilung in umgekehrter Reihenfolge identisch. Mit wachsenden Werten strebt das Verhältnis eines Folgegliedes zum vorangehenden der  $\Phi$ -Proportion zu. Das Verhältnis eines Folgegliedes zum vorangehenden nähert sich also mit steigendem Index der Zahl  $\Phi$  an, mathematisch ausgedrückt:

$$\lim f_n = \Phi \text{ für } n \rightarrow \infty \text{ mit } f_n = \frac{u_{(n+1)}}{u_n}.$$

Die „goldene Zahl“  $\Phi$  gab in Geschichte und Gegenwart ausreichend Anlaß für Spekulationen philosophischer, ästhetischer und mystischer Art.<sup>64</sup> In der Kunst spielte sie eine große Rolle, da man lange Zeit der Ansicht war, daß sie hinsichtlich der Schönheit eines Objektes das Optimum der Längen- und Größenverhältnisse darstellte.

Xenakis begegnete der Goldene Schnitt bei Le Corbusier. Dieser wiederum war durch die Schriften des rumänisch-amerikanischen Philosophen Matila Costiescu Ghyka inspiriert, der die Bedeutung des goldenen Schnittes in der Natur wie in der Kunst in mehreren Veröffentlichungen dargestellt hatte. Wenn in bezug auf dieses Optimum der Längenverhältnisse gewöhnlich an den *Raum*, und dabei auch nur an den *optisch meßbaren*, nicht aber an Frequenzen im *tonalen Raum* oder an die *Zeit* gedacht wird, so mögen gerade in diesem Zusammenhang Äußerungen großer Denker aus früheren Zeiten interessant sein:

Goethe wird der berühmte Ausspruch zugesagt, Architektur sei versteinerte Musik: „Ein edler Philosoph sprach von der Baukunst als einer erstarrten Musik und mußte dagegen manches Kopfschütteln gewahr werden. Wir glauben diesen schönen Gedanken nicht besser nochmals einzuführen, als wenn wir die Architektur eine verstummte Tonkunst nennen.“<sup>65</sup> Ghyka verweist 1927 zusätzlich auf andere Philosophen: „Novalis – oder war es Schelling? – sagte schon, ‚Architektur ist gefrorene Musik‘“. Später (1943) erklärt er die Herkunft der Ausdrücke so: „In Wirklichkeit ist Schelling der Urheber der Metapher der eingefrorenen Musik, und später Goethe verantwortlich für das Bild der erstarrten Musik“<sup>66</sup> Auf Goethe berief sich Xenakis auch direkt, als er in Le Corbusiers zweitem Buch über den Modulor eine kurze Erläuterung seiner Kompositionsmethoden in *Metastasis* veröffentlichte.<sup>67</sup>

## Serielle Techniken / Permutationen

Es mag nach der von Xenakis geäußerten Kritik an der seriellen Musik (vgl. Kap. 2.1) verwundern, daß *Metastasis* noch nach eben derartigen Prinzipien angelegt worden war. Dazu muß jedoch zum einen die zeitliche Reihenfolge gesehen werden – die detaillierten Einwände gegen den Serialismus entstanden auch in Reflexion eben dieser Kompositionserfahrung – sowie die in *Metastasis* bereits erfolgte Weiterentwicklung der Permutationen des seriellen Systems.

Die serielle Technik ist deutlich zu Beginn des zweiten Teiles. Baltensperger konstatiert im weiteren Verlauf eine zunehmende Komplexität und Überlagerung, „die sich analytisch nicht mehr durchdringen läßt und in statistisch perzeptierbare Masse“ umschlägt.<sup>68</sup> Der dritte Teil ist seiner Ansicht nach nicht eindeutig dem seriellen oder statistischen Verfahren zuzuordnen.

<sup>64</sup> 1, S. 524.

<sup>65</sup> Zit. nach 1, S. 42, Fn. 5.

<sup>66</sup> Ebd., S. 43, nach Fn. 6.

<sup>67</sup> Le Corbusier: „Le Modulor 2. La parole est aux usagers“, AA, Paris 1955, S. 341-344.

<sup>68</sup> 1, S. 258.

Der Anwendung nach serieller Tradition lediglich auf die Tonhöhe weitete Xenakis auf die Reihenbildung und Permutierung auch von Dauern aus. Dabei resultieren diese Reihen aus der inneren Struktur der Klangfelder der verschiedenen Töne, bilden also kein unabhängiges Element (s. „Zeit-Raum-Relation“, S. 27).

Über Frequenz und Dauer der Töne hinaus ordnete Xenakis auch rhythmische Figuren in Anlehnung an die serielle Technik an.

### Permutationen:

In der mathematischen Kombinatorik, die die Anordnungen von Elementen durch Abzählen der verschiedenen Anordnungsmöglichkeiten untersucht, unterscheidet man mehrere Grundmuster:

- Permutationen (auf wie viele Arten können  $n$  Elemente auf ebenso vielen Plätzen angeordnet werden?)
- Variationen (Anordnungen von je  $k$  von  $n$  Elementen unter Berücksichtigung der Reihenfolge)
- Kombinationen (Anordnungen von je  $k$  von  $n$  Elementen ohne Berücksichtigung der Reihenfolge).

Die Permutation ordnet jedem Element einer Menge wieder ein Element derselben Menge zu. Wenn diese Zuordnung nicht alle Elemente sich selber zuordnet, so stellt sie sich als eine Vertauschung der Elemente in ihrer vorherigen Ordnung (Reihenfolge) dar. Eine Permutation kann auch dargestellt werden als ein Zyklus, der höchstens die gleiche Anzahl von Elementen enthält wie die ursprüngliche Menge und endet, wenn das Ausgangselement wieder erreicht wird.

Für  $n$  Elemente gibt  $n!$  Möglichkeiten der Anordnung.

Bei den ebenfalls in Metastasis verwendeten Kombinationen errechnet sich die Anzahl  $C$  der verschiedenen Anordnungen prinzipiell aus der Gesamtzahl der Elemente  $n$  und der Anzahl zu kombinierenden Elemente  $k$  durch

$$C_n^k = \binom{n}{k} = \frac{n!}{k! \cdot (n-k)!}.$$

Daß es sich in Metastasis niemals um Variationen, sondern ausschließlich um Permutationen handelt, wie in der Analyse von Baltensperger angegeben<sup>69</sup>, läßt sich daraus ableiten, daß die vertauschten Elemente an der entsprechende Stelle immer als der Gesamtvorrat von Tönen betrachtet wird, also das aktuelle Motiv als das Ganze behandelt wird. Insofern erinnert diese Vorgehensweise an die Kombinatorik der Zwölftonmusik. Teilweise unterteilt Xenakis dabei diesen Tonvorrat in Untergruppen, wie z.B. die 6-Ton-Figuren der Celli in Takt 104 - 150 in zwei 3er Kombinationen. Dabei ist zu bemerken, daß nach den Vorschriften des seriellen Systems der Zwölftonmusik keinesfalls

$\binom{n}{k} = \binom{6}{3} = \frac{6!}{3! \cdot (6-3)!} = \frac{720}{6 \cdot 6} = 20$  Möglichkeiten entstehen, wie rein rechnerisch anzunehmen wäre. Da durch die Komplementärgruppen der 3er Gruppe zur 6er-Reihe Wiederholungen entstünden, ergibt sich nur die Hälfte der Möglichkeiten, in diesem Falle also 10.<sup>70</sup>

<sup>69</sup> Siehe 1, S. 259ff.

<sup>70</sup> An der genannten Stelle im Notentext verwendet Xenakis allerdings ohnehin nur 3 der zulässigen Kombinationen, was Indiz für eine weniger gezwungene Haltung zum Durchexerzieren sämtlicher Möglichkeiten ist.

Insgesamt muß zur seriellen Technik in Metastasis bemerkt werden, daß sie eben *nicht* einfach an der Dodekaphonie des herkömmlichen Serialismus angelehnt ist, sondern primär nach abstrakten, mathematischen Gesichtspunkten Permutationen von Reihen bildet. Darauf deutet auch die von Xenakis geäußerten Feststellung hin, daß das serielle System nur ein Spezialfall der mathematischen Kombinatorik sei.<sup>71</sup>

### Klang-Familien („êtres sonores“)

Die Gestaltung dichter Klangmassen war in der Anfangsphase dieser Kompositionstechnik für Xenakis vor allem eine Frage der Organisation einzelner klanglicher Elemente.

Dazu faßte er die Instrumente in bestimmten Konstellationen von Spielarten und Intervallen zu Klangfamilien zusammen, die er dann als Objekte im eigentlichen Kompositionsprozeß verwenden konnte.<sup>72</sup>

Zur Organisation der Massenklänge in Metastasis machte sich Xenakis auch die Rang-Korrelation zu nutze, was sich seinem Vorwort zur gedruckten Partitur von Metastasis von 1966 entnehmen läßt. Dort zählt er einige neue Konzepte auf, unter anderem: „La mise en corrélation <par rang> des caractères des évènements sonores, première étape vers le calcul des probabilités.“ [etwa: „Die Zeichen der Klangereignisse durch den Rang in Wechselbeziehung setzen - erster Schritt in Richtung der Wahrscheinlichkeitsberechnung.“]<sup>73</sup>

Wie er diese jedoch verwandte, ist unklar. Baltensperger versucht in seiner Analyse des Werkes, diese Methode in Vereinigung mit der Konzeption von Klangdichtigkeitsfeldern am Werk zu rekonstruieren und zu plausibilisieren.<sup>74</sup>

Die Klangfamilien dominieren den dritten Teil des Werkes. Xenakis bildete sechs solcher Familien, z.B.:

	Piccolo:	normaler Ton
	Flöte:	normaler Ton
	Xylophon:	Tremolo
oder		
	Horn 1, 2:	gestopft, 2. Horn ¼ Ton tiefer
	Violine I (10, 11, 12):	sul ponticello, Tremolo
	Violine II (10, 11, 12):	sul ponticello, Tremolo, ¼ Ton tiefer als V I

Dazu kommen als weitere Familien drei Instrumentengruppen mit Glissandi-Figuren. Sie treten in den Streichern in Varianten, aber immer nach dem selben Schema auf: von einem gemeinsamen Anfangston aus gleitet jede Stimme, zeitlich verschoben, zu einem Ton innerhalb eines Clusters.

Diese Glissandi-Figuren sind in Takt 202 – 309 statistisch gleichmäßig verteilt, sowohl was die Initialtonhöhen als auch andere Parameter angeht. Ab Takt 257 verdichtet sich das Geschehen. Die Einsatzzeitpunkte folgen schneller aufeinander, die vorher konstante Dauer der Glissandi von drei Takten wird in Takt 282 zunächst auf zwei, danach auf einen verkürzt.

<sup>71</sup> 7, S. 8.

<sup>72</sup> In diesem Zusammenhang verweist Baltensperger unter Bezugnahme auf ähnliche Elemente in Werken von Messiaen und Le Corbusier auf die Notwendigkeit, bei einer auf Organisation ausgerichteten Kunst-Technik eine Vorauswahl in sich komplexer Elemente zu treffen (1, S. 286, Fn. 34).

<sup>73</sup> Zit. nach 1, S. 610.

<sup>74</sup> 1, S. 286 - 294.

Im Verlauf dieser Verdichtung ist noch eine Besonderheit zu bemerken, eine musikalische Figur, die ausschließlich an dieser Stelle verwendet wird: drei als „offen“ bezeichnete Glissandi in Takt 267 – 269. „Offen“ heißt hier, daß die einzelnen Glissandi bei Erreichen ihres Zieltones abbrechen, statt einen gemeinsamen Cluster-Klang zu bilden. Wenn man nun beachtet, daß dieser Zeitpunkt den dritten Teil nach dem Goldenen Schnitt teilt – dann läßt sich einmal mehr erahnen, wie komplex die Struktur des Werkes wirklich ist.

### Rang-Korrelation<sup>75</sup>

Die Rang-Korrelations-Analyse ist zu verwenden, wenn die Abhängigkeit zweier Variablen beobachtet und geordnet werden kann, ihr Verteilungsgesetz hingegen unbekannt ist. Sie basiert auf subjektiven Rangordnungen, in die die Daten mit ganzen Zahlen gesetzt werden, wenn präzise Werte zu aufwendig zu verarbeiten oder aber gar nicht erhältlich sind. Hypothesen über die Verteilung der Variablen werden dabei beiseite gelassen und die subjektive Rangfolge der Beobachtungen wird zur Grundlage.<sup>76</sup> Die Frage, welche Variable von der anderen abhängig ist, spielt dabei ebenfalls keine Rolle. Es geht lediglich darum, daß sie in einem Zusammenhang stehen. Dafür werden die gemessenen Werte zweier Zufallsvariablen (X, Y) jeweils in eine Rang-Folge gebracht. Dies kann eine Ordnung nach Länge, Gewicht, Anzahl oder irgendeiner anderen meßbaren Größe sein.

Gegeben sind  $n$  Wertepaare zweier unterschiedlicher, beobachteter Merkmale, die jeweils in einer Rang-Ordnung bewertet sind.

Die Rangzahl eines Merkmalsträgers  $i$  aus der Gesamtanzahl  $n > 1$  wird ausgedrückt in  $X_i$  bzw.  $Y_i$ .

$$\begin{array}{l} X_i : \quad \quad \quad X_1 \quad X_2 \quad X_3 \quad \dots \quad X_n \quad \quad i = 1, 2, \dots, n \\ Y_i : \quad \quad \quad Y_1 \quad Y_2 \quad Y_3 \quad \dots \quad Y_n \\ d_i = X_i - Y_i : \quad d_1 \quad d_2 \quad d_3 \quad \dots \quad d_n \quad : \text{Differenzen der Rang - Werte} \end{array}$$

Den Grad der Abhängigkeit gibt der Korrelationskoeffizient wieder.

Als Koeffizient der Rang-Korrelation ist das Spearman's  $\rho$  gebräuchlich mit

$$\rho = 1 - \frac{6 \cdot \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)}.$$

Interpretation des  $\rho$  ( $-1 \leq \rho \leq 1$ ):

für  $\rho \rightarrow +1$  herrscht eine ähnliche Beurteilung der zwei beobachteten Merkmale vor,  
für  $\rho \rightarrow -1$  muß die Beurteilung als divergierend betrachtet werden.

Etwas vereinfacht ausgedrückt:

für  $\rho > 0$  besteht eine positive Abhängigkeit, für  $\rho < 0$  eine negative; die Korrelation

<sup>75</sup> 1, S. 575.

<sup>76</sup> Methodologisch befindet man sich damit in einem nicht eindeutig abgrenzbaren Bereich zwischen statistischer Deskription und Inferenz.

wächst mit  $|\rho|$ .

### 3.1.2 Elemente der Abstraktion

Als fachfremde Elemente zur Abstraktion musikalischer Phänomene benutzte Xenakis

- Regelflächen (aus der Geometrie)
- Zeit-Raum-Relation (aus der Physik)

#### Regelflächen<sup>77</sup>

Die Glissandi-Bündel in Takt 309 - 314 bezeichnete Xenakis später als „erste Version von Regelflächen im Klangraum“<sup>78</sup>. Die Graphik dieser Stelle ist sicher die am häufigsten gedruckte Abbildung in Zusammenhang mit seiner Musik und hat von sich aus einen ästhetischen Reiz. Jedoch werden auch die Probleme sichtbar, die Xenakis bei der Übertragung der visuell und geometrisch interessanten Regelflächen, die ihre begründete Anwendung in Architektur und bildender Kunst hatten, in die Musik in Kauf nehmen mußte. Zum einen werden sie in der Partitur nurmehr zweidimensional, im Frequenz-Zeit-Diagramm dargestellt. Wenngleich die geometrischen Objekte als solche in der graphischen Partitur zu erkennen sind, geht dabei die besondere Eigenschaft verloren, daß ein hyperbolisch gekrümmte Fläche aus Geraden besteht.

Zum anderen bleibt die kritische Frage: was von dieser vertonten Raffinesse bleibt dem *Hörer*? Theoretisch wäre für die Ausführung im Konzertsaal eine dreidimensionale Konzeption denkbar gewesen, die bei Xenakis jedoch nicht vorhanden ist. Baltensperger stellt die Vermutung an, daß es Xenakis in dieser experimentellen Phase darum ging, visuelle Erfahrungen auf ihre Eignung für musikalische Zwecke hin zu erproben (s. Kap. 4). Seiner Auffassung nach blieb als Errungenschaft für die weitere Arbeit des Komponisten auf jeden Fall „die Emanzipation des Glissando“ bestehen.<sup>79</sup>

#### Zeit-Raum-Relation

In seiner Kritik an der Enge des Serialismus hatte Xenakis gefordert, die Organisation nicht nur auf einen musikalischen Parameter (die Tonhöhe) zu beschränken. So schuf er sich zur Gestaltung der Tondauern eine Analogie zur Tonhöhenkala.

Dazu betrachtete er die Folge der Intervalle in einer logarithmischen Skala der Frequenzäquivalenten und stellte die Dauern ebenfalls auf die Basis einer geometrischen Reihe – unter Einbeziehung der Stetigen Teilung.

Die allgemeine Form der geometrische Reihe wird ausgedrückt durch die Funktion

$$f(n) = aq^n.$$

Die Skala der Frequenzen, welche die temperierte 12-Tonleiter bilden, stellt eine solche geometrische Reihe dar, wobei

$$q = \sqrt[12]{2}, \quad a = 1, \quad n \text{ ganze Zahl.}$$

Somit ergibt sich

---

<sup>77</sup> Zur Definition siehe auch S. 40.

<sup>78</sup> Nach 1, S. 309.

<sup>79</sup> 1, S. 311.

$$f(n) = a \cdot \left(\sqrt[12]{2}\right)^n.$$

Diese Reihe liefert folgende Werte:

N =	0	1	2	3	4	5	6	
$f(an, n) =$	440	466,16	493,88	523,25	554,37	587,33	622,25	(Hz)
Intervall	Prime	kl. II	gr. II	kl. III	gr. III	IV	T	

Die Skala der Dauern sollte  $\Phi$  (s.o., „Goldener Schnitt“) zur Basis haben, mit

$$q = \frac{1}{2} (\sqrt{5} + 1), \quad a = 1 (= \text{♩}), \quad n \text{ ganze Zahl}$$

$$d(n) = \left[ \frac{1}{2} (\sqrt{5} + 1) \right]^n.$$

So ergeben sich folgende Werte:

n =	0	1	2	3	4	5	6
$d(n) \approx$	1	1,618	2,618	4,236	6,854	11,09	17,94
in ♩ $\approx$	1	1,6	2,6	4,..	7	11	18
etwa:							

Diese Skalen setzte Xenakis in direkte Beziehung, wobei sich eine logarithmische Relation von Tonhöhe und Dauer ergab. Im seriellen Mittelteil (Takt 104 – 202) ist das Prozedere der Dauernorganisation nachzuvollziehen: der seriell bestimmte Intervallschritt wird zum Maß für die Tondauer bis zum nächsten Klangereignis.

Ein anderes Maß für die Dauerneinheit erhielt Xenakis durch die Überlagerung verschiedener Metren, z.B.  $\frac{4}{16}$ ,  $\frac{3}{8}$ ,  $\frac{5}{16}$  in den Cello-Begleitfiguren in diesem Teil. Sie bilden ein komplexes Gitter möglicher Einsatzpunkte. Pro Takteinheit ergibt sich so ein metrisches Schema, basierend auf 60 Mikro-Dauern (60 = kleinstes gemeinsames Vielfaches von 3, 4 und 5). Baltensperger vermutet hier eine Hommage an den Satz des Pythagoras, in seiner kleinsten ganzzahligen Form  $3^2 + 4^2 = 5^2$ .<sup>80</sup>

Zum Hintergrund der Organisation von Zeit bzw. Dauer ist Xenakis' Beschäftigung mit der Relativitätstheorie zu erwähnen. Er propagierte eine neue Auffassung des Zeitbegriffes auch in der Musik, nach einem Verständnis der Zeit im Einstein'schen Sinne.<sup>81</sup>

Im Gegensatz zur klassischen Zeitvorstellung Isaak Newtons ist die Zeit nach Einsteins Überlegungen nur relativ zu einem Bezugssystem zu definieren. Dies folgte er aus Unstimmigkeiten bei der Beobachtung gleichzeitiger Ereignisse aus verschiedenen Bezugssystemen heraus und ließ ihn zu dem Schluß kommen, daß die Zeit als relatives Phänomen aufzufassen sei (Spezielle Relativitätstheorie).<sup>82</sup>

Xenakis' Auffassung der musikalischen Zeit versucht Baltensperger nun im Hinblick auf Metastasis zu deuten: offenbar verstehe er die Zeit als durchaus variablen Parameter des Klanges, der in seiner Form als *Dauer* in struktureller Relation zu den anderen Klangparametern stehe.

<sup>80</sup> 1, S. 317.

<sup>81</sup> Siehe 7, S. 256f.

<sup>82</sup> Diese Unstimmigkeiten treten erst dann wesentlich in Erscheinung, wenn sich die Bezugssysteme nahezu mit Lichtgeschwindigkeit zueinander bewegen, sind also bei den meisten Dingen im Alltag zu vernachlässigen. Zur Relativitätstheorie: A. Einstein, „Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie“, Braunschweig 1917.

Die Aufnahme der Dauer in das „eigentliche Wesen der musikalischen Entwicklung“ sei daher im Sinne der Gleichbehandlung der Parameter im Rahmen der seriellen Technik zu sehen, als eine Komponente auf dem Weg zu einer abstrakten Theorie der Komposition.<sup>83</sup>

Man kann also feststellen, daß die musikalische Zeit bei Xenakis relativ ist derart, daß sie als Dauer je nach Zusammenhang unterschiedlich ausfällt. Daß dies im Grunde sehr wenig mit der nur schwer faßbaren Relativität in Einsteins Arbeit zu tun hat, ist zum Verständnis von Xenakis' Denkweise unerheblich. Es genügt festzustellen, daß der Komponist durch die Auseinandersetzung mit derartigen naturwissenschaftlichen wie fundamentalen Theorien Anregungen zur Übertragung und Verarbeitung in seine Musik bekam, und dies nicht nur als einmaliges Experiment, sondern aus der Überzeugung, daß die Musik als gleichwertige und analoge neben den anderen Wissenschaften des Quadriviums zu betrachten sei.

---

<sup>83</sup> 1, S. 322.

### 3.1.3 Weitere Elemente aus den Naturwissenschaften

Schon in diesem Übergangswerk sind zu finden sind naturwissenschaftliche Elemente zu finden, die für Xenakis später noch an Bedeutung gewannen:

- Massenphänomene und ihre Bewältigung durch die Stochastik
- Ordnung und Unordnung und ihre Übergänge.

#### Massenphänomene

Ebenso wie Regelflächen lassen sich Massenphänomene und ihre Organisation an den Glissandi beobachten. Dabei gibt es scheinbar ungeordnete als auch numerisch determinierte Glissandi-Strukturen sowie geometrisch konstruierte.

Gleich zu Beginn des Stückes (Takt 1 - 34) lösen sich aus dem Streicher-Unisono auf  $g^0$  in unregelmäßigen Abständen einzelne, lineare Glissandi, die kontinuierlich auf ihren Zielton innerhalb eines Clusters zustreben (Abb. 5).

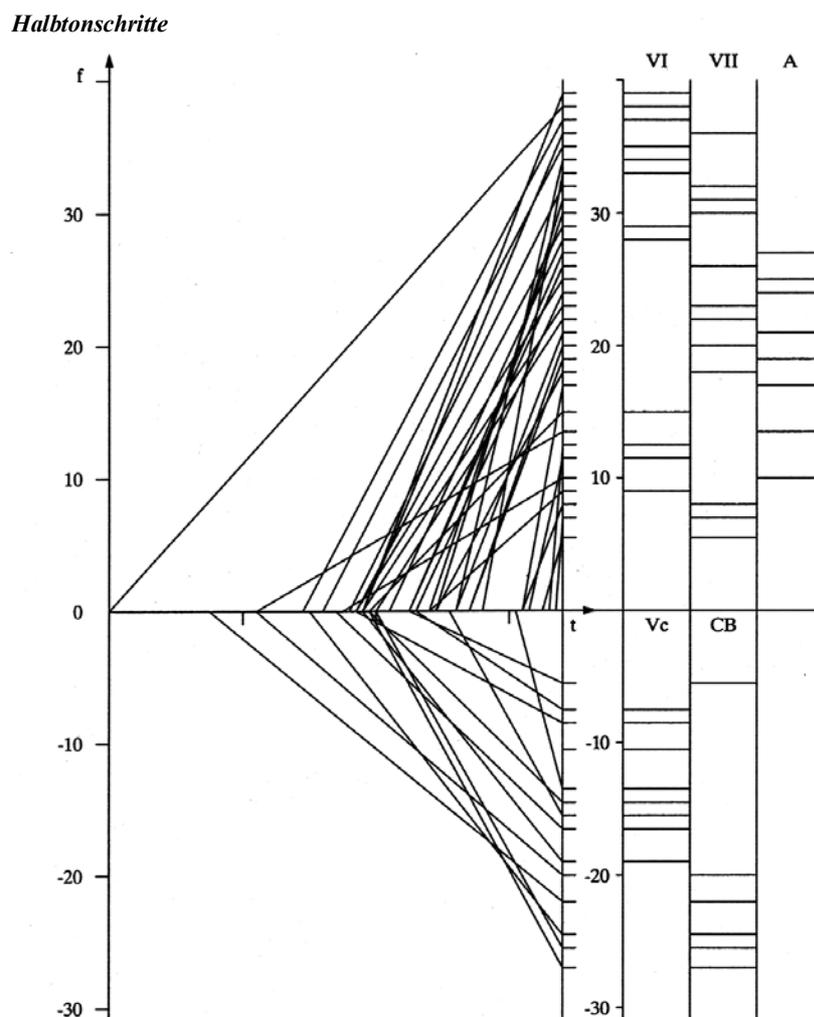


Abb. 5: Schematische Darstellung der Streicher-Glissandi in Takt 1 - 34

Auch eine gründliche Untersuchung und Auflistung des musikalischen Geschehens innerhalb der einzelnen Instrumentengruppen – Instrumentennummer innerhalb einer Gruppe, Startzeitpunkt, Dauer, relative Entfernung zum Zielpunkt und ein fiktiven Winkelmaß<sup>84</sup> – führen bei Baltensperger zu keinem relevanten Anhaltspunkt auf mögliche Gesetzmäßigkeiten in der Anordnung der Glissandi. Mit keinem der bei Xenakis zu erwartenden Kriterien – Teilung nach dem Goldenen Schnitt, seriellem Verfahren oder einer eindeutigen statistischen Verteilung – läßt sich die Verteilung der Startpunkte erklären. Lediglich eine merkwürdige Ähnlichkeit mit der Struktur der „Ondulatoires“, wie Xenakis sie im Kloster von La Tourette konzipiert hatte, fällt auf.

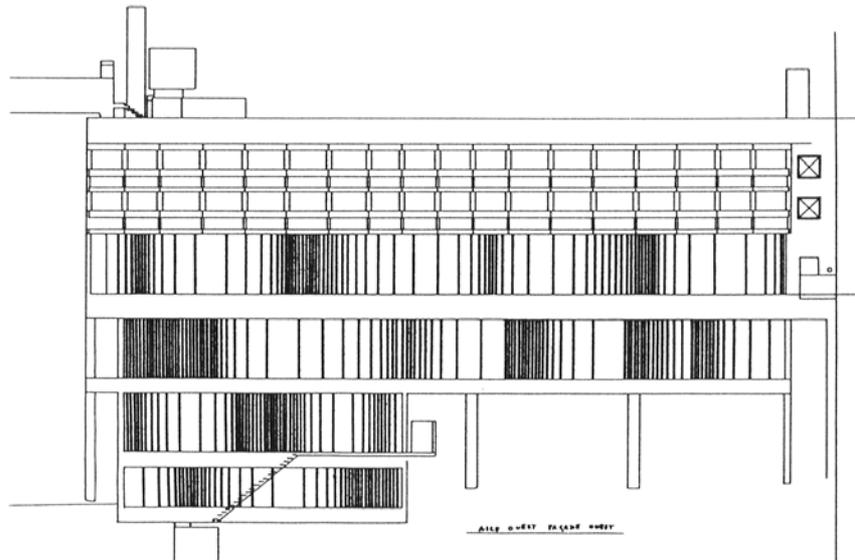


Abb. 6: Die Ondulatoires des Klosters von La Tourette



Abb. 7: Startpunkte der Streicher-Glissandi Takt 1 – 34

Vergleichbar der Verwendung von zwei Skalen des Modulors beim Entwurf der Ondulatoires könnten hier verschiedene Skalen auf Basis der Fibonacci-Reihe zu Grunde liegen.

Trotz dieser bemerkenswerten Übereinstimmung ist die Glissandi-Struktur in Takt 1 – 34 insgesamt als ungeordnet zu bezeichnen. Der Gesamteindruck ist der einer aus dem Unisono brechenden, dynamischen Entwicklung, die sich kontinuierlich wandelt, bis sie schlagartig in einen stehenden Cluster mündet.

Die in Takt 202 einsetzenden Streicher-Glissandi dagegen scheinen mehr einer Ordnung unterworfen. Sie liegen in drei verschiedenen Strukturtypen vor:

- als Glissandi *arco*, die in einen ausgehaltenen Cluster einfließen;
- als Pizzicati, wobei lediglich Anfangs- und Endpunkt in einer Stimme gespielt werden und somit der Eindruck des Glissandi dem einer ungeordneten Ansammlung von Einzeltönen weicht;
- als offene Glissandi in Takt 267 – 269.

<sup>84</sup> Für dieses Winkelmaß wählte Baltensperger  $\text{tg}(\Delta h / \Delta t)$  mit  $\Delta h$  = Steigung in Halbtönen,  $\Delta t$  = Dauer des Glissando.

Den ausgewogene Gegensatz von Kontinuität durch die Glissandi und Diskontinuität durch die Pizzicati bezeichnete Xenakis später als kennzeichnend für *Metastasis*.<sup>85</sup>

Wesentlich ist, daß die angestrebten Cluster jeweils aus zwölf Tönen bestehen, und daß die Entfaltung einer solchen Struktur – vom Ausgangston aus betrachtet – immer zu einer Allintervalltonreihe führt.

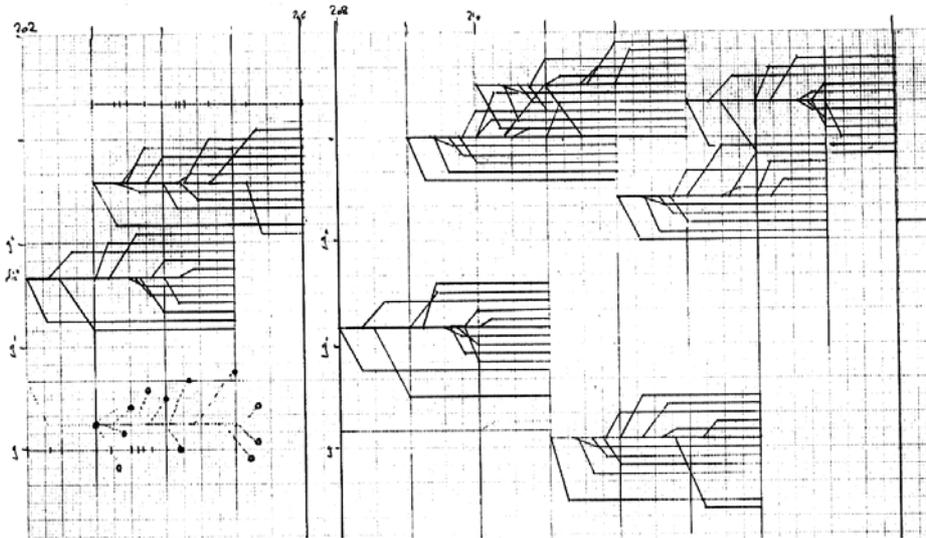


Abb. 8: Graphische Partitur der Glissandi ab Takt 202

In der graphischen Partitur erscheinen sie alle ähnlich, was eine Aufschlüsselung nach den Parametern „Dauer“ und „Steigung“ unterstützt. Es werden stets die gleichen Größen verwendet: Fünftel-, Viertel-, Drittel- und halbe Viertelnoten als Dauer und ein Tonanstieg von –6 bis +5 Halbtonschritten. Der variable Aufbau der Glissandi scheint nach einer Art Baukastenprinzip geregelt zu sein. Das genaue Verfahren bleibt offen; es mag numerisch determiniert oder auch an geometrischen Gesichtspunkten orientiert sein; Baltensperger erinnert in diesem Zusammenhang an Xenakis' Arbeitsweise „mit geometrischen Formen auf dem Reißbrett“.<sup>86</sup>

## Ordnung – Unordnung / Dialektik

Der zu Beginn des Kapitels erwähnte dialektische Gegensatz, der für Xenakis gleichermaßen Faszination wie Anregung war, findet sich mit dem Begriff der Transformation in unterschiedlichen Konkretisierungen der Zustände *Ordnung* und *Unordnung* in seinen Texten und Werken wieder.<sup>87</sup> Mit den Paaren Kontinuität – Diskontinuität, Symmetrie – Asymmetrie, Determinismus – Indeterminismus faßte Xenakis die globale und logische Entwicklung eines musikalischen Ereignisses zusammen. Den genauen Verlauf dieser Transformation, den Übergang von einem Zustand zu seinem Gegenteil, galt es im einzelnen auszuarbeiten.

Mikrokompositorische Elemente wie einzelne Tonhöhen und Dauern sind zunächst klar abgegrenzte Ereignisse, die bedingt über „Gegenpole“ verfügen. Die Charakteristik ihrer Organisation, also ihrer Zusammenfassung in Tonlinienverlauf, Klängen, Rhythmus etc., kann jedoch einer Transformation unterworfen oder sogar in ihr Gegenteil verkehrt oder mit diesem konfrontiert werden.

In *Metastasis* sind ab Takt 202 die Glissandi-Figuren in verschiedenen Ausführungen zu hö-

<sup>85</sup> Nach 1, S. 306.

<sup>86</sup> 1, S. 309.

<sup>87</sup> S. dazu 1, S. 331-332.

ren. Sie treten in einer kontinuierlichen in Form der gestrichenen Glissandi sowie diskontinuierlich als Menge von Pizzicati auf (Abb. 9).

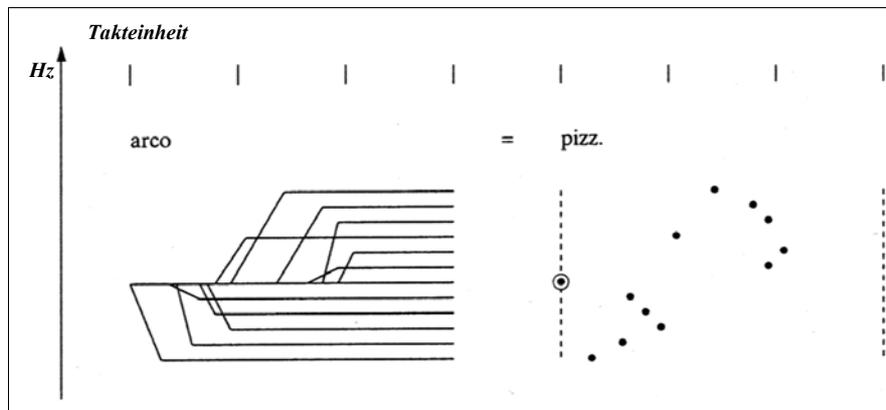


Abb. 9

Die Struktur dieser beiden Antipoden ist analog. Derartige Phänomene, die in einer Hinsicht gleich sind, andererseits Gegensätze verkörpern, kennzeichnen die musikalische Denkweise Xenakis'. Er sah diese Erscheinungen, wie es die Quantenmechanik in der Dualität der Teilchen- und Wellennatur von Materie offenbart, je nach Wahl des analytischen Ansatzes in je einem anderen physikalischen Phänomen wirksam werden. So liegt im einzelnen Element schon ein Widerspruch; die eigentliche Transformation jedoch bildet die Organisation der Masse von Elementen.

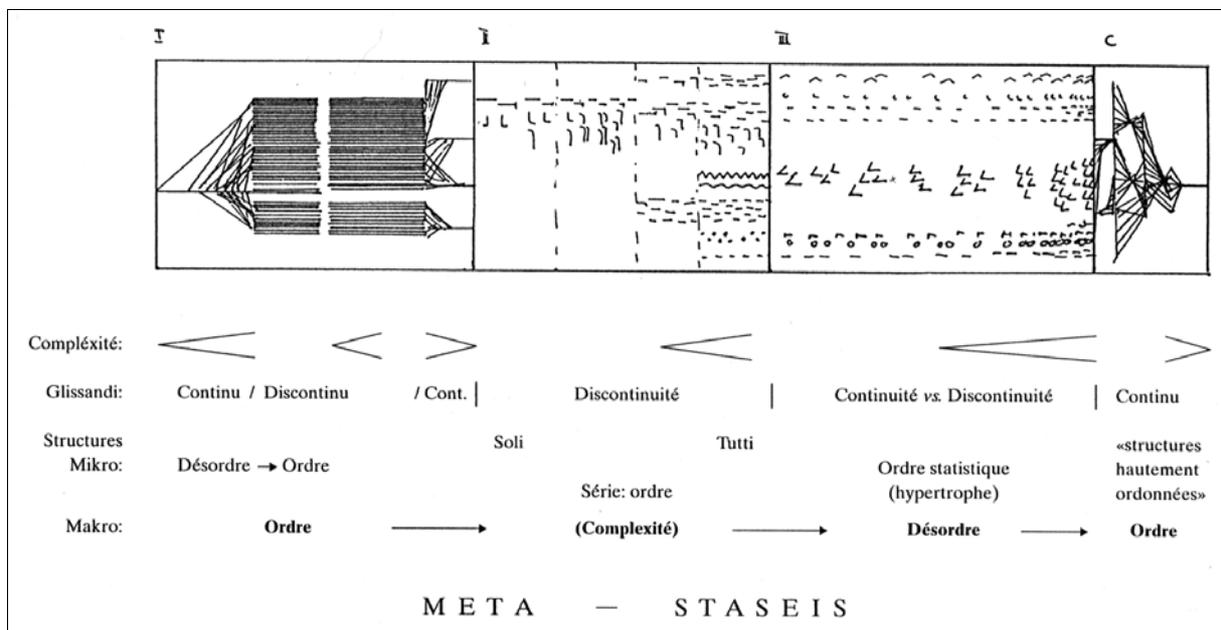


Abb. 10: Graphische Partitur von Metastasis

Betrachten wir nach diesen Bemerkungen zur Dialektik noch einmal die Gesamtform von Metastasis, so scheint der zunächst hybrid wirkenden Komposition eine interne Logik von kompositorisch dialektischen Transformationen zugrunde zu liegen. Der dritte Teil wirkt nun wie eine mögliche Synthese der beiden ersten, in welcher der zeitliche Ablauf vorangegangener Elemente mit statistischen Mitteln geregelt wird.

Zur Dialektik in den einzelnen Abschnitten ist darüber hinaus zu ergänzen:

Die scheinbar ungeordnet verlaufenden Glissandi im ersten Teil münden zielstrebig in einen

streng geordneten Cluster. Dagegen sind die strikt geordneten seriellen Elemente des zweiten Teiles zu komplex, um als Ordnung wahrgenommen zu werden. Die statistische Ordnung des dritten Teiles, die durch die formale Asymmetrie der Verteilungen als ungeordnet empfunden wird, schlägt nach der größten Verdichtung der Klangereignisse in geordnete Glissandi-Strukturen um.<sup>88</sup>

Das Thema „Ordnung – Unordnung“ wird im späteren Werk Xenakis‘ einen höheren Stellenwert einnehmen als bei der Entstehung von *Metastasis* und der Entwicklung der stochastischen Musik. Ebenso interessant wie kritikwürdig ist sein Lösungsansatz zu diesem Zeitpunkt, den er u.a. an einer zweiten akustischen Beschreibung einer Großdemonstration aufzeigte:

„ (...) der Menschenfluß ruft eine Parole im einheitlichen Rhythmus. Dann kommt am Kopf des Zuges eine neue Parole auf: sie verbreitet sich zum Ende des Zuges hin und ersetzt die erste. (...) Die Rufe erfüllen die Stadt, und die einschüchternde Kraft der Stimmen und des Rhythmus erreicht seinen Höhepunkt. (...) Dann kommt es zum Zusammenstoß der Demonstranten mit ihren Gegnern. Der perfekte Rhythmus der letzten Parole zerbricht in eine Traube chaotischer Schreie, die sich ebenfalls zum Ende des Zuges hin fortsetzt. Stellen sie sich zusätzlich die Salven der Maschinengewehre und das Pfeifen der Kugeln vor, deren Punktuationen sich dieser Unordnung hinzufügen. Die Menge löst sich dann schnell auf, und nach einer klanglichen und visuellen Hölle folgt eine explodierende Ruhe, voll von Verzweiflung, Staub und Tod. Die statistischen Gesetze dieser Vorgänge, losgelöst von ihrem politischen oder ethischen Kontext, sind dieselben wie die des Grillenzirpens oder des Regens: Es sind die Gesetze des Übergangs von vollkommener Ordnung zu vollkommener Unordnung auf kontinuierliche oder abrupte Weise – es sind stochastische Gesetze.“<sup>89</sup>

Nun hat Xenakis diese Übergänge tatsächlich mit Hilfe verschiedener statistischer Ordnungen bewältigt. Durch diese Verteilungsgesetze können unterschiedliche Phänomene berücksichtigt werden: fließende Übergänge sind ebenso möglich wie extreme Umbrüche von hohem Tempo, sehr dünne Klangatmosphären oder auch eine Konfrontation von mäßig häufigen mit äußerst unwahrscheinlichen Ereignissen. Daß er den Übergang von Ordnung zu Unordnung jedoch allein im Bereich der Wahrscheinlichkeitsrechnung suchte, scheint ein Beleg dafür zu sein, daß Xenakis zum Zeitpunkt des Interviews noch nicht mit der später von ihm verwendeten „Chaos-Theorie“ vertraut war.<sup>90</sup> Einige seiner weiteren Überlegungen zu diesen Übergängen führen jedoch in diese Richtung (s.u.).

Mit dem Übergang von „vollkommener Ordnung zu vollkommener Unordnung“ beschrieb Xenakis ein Phänomen, daß in der Natur oft vorkommt. Ein und dasselbe System kann in einem Zeitabschnitt geordnet und stabil sein, in einem anderen instabil, mit wechselnden Phasen verschiedener Erscheinungsformen, oder es kann auch einen Zustand völliger Unordnung, scheinbarer Regellosigkeit annehmen. Diesen letzten Zustand bezeichnet man auch mit „Chaos“. Die Chaosforschung hat sich der Erkundung dieser Phasenwechsel angenommen und für zahlreiche Vorgänge Erklärungen gefunden und Regeln erkannt, die für viele nichtlineare dynamische Systeme gelten und bis dahin nicht mathematisch zu beschreiben waren.

Manche Ergebnisse dieses Forschungszweiges, der zunächst vornehmlich die Naturwissenschaften betraf, wurden als Erklärungsmuster auch in die Gesellschaftswissenschaften zu übertragen versucht. Dieses Vorgehen ist nicht unumstritten, doch gibt es in manchen Model-

---

<sup>88</sup> 1, S. 336.

<sup>89</sup> Zit. nach: Peter Niklas Wilson, „Formalisierte Musik – Naturwissenschaftliches Denken in der Kunst“ in: Neuland, Ansätze zur Musik der Gegenwart, Jahrbuch Bd. 5, Bergisch-Gladbach 1985, S. 53f.

<sup>90</sup> Aus einem Gespräch mit B.A.Varga von 1980 geht Xenakis‘ Unwissenheit über diese Theorie deutlich hervor (6, S. 76-77); für die angeführte Beschreibung der Demonstration, die vermutlich aus dem Jahr 1985 oder 1986 stammt, kann dies nur vermutet werden.

len prägnante Übereinstimmungen. Zudem rechtfertigen die Befürworter der Übertragung ihre Vorgehensweise damit, daß menschliche Gesellschaften dem Prinzip nach auch nichts anderes seien als nichtlineare, dynamische Systeme.<sup>91</sup>

– Wie paßt nun die Beschreibung der Demonstration zu diesen Überlegungen?

Dazu soll kurz der Übergang von Ordnung zu Chaos in solchen Systemen erläutert werden.<sup>92</sup>

Das Phänomen des Chaos ist in der Mathematik als gemeinsame Sprache der Naturwissenschaften an einfachen Beispielen zu erklären.

Durch rekursive Gleichungen können viele Systeme in der Natur in ihrer Entwicklung im Laufe der Zeit beschrieben werden. Rekursiv heißt dabei, daß die Rechenvorschrift erneut auf das Ergebnis der letzten Rechnung angewandt wird (= Iteration), was der Weiterentwicklung des Systems in der Zeit entspricht. Chaos ist nur möglich bei nichtlinearen Gleichungen, also solchen, in denen außer der Variablen nicht nur Konstanten vorkommen.

Anhand eines geeigneten nichtlinearen Systems wie der „logistischen Gleichung“<sup>93</sup>  $f(x) = ax(1-x)$  läßt sich der Übergang von Ordnung zu Chaos gut verfolgen.

Wird diese Funktion im Einheitsquadrat betrachtet und der Parameter  $a$  von 1 ausgehend bis auf 4 erhöht, so verändert sich das Verhalten der Funktion unter Iteration in Abhängigkeit von  $a$  (Abb. 11).

Für  $a = 1$  ist das Ergebnis der Iteration stets 0.

Für ein  $a$  zwischen 1 und 3.2 nähert sich der Wert nach jedem neuen Einsetzen in die Gleichung immer weiter einem festen Endwert (Fixpunkt).

Bei  $a = 3.2$  ändert sich das Verhalten: nach einer genügenden Anzahl von Iterationen springen das Ergebnis immer zwischen zwei Werten hin und her (periodische Punkte).

Wird der Parameter  $a$  weiter erhöht, so verdoppelt sich die Periode auf zunächst vier, später acht und sechzehn Ergebnisse, die nacheinander eingenommen werden. Diese noch immer geordnete Struktur zerfällt bei einem Wert von  $a = 3.56994...$  Weder wiederholen sich Werte, noch ist abzuschätzen, wie sich das Ergebnis in den nächsten Schritten entwickelt. Es springt scheinbar regellos durch die Ergebnismenge.

Bei  $a = 4$  ist das Chaos perfekt: nach ausreichender Iteration kann jeder Startwert jedes mögliche Endergebnis einnehmen.<sup>94</sup>

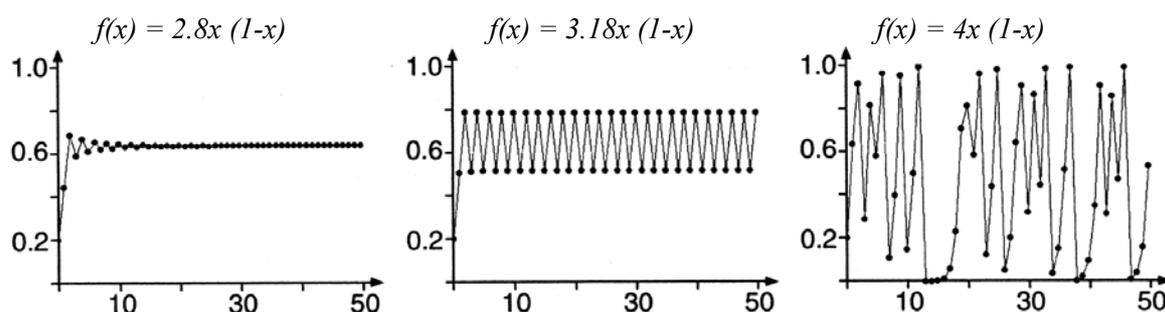


Abb. 11: Iterationswerte zu  $f(x) = ax(1-x)$  bei verschiedenen Parametern  $a$ .

<sup>91</sup> C. Schrader, „Wo Soziologen fragen, wissen Physiker die Antwort“, in: 25, S. 182.

<sup>92</sup> Die im folgenden angegebenen Sachverhalte sind vielfältig und in unterschiedlichem Anspruch an den Leser verfaßt worden. Um nur eine kurze Erläuterung z.B. zum Verhalten logistischen Gleichung zu erhalten, kann zurückgegriffen werden auf: C. Schrader, „Wenn die Gleichungen verrückt spielen“, in: 25, S. 184-185.

Ein interessantes und verständliches Lesebuch zur weiterführenden, mathematischen Lektüre ist im Literaturverzeichnis unter 17 angegeben.

<sup>93</sup> Der Faktor  $(1-x)$  kann zu Beispiel bei der Modellierung der Entwicklung einer Tierpopulation die begrenzte Versorgung mit Nahrung berücksichtigen – die „Logistik“.

<sup>94</sup> Die genaue Definition von „Chaos“ ist an dieser Stelle unerheblich; eine ausführliche Beschreibung ist nachzulesen in: 17, S. 72.

Die Existenz von Schwellenwerten oder „kritischen Punkten“, an denen sich das Verhalten eines solchen Systems ändert, ist hier in zweifacher Hinsicht interessant.

Xenakis definierte eben solche Schwellenwerte, um eine musikalische Figur (z.B. einen Rhythmus) von seinem Transformationsergebnis (einem anderen Rhythmus) abzugrenzen.<sup>95</sup>

Allerdings bediente er sich dabei einer statistischen Definition, in dem er prozentual festlegte, innerhalb welcher Grenzen der Ausgangsrhythmus variiert werden konnte, ohne seine Identität zu verlieren. Für ihn war das eine Lösung durch Fehlerrechnung nach Gauss, die dem Problem sicher auch solange angemessen ist, wie es um die eigene Definition einer im Prinzip verschiebbaren Grenze, also einen fließenden Übergang geht. Dies gilt auch für Xenakis' allgemeinen dialektischen Ansatz, die allmähliche Änderung eines Zustandes in sein Gegenteil.

Der Wechsel in Metastasis zwischen wahrgenommener Ordnung und Unordnung geschieht jedoch stets abrupt. Dieser Vorgang erinnert mehr an den oben beschriebenen Wechsel von geordnetem in chaotisches Verhalten, bei dem trotz der Kontinuität der Veränderung die Qualität, die Eigenart des Systems *plötzlich* ins Gegenteil umschlägt. Somit hätte es an dieser Stelle dem Anliegen Xenakis wohl eher entsprochen, für einen geeigneten musikalischen Parameter einen kritischer Punkt zu definieren.

Einen solchen Punkt dürfte es auch in der von Xenakis beschriebenen Demonstration gegeben haben. Nach dem plötzlichen Zusammentreffen mit der Polizei zerfällt die Ordnung in Chaos. Diesem sprunghaften Übergang zwischen Organisationszuständen wäre nach Ansicht von Sozialwissenschaftlern, die naturwissenschaftlichen Modellen gegenüber offen sind, ebenfalls ein Schwellenwert zuzuordnen. Demnach ist beispielsweise im Fall einer brennenden Diskothek die Anzahl derer, die sofort zum Ausgang rennen, entscheidend für den Ausbruch einer Panik. Die meisten Gäste laufen erst los, wenn sie mindestens X andere zur Tür stürzen sehen. Bei weniger als diesen X Leuten läuft das Verlassen des Raumes besonnen und geordnet ab.<sup>96</sup> Ebenso wird es in Xenakis' Demonstrationzug eine (unbekannte) Anzahl von Menschen gegeben haben, die anstelle des rhythmischen Rufens in Geschrei ausbrechen mußten, um die Parole zum Kippen zu bringen.

Die Beschreibung verlangt auch im weiteren weniger nach stochastischen Gesetzen als nach Erklärungen durch Chaos-Modelle. Die Totenstille erscheint nach dem vorangegangenen Chaos wie ein Fixpunkt, der logischerweise eingenommen werden mußte. In Abhängigkeit verschiedener Parameter in solch einem komplexen System, also unter anderen Bedingungen in bezug auf Polizeistärke, Bewaffnung etc. wäre jedoch auch ein anderer Verlauf denkbar gewesen: z.B. hätte eine kleine Gruppe von Demonstranten sich neu organisieren können.

Insgesamt ist festzustellen, daß die von Xenakis angeführten „stochastischen Gesetze“ sich durch die statistische Verteilung von Teilklangen mehr zur Beschreibung eines Klanges eignen als zur Erfassung der Vorgänge, die diese Klangereignisse produzieren.

Insgesamt ist zu Metastasis festzuhalten, daß anhand dieses Stückes zahlreiche Ansätze der Abstraktion und der mathematischen Weiterverarbeitung darzustellen sind, wenngleich sie in Metastasis noch nicht in letzter Präzision und Konsequenz zur Anwendung kamen. Für Xenakis war es ein Experiment, in dem auf der Suche nach Auswegen aus der von ihm formulierten Krise der Seriellen Musik gleichzeitig neue Anregungen für seine weitere Arbeit bekam. Insbesondere die Forderung nach der Unabhängigkeit der einzelnen Töne führte über die Wahrscheinlichkeitsrechnung als Kontrollmöglichkeit von Klangmassen hin zu einer neuen Musikrichtung.

In den auf Metastasis folgenden Werken „*Pithoprakta*“ und „*Achorripsis*“ entwickelte Xenakis die Kompositionstechnik weiter zu einer Musik, die für sich in Anspruch nahm, ein Minimum an Regeln der musikalischen Komposition zu formalisieren: Stochastische Musik.

---

<sup>95</sup> 1, S. 338.

<sup>96</sup> C. Schrader, „Wenn die Gleichungen verrückt spielen“, in: 25, S. 184-185.

## Exkurs

### Der Philips-Pavillon<sup>97</sup>

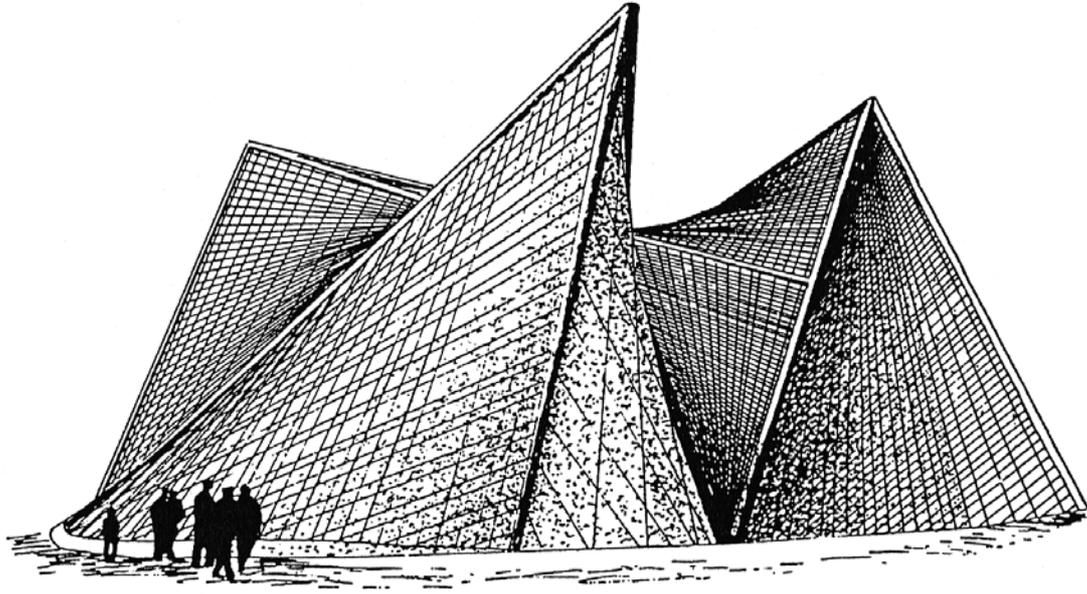


Abb. 12. „Er ... erhebt sich in einem Cluster von phantastisch miteinander verbundenen Zelten aus dem Boden, die sich in einer schrägen Drehung zusammenschieben, die geschwungenen Flächen der Wände ohne Bruch nach oben zu drei Spitzen zusammenfließend.“ (Beschreibung des Pavillons durch Nouritza Matossian.)<sup>98</sup>

Die Doppelbegabung und das interdisziplinäre Denken des Künstlers Xenakis zeigen sich nirgendwo in seinem Werk deutlicher als in der Umsetzung ein und derselben Idee in Musik und Architektur: mit dem Philips-Pavillon schuf Xenakis ein Bauwerk, in dem er analog zu Metastasis seine Fragestellung der fließenden Übergänge zu lösen versuchte – in einer in ihrer Dimension von der Musik völlig verschiedenen Disziplin.

Ebenso offenbart sich an diesen Werken die Denkweise Xenakis‘, die wesentlich für die Anwendung mathematisch-naturwissenschaftlicher Regeln in seinen Kompositionen ist. Es ist seine Fähigkeit, Strukturen und Entwicklungen zu erfassen, sie mit Hilfe der Mathematik zu abstrahieren und („wie platonische Ideen“<sup>99</sup>) auf ihre wesentlichen Grundlagen zu reduzieren, um sie dann in einem neuen Rahmen, einem anders gearteten Metier kunstvoll neu zu entfalten. Auch Le Corbusier, der selber in der Malerei als einem zweiten Medium neben der Architektur arbeitete, wußte die doppelte Begabung Xenakis‘ zu würdigen.

Die parallele Arbeit in zwei verschiedenen Disziplinen muß ganz Xenakis‘ Verständnis der alten griechischen Kultur und seinem Hang zu pythagoräischem Denken entsprochen haben. Die Verbindungen der Wissenschaften Arithmetik, Geometrie, Astronomie und Musik im Quadrivium als das höhere Studium an den Universitäten des Mittelalters war ebenso kennzeichnend für diese Weltanschauung wie der pythagoräische Lehrsatz „Alles ist Zahl“<sup>100</sup>. Darin drückt sich die Vorstellung einer höheren, übergeordneten Regel aus, die Erkenntnis über die gemeinsamen zugrundeliegenden Strukturen der verschiedenen Wissenschaftsbereiche. Die zeitgleiche Auseinandersetzung mit der Architektur und seinen Fragen an die Musik dürfte auch ausschlaggebend gewesen sein für die kreative Entwicklung, die Xenakis in beiden Bereichen in dieser Zeit durchlief. Er erhielt durch die Verwirklichung in der Architektur den

<sup>97</sup> 4, S. 109-128.

<sup>98</sup> Ebd., S. 109.

<sup>99</sup> Ebd., S. 112.

<sup>100</sup> XII.

Auftrieb, in den nächsten Jahren seine Ideen für eine große Anzahl von Kompositionen niederzulegen, die den Grundstock der zeitgenössischen Musik verändern sollten.

Motiviert durch sein Anliegen, die tieferen Zusammenhänge zwischen verschiedenen Fachgebieten zu finden und um seinen Sinn für Zusammenhänge und interdisziplinäres Denken zu befriedigen, beschäftigte er sich mit Problemen, die sowohl in der Musik als auch in der Architektur vorkamen. In einem Interview mit Nouritza Matossian sagt Xenakis zu diesem Prozeß:

„Bei Le Corbusier entdeckte ich Architektur; als Ingenieur konnte ich zudem Berechnungen anstellen, also tat ich beides. Das gibt es sehr selten im Bereich von Architektur und Musik. Alles begann sich zusammenzufügen und ich stellte musikalische und philosophische Fragen. Was ich mangels Unterrichts und aufgrund der Umstände früher nicht hatte verwirklichen können, entwickelte ich nun selber und fügte es mit dem zusammen, was ich bisher gewesen war. Ich denke, das war natürlich; es war der Einfluß der alten Griechischen Zivilisation, besonders von Plato.“<sup>101</sup>

Xenakis sah sich erstmals mit dem fundamentalen Unterschied zwischen Musik und Architektur konfrontiert: die Erfahrung des Raumes ist gegenläufig möglich, die Zeit in der Musik jedoch nicht. Physikalischer Raum kann von unterschiedlichen Richtungen aus durchquert und ein Gebäude von vielen Seiten betrachtet werden, Musik jedoch wird immer aus einer Richtung und ihre Bestandteile in einer Reihenfolge wahrgenommen, da sie sich in der Zeit entfaltet bzw. an den Fluß der Zeit gebunden ist. Bei Messiaen hatte Xenakis rhythmische Palindrome kennengelernt. Sein Anliegen war es jedoch, den Umgang mit den Tondauern in der Musik mit einem modernen Zeitbegriff in Einklang zu bringen - als eine Größe in der vierten Dimension. In *Metastasis* kombinierte er eine ganze Reihe von Ideen, die er im Laufe der Zeit entwickelt hatte, sowie Versuche mit Rhythmus, Tondauern, Elementen der seriellen Musik, Proportionen im allgemeinen und dem Modulor Le Corbusiers im besonderen.<sup>102</sup>

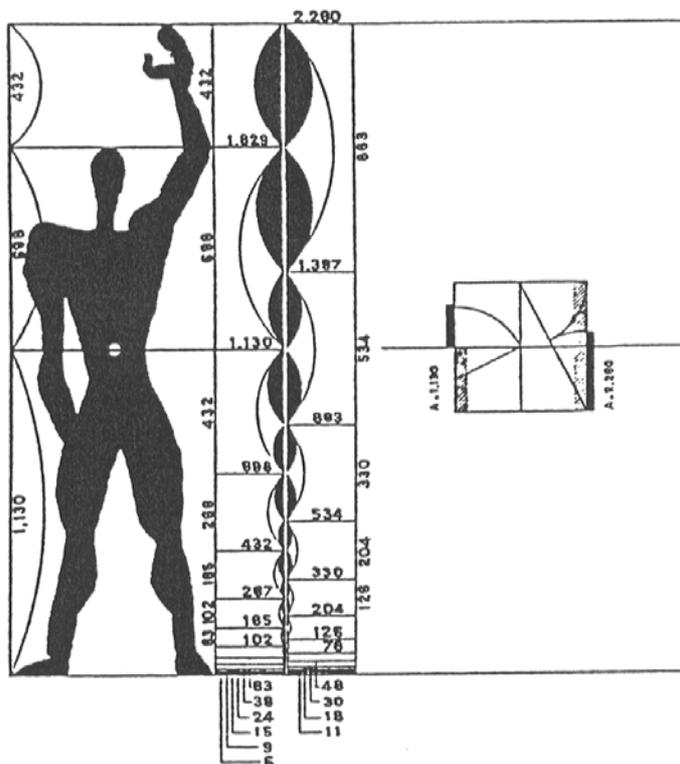


Abb. 13: Der Modulor von Le Corbusier

Der von Le Corbusier entwickelte Modulor legt, ausgehend von einer bestimmten Menschengröße, auf zwei komplementären Skalen Proportionen fest. Er wird von Baltenasperger als Versuch der Moderne betrachtet, wieder eine auf menschliche Proportionen bezogene mathematische Ordnung in die Architektur einzubringen, und erweckte nach seiner Veröffentlichung weltweites Echo (1, S. 540).

<sup>101</sup> 4, S. 55.

<sup>102</sup> Ebd., S. 56.

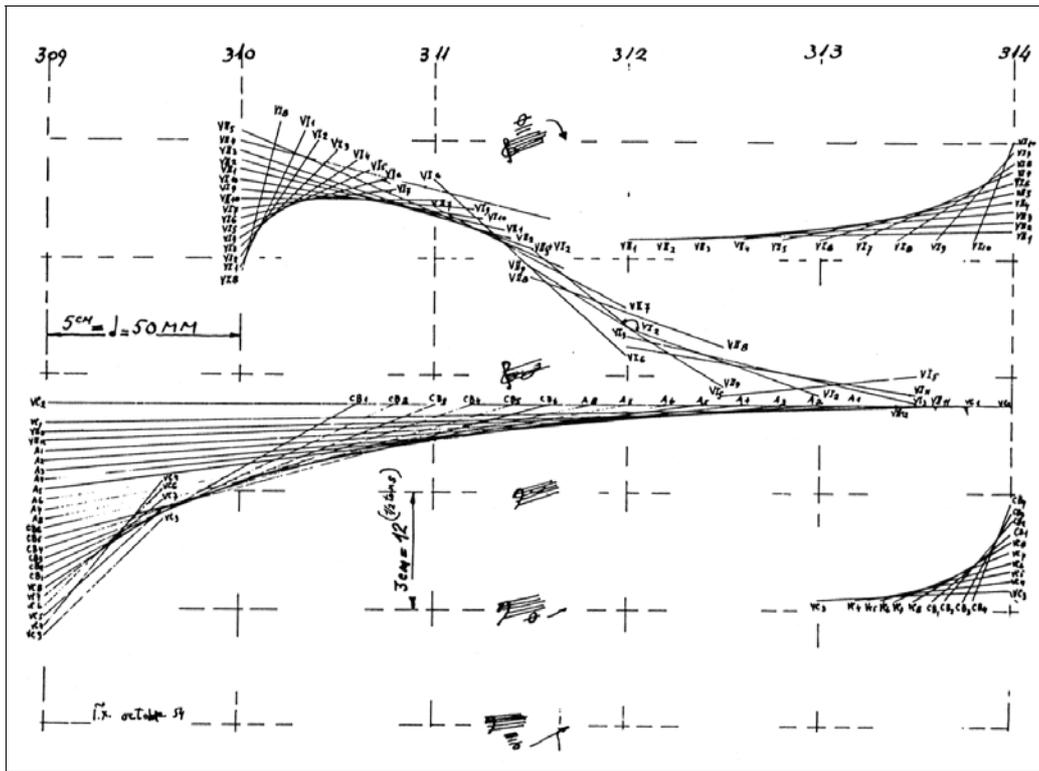


Abb. 14: Graphische Partitur von Metastasis, Takt 309 – 314

Die Gemeinsamkeit in Metastasis und in der Konzeption des Philips-Pavillons war die Suche nach Möglichkeiten, sowohl in der Musik als auch in der Architektur fließende Übergänge zu schaffen – von einem Zustand in einen anderen, von einer Ebene auf eine andere zu kommen, ohne Bruch, ohne einen abrupten Wechsel, ohne den Zusammenhalt zu verlieren. Dabei waren die musikalischen Überlegungen den architektonischen vorausgegangen. Metastasis entstand 1953, drei Jahre später begann Xenakis mit den Plänen für den Philips-Pavillon, der zur Weltausstellung 1958 in Brüssel fertiggestellt wurde.

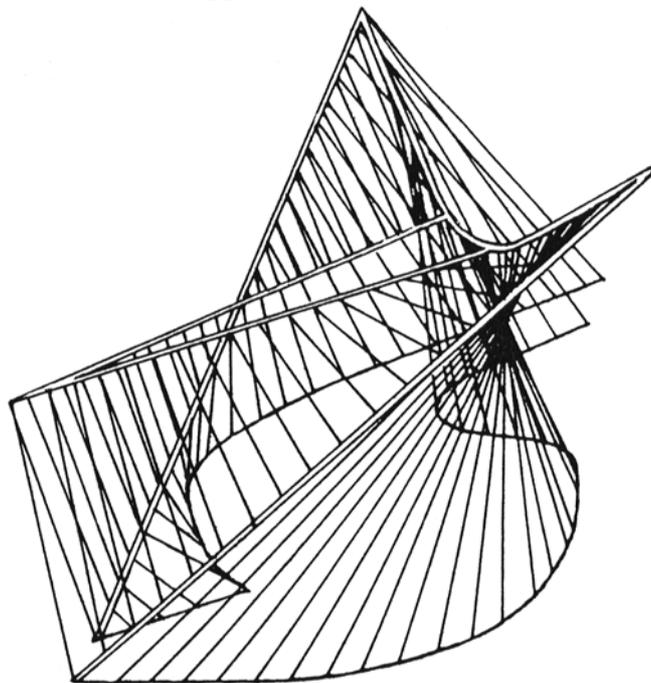


Abb. 15: Aufsicht einer ersten Skizze zum Philips-Pavillon

Der Pavillon war 1956 von Philips bei Le Corbusier in Auftrag gegeben worden, um auf der Weltausstellung Kompetenz in modernen Technologien, Licht und Elektroakustik, automatischer Kontrolle von Elektronik und ähnlichem zu demonstrieren. Le Corbusier, der seinen Traum vom Bau eines Elektronik-Zentrums bisher nicht in seine Arbeit hatte einfügen und umsetzen können, sah sich von diesem Auftrag mehr als Künstler denn als Architekt angesprochen. So antwortete er Philips: „Ich werde Ihnen keinen Pavillon bauen, aber ein elektronisches Gedicht und einen Behälter schaffen, der es enthält; ...“<sup>103</sup> Ein erster Entwurf zeigte einen magenförmigen Grundriß mit einem Ein- und einem Ausgangsrohr. Dann jedoch erforderte sein Großprojekt in Indien, die Anlage der Hauptstadt Chandigarh in Pandschab, die Anwesenheit Le Corbusiers, so daß er alle anderen notwendigen Arbeiten seinen Mitarbeitern übertrug. So kam es, daß Xenakis nach zehn Jahren Erfahrung mit verschiedensten technischen und ästhetischen Problemen bei der Realisierung von architektonischen Aufträgen nun die Planung eines Weltausstellungs-Pavillons in eigenen Händen hielt.

Zunächst ausgehend vom vorgegebenen Grundriß überdachte er die möglichen Aufbauten. Eine von der Grundfläche aus projizierte Hülle mußte zu einer Hemisphäre oder einem Zylinder führen, was beides nicht den Ansprüchen von komplexen Erlebnisräumen genügt, dazu aber aufgrund des Echos zu akustischen Nachteilen geführt hätte. Er brauchte einen minder eintönigen Raum ohne ein fokussierendes Zentrum, da die Besucher den Pavillon passieren und sich nicht um einen Punkt scharen sollten.

Die ersten Entwürfe erinnerten noch sehr an ein Zeltdach mit ausgestellten Stützbogen; als Baustoff zog Xenakis verschiedene Materialien wie Stoffe, Holz oder Stahlbeton in Betracht. Im weiteren Verlauf und unter Einbezug bauphysikalischer, akustischer und ästhetischer Aspekte experimentierte er mit verschiedenen Regelflächen. Diese waren sowohl aufgrund ihrer durch gerade Linien erzeugten, geschwungenen Oberflächen künstlerisch interessant, als auch rein statisch durch die Vorteile der Stabilität und Belastungsverteilung. Xenakis skizzierte schließlich innerhalb weniger Tage eine damals beispiellose Struktur, die ausschließlich auf hyperbolischen Paraboloiden und Konoiden basierte. Die Höhe der drei Spitzen des Komplexes wurden in ein dynamisches Spannungsverhältnis gesetzt, und um dem Prinzip einer selbsttragenden Bauform ohne innere und äußere Stützen nahezukommen, wurde Spannbeton als Baustoff gewählt.

Der vollendete Entwurf zeigte schließlich ein völlig asymmetrisches Gebäude mit einem Grundriß aus hyperbolischen Schnittkurven. Geometrisch wird der Bau aus hyperbolischen Paraboloiden gebildet, die in ihre Leitgeraden münden. Ähnlich wie bei einem Eisberg ragt lediglich ein Teil der Flächen über die Grundebene hinaus, wenn man sie sich als vollständige geometrische Gebilde vorstellt.

Als Regelflächen bezeichnet man Flächen, die durch Scharen gerader Linien erzeugbar sind, oder einfacher ausgedrückt, durch Bewegung einer Geraden im Raum.<sup>104</sup>

Sie entstehen durch Verschiebung der Erzeugenden (Geraden) entlang von Leitlinien.

- Ein *Konoid* wird erzeugt nach Vorgabe einer Leitkurve, einer Leitgeraden und einer zu dieser Geraden nicht parallelen Richtebe. Die Gesamtheit der Geraden an der Leitkurve, die die Leitgerade schneiden und parallel zur Richtebe verlaufen, bilden das zugehörige Konoid (Abb. 16)

- Beim *hyperbolischen Paraboloid* sind die Leitlinien drei Geraden, die jeweils zu zweien windschief sind (Abb. 17). Diese Fläche zweiter Ordnung<sup>105</sup> läßt sich auch algebraisch darstellen als Erzeugnis einer Schar von Parabeln, die parallel auf einer Scheitelparabel verschoben werden und auf diese Weise eine Sattelfläche bilden (Abb.18).

---

<sup>103</sup> 4, S. 110.

<sup>104</sup> Zu Regelflächen s. 26, S. 224f.

<sup>105</sup> Zur allgemeinen Gleichung der Flächen zweiter Ordnung s. 26, S. 198.

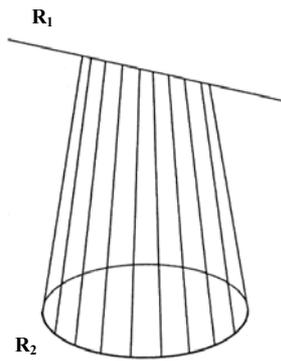


Abb. 16: Konoid mit den Leitlinien  $R_{1,2}$

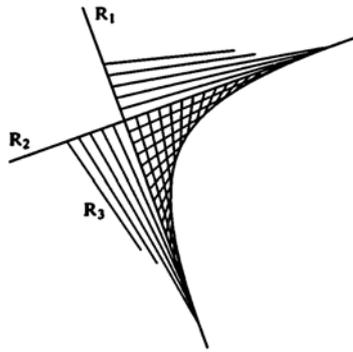


Abb. 17: Hyperbolisches Paraboloid mit den drei Leitlinien  $R_{1,2,3}$

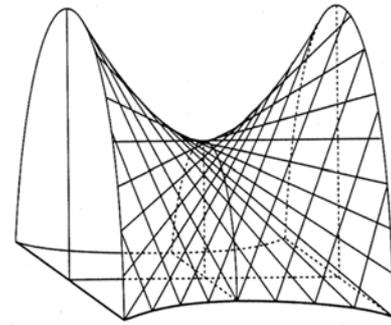


Abb. 18: Hyperbolisches Paraboloid als Ergebnis der Verschiebung einer Parabeschar entlang einer nach oben geöffneten Parabel

Obwohl Schalendächer aus hyperbolischen Paraboloiden schon zuvor an vielen Orten der Welt in Beton ausgeführt worden waren, stellte die z.T. extrem steile Konstruktion aus verschiedenen sich stützenden Flächen eine Herausforderung dar. Die statischen Eigenschaften einer solchen Schale sind relativ einfach herzuleiten und numerisch zu berechnen, solange die Hauptachse in etwa senkrecht zum Boden steht. Im Falle des Philips-Pavillons verläuft sie jedoch nahezu waagrecht, was nicht nur die Berechnungen erschwerte, sondern sich auch nachteilig auf die Statik auswirkte.<sup>106</sup>

Im Werk Le Corbusiers stellte der Bau einen Bruch dar, da die bis dahin von ihm kategorisch eingesetzten kubistischen und harten Formen keinerlei Verwendung fanden. Nach seiner Vorstellung sollte das Zusammenspiel von Licht, Plastizität, Design und Musik im Pavillon ein eigenes Szenarium, für die Besucher ein Event<sup>107</sup> schaffen. Mit der Komposition der Musik hatte er Edgar Varèse<sup>108</sup> beauftragt; lediglich die Gestaltung der Klänge, welche die Besucher in Ein- und Ausgang begleiten sollten, übertrug er Xenakis.

Der Pavillon verursachte von der ersten Planung an eine Reihe von Kontroversen: Philips war zunächst verärgert über die doch sehr ungewöhnlichen Entwürfe; Le Corbusier geriet mit Xenakis in Streit über die Urheberschaft; Varèse, der sich bei der Fertigstellung seines Tonbandes mit unverständigen Bürokraten herumschlagen mußte, reagierte verwirrt auf die Architektur, Kritiker fühlten sich durch den seltsamen Bau geradezu beleidigt, und das Publikum war begeistert.

Die ersten Auseinandersetzungen um die Urheberschaft brachten Xenakis nahe daran, sich mit Le Corbusier, den er sonst bewunderte und respektierte, zu überwerfen. Er war sich seiner Identität als Künstler bewußt geworden, und wenngleich er seine Arbeit bei Le Corbusier unter finanziellen Gesichtspunkten aufgenommen hatte, so war sie für ihn doch mehr als nur das notwendige Geldverdienen geworden. In einem Brief an Hermann Scherchen schrieb er damals:

„Weder bin ich eitel, noch geht es mir darum, möglichst schnell in den Besitz jener Illusion zu kommen, die man Ruhm nennt; es ist eine viel tiefergehende Sache. Ich vertraue auf die Gerechtigkeit in all ihren Erscheinungsbildern. Als ich jung war, kämpfte ich Schlag um

<sup>106</sup> Zur Statik siehe 1, S. 557-562.

<sup>107</sup> Das englische Wort "event" wird - nach seinem Einzug in deutschen Sprachgebrauch und Duden - allgemein als das verstanden, was Le Corbusier tatsächlich meinte: ein Erlebnis. Dagegen bezeichnet es ursprünglich exakt übersetzt lediglich „Ereignis“ oder, noch schlichter, „Veranstaltung“.

<sup>108</sup> S. Kap. 1.2.

Schlag für sie und ging ohne zu zögern jedes Risiko ein. Wenn ich architektonisch arbeite, gebe ich viel von mir hinein, ebenso in die Musik.<sup>109</sup>

Le Corbusier, der im Laufe seiner Karriere selber hatte mit ansehen müssen, wie andere Architekten sich seine Entwürfe aneigneten, gab prinzipiell die Ideen der Mitarbeiter als die seinen aus. Entgegen der unter den Kollegen vorherrschenden Meinung, die einzig mögliche Form der Zusammenarbeit mit Le Corbusier sei die Unterwerfung, focht Xenakis regelrecht Kämpfe aus, blieb standhaft bei seinen Prinzipien und beharrte auf seiner Integrität und Identität als Künstler. Er verlangte vom künstlerischen Direktor bei Philips, seinen Namen neben dem von Le Corbusier als Architekt anzuführen, wofür er von diesem letztendlich auch die Erlaubnis erhielt.<sup>110</sup>

Der signifikante Unterschied zwischen einem musikalischen und einem architektonischen Kunstwerk, mit dem Xenakis sich bei der Umsetzung seiner Ideen konfrontiert sah (s.o.), ist einer weiteren Betrachtung wert. Er besteht im wesentlichen aufgrund des unterschiedlichen Verhältnisses zur vierten Dimension: Zeit.

Die Zeit ist in der Musik, in einem gegebenen Stück während des Hörens keine Variable. Musik ist an den Zeitfluß gebunden, wird durch ihn erst möglich; die Bewegung entlang der Zeitachse läßt sich nicht unterbrechen, um inne zu halten und zu "betrachten", wie dies beim Bauwerk der Fall ist. Ein Stück eines Gebäudes kann, solange es zugänglich ist, beliebig lange betrachtet werden. Beim Philips-Pavillon können die fließenden Übergänge von einem Punkt zum anderen in individuellem Tempo mit den Augen verfolgt werden, bis der Betrachter meint, sie nachvollziehen zu können. Bei der Musik ist diese Möglichkeit nicht gegeben, es sei denn, man spiele nach Bedarf eine Stelle immer wieder ab. Doch dann handelt es sich nicht mehr um dasselbe Stück.<sup>111</sup>

Der Analogie zum Musikstück näher käme ein Bauwerk, durch oder über das im Dunkeln ein Lichtstrahl wandert, so daß immer nur ein Teil sichtbar ist. Die exakte Wiederholung dieses Ablaufes entspräche dem erneuten Spielen des Musikstückes. Das "Sichtfenster" kann natürlich auch in anderer Weise durch den Raum wandern, so daß verschiedene Lichtstücke vor dem Hintergrund desselben Gebäudes gespielt werden können – vergleichbar mit der jeweils neuen Anordnung ein und desselben Tonmaterials. Ebenfalls als Vergleich denkbar ist ein Film, der unaufhaltsam abläuft. Einzelne Bilder anzuhalten entspräche in der Musik dem Aushalten auf einer Zählleinheit, einem stehenden Klang.

Eine andere mögliche Analogie ergibt sich aus der Überlegung, wie der stetigen Präsenz des betrachteten Baues in der Musik entsprochen werden könne. Eine Endlosschleife mit derselben Melodie oder Abfolge von Geräuschen würde dem Anspruch noch nicht gerecht, denn anders als beim Gebäude wären die Töne nicht *gleichzeitig* da. Das Gebäude steht jedoch immer. Somit wäre eine musikalische Entsprechung ein gleichmäßiges oder als gleichmäßig empfundenes Geräusch, das fortwährend im Raume steht. Der Zuhörer könnte bei gegebenem Arrangement die Tonquelle umrunden, sich nähern oder entfernen. Er könnte ebenso wie bei der Betrachtung eines Bauwerkes seine Aufmerksamkeit verschiedenen Bestandteile des Geräusches widmen.

Eine Art musikalische Betrachtung wird dem Hörer dort möglich, wo der Komponist mit Wiederholungen arbeitet. Eine Stelle in einem Stück wird bei späterem Hören anders wahrgenommen als zu Beginn; sie wird nach dem Wiedererkennen bewußter gehört.

---

<sup>109</sup> 4, S. 120.

<sup>110</sup> Zum Bruch mit Le Corbusier kam es erst 1960 nach weiteren Auseinandersetzungen zwischen diesem und seinen Mitarbeitern.

<sup>111</sup> Erfahrungen auf der Weltausstellung 2000 in Hannover offenbarten allerdings eine stärkere Analogie zwischen der Besichtigung eines Gebäudes und dem Hören eines Musikstückes: in einer Besucherschlange vorwärtsgeschoben ist die Erfahrung des Raumes (des Inneren eines Pavillons) von den Rezeptions- und Gestaltungsmöglichkeiten schon ähnlich eingeschränkt wie einem Konzert. (Anm. d. Verf.)

Entscheidende Differenz ist also die Zeit: in der Musik ist sie ein immerwährender Fluß, die Ereignisse an sie gebunden; bei der Betrachtung des architektonischen Kunstwerkes wird die Zeit der Aufnahme durch die Sinne nach Belieben des Betrachters eingeteilt, ausgedehnt oder verkürzt. Es ist die Statik, die den Unterschied macht, im Gegensatz zum dynamischen Fluß der Musik.

Anhand dieser Überlegungen zeigen sich Grenzen in der Analogie in der musikalischen Lösung Xenakis'. Sein Ziel war es, von einem Punkt zum anderen zu gelangen, ohne die Kontinuität zu unterbrechen.<sup>112</sup> Hierfür verließ er bewußt das Feld der seriellen Musik, welches ihn in ein enges Tonstufenschema gezwungen hätte, und verwendete Glissandi. Diese genial einfache Lösung, welche sich sogar graphisch im Notenbild zeigt, ist unter Einbezug der Wahrnehmung der Musik im Zeitfluß in Frage zu stellen: auch die Analogien zu Ecken und steilen Wänden, also melodische Wendepunkte und Tonsprünge, sind im Fluß der Zeit kontinuierlich. Genaugenommen hat Xenakis an dieser Stelle lediglich einen Parameter – den des Tonhöhenflusses – bewältigen können.

Seine Lösung gewinnt jedoch, wenn das Auf- oder Absteigen von Tonhöhen als Bewegung im Raum interpretiert wird: aufsteigende Tonreihe = Aufwärtsbewegung im Raum, absteigende Tonreihe = Abwärtsbewegung im Raum. Diese Abstraktion bzw. Assoziation in der musikalischen Wahrnehmung setzt Xenakis offenbar voraus.

Die Konstruktion des Philips-Pavillons gelangte durch die außergewöhnliche Festigkeit der betonen Regelflächen noch einmal zu Ruhm, als der Pavillon nach der Weltausstellung abgerissen wurde. Er widerstand zunächst dem Anschlag durch die Abrißbirne, so daß die Arbeiter tief beeindruckte Zeugen der mühsamen Vernichtung dieses architektonischen Kunstwerkes wurden.

---

<sup>112</sup> 6, S. 29.

## 3.2 Stochastische Musik

"... die totale Beherrschung des Zufalls besteht eben nicht zufällig. Ganz bewußt denken wir statistisch. Daher können wir den Zufall nur vortäuschen, und dazu muß man entweder wahn-sinnig sein, oder ein Kind, oder sehr kompliziertes Rechnen durchführen."

*Iannis Xenakis*<sup>113</sup>

Durch die Einbeziehung der Wahrscheinlichkeitsrechnung in die Komposition begründete Xenakis eine neuartige Musikrichtung, die er als „Musique stochastique“ – stochastische Musik – bezeichnete.

Die Stochastik, etymologisch von griech. „στοχάζεσθαι“ = „vermuten“, also ursprünglich „Kunst des Mutmaßens“, ist Teil der Statistik und erstmals durch eine von Jakob Bernulli (1654-1705) vermutlich 1670 verfaßte und posthum 1713 erschienene Schrift in die Wahrscheinlichkeitsrechnung eingeführt. Als Sammelbegriff umfaßt die Stochastik alles, was in der Mathematik und Statistik mit Wahrscheinlichkeitsrechnung zu tun hat. Sie beschäftigt sich mit der mathematischen Analyse zufälliger Ereignisse; „stochastisch“ kann hier verstanden werden als „zufallsabhängig“.

„Zufällig“ heißt ein Ereignis, das prinzipiell nicht vorausberechnet werden kann. Es kann aber in manchen Fällen eine Voraussage darüber gemacht werden, mit welcher Wahrscheinlichkeit dieses Ereignis eintritt. So ist z.B. die Wahrscheinlichkeit dafür, mit einem gewöhnlichen Würfel eine bestimmte Zahl zu werfen, immer ein Sechstel.

Als er sich kritisch mit der seriellen Musik auseinanderzusetzen begann, hatte Xenakis eigenen Angaben zufolge von der Wahrscheinlichkeitsrechnung noch nicht viel Ahnung. Er stützte sich zunächst auf seine Intuition, was er als Reaktion des menschlichen Gehirns auf Massenphänomene verstand: der Geist könne unmöglich allen einzelnen Ereignissen folgen, also entstehe ein Gesamteindruck, indem das Gehirn sozusagen eine statistische Analyse anstelle.<sup>114</sup>

Baltensperger betont, das Schaffen Xenakis' sei durch „die Wechselbeziehung von klanglicher Vorstellung und rigoroser Kontrolle derselben im Kompositionsprozeß“<sup>115</sup> geprägt. Von dieser Feststellung ausgehend ist zum einen die Einführung der Stochastik in die Komposition eine logische Konsequenz, da Xenakis Massen von Klängen mit unterschiedlicher Dichte, Struktur und Klangfarbe beherrschen wollte. Zum anderen liegt als Mittel die Nutzung eines Rechners nahe, weil damit schneller und präziser gearbeitet werden kann und sich Möglichkeiten bieten, die mit der Ausarbeitung per Hand nicht zu realisieren sind. Die Verwendung eines Computers erfordert darüber hinaus die konsequente Formalisierung der im Kompositionsprozeß verwendeten Operationen, da die Programmierung eine vollständige mathematische Formulierung voraussetzt.

Die Musik wird somit durch die logische Verknüpfung der verschiedenen musikalischen Parameter in einem eigens definierten System von wechselseitigen Abhängigkeiten kontrolliert. Xenakis' selbst gestellte Aufgabe war es nun, ein solches System auszuarbeiten, das den vielfältigen Ebenen des Kompositionsprozesses gerecht wurde, also eine hierarchische Ordnung miteinander verknüpfter stochastischer Gesetze aufweisen mußte. Diese Gesetze bieten sich

---

<sup>113</sup> Xenakis, in: II.

<sup>114</sup> 6, S. 77.

<sup>115</sup> 1, S. 444.

zur Lösung seines Kontrollproblems an, da sie Auskunft geben können über den Zustand oder das Verhalten einer großen Anzahl von Ereignissen, deren jeweiliger Ort oder Zustand nur in Ausdrücken der Wahrscheinlichkeit bestimmt werden kann. Sie geben Dichten an, in denen diese Ereignisse wahrscheinlich auftreten werden. Für einzelne Ereignisse selbst ist lediglich bekannt, mit welcher Wahrscheinlichkeit sie bestimmte Zustände erreichen können.

Zur Bewältigung der verschiedenen musikalischen Eigenschaften der angestrebten Klangphänomene fand Xenakis in den Naturwissenschaften eine Vielzahl von Verteilungsgesetzen vor, die unter – ebenfalls sehr verschiedenen – physikalischen oder mathematischen Fragestellungen entwickelt worden waren.

Im Folgenden wird die mathematische Formulierung Xenakis‘ kurz an den von ihm gefaßten Schlüsselbegriffen **Dauern**, **Wolken** und **Geschwindigkeiten** sowie **Interdependenz und Eigendynamik** erläutert.

Die **Dauer** (eines Tones, eines Klages, einer Pause etc.) kann durch die Länge  $x$  eines Segmentes, also der Strecke zwischen zwei, auf einem vom Nullpunkt ausgehenden Zeitstrahl zufällig gelegenen Punkten verstanden werden.

Für eine gegebene Strecke  $n$  auf dem Strahl ist dann die durchschnittliche Länge  $\bar{x}$  der Segmente, damit auch die Durchschnittsdauer bekannt, um die sich die zufällig bestimmten Dauern nach dem Wahrscheinlichkeitsgesetz scharen.

Nun läßt sich fragen, wie viele Segmente der Länge  $x$  zu einer bestimmten Dauer  $x$  es gibt. Auf diese Weise lassen sich für verschiedene Dauern Klassen mit ihren Häufigkeiten aufstellen, was die folgende Verteilung ergibt:

Die Wahrscheinlichkeit für die Dauer  $x$  ist, bei linearer Dichte der Punkte  $\delta$

$$P(x) = \delta \cdot e^{-\delta x} dx.$$

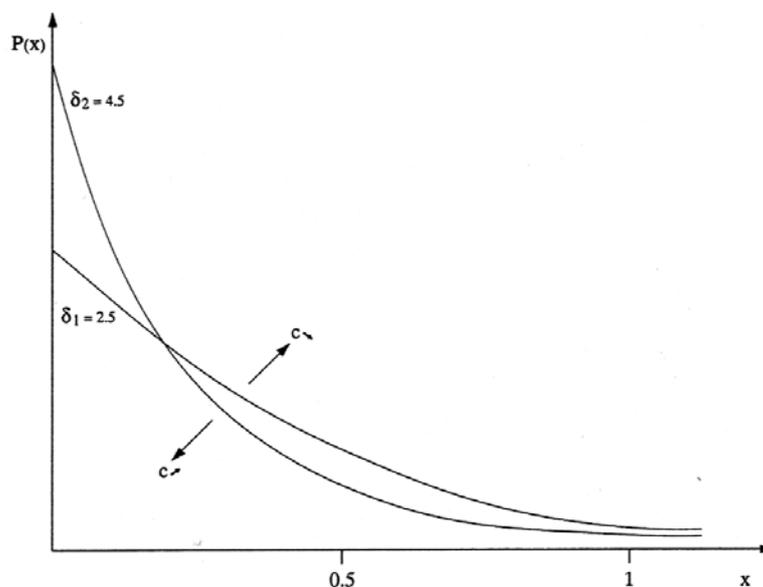


Abb. 19: Graphen der Funktion  $P(x)$  für verschiedene Dichten  $\delta_1 = 2.5$  (Töne/sec) und  $\delta_2 = 4.5$  (Töne/sec)

Der Zusammenhang von Dichte und Wahrscheinlichkeit wird anhand der Extrema  $\delta \rightarrow \infty$  und  $\delta \rightarrow 0$  deutlich (Abb. 20): für sehr große Dichten der Punkte ist die Wahrscheinlichkeit für sehr kurze Dauern am größten, bei sehr kleiner Dichte, hier also wenige Tonereignisse, ist jede Dauer etwa gleich wahrscheinlich. Daraus wird ersichtlich, wie die Funktion mit ihren Eigenschaften in die Musik formend eingreift.

Die etwas rudimentäre Herleitung dieser Funktion in „Formalized Music“ zeigt gleichwohl das Bestreben Xenakis‘, sich Kenntnisse über die Stochastik zu erarbeiten.<sup>116</sup>

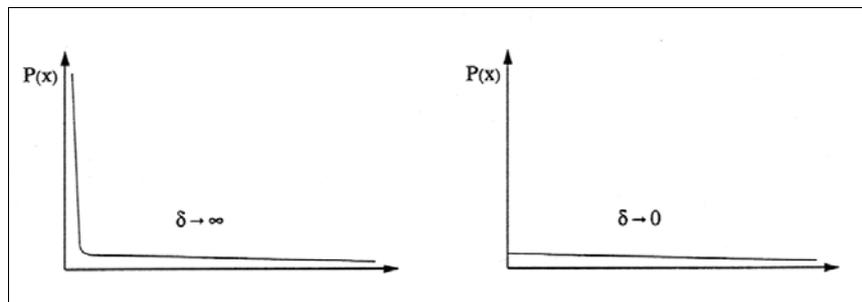


Abb. 20

Klang-*Wolken* werden aus einer Vielzahl von „zufällig“ verteilten Tonpunkten gebildet. Sie sind durch zwei Faktoren bestimmt:

- die Dichte der Punkte:  $\mu$  (Töne/sec)
- die Intervalle zwischen den Punkten:  $\gamma$  (in Halbtonschritten).

Xenakis definierte Klangwolken im Lautstärke-Tonhöhe-Raum mit einer Dauer und einem Satz von Klangpunkten. Für eine gegebene mittlere Dichte des Clusters läßt sich die Wahrscheinlichkeit für eine bestimmte Dichte in einer bestimmten Region dieses Raumes durch die *Poisson-Verteilung* ermitteln:

$$P_{\mu} = \frac{\mu_0^{\mu}}{\mu!} e^{-\mu_0}$$

wobei  $\mu_0$  die mittlere Dichte und  $\mu$  jede einzelne besondere Dichte ist.<sup>117</sup>

Die *Geschwindigkeit* von Glissandi hat Xenakis vergleichsweise ausführlich behandelt. Sie soll durch Zufall bestimmt und um einen Durchschnittswert innerhalb einer Ober- und Untergrenze verteilt sein. Das Glissando wird durch den Differentialquotienten der Tonhöhe in der Zeit definiert, d.h. durch die Steigungs- und Fallgeschwindigkeit auf einen Anfangspunkt  $P(f/t)$  zur Zeit  $t$  mit Frequenz  $f$  bezogen (Abb. 21).<sup>118</sup>

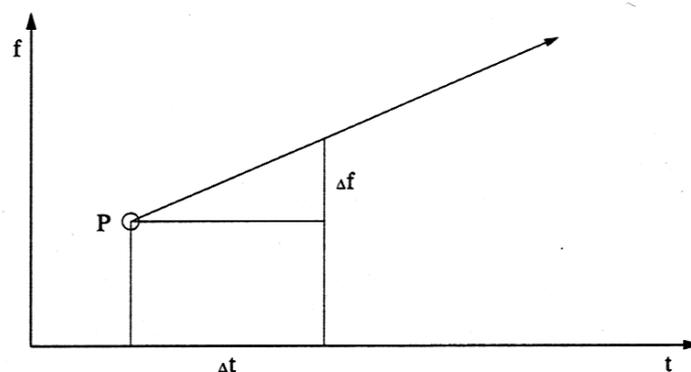


Abb. 21

<sup>116</sup> 7, S. 323ff.

<sup>117</sup> 7, S. 12-13.

<sup>118</sup> Xenakis definierte das  $\Delta f$  nicht in physikalischen Schwingungen, sondern in einer linearen Halbtonskala. Das führte zunächst zu Schwierigkeiten, da diese temperierte Skala zwar auf einer Klaviertastatur einer gleichförmigen Bewegung entspricht, nicht aber auf dem Griffbrett eines Streichinstrumentes (1, S. 332).

Bei seiner Suche nach einer geeigneten Formel, um die Verteilung einer Glissando-Geschwindigkeit in einer Klangwolke um eine Durchschnittsgeschwindigkeit festzulegen, kam Xenakis auf die kinetische Gastheorie, da seiner Vorstellung nach eine starke Analogie zwischen der Gesamtbewegung der Glissandi und der sogenannten Brown'schen Bewegung eines Gases bestand. Darunter versteht man die Bewegung einzelner Gasmoleküle, die infolge interner Stoßprozesse fortlaufenden Veränderungen in Richtung und Geschwindigkeit unterworfen ist. Mit der kinetischen Gastheorie wurden Methoden entwickelt, die temperaturabhängige Zufallsverteilung der Molekülgeschwindigkeiten zu errechnen, wobei die durchschnittliche Geschwindigkeit zugleich als ein Maß für die Temperatur dienen kann.

Zur Beschreibung derartiger Zufallsprozesse hat sich die *Normalverteilung* (auch *Gauss-Laplace'sche Standardverteilung*) als nahezu ideal erwiesen.<sup>119</sup> Um nun das musikalische Phänomen Glissando als normalverteilten Zufallsprozeß darstellen zu können (und in Anbetracht der durch ein Ensemble von Instrumentalisten gegebenen Grenzen in bezug auf die Spielbarkeit), stellte Xenakis Homogenitätshypothesen auf, die sich wie folgt zusammenfassen lassen<sup>120</sup>:

1. Die Dichte der Glissando-Ereignisse ist für eine bestimmte Sequenz konstant.
2. Der Betrag der Geschwindigkeit  $v$  ist für alle Register gleich wahrscheinlich bezüglich der Anfangstonhöhe, der Mittelwert  $\bar{v}$  somit positiv und negativ konstant ( $|\bar{v}|^2 = C$ ).
3. Auf- und Abwärtsbewegungen weisen gleiche Eigenschaften auf (Isotropie).

Xenakis verwendete die Dichte- und Verteilungsfunktion in der Form, wie sie in der kinetischen Gastheorie verwendet wird, als sogenannte reduzierte Laplace-Verteilung. Die Verteilungsfunktion hat die Form

$$f(v) = \frac{2}{a\sqrt{\pi}} \cdot e^{-\left(\frac{v^2}{a^2}\right)}.$$

Sie bestimmt die Wahrscheinlichkeit der Geschwindigkeit  $v$  bei einer gesetzten „Aggregats-Temperatur“ von  $a$ , proportional einer bestimmten Durchschnittsgeschwindigkeit.<sup>121</sup>

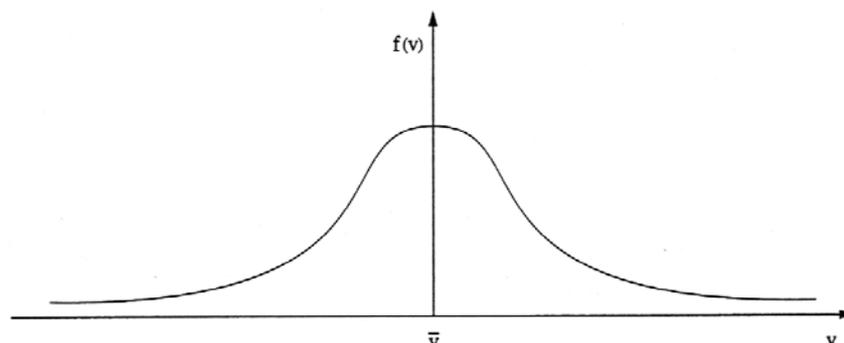


Abb. 22: Graph der Standardverteilung

Deutlich zeigt der Graph, daß die Wahrscheinlichkeit für eine Geschwindigkeit mit wachsender Abweichung vom Mittelwert sinkt.

<sup>119</sup> Mit zufälligen Fehlern behaftete Größen (Meßgrößen) sind im allgemeinen normalverteilt.

<sup>120</sup> Ursprünglich verfasste Xenakis sieben Thesen (s. 7, S. 32-33), die z.T. jedoch schon in der Betrachtung der Glissandi als normalverteiltem Zufallsprozeß enthalten sind. Baltensperger formuliert das Wesentliche in drei Annahmen (1, S. 453).

<sup>121</sup> Zur Berechnung des Parameters  $a$ , eines Streuungsmaßes, siehe: 1, S. 471.

Die Wahrscheinlichkeit dafür, daß die reale Geschwindigkeit  $v$  den Wert  $\lambda$  nicht übersteigt, wird durch die Fläche unter der standardisierten Kurve  $f(v)$  von  $\bar{v}$  bis  $\lambda$  repräsentiert.

Diese Fläche wird ausgedrückt durch das Integral  $F(\lambda) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\lambda} e^{-\lambda^2} d\lambda$ .

Ebenso läßt sich bestimmen, mit welcher Wahrscheinlichkeit  $P(v)$  zwischen zwei Werten  $v_1$  und  $v_2$  liegen wird:

$P(v) = F(v_2 - v_1) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_{v_1}^{v_2} e^{-(v_2 - v_1)^2}$ , was der Fläche unter der standardisierten Kurve zwischen  $v_1$  und  $v_2$  entspricht.

### ***Interdependenz und Eigendynamik***

Mit der mathematischen Formulierung voneinander unabhängiger musikalischer Phänomene hatte Xenakis sich Bausteine geschaffen, die nun durch die Errichtung einer dynamischen Interdependenz im eigentlichen Kompositionsprozeß verwendet wurden.

Auf einer ersten Ebene lassen sich die Komponenten wie etwa eine Klang-Wolke durch die Vorgabe von Dichten und Streuungen der stochastischen Ereignisse steuern. Das Maß eines erreichten Zustandes zwischen Ordnung und Unordnung wäre der Grad an Organisation, also die Entropie eines Zustandes.

Die zweite Ebene enthält die Eigenschaften der Interdependenz im Sinne eines logischen Netzes, welches die Parameter der Bausteine steuert. Daraus ergibt sich eine mehr oder minder große Korrelation zwischen den Variablen verschiedener Klangphänomene, deren Grad als Maß für direkte Abhängigkeit sich im Korrelationskoeffizienten dieser Variablen ausdrückt.

Mit dem Korrelationskoeffizienten  $\rho$  werden anhand einer Stichprobe empirisch wechselseitige stochastische Zusammenhänge zwischen Zufallsgrößen untersucht (Korrelationsanalyse).  $\rho$  ist eine Maßzahl, also als Funktion einer Stichprobe eine Zufallsvariable.

Allgemeine Definition des Korrelationskoeffizienten<sup>122</sup>:

Seien  $X, Y$  zwei Zufallsgrößen mit endlichen Streuungen  $\sigma_X^2, \sigma_Y^2$ .

Der Korrelationskoeffizient sei

$$\rho = \frac{E \{ (X - EX)(Y - EY) \}}{\sigma_X \cdot \sigma_Y},$$

wobei  $E$  = Erwartungswert und  $-1 \leq \rho \leq 1$ .

Es bedeutet dann

- $\rho = 0 \quad \Rightarrow X, Y$  unkorreliert
- $\rho = \pm 1 \quad \Rightarrow X, Y$  extremal korreliert
- $-1 \leq \rho < 0 \quad \Rightarrow X, Y$  negativ korreliert
- $0 < \rho \leq 1 \quad \Rightarrow X, Y$  positiv korreliert.

<sup>122</sup> Nach Müller, P.H., „Wahrscheinlichkeitsrechnung und Mathematische Statistik, Lexikon der Stochastik“, 2.Auflage, Akademie-Verlag Berlin, 1975, S.126-130.

Was mathematisch auf Zufallsgrößen angewendet wird, diente Xenakis in seiner Komposition also als Vorgabe für die Zusammenhänge von Klangelementen untereinander.

Die durch elektronische Datenverarbeitung gegebene Notwendigkeit, ein Regelwerk, einen Algorithmus zu formulieren, mag gleichzeitig zu einer Weiterentwicklung desselben geführt haben, da die allmähliche Anpassung des Modells an die Wirklichkeit – ähnlich den Simulationen in den Natur- und Sozialwissenschaften – nicht ohne Rückwirkungen auf die Denkweise bleibt. So kann das am Modell orientierte Denken zu anderen Erkenntnissen führen als die bloße Betrachtung der Lösung des ursprünglichen Problems selber. Für Xenakis wird die Notwendigkeit der Formalisierung in diesem konkreten Fall weitere neue Wege des Komponierens eröffnet haben. Nicht zuletzt ließ ihn dieser Vorgang auch nach dem Minimum an notwendigen Vorgaben suchen:

„Kann man, anhand eines Planes, der sich auf ein Minimum an Kompositionsregeln stützt, ein Werk schaffen und hat dies überhaupt einen Sinn?“<sup>123</sup>.

Das Stück „Achorripsis“ (1957) war sozusagen seine Antwort auf diese grundlegende, sowohl ästhetische als auch philosophische Frage. Auch hier nutzte er wieder den Computer zur Umsetzung der Wahrscheinlichkeitsrechnung und stellte fest:

„Worin liegt der Reiz der Rechenmaschine? ... darin, zu testen, ob ein philosophischer Gedanke einen „Tonverteidiger“ haben kann und ein interessantes Klangobjekt ist und wird.“<sup>124</sup>

## Die ST-Kompositionen

Aus dem Grundsatz des Mindestmaßes an Kompositionsregeln, die er für Achorripsis verwendete, entwickelte Xenakis das Programm für die ST-Kompositionen; „ST“ steht für „musique stochastique“ – stochastische Musik.

Es war sozusagen die Vollendung der Formalisierung, da der Rechner, nach Eingabe sämtlicher notwendigen Daten der einzelnen musikalischen Komponenten und Parameter und mit dem entsprechenden Programmaufbau zur Verarbeitung versehen, die Komposition übernahm.

Zur Formalisierung des Kompositionsprozesses faßte Xenakis die einzelnen Schritte des Komponierens in ein Schema mit acht Phasen<sup>125</sup>:

- 1) Anfangskonzeption – die ursprüngliche Idee und Intuition
- 2) Definition der Klangereignisse im Rahmen der möglichen Mittel
- 3) Makrokomposition: Definition der Transformationen, die die Klangelemente durchlaufen sollen, sowie Festlegung des logischen Rahmens, d.h. der elementaren algebraischen Operationen und die Erstellung von Relationen zwischen Klangerscheinungen
- 4) Mikrokomposition: Definition des vollständigen mathematischen Modells
- 5) Sequentielle Programmierung
- 6) Ausführen der Berechnungen und endgültige Modifizierung des Programmes
- 7) Übertragung des numerisch ausgegebenen Resultats in Musiknotation<sup>126</sup>
- 8) Klangliche Umsetzung

---

<sup>123</sup> 2, S. 13.

<sup>124</sup> Ebd.

<sup>125</sup> Nach 7, S. 22.

<sup>126</sup> Xenakis legte sich dabei keineswegs auf die traditionelle Notation fest, er zog ebenso Graphen, numerische Ausdrücke oder jegliches andere Mittel der Notation von Solmisationssilben in Betracht.

Zur Definition der Klangereignisse in Phase 2 stellte Xenakis die im klassischen Orchester möglichen Klänge durch Vektoren  $E_r(c,h,g,u)$  mit vier üblicherweise voneinander unabhängigen Variablen dar, wobei

$c_a$  = Klangfarbe oder Instrumentenfamilie  
 $h_i$  = Tonhöhe  
 $g_j$  = Lautstärke oder dynamische Form  
 $u_k$  = Tondauer

Der Vektor  $E_r$  definiert dann einen Punkt M in dem von der Basis  $(c,h,g,u)$  festgelegten multidimensionalen Raum. M hat als Koordinaten die Zahlen  $c_a, h_i, g_j, u_k$ .

Zum Beispiel würde  $c_3$ , von einer Violine gestrichen, forte, eine achte Note lang (wobei eine ganze Note 2 Sekunden entsprechen soll), dargestellt werden als

$c_{\text{viol arco}}$  (= Violine, gestrichen)  
 $h_{39}$  (=  $c_3$ )  
 $g_4$  (= forte)  
 $u_5$  (=  $\frac{1}{4}$  sec.).

Das 8-Phasen-Programm sollte laut Xenakis ein gewisses Maß an Flexibilität aufweisen, zumindest was die Reihenfolge der einzelnen Phasen angeht. Es liegt den ST-Kompositionen zugrunde, bzw. hat sich an diesen zu seinem Endergebnis entwickelt.<sup>127</sup>

Zur Bildung von stochastischen Strukturen im Rechenprozeß bedarf es einer großen Zahl von Musterelementen als Ausgangsmaterial. Diese bilden in ihrer Gesamtheit die empirische Verteilung der „wirklichen“ Ereignisse. Um derartige Verteilungen zu simulieren, behilft man sich mit Zufallszahlen aus dem Rechner. Die jeweils angewandte Verteilungsfunktion „formt“ die bei großer Anzahl grundsätzlich gleichverteilten Zufallszahlen derart, daß sie die Charakteristik des Verteilungstyps annehmen. Dieses Problem wurde im ST-Programm folgendermaßen gelöst:

Den „blind“ gezogenen Zufallszahlen  $j$  werden Werte  $u$  zugeordnet, die gemäß dem Funktionstyp  $f(u)$  verteilt sind (Abb. 23):

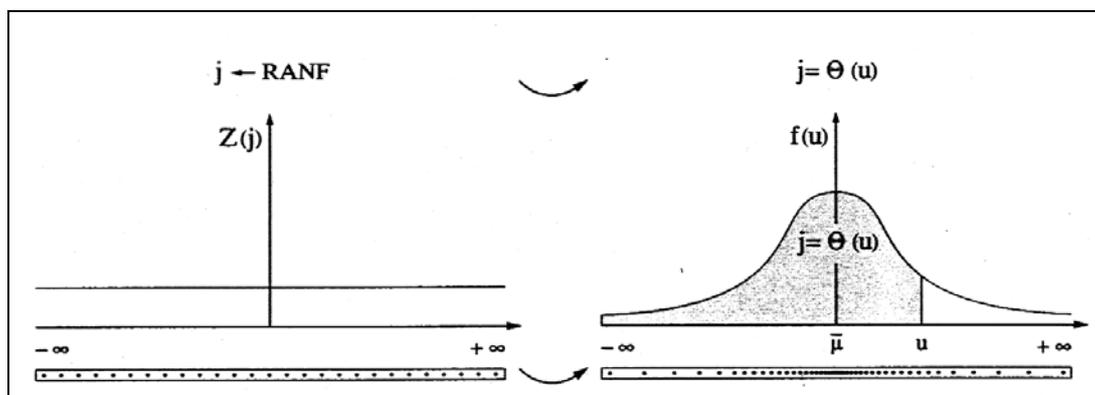


Abb. 23

<sup>127</sup> Flußdiagramme zum Fortranprogramm der ST-Komposition sowie eine mathematische Übersetzung und das Programm selber finden sich bei Baltensperger (1), S. 612-629.

Man kann von den ST-Stücken auch nur als von *einer* Komposition sprechen, da es einzelne Realisationen desselben, im IBM-Computer sozusagen mechanisierten Programmes sind. Die Werke sind zunächst alle mit einem Nummerncode bezeichnet worden, z.B.:

ST/10 – 3,060962    ST/10 – 3,060962 → Anzahl der Instrumente (10)  
ST/10 – 3,060962 → Version (3)  
ST/10 – 3,060962 → Datum der Berechnung (06.09.62)

Das Stück ST/10 – 3,060962 benannte Xenakis später um in „Atrées“, wohl von griechisch ἀτρεής = unverzagt, furchtlos. Ebenso erhielten einige andere der ST-Kompositionen Namen, die einen mentalen Bezug zur Idee und Struktur des Stückes herstellen sollten, so auch ST/4 – 1,030762: „Morsima – Amorsima“ und ST/10 – 2,080262: „Amorsima – Morsima“; „Morsima ≈ was vom Schicksal bestimmt wird“, „Amorsima ≈ was vom Schicksal nicht bestimmt wird“.<sup>128</sup> Bei derartigen Titeln muß bei Xenakis nicht nur an Zufall und Notwendigkeit in der kompositorischen Technik gedacht werden, sondern ebenso an seinen biographischen Hintergrund – das (Wort-)Spiel mit dem Schicksal erhält dann eine weitere, eine existentielle Dimension.

Anfang der 60er Jahre war die Komposition mittels elektronischer Rechner noch etwas Außergewöhnliches. Die ersten solcher Stücke entstanden – von wenigen Experimenten seit Beginn der 50er Jahre abgesehen – 1956 in den USA.<sup>129</sup> Vermutlich hatte es Xenakis unter anderem Freundschaften wie der mit Hermann Scherchen zu verdanken, daß er 1961 in einem Pariser Rechenzentrum einen IBM-7090-Computer für seine Zwecke einsetzen konnte. Diese Rechenmaschine stellte damals das Optimum des Marktführers dar.<sup>130</sup> Das Neue, noch Unbegreifliche und Zukunftsweisende dieser Technik kommt zum Ausdruck, wenn Xenakis in der Originalfassung „Musique Formelle“ über die Komposition mit dem Computer schreibt: „... par [la machine] qui contrôle en ce moment la fusée vénusienne des U.S.A., ...“ [„... mit derselben Maschine, die im gleichen Moment die Venus-Rakete der USA kontrolliert, ...“].<sup>131</sup> Trotz dieser Begeisterung für die Technik ist nicht außer acht zu lassen, daß die Verwendung des Rechners als neuer Technologie nicht primär als *Ziel* in der Komposition bei Xenakis stand; vielmehr ergab sich aus seinen Überlegungen zur Formalisierung und zur Berechnung die Notwendigkeit, die Maschine als *Mittel* einzusetzen.

In diesem Zusammenhang darf noch einmal an den Ansatz Xenakis' erinnert werden, Musik als Wissenschaft in eine Reihe zu stellen mit der Mathematik und den Naturwissenschaften, und weiter, sie wie die Pythagoräer als einen Ausdruck der Grundregeln der Natur zu sehen.

Xenakis' Frage nach dem Sinn des Ganzen (s.o.) mag den Hörer solcher „interessanter Klangobjekte“ weniger verwundern – warum sollte man nicht ein Stück nach mathematischen Regeln komponieren? – als das Ergebnis selber. In Anbetracht des für viele doch gewöhnungsbedürftigen Höreindrucks mag vielmehr die Frage aufkommen: wieviel Formalisierung verträgt Musik? Und ist das, was man da hört, überhaupt *Musik*?

---

<sup>128</sup> 1, S. 440.

<sup>129</sup> 1, S. 441 Fn. 3.

<sup>130</sup> Der IBM 7090 hatte 32 Kilobyte Arbeitsspeicher und eine Registerlänge von 36 Bit. Für damalige Verhältnisse modern war die hardware-implementierte Fließkomma-Arithmetik (<http://burks.bton.ac.uk/burks/foldoc/87/53.htm>) (30.03.2001).

<sup>131</sup> I. Xenakis, „Musique Formelle“, Richard-Masse, Paris 1963, S. 179.

## Exkurs

### **Von der Definition der Musik, von Amseln und Naturharmonien**

Im Folgenden soll keine musikphilosophische Rechtfertigung bestimmter Musikrichtungen oder -auffassungen versucht werden. Vielmehr soll ein Blick auf verschiedene Definitionen von Musik helfen, neue Musik, wie die von Iannis Xenakis unter Verwendung mathematischer Hilfsmittel komponierten Cluster und Klangwolken, mit einem bisher selbstverständlich verwendeten, aber nicht reflektierten Begriff in Einklang zu bringen.

#### Von der Definition der Musik ...

Wie wird Musik definiert?

Nach „Knaurs Lexikon“<sup>132</sup> ist Musik

*„ ... eine geordnete Folge von Klangereignissen im rhythmisch geregelten Ablauf der Zeit ... Auswahl und Anordnung sind bestimmend für Qualität, Funktion und ästhetische Wirkung, die allerdings nur innerhalb gewisser und wechselnder Übereinkünfte (Regeln) erkennbar werden.“*<sup>133</sup>

„Das große illustrierte Lexikon“ aus dem Orbis Verlag liefert folgende Erläuterung:

*„Musik, bei den Griechen zunächst zusammenfassender Begriff für Ton-, Dicht- u. Tanzkunst, dann die Tonkunst, d.h. Ausdruck des menschl. Gefühls- und Seelenlebens durch Töne, allein. - Jede Epoche u. Kultur hat einen eigenen M.begriff geprägt. Gemeinsam scheint nur, daß es sich um absichtsvoll gestaltete akust. Vorgänge handelt. ...“*<sup>134</sup>

Eine weitere Beschreibung der Musik findet sich in einem Lexikon von 1981 aus der DDR:

*„Musik, urspr. svw. Kunst der Musen, ... , spätere Bezeichnung für Tonkunst, die auf auditiv-ästhetische[r] Aneignung der Wirklichkeit beruht. Ihre Entwicklung ist gesellschaftlich bedingt, in der Klassengesellschaft trägt sie ideologischen Charakter. Das Material der Musik bilden die Töne, die in zeitlichem Nacheinander zu melodischen, im gleichzeitigen Miteinander zu harmonischen Gestalten geformt werden; die bewegende Kraft geht von Rhythmik und Tempo aus; Metrik und Takt ordnen den Ablauf; Tonstärkegrade werden durch die Dynamik, Klangfarben durch die Erzeugungsmittel (Instrumente und menschliche Stimme) bestimmt ...“*<sup>135</sup>

---

<sup>132</sup> Knaurs Lexikon in zwanzig Bänden, Lexikographisches Institut, München 1975, s.v. „Musik“.

<sup>133</sup> Im Anschluß an diese Textstelle gehen die Autoren des Lexikontextes kurz auf die durch Musik gezielt ausgelösten Assoziationen ein (Programm Musik), für die bestimmte Voraussetzungen beim Hörer vorhanden sein müssen; die Feststellung im zweiten Satz des Zitates kann aber auch auf die allgemeinen Spielregeln in der Musik, also die gerade gesellschaftlich und von der kulturellen Entwicklung her gegebenen Gebräuche bezogen werden. (Anm. d. Verf.)

<sup>134</sup> Das große illustrierte Lexikon, Orbis Verlag für Publizistik GmbH, München, s.v. „Musik“.

<sup>135</sup> Meyers Universal Lexikon, Leipzig 1981, s.v. „Musik“.

In „Meyers Lexikon – Das Wissen von A – Z“<sup>136</sup> ist der Begriff abstrakter formuliert:

„In seiner umfassendsten Bedeutung bezeichnet das Wort Musik die absichtsvolle Organisation von Schallereignissen. Das akustische Material dieser Schallereignisse sind Töne (hervorgerufen durch periodische Schallschwingungen) und Geräusche (nichtperiodische Schallschwingungen).“

Dieser letzten Definition nach sind die Werke Xenakis‘ unzweifelhaft Musik. Allerdings wird hier die Grenze deutlich, wenn in der Neuen Musik der Zufall mitspielt, was bei Xenakis nicht so ausgeprägt erscheint wie beispielsweise in manchen Stücken von John Cage.<sup>137</sup> – Ist ein Werk, in dem Klangereignisse im Kompositionsprozeß zufällig entstehen oder aber sogar in das Belieben des Interpreten gestellt werden, nach dieser Definition nun noch ein Musikstück? Zumindest im letztgenannten Fall ist dies nicht ganz eindeutig; zwar entsteht dabei die Musik „absichtsvoll“, wenn vielleicht auch nicht „organisiert“, spätestens durch den Interpreten; doch wie vertragen sich Absicht und Zufall? Der Interpret hat die Absicht, Musik zu machen, aber kann er beim zufälligen Spiel die Absicht haben, eben *diese* Musik zu Gehör zu bringen? Das Problem entsteht also beim *Improvisieren*.

Etwas anders verhält es sich mit Komposition und Zufall. Einer Komposition ist prinzipiell Absicht zu unterstellen. Was ist nun, wenn der Komponist einem „Zufallsgenerator“, sei es ein Würfel oder ein entsprechendes Computerprogramm, einen Teil der kompositorischen Entscheidung überläßt? Das weitere Vorgehen ist entscheidend: ist das Zufallsprodukt auch gleich das Endergebnis, so kann nurmehr die Komposition als solche beabsichtigt genannt werden, nicht jedoch ihr Inhalt. Selektiert der Komponist aus den Ergebnissen des Rechners, was er verwenden will und was nicht, so hat er mit seiner Auswahl die Komposition mit beeinflusst. Xenakis zeichnete sich durch eine genaue Klangvorstellung aus. Er verwandte auch bei Computerkompositionen nicht alle Ergebnisse des Rechners, sondern bedient sich des Zufalles lediglich als Lieferanten für Material.<sup>138</sup>

Die zweite Definition aus dem DDR-Lexikon beschreibt Musik weitgehend nach herkömmlicher Vorstellung. Im Vergleich zu den anderen Lexikon-Texten fällt zum einen die Einbeziehung der Ästhetik auf, die laut Duden die „Wissenschaft von den Gesetzen der Kunst, besonders vom Schönen“ sowie „das Schöne“ und „Schönheit“ bezeichnet. Dieses durchaus interessante Thema soll hier jedoch nicht näher befaßt werden. Wir gehen, wie Xenakis, davon aus, daß Musik nicht schön sein muß.<sup>139</sup> Des Weiteren ist der Einfluß der gesellschaftlichen Ideologie nicht zu übersehen, der für die Definition von Musik allerdings unerheblich ist.

Nach der ersten Definition aus Knaurs Lexikon ist Musik, die z.T. zufällig durch die momentane Eingebung des Interpreten geschieht, also auch jede Improvisation, eigentlich nicht als Musik zu bezeichnen. Von „geordneter Folge“ ist beim Improvisieren lediglich insofern zu sprechen, als Töne, die nicht zeitgleich erklingen, nacheinander und damit in einer zeitlichen Folge auftreten. Und inwieweit erklingen in manchem zeitgenössischen Werk die einzelnen Töne, von verschiedenen Akteuren nach Gutdünken hervorgebracht, im „rhythmisch geregelten Ablauf der Zeit“? Da aber der Improvisation schwerlich ihr Charakter als Musik abzusprechen ist, muß hier wohl eher die Definition in Frage gestellt werden. Sie ist auch nicht damit zu rechtfertigen, daß sie vielleicht zu einem Zeitpunkt gefaßt wurde, als Improvisation

<sup>136</sup> *Meyers Lexikon – Das Wissen von A – Z*

([http://www.iicm.edu.m10/ref.m10.M/ref.m10.M.55/0x811bc834\\_0x00031330](http://www.iicm.edu.m10/ref.m10.M/ref.m10.M.55/0x811bc834_0x00031330)) (06.03.2000), s.v. „Musik“.

<sup>137</sup> John Cage, Amerikanischer Komponist, 1912 in Los Angeles geboren, studierte unter anderem bei Arnold Schönberg. Cage gilt in seinen Kompositionen als Hauptvertreter der experimentellen Musik. Sein kompositorisches Schaffen umfaßt neben Balletten Schlagzeug-, Klavier-, Kammer- und Vokalmusikwerke sowie verschiedene andere Werke, darunter „Hpschd“, ein Computermusikstück für ein bis sieben Cembali und ein bis 51 Tonbänder oder auch das audiovisuelle Werk „Water Music“. John Cage starb am 12. August 1992 in New York (<http://www.klassik.com/de/magazine/people/cage/index.htm>, 28.03.2001).

<sup>138</sup> Siehe dazu S. 63.

<sup>139</sup> Siehe 6, S. 63.

noch unüblich war - selbst die Kadenz im klassischen Konzert wurde etwa bis zur Zeit Beethovens improvisiert.

Für Iannis Xenakis war im übrigen „improvisierte Musik kein Komponieren mehr, vielmehr ein Abdanken des Komponisten.“<sup>140</sup> Er überließ letztendlich nichts dem Zufall. Eine Ausnahme bilden dabei lediglich die Spiele unter seinen Kompositionen wie z.B. „Strategie“.<sup>141</sup> Die Beschreibung der Musik als Klangereignisse „im rhythmisch geregelten Ablauf der Zeit“, die schon bei freiem Improvisieren Probleme bereitet, würde auch den Glissandi in Metastasis kaum gerecht. Denn da „sich im Glissando die Tonhöhen zwar *ohne* rhythmische Unterteilung verändern – aber doch *verändern* –, verlagert sich das Phänomen des Rhythmus: aus dem Maß für die Klangdauer werden im Glissando die Maße für die Dauer und die Geschwindigkeit.“<sup>142</sup>

Nach Reflexion dieser Definitionen und Einwände (und unter Auslassung der etymologischen Hinweise) könnte man versuchen, die bei Meyer und Orbis genannte *Absicht* als wesentlich für Musik hervorzuheben. Insofern wäre auch jede Komposition eines John Cage oder eines anderen Arrangeurs Neuer Musik, sei sie auch noch so stark mit ihrem eigentlichen Gegenteil Improvisation gekoppelt, Musik zu nennen.<sup>143</sup> Das kann dazu führen, daß ein und dasselbe moderne Klangereignis einmal, als Teil einer Komposition, als Musik wahrgenommen wird, ein anderes Mal aber nicht – je nachdem, ob es im Konzertsaal oder auf einer Baustelle entsteht. Musik wäre also abhängig von den Umständen, unter denen das akustische Material zu hören ist. Weiterhin macht die Koppelung der Definition an die der Musik vorausgehende Absichtlichkeit den Begriff einseitig vom Produzenten abhängig, d.h., der Interpret oder der Komponist bestimmt, was Musik ist. Dagegen steht die Wahrnehmung, das Empfinden des Hörers. Dies wird deutlich an dem Baustellenbeispiel: spielt man einem Hörer ein Geräusch, welches üblicherweise auf dem Bau entsteht, von einem Tonträger vor, so ist es unwahrscheinlich, daß er es als Musik deklariert. Doch welches Wunder kann bei der Suche nach einer gehobeneren Bezeichnung für den Lärm ein Konzertsaal drum herum bewirken ...

### ... von Amseln und Naturharmonien

Die Anlehnung der Definition an die Absicht wirft manche weitere Frage auf: inwieweit ist z.B. der für unsere Ohren melodische Klang des Vogelgesanges Musik in diesem Sinne? Wie beabsichtigt sind die z.T. virtuoson Lautäußerungen mancher Singvögel?

Der Dirigent, Komponist und Ornithologe Heinz Tiessen widmete dem Gesang der Amsel (lat.: *turdus merula*) ein ganzes Buch.<sup>144</sup> Er distanziert sich darin von anderen Wissenschaftlern, die sich näher mit dem Vogelgesang auseinandergesetzt haben und diesem lediglich den Status von Kampf- und Brunftrufen zugestehen oder sogar den Vögeln jegliche Absichten beim Singen absprechen. Tiessen dagegen sucht durch Beobachtungen und Berichte die Freude der Amseln am Singen und auch am eigenen Können zu belegen und damit den Gesang aus dem Bereich des reinen Instinktes herauszuheben. Dazu führt er nicht nur „Gesangsstunden“ beim Amselvater und Gesang fernab jedes erkennbaren Zweckes an, sondern verleiht

<sup>140</sup> 2, S. 14-15; Xenakis stellte seine genaue Klangvorstellung nicht in das Belieben des Interpreten und gestattete allenfalls ein Weglassen von Tönen, wenn sie in den Bereich des handwerklich nur schwer Spielbaren fielen.

Um derartige Fälle zu vermeiden, hatte er von vielen Instrumenten eine selbstgebastelte Ausführung, um den Bereich des Spielbaren beim Komponieren stets ausloten zu können (s. S. 9).

<sup>141</sup> S. dazu S. 9, Fn. 32.

<sup>142</sup> 5, S. 46.

<sup>143</sup> Eine lediglich an die Absicht gekoppelte Definition umfaßte sogar die folgenden Stücke John Cages: „Speech“ für „5 Radios mit Nachrichtensendung“ (1955) und „Radio Music“ für 1 – 8 Spieler, jeder an einem Radio (1956). Dabei drehen die Spieler u.a. am Tuner und Lautstärkereglern.

<sup>144</sup> Siehe Literatur 23.

den Vertretern dieser Art auch den Rang von Komponisten, die „völlig frei über das Baumaterial ihrer musikalischen Kunstschöpfungen verfügen, und zwar nicht nur in bezug auf Intervalle, sondern auch hinsichtlich der Rhythmik und Metrik“.<sup>145</sup>

Die Musikdefinition nach Meyers Lexikon behält ihre Gültigkeit in bezug auf den Vogelgesang in jedem Falle, auch ohne Tiessens Vogelbild vom Spielerischen oder Bewußten, denn selbst die *instinktive* melodische Lautäußerung verfolgt immer eine Absicht.

Eine interessante Anmerkung analog zur menschlichen Begabung findet sich bei Tiessen bei der Betrachtung der anatomischen Voraussetzungen der Vögel, wonach die musikalischen Leistungen der Singvögel nicht

„... bloße Mechanik einer physiologisch bedingten Sinnesfunktion sein können. Denn bei allen Singvögeln ist das Stimm- und Gehörorgan anatomisch nahezu gleich gebaut, und trotzdem singen die einzelnen Arten ganz verschieden und weisen in ihrer musikalischen Auffassungsgabe verschiedene Leistungen auf. Außer der physiologischen Voraussetzung eines hochentwickelten Gehörorgans ist also auch eine ‚seelische Verarbeitung‘ nötig, eine Art musikalischen Gefühls“.<sup>146</sup>

Weiterhin geht er auf die „Naturintervalle“ ein, die aus den Obertönen resultieren, und macht anhand der Notation von ihm gehörter Amselmelodien die Unmöglichkeit der korrekten Tonhöhenfassung mit unserem temperierten System deutlich. So widerspricht er denjenigen, die Abweichungen im Vogelgesang von unserem Tonsystem als „unrein“ oder „nicht treffsicher“ bezeichnen, da auch die Tonstufen 7, 11 und 13 der Naturtonreihe nicht in herkömmlicher Notenschrift zu erfassen sind:

„Ebensowenig wie jene Naturtöne werden wir irgendwelche Vogeltöne mit anmaßender Kritik als unrein bezeichnen dürfen, sondern sie als eigengesetzliche Naturtatsache hinnehmen. Wir sind nicht befugt, Übereinstimmung mit unserem Tonsystem zu fordern und Wertmesser einzusetzen, ...“<sup>147</sup>

Damit bringt der schwarze Singvogel die Gedanken nach dem Abschweifen in die Natur zu einer anderen, in Zusammenhang mit der Musik Xenakis‘ ebenfalls naheliegenden Überlegung:

Was ist *harmonisch*?

Über diese Frage konnte ich bislang keine Einigkeit mit anderen Musikern erzielen. Mein Lehrer für Harmonielehre, Jens-Peter Ostendorf, war wie viele andere auch der Auffassung, dies sei eine Frage der Definition und kulturellen Gewohnheit, während ich den Glauben an naturgegebene Harmonien aufrechterhielt.

Dabei geht es nicht um den Harmoniebegriff aus der Musiktheorie, die einen auf den Grundton bezogenen Zusammenklang bezeichnet. Des weiteren unterschieden werden zwischen „harmonisch“ und „schön“. Letzteres wird noch häufiger im Sinne von „gut“ als allgemeine Bezeichnung für irgendetwas Positives verwendet, was sehr vom Geschmack des jeweiligen Menschen abhängt und durchaus nicht schön sein muß.

„Harmonie“ in bezug auf Musik kann dagegen zumindest im Extrem eindeutig definiert werden: als völliger Einklang (Prime) im Gegensatz zur extremem Reibung.

Dem Duden nach bedeutet Harmonie „Wohlklang, ausgewogenes Verhältnis, Einklang“. So ist der Begriff in der Musik mit *Konsonanz* in Verbindung zu bringen. Charakteristisch für Konsonanz ist „ein hoher Verschmelzungsgrad mit einer Wirkung von Ruhe und Entspannung, im Gegensatz zur Dissonanz, die sich durch Reibung und Schärfe mit dem Streben nach der Auslösung in eine Konsonanz auszeichnet.“<sup>148</sup> Im Übergang von Konsonanz zur Dissonanz scheiden sich freilich Geister und Konventionen. So wird z.B. die große Terz, die in der

---

<sup>145</sup> Ebd., S. 22.

<sup>146</sup> Ebd., S. 24-25.

<sup>147</sup> Ebd., S. 25.

<sup>148</sup> 27, S. 85.

Theorie des Conductus<sup>149</sup> im 13.Jh. als Dissonanz noch verboten war, heute als schöner und wesentlicher Bestandteil eines Dur- oder Moll-Dreiklanges wahrgenommen.

Unbestritten wird vom Einzelnen die Grenze von harmonisch zu disharmonisch den Hörgewohnheiten und den kulturellen Einflüssen entsprechend gezogen. Der farbige Klang des Blues, um ein Beispiel zu nennen, wird beim Anhänger dieses Musikstiles ein Wohlgefühl auslösen, beim Kritiker womöglich schon eine Gänsehaut. Doch diese Einschätzung hat mit „Harmonie“ im eigentlichen Sinne nicht zu tun, sondern unterliegt ebenso wie die Bewertung „schön“ einer durch die Gewohnheit entstandenen sprachlichen Ungenauigkeit.

Der Theorie, daß Harmonie mit Ausnahme der Oktave prinzipiell eine Frage des gewohnten Höreindruckes ist, sind die physikalischen Gegebenheiten entgegenzuhalten. Es erscheint nicht einleuchtend, daß die Überlagerung der Schwingungen zweier Töne, die einmal zum Zusammentreffen der Wellenfrequenzen bei kleinen gemeinsamen Vielfachen führen und ein anderes mal zu (hörbaren!) Reibungen, kein Grundmuster für eine Harmonie beim Rezeptor, im Ohr sein sollten. Diese Erkenntnis findet sich auch in der Proportionstheorie des Pythagoras. Danach ist das Intervall zweier Töne umso konsonanter, je einfach ihr Schwingungsverhältnis ist.<sup>150</sup> Im 19. Jahrhundert stärkt die Theorie der Konsonanz von Helmholtz<sup>151</sup> dieses psychoakustische Phänomen. Jedoch ist in neuerer Zeit auch dieses Modell als unzureichend kritisiert worden. Die Kontroverse hält sich bis heute.

Einen Widerspruch zur Theorie einer naturgegebenen Grundharmonie stellt freilich die seit Ende des 17. Jahrhunderts übliche temperierte Stimmung des Klaviers dar, die jede Oktave gleichmäßig in 12 Abstände teilt und darauf die Halbtöne festlegt. Damit entspricht mit Ausnahme der Oktave kein Intervall mehr dem einfachen Schwingungsverhältnis, das aus der Obertonreihe resultiert.

Die temperierte Quinte hat ein Schwingungsverhältnis von 293:439 statt von 2:3. Diese Abweichung wird deutlich hörbar, wenn man die zwölf Halbtöne durch die Schichtung reiner Quinten ähnlich dem Quintenzirkel erhalten wollte: zwölf reine Quinten übersteigen sieben Oktaven um etwa das Viertel eines Halbtons, das sogenannte „Pythagoräische Komma“.<sup>152</sup> Daß die Abweichung der temperierten Skala von den Naturharmonien der Obertonreihe für gewöhnlich nicht als unangenehm bemerkt wird, ist vermutlich auf die Unzulänglichkeit – oder besser: die Toleranz – des menschlichen Ohres zurückzuführen.

In Knaurs Lexikon wird im weiteren auch die offensichtliche Verbindung zur Mathematik angeführt:

*„Wie sich jeder Klang durch Zahlen exakt benennen läßt, so sind auch alle Tonsysteme und -verhältnisse von Tönen im Nach- und Miteinander mathematisch bestimmbar“.*<sup>153</sup>

Schon für die Sumerer (3500-2800 v.Chr.) spielte die Zahl in der Musik eine große Rolle, da diese in kosmologischem Zusammenhang stand. In Zusammenhang mit dem Schaffen Iannis Xenakis' ist weiterhin interessant die Bedeutung des Wortes *Musik* im Altertum, das alle Künste und Wissenschaften umfaßte. Im Mittelalter bildeten Arithmetik, Geometrie, Astronomie und Musik an den Universitäten das „Quadrivium“, die vier höheren Lehrfächer, die sich einer Grundausbildung in Rhetorik, Logik und Grammatik anschlossen.<sup>154</sup>

Den griechischen Tonsystemen als Ursprung unserer abendländischen Dur-Moll-Tonalität

<sup>149</sup> Der Conductus als eine im frühen 12.Jh. etablierte Form des geistlichen Liedes war auch noch eine der Gattungen der *Ars antiqua*, deren Epoche etwa von 1250-1320 dauerte (27, S. 201, 207).

<sup>150</sup> Ebd., S. 21.

<sup>151</sup> Hermann von Helmholtz (1821-1894), deutscher Mediziner und Physiker. Zur Kritik am Helmholtz'schen Schwebungsmodell s. z.B.: Bergmann-Schaefer, „Lehrbuch der Experimentalphysik“, 11. Aufl., Bd.1, Walter de Gruyter, Berlin, New York 1998, S. 871-873.

<sup>152</sup> Die genaue Abweichung beträgt  $(3:2)^{12} : (2:1)^7 = 531441:524288 \approx 74:73$ .

<sup>153</sup> *Knaurs Lexikon in zwanzig Bänden*, Lexikographisches Institut, München 1975, s.v. „Musik“.

<sup>154</sup> XII.

liegt die Tetraktys<sup>155</sup> zugrunde, die den Pythagoräern heilig war wie den Christen das Kreuz und die vier Elemente symbolisierte – Feuer, Wasser, Erde, Luft<sup>156</sup>. In der platonisch-pythagoräischen Tonordnung war die Prägung durch Zahlenverhältnisse als Zusammenwirken von Mathematik und Musik deutlich. Hinter der von Pythagoras im 6.Jh. v. Chr. gelehrtten Zahlengrundlage der Musik steht der Glaube, daß die Bewegung des Kosmos und die der menschlichen Seele auf den selben harmonischen Zahlenproportionen beruhen. Die Musik ist demnach durch das zugrunde liegende Zahlenprinzip ein Abbild der Weltordnung, wirkt sich aber auch auf Gemüt und Charakter des Menschen aus und wird damit zu einem gesellschaftlichen Faktor, der in der Öffentlichkeit wie in der Erziehung zu beachten ist.<sup>157</sup>

Die bei uns bis heute gültige Aufteilung einer siebenstufigen Tonleiter ist letztendlich aus einer weiteren Unterteilung der Tetraktys-Intervalle hervorgegangen.

Musik ist von jeher von Strömungen abhängig. Als Ausdruck göttlicher Ordnung war sie der Reglementierung einer religiösen Auffassung unterworfen. Für die weltliche Musik bildeten später Philosophie und Weltanschauung die Grundlage für Musikrichtungen und -stile. Anders als im sakralen Bereich, in dem eine Weiterentwicklung meistens sehr langsam von staten ging, gab es in der weltlichen Musik immer auch konkurrierende Auffassungen nebeneinander sowie Gegenbewegungen, wenn sich das philosophische Umfeld änderte.

Wenn also Musik in ihrer Art abhängig ist von ihrer Zeit, wenn sie philosophisch nicht auf einen invariablen Zweck gerichtet scheint (z.B. keine rein religiöse Rechtfertigung mehr hat) – was bleibt?

Es sei hier zuletzt noch eine Definition angeführt, die in ihrer Einfachheit zu überzeugen vermag:

*„Musik ist, was man gerne hört.“*<sup>158</sup>

Die subjektiv scheinende Formulierung schließt keineswegs die Stilrichtungen aus, die der jeweils Befragte gerade nicht leiden mag. Sie geht vielmehr von jeder Art von Klang aus, die „man“, also auch ein anderer Personenkreis, gerne mag. Dazu braucht die Musik nicht „schön“ zu sein; es gefällt, ihr zuzuhören.

Diese einfache Definition wird in ihrer Kernaussage vom Volksmund bestärkt. an sagt:

*„Das ist Musik in meinen Ohren“*,

und meint damit etwas auditiv Angenehmes. Man könnte auch sagen, „man hat etwas davon“, sich bestimmte akustische Formationen anzuhören.

Mit dieser Definition, die vor Musiktheoretikern und Philosophen sicher keinen Bestand hat, wird jeder Disput um den Begriff vermieden. Hier soll sie Anlaß sein, einen Exkurs in ein unermesslich großes Gebiet abzubereiten in dem Bewußtsein, sich zumindest einmal Gedanken um den Begriff „Musik“ gemacht zu haben.

---

<sup>155</sup> Die Tetraktys ist eine dreieckige Form, die aus Reihen mit vier, drei, zwei und einem Element besteht (XIV).

<sup>156</sup> Ebd.

<sup>157</sup> 27, S. 175.

<sup>158</sup> Die Definition stammt von einem Physiker und musiktheoretischen Laien aus dem Freundeskreis der Verfasserin, der diese Formulierung ebenso wie seine Ansicht über Sinn und Unsinn von abstrakten Definitionen zu verteidigen wußte.

### 3.3 Das UPIC

Mitte der 70er Jahre wurde unter Xenakis' Leitung nach seinem Entwurf ein Instrument gebaut, das der Idee des CEMAMu<sup>159</sup> Rechnung trug, eine direkte Umsetzung von Einfällen in Musik zu ermöglichen: das UPIC (Unité Polyagogique Informatique du CEMAMu [Polyagogisches Computersystem des CEMAMu]).<sup>160</sup>

Diesem Computersystem liegt die ebenso einfache wie revolutionäre Idee zugrunde, daß Klänge nach graphischer Eingabe auf einer elektronischen Zeichentafel vom Rechner produziert werden; der Komponist braucht weder zu programmieren, noch auf eine spätere Umsetzung seiner Einfälle zu warten oder Abweichungen durch die Interpretation von ausführenden Musikern in Kauf zu nehmen. Dieses System sollte eine breitere Masse erreichen können, indem sonst eher „Musikferne“ durch unbefangenes Zeichnen zum Erfinden von Klängen und zur Beschäftigung mit Musik animiert werden und nicht zuletzt das Komponieren den Anschein der Exklusivität verliert.

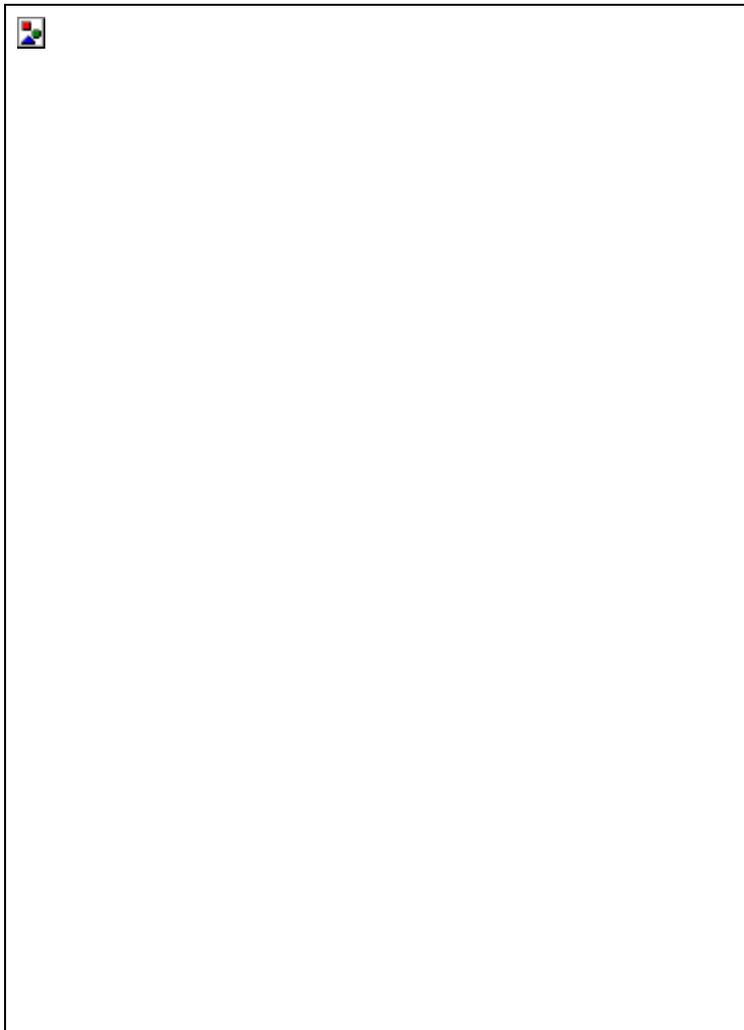


Abb. 24: Skizze des UPIC

Die grundlegende Idee dieses Instrumentes, die unmittelbare Übertragung einer Zeichnung in Klang, ist in einem graphischen Eingabemodus umgesetzt: ein Zeichenstift mit elektromagnetischen Kontakten an der Spitze wird über eine Fläche von 60cm x 75cm geführt, die statt mit herkömmlichen Notenlinien mit Millimetermarkierungen versehen ist. Dabei werden die durch die Position des Stiftes definierten Punkte über ein dichtes Netz leitender Fasern unter dem Zeichentisch direkt an den Rechner übermittelt.

Die Musik entsteht sozusagen aus dem Nichts, denn im UPIC gibt es im Prinzip keine von vornherein gespeicherten Klänge; sie werden vielmehr alle durch die Eingabe mit dem Zeichenstift hergestellt.

<sup>159</sup> S. dazu Kapitel 1.2, S. 9.

<sup>160</sup> Lohner, Henning: „Das UPIC: eine Erfindung von Iannis Xenakis“, in: 5, S. 71-82.

Der Zeichentisch wird auf den verschiedenen Ebenen der Komposition verwendet; auf der mikrozeitlichen werden die Klänge selber definiert, auf der makrozeitlichen der Verlauf des Musikstückes. Man kann also eine Komposition mit der Charakterisierung eines Klanges beginnen, der als einzelner Ton oder in einer ganzen Partie verwendet werden kann. Dazu werden nacheinander auf dem Zeichenbrett drei Konstruktionsfunktionen ausgeführt, die die Beschaffenheit des Klanges beschreiben:

1. die Form der Welle als Funktion von Luftdruck zu Zeit,
2. die Dynamik durch den Amplitudenverlauf als Hüllkurve und
3. das Produkt beider, das den fertigen, noch nicht hörbaren Ton als musikalische Welle symbolisiert.

Die Eingabe kann kontinuierlich als Linie erfolgen oder diskret durch Punkte, die dann mit eine Funktionstaste zur Linie entlang der Zeitachse verbunden werden.

Zwei Monitore machen das Gezeichnete sichtbar, einmal als analoge graphische Repräsentation, einmal als digitale Ereignisauflistung. Ist ein Klang fertig konzipiert, kann er zu Gehör gebracht werden. Die Kalibration der Zeichenfläche durch Luftdruck (Abszisse) gegen Zeit (Ordinate) wandelt sich dann durch einen Tastendruck zu einem Tonhöhenfeld, der Klang wird durch Berührung der Fläche mit dem Stift in der dem Berührungspunkt entsprechenden Frequenz hörbar.

Im Modus „Form der musikalischen Welle“ macht der analoge Bildschirm auf der Zeit-Druck-Achse den Schwingungs- und Amplitudenverlauf des Tonmaterials sichtbar, das gerade bearbeitet wird. Dabei kann jede zuvor definierte und gespeicherte Wellenform mit jeder Hüllkurve kombiniert werden.

Um eine solche musikalische Welle weiter auszuformen, kann mit dem Stift auf dem Zeichentisch ein Teil der Graphik markiert werden, um ihn dann z.B. mittels Lösch Taste zu entfernen oder aber zur Feinbearbeitung durch Änderung der Skalierung auf die ganze Fläche zu vergrößern. Diese Feinauflösung reicht im Extremfall bis zu einer einzigen Schwingungsperiode eines einzelnen Klanges, also etwa bis zu einer 50000stel Sekunde.

Auf diese Weise kann ebenso extern aufgenommenes Material im UPIC weiterverarbeitet oder auch überarbeitet werden. Es wird vom Rechner in seine Bestandteile zerlegt, digital erfaßt und auf dem Monitor graphisch dargestellt.

Im makrozeitlichen Bereich wird der Arbeitstisch mit Zeit auf Abszisse und Tonhöhe auf Ordinate zu einer Partiturseite, auf der – ähnlich wie in Notenlinien– die Musik im Zeitverlauf von links nach rechts spielt. Allerdings ist die Auflösung unvergleichbar größer, als es in herkömmlicher Notationsweise möglich wäre: je nach Skalierung nimmt die Ordinate den gesamte Tonraum im hörbaren Spektrum (und darüber hinaus) ein, und die Tischbreite von 75cm kann Zeiträume von 1/5 Sekunde bis 30 Minuten Länge repräsentieren.

Mit den erstellten Partiturseiten ist ein Musikstück nun aber noch nicht festgelegt und abgeschlossen. Die Seiten können einfach aneinandergereiht, aber auch überlagert oder mit einer bis an eine 1000stel Sekunde reichenden Genauigkeit kombiniert werden. Daran wird einmal mehr die unermessliche Anzahl von Möglichkeiten dieses Instrumentes deutlich, denn auch diese „mixage“-Funktion läßt sich auf allen Kompositionsebenen anwenden – also zu jeglicher Modulation einer Struktur auf Ebene von Wellenformen, fertigen Klängen, eines musikalischen Gedankens oder eines ganzen Stückes.

Interessant bei der Funktionsweise des UPIC ist die Gradwanderung am Rande der Automation von Musik. Die Klangsynthese mit dem UPIC unterliegt aufgrund der genauen Berechnungen der designierten Klänge und trotz der Eingabe mit der freien Hand einer als unnatürlich empfundenen Sterilität, womit ein grundsätzliches Problem in der Computermusik berührt wird. Auf natürliche Weise, z.B. durch traditionelle Musikinstrumente entstehende Klänge, scheinen den meisten Menschen angenehmer zu sein als die perfekten aus dem Rechner.<sup>161</sup>

---

<sup>161</sup> Ebd., S. 80.

Um solchen Unannehmlichkeiten entgegenzuwirken, wurden im UPIC gezielt die automatischen Funktionen dem „Spielen“ auf dem Zeichentisch in ihrer Auswirkung nachgeordnet. Der wesentliche Beitrag zur Lösung dieses Problems ist jedoch die Möglichkeit, Klänge sozusagen einer Nachbehandlung zu unterziehen, als deren Ergebnis sie „natürlicher“ und lebendiger klingen. Man könnte sie zum einen mit den bisher verwendeten Mitteln einfach variiert nachzeichnen oder mit einer kleinen Verschiebung überlagern. Bessere Erfolge ergaben sich jedoch durch die Anwendung einer „Nachlauf-Funktion“, die das Gezeichnete innerhalb sogenannter elastischer Grenzen mit Hilfe stochastischer Operationen abwandelt, also geringfügige Klangmodulationen nach einem Verteilungsgesetz vornimmt. Der Wahrscheinlichkeitsrechnung bediente sich Xenakis auch bei der Charakterisierung von Klangereignissen und ihrer Umsetzung in Kompositionen.

Im Vergleich mit anderen Computer-Musikprogrammen hebt sich das UPIC vor allem durch die nahezu unbegrenzten Möglichkeiten der Komposition durch graphische Eingabe ab sowie durch eine die Handhabung übersteigende Benutzerfreundlichkeit, die auch dem Anspruch des CEMAMu auf Eignung für ein breiteres Publikum gerecht wird: das Wechselspiel zwischen „kreativem Impetus und den musikalischen Produkten“<sup>162</sup> ist auch dem Ungeübten möglich und setzt keine technische Sachkenntnis voraus, was automatisch selektierend wirken würde.

Des Weiteren ist das UPIC so offen konzipiert, daß es nicht auf die graphische, nicht-fouriersche Klangsynthese festgelegt bleiben muß, sondern auch auf die Nutzung z.B. von algorithmischen Eingabemodi ausgedehnt werden kann. Die letztendlich am besten geeignete Art der Informationseingabe könnte auch in einer optimalen Kombination von graphischem und algorithmischem Input zu finden sein.

Die Eigenschaft des UPIC, daß jede Kompositionsebene auf derselben Fläche von 60cm x 75cm bearbeitet werden kann, sowie die Möglichkeit, den Ausschnitt einer Partitur zur Feinbearbeitung wiederholt zu vergrößern, ist einer weiteren Betrachtung wert. Wie schon beschrieben, kann die Breite eine Zeitspanne von 1/5 Sekunde bis 30 Minuten repräsentieren, also unterschiedlich skaliert werden. Der Tisch ist wie ein Fenster, das auf jeder Ebene geöffnet werden kann und dabei jedesmal Linien oder auch komplexere Zeichnungen offenbart, ohne daß aus ihnen zwangsläufig erkennbar wäre, auf welcher Ebene sich der Betrachter gerade befindet. In Anbetracht dieser Tatsache könnte man auf die Idee kommen, mit dem UPIC eine Art „fraktaler“ Musik zu komponieren.

Ein Fraktal ist ein Objekt mit einer nicht ganzzahligen, „gebrochenen“ Dimension (lat.: fractum = gebrochen). Bekannte Fraktale aus der Mathematik sind z.B. die Koch-Kurve, die Cantor-Menge oder die Mandelbrotmenge.

Viele Fraktale sind selbstähnlich. Damit ist gemeint, daß ein geeignet gewählter Teil davon bei entsprechender Vergrößerung wieder so aussieht wie das ganze Gebilde selber, oder, anders ausgedrückt: das Ganze stellt bei entsprechender Verkleinerung ein Teil seiner selbst dar.

Diese Selbstähnlichkeit wird auch bei der geometrischen Konstruktion eines Fraktales offenbar. So entsteht die Kochkurve, indem man eine Linie in drei gleiche Teile einteilt, das mittlere durch ein gleichseitiges Dreieck ersetzt und dessen Grundseite entfernt (Abb. 25). Mit den nun entstandenen vier Strecken verfährt man wie mit der Ausgangslinie, mit den daraus resultierenden 16 Strecken ebenso usw., wobei jeder der vier Teile eines Schrittes eine um den Faktor drei verkleinerte Kopie der gesamten Kurve des vorhergehenden Schrittes ist.

---

<sup>162</sup> Ebd., S. 82.

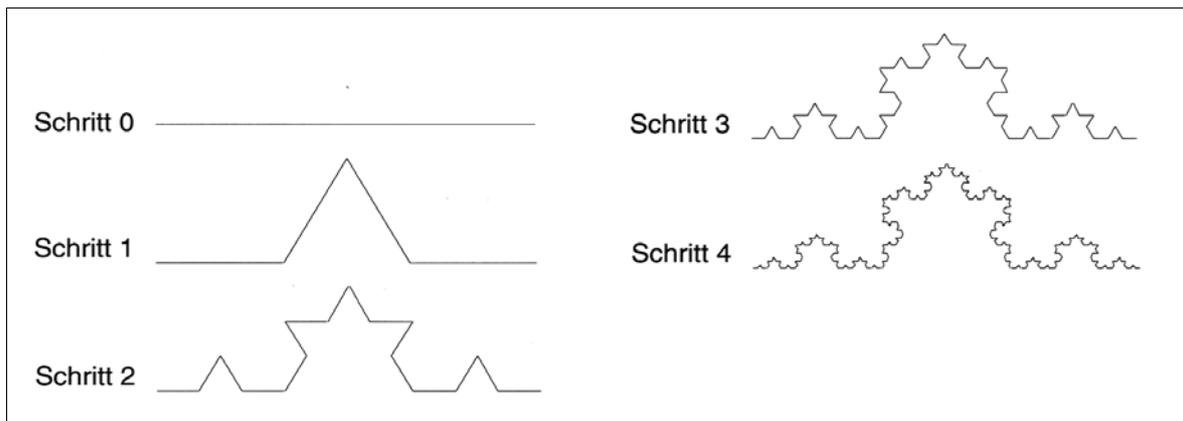


Abb. 25: Eine Kochkurve entsteht.

Zum Verständnis des Begriffs der „gebrochenen Dimension“ ist es hilfreich, parallel dazu ein selbstähnliches Objekt mit ganzzahliger Dimension zu betrachten.

Verkleinert man beispielsweise die Seitenlänge eines Quadrates um den Faktor drei, so passen in das Ausgangsquadrat neun Quadrate dieser neu entstandenen Größe. Bei einem Würfel ergeben sich dabei 27 kleinere Würfel, bei der Koch-Kurve vier Kurven.

Das Verhältnis des Skalierungsfaktors  $s$  zur Anzahl  $a$  der durch die Verkleinerung erhaltenen Teile, die im Ganzen enthalten ist, ist durch das Potenzgesetz

$$a = \frac{1}{s^D}$$

gegeben<sup>163</sup>, wobei  $D$  die Dimension angibt: ist der Verkleinerungsfaktor  $\frac{1}{3}$ , so erhält

man für das Quadrat  $9 = \frac{1}{\left(\frac{1}{3}\right)^2}$  und für den Würfel  $27 = \frac{1}{\left(\frac{1}{3}\right)^3}$ .

Für ein Fraktal ergibt sich für  $D$  keine ganze Zahl; für die Koch-Kurve z.B. beträgt sie etwa 1,2619, da:

$$4 = \frac{1}{\left(\frac{1}{3}\right)^D} \Rightarrow 4 = 3^D \Rightarrow \log 4 = D \cdot \log 3 \Leftrightarrow D = \frac{\log 4}{\log 3} \approx 1,2619.$$

Mathematische Kunstprodukte wie die Koch-Kurve sind *exakt* selbstähnlich, die einzelnen Teile sind ein genaues Abbild des Ganzen.

Die in der Natur häufig vorkommenden Fraktale wie Wolken, Bäume und Küstenlinien sind selbstähnlich in dem Sinne des Wortes, daß z.B. ein Teil einer Wolke wieder aussieht wie eine Wolke, nur eben *nicht ganz genau so* wie die erste, oder daß die Veränderung im Blatt dem Zweig ähnelt, der Zweig dem Ast, der wiederum *etwa* aussieht wie der ganze Baum. Bekannt ist das Beispiel der Unmöglichkeit, die Länge einer Küste genau zu bestimmen, sowie die provokante Behauptung in einer Arbeit Benoît Mandelbrots<sup>164</sup>, die Küstenlinie Englands sei unendlich lang: bei jeder Verfeinerung des Maßstabes werden neue Buchten und Vorsprünge sichtbar, welche die Länge vergrößern. Bei einem im Rechner konstruierten Fraktal – einem mathematischen Monster<sup>165</sup> – kann die Vergrößerung bis ins Unendliche getrieben werden, während sie in der Natur an eine natürliche Grenze stoßen muß, spätestens auf atomarer Ebene.

<sup>163</sup> 16, S. 247.

<sup>164</sup> Benoît Mandelbrot, geb. 1924 in Warschau, Mathematiker, gilt als ein Entdecker der Fraktale.

<sup>165</sup> Siehe 25, S. 183. Auch Mandelbrot benutzt den Ausdruck der „Monster der Mathematik“, wenn es um Fraktale geht (16, S. 10).

Im UPIC wäre die kleinste Ebene die Wellenform eines einzelnen Klages. Wenn diese nun so gewählt würde, daß sie sich ebenfalls als Hüllkurve eines Klages, und weiter auf allen Ebenen bis zur Großform eines Musikstückes verwenden ließe, so wäre dies in der Tat eine Komposition mit fraktaler Struktur. Da ein Wellenzug zumeist wenig mit dem dynamischen oder melodischen Verlauf eines Stückes gemein hat, dürfte dieses Phänomen in der Realität kaum zufällig auftreten; die gezielte Konstruktion ist jedoch denkbar.

Das Phänomen der Selbstähnlichkeit, welches hier als ein Kuriosum in Zusammenhang mit zeitgenössischer Musik und Computertechnik erscheinen mag, ist der klassischen Musik nicht fremd, wenn auch in begrenztem Umfang. Naheliegend sind klassische Stücke der Form A-B-A, deren einzelne Teile in sich wieder diesem Schema entsprechend  $a_1-a_2-a_1$  bzw.  $b_1-b_2-b_1$  untergliedert sind. Im weitesten Sinne kann sogar die Kadenz im Instrumentalkonzert der Klassik und Romantik dazu gezählt werden, wenngleich hierbei die Form des „Ganzen im Kleinen“ nur an einer Stelle auftritt.<sup>166</sup>

---

<sup>166</sup> Die Kadenz bezeichnet im klassischen Konzert einen (bis zur Zeit Beethovens improvisierten) Solo-Teil nach der Reprise, in der der Solist über die Themen des Satzes phantasierte; später wurde diese Episode auskomponiert.

## 4. Kritische Reflexion

In dem Buch „Iannis Xenakis – Der Mensch und sein Werk“<sup>167</sup> versucht der Verleger Mario Bois entgegen der seiner Meinung nach zu oberflächlichen und wenig einfühlsamen Darstellung in den Medien „ein getreues und zuverlässiges Bild“<sup>168</sup> des Komponisten zu geben. Dem Extrakt aus dem Mitschnitt eines Interviews läßt er Meinungen und Kommentare von Komponisten und Kritikern über Xenakis folgen:

- „Ein Musiker mit umfassenden Wissen, ein reiner und vom schöpferischen Feuer erfüllter Geist; ich erwarte Kunstwerke von ihm, die neue menschliche Fähigkeiten zu erkennen geben.“ (Hermann Scherchen)
- „Eine große künstlerische Natur mit erstaunlicher Phantasie und außergewöhnlichen schöpferischen Fähigkeiten.“ (Henri Barraud)
- „... Iannis Xenakis ... hat von Anbeginn seiner frühen Karriere gezeigt, daß er bestrebt war, die Musik auf einer breiteren Basis zu vervollkommen, als nur in dem Bereich, in dem sie Freude bereitet ... Es ist eine Tatsache, daß die Kritiker von heute, sogar diejenigen aus dem konservativen Lager, Xenakis beinahe einstimmig ‚begnadet‘ finden und ihm eine unbestreitbare musikalische Fähigkeit zubilligen. Man nimmt es hin, daß diese Musik da ist, ob man sie nun mag oder nicht.“ (Claude Rostand)

### 4.1 Zur Kompositionstechnik

Es ist ein Verdienst Xenakis‘, mit der Einbeziehung mathematischer Methoden eine neue Musikrichtung eingeschlagen zu haben. Selbst wenn man die Ansicht über eine Krise des Serialismus, die einen seiner Ausgangspunkte darstellte, nicht teilen wollte, so bleibt seine Leistung dennoch unzweifelhaft: zum einen hätten seine Kompositionstechniken nicht im herkömmlichen Rahmen erreicht werden können, zum anderen eröffnete er mit der Abstraktion und Formalisierung der Musik sowie seinem interdisziplinären Denkansatz ein weites Feld.

Xenakis‘ Kritik an der seriellen Musik macht auch auf einen prinzipiellen Unterschied in der Absicht einer Komposition aufmerksam. Er hatte auf den zu überwindenden Widerspruch zwischen musikalischen Material und dem gehörten Ergebnis hingewiesen: die polyphonen Linien würden in ihrer Gesamtheit als Klangmasse wahrgenommen.<sup>169</sup> Diese Diskrepanz zwischen Absicht und Wirkung versuchte Xenakis zu umgehen, indem er während des Komponierens immer das Endergebnis im Auge behielt.<sup>170</sup> Sein Vorhaben war nicht die rein formalistische Vertonung physikalischer Formeln und Strukturen ohne Rücksicht auf das Endergebnis zu nehmen. Vielmehr hatte er eine Klangvorstellung, die er realisieren wollte und wofür er sich die geeigneten Mittel suchte.

In Metastasis allerdings kann die Erweiterung der seriellen Technik im Klangergebnis nicht nachvollzogen werden. Xenakis betrachtete die seriellen Elemente in seinem Übergangswerk selbst als Schwäche. Man könnte auch sagen, daß er „die Selbstaflösung der seriellen Technik kompositorisch vollzogen“ habe, um daran zu lernen.<sup>171</sup>

---

<sup>167</sup> 2.

<sup>168</sup> Ebd., S. 4.

<sup>169</sup> Siehe S. 14.

<sup>170</sup> 6, S. 74.

<sup>171</sup> Siehe dazu 1, S. 284.

Die Ereignisse seiner Lebensgeschichte hatten „bei Xenakis eine Haltung gefördert, die mit kompromißloser Unerbittlichkeit danach strebte, mathematische Lösungen für künstlerische Probleme zu finden.“<sup>172</sup> Diese Einschätzung Baltenspergers wird belegt durch die bereits geschilderten Umstände, die das Schaffen Xenakis‘ maßgeblich beeinflussten, sowie durch den sehr hohen Abstraktionsgrad im Entstehungsprozeß seiner Werke. Für Xenakis stellten die Formeln zur Beschreibung physikalischer Vorgänge den adäquaten Lösungsansatz für seine musikalischen Fragestellungen dar. Darüber hinaus mag ihm die Nachweisbarkeit dieser Gesetze in der Natur wie eine Garantie für die Gültigkeit auch in der Musik erschienen sein. Im Unterschied zur Physik, in der die Formeln zur Beschreibung, Erfassung und theoretischen Erörterung von Naturphänomenen dienen, benutzte Xenakis sie jedoch, um eine neue musikalische Wirklichkeit zu schaffen. Baltensperger sieht hierbei „die viel erörterte Beziehung von Natur und Kunst“ in neuem Licht erscheinen.<sup>173</sup>

Es stellt sich jedoch die Frage, ob der Komponist mit mathematischen Lösungsansätzen den musikalischen Problemen gerecht werden konnte: warum soll ein Klangobjekt in seiner Struktur physikalischen Gesetzen bzw. physikalischen Erklärungs- und Darstellungsversuchen entsprechen?

Beim Ausgangspunkt, der Bewältigung von Klangmassen und dem Versuch, einen akustischen Masseneindruck wie den einer Demonstration zu charakterisieren, liegt die Verwendung mathematischer Gesetze nahe und ist nachvollziehbar. Dabei konnte Xenakis analog zur naturwissenschaftlichen Modellierung vorgehen: er beobachtete und rekonstruierte. In der fortschreitenden Abstraktion vom eigentlichen Problem und bei der Vorstellung Xenakis‘, die Einführung von mathematischen Mustern in die Musik würde in irgendeiner Weise weiterführend sein, stellt sich die Frage nach Sinn und Rechtfertigung jedoch erneut.

Der selbstverständlichen Übernahme der Formeln mag ein Mißverständnis zugrunde liegen. So beschrieb Xenakis sein Vorgehen zur Beherrschung von Massenergebnissen folgendermaßen:

„Der erste Schritt war ... das Verstehen der Gesetzmäßigkeiten, die in der Natur gelten. Dann suchte ich die Analogie dieser Naturphänomene in der Musik.“<sup>174</sup>

Er bediente sich u.a. des Ansatzes von Maxwell aus der kinetischen Gastheorie:

„... – was er mit den Molekülen tat, tat ich mit den Tönen. Warum auch nicht?“<sup>175</sup>

Aber Maxwell hatte nichts „mit Molekülen getan“ – er hatte versucht, ein beobachtetes Phänomen zu beschreiben bzw. zu erklären. Ebenso verhält es sich mit den anderen von Xenakis verwendeten physikalischen, biologischen oder chemischen Gesetzen: sie dienen den Naturwissenschaften zur *Beschreibung* eines in der Natur vorhandenen Phänomens. Xenakis setzte sie jedoch in einem fachfremdem Umfeld zur *Konstruktion* ein. Die Suche nach der Analogie führte dazu, daß er sie erstmals schuf – und damit in der Tat eine neue musikalische Wirklichkeit.

Nun lassen sich mit Hilfe von Gesetzen, die aus Beobachtungen und Messungen naturwissenschaftlicher Phänomene abgeleitet und mathematisch modelliert wurden, im Rückschluß auch wieder derartige Modelle erstellen – aber eine Musik? Töne sind weder Lichtquanten noch eine Kaninchenpopulation und müssen als komplexes akustisches Ereignis in ihrer zeitlichen Abfolge auch nicht der Brown’schen Molekularbewegung gehorchen.

Zweifel kamen dem Komponisten selbst:

„... habe ich überhaupt das Recht, mit Dingen Berechnungen anzustellen, die nicht physikalischer Natur sind, sondern an unsere Sinne gebunden?“<sup>176</sup>

Dabei sorgte sich Xenakis weniger um das Klangergebnis, als um eine moralische Rechtferti-

---

<sup>172</sup> 1, S. 21.

<sup>173</sup> 1, S. 455.

<sup>174</sup> 6, S. 76.

<sup>175</sup> Ebd., S. 77.

<sup>176</sup> Ebd.

gung.

Er kam zu dem Schluß, daß es seine Rolle war, aus naturwissenschaftlichen Elementen diejenigen auszusuchen, die seiner Meinung nach seinen Ideen am ehesten gerecht wurden. Er erkannte darin seine Aufgabe und verwies auf einen früheren Fall solcher Übertragungen, der aufgrund seiner Kuriosität erwähnenswert ist:

„Dies ist *mein* Beitrag zur Musikgeschichte: ich verwende beim Komponieren Ideen, die der Musik völlig fremd sind. Es gab einmal einen deutschen General zu Beginn des Jahrhunderts, Bortkewitsch, der die Idee hatte, zu untersuchen, ob das Poisson'sche Wahrscheinlichkeitsgesetz auch für ein Phänomen außerhalb der Mathematik Gültigkeit besäße. Er untersuchte also die Frage: Wie viele Soldaten sterben in Friedenszeiten an Pferdetritten? Pferde sind, wie Sie wissen, nette Tiere, und auch Soldaten sind nett, zumindest in Zeiten des Friedens, aber hin und wieder treten Pferde nach hinten aus. Und Leute können davon sterben. Solche Dinge kommen natürlich selten vor, und das entspricht genau den Bedingungen des Poisson'schen Gesetzes, denn es läßt sich nur auf ‚seltene Ereignisse‘ anwenden, die nicht kausal miteinander verbunden sind. Der General stellte seine Rechnungen über zehn Jahre an. Und am Ende kam schließlich heraus, daß die Anzahl tödlicher Pferdeunfälle mit Hilfe von Poissons Wahrscheinlichkeitsgesetz vorhergesagt werden kann.

Das Gesetz gilt auch für die Musik – und diese Erkenntnis ist *mein* Verdienst.“<sup>177</sup>

Xenakis ging es dabei nicht darum, musikalische Ereignisse vorherzusagen. Er nutze das Poisson'sche Gesetz zur Konstruktion eines Klangraumes mit eben solchen seltenen Ereignissen.

Doch es bleibt die Frage, inwieweit die verwendeten Gesetze in der Musik „gelten“, wie es Xenakis behauptete.

Diese Frage ist kaum zu beantworten, da ein musikalisches Ergebnis schwerlich verifiziert werden kann. Losgelöst vom naturwissenschaftlichen Inhalt eines Gesetzes, sei es der kinetischen Gastheorie oder der Quantenmechanik entnommen, wird dieser Umstand noch deutlicher: mathematischen Formeln ist es egal, worauf sie angewendet werden. Man kann sowohl mit Variablen als auch mit Bauklötzen oder Viertelnoten rechnen – es ist lediglich eine Frage der Abstraktion, und solange den Rechenregeln entsprechend vorgegangen wird, gibt es keine logischen Fehler. Aber – und das mag die analoge Frage zu der Xenakis' bei der Suche nach dem Minimum an Kompositionsregeln sein – hat dieses Rechnen in der Komposition überhaupt einen Sinn?

Als Experiment bedarf es keiner weiteren Rechtfertigung. Doch die Fortsetzung des Gedanken als eigene Musikrichtung ist der gleichen Kritik ausgesetzt wie viele Strömungen der Avantgarde, denn Neue Musik wird im allgemeinen als gewöhnungsbedürftig empfunden.

Welchen Sinn sah der Komponist selber darin, derartige Experimente zu machen, derartige Musik zu komponieren?

Für Xenakis wurde die Frage nach dem Wesen der Musik viel zu wenig diskutiert.<sup>178</sup>

Seiner Ansicht nach wurde sie einseitig auf Unterhaltung und Kommerz ausgerichtet, ihre Rolle in der Gesellschaft in Zeitvertreib, Erholung oder geistiger Ablenkung gesehen, während man der Avantgarde zwecklosen Intellektualismus und das Streben nach Beispiellosem unterstellte.

„Man hat ja bereits die musikalische Vergangenheit Europas, die nicht schlecht ist, ... und um all das anzuhören, braucht man ein Leben lang. Warum also soll man das undankbare Risiko mit der zeitgenössischen Musik eingehen?“

Dem stellte er Musikforschungen wie seine eigenen als zukunftsweisend gegenüber, da sie sowohl Zusammenführung und Austausch der Wissenschaftler verschiedener Disziplinen för-

---

<sup>177</sup> Ebd., S. 78.

<sup>178</sup> 2, S. 17.

derte wie auch die Entwicklung der Kreativität des Menschen (s. S. 13).

Der Mathematikprofessor G.TH.Guilbaud von der „Ecole Pratique des Hautes Etude“ in Paris bestätigte Xenakis in seiner Vorstellung, auch die Naturwissenschaften könnten von einem Austausch profitieren. So sah er z.B. durch die fortschreitende Nutzung der elektronischen Möglichkeiten in der Musik Fragen an Mathematiker und Techniker gerichtet, die diese in ihren eigenen Forschungen anregen würden.<sup>179</sup>

Es ist jedoch die normale Aufgabe von angewandter Mathematik und Technik, für ein aus einer Anwendung heraus gestelltes Problem eine Lösung zu finden. In der mathematischen Modellierung wird dabei die Materie derart abstrahiert, daß der Inhalt seinen Charakter verliert. Damit der Mathematiker oder Techniker also eine besondere Anregung erhalten könnte, die sich von der Bearbeitung aus anderen Wissenschaftsbereichen abhebt, müßte er sich auch inhaltlich mit der Musik beschäftigen. Doch selbst wenn durch die Konfrontation mit der mathematischen komponierten Musik das Interesse eines Naturwissenschaftlers geweckt wird, bleibt bislang offen, ob und wie ihn dieses weiterbringen könnte. Darüber hinaus begeistert diese Musik lediglich einen kleinen Teil der Bevölkerung.

Nun mag man, insbesondere wenn man die pythagoräische oder allgemein interdisziplinäre Auffassung Xenakis' teilt, argumentieren, daß die Wissenschaften einschließlich der Musik übergeordneten Gesetzen gehorchen. Xenakis ging offenbar von einem gleichermaßen interessanten wie gewagten Umkehrschluß aus: wenn die Wissenschaften universalen Gesetzen unterliegen, so müssen sich auch die einzelnen Regeln sinnvoll in der anderen Disziplin anwenden lassen.

Das eben ist die Frage, und es ist nicht ersichtlich, an welcher Stelle in der Musik diese Universalität zum Tragen kommen soll. Die Verbindung der Musik mit den Naturwissenschaften liegt im physikalischen Aspekt der Musik, in der Akustik, in den Schwingungen.

Die Pythagoräer gingen bei der Dualität von Mathematik und Musik von den Zahlenverhältnissen der Naturintervalle aus, von der Harmonie, die allem inhärent sei. Ihr Ausgangspunkt war also gleichermaßen eine Analyse der vorliegenden, natürlichen Harmonie. Die letzte gemeinsame Grundlage aller Wissenschaften ist nach pythagoräischem Denken mit der Zahl eine sehr allgemeine Basis, so daß die darauf aufbauenden fachspezifische Ausformungen keineswegs in allen Disziplinen gelten müssen. Zum anderen mag der Begriff der Dualität irreführend sein: dadurch, daß die Intervalle durch Zahlenverhältnisse wiedergegeben werden können, ist nur die Universalität der Mathematik belegt. Daß jede Formel einer anderen Wissenschaft, nur weil sie mathematisch ausgedrückt ist, ihre Entsprechung in der Musik haben muß, ist damit nicht gesagt.

Damit soll noch auf einen weiteren kritischen Punkt der Musik Xenakis' eingegangen werden, der schon zum Exkurs über die Definition von Musik führte.

Bei aller Würdigung der Interdisziplinarität und der vielfältigen Ideen in der Komposition ist beim Ergebnis noch eines zu betrachten: *Wie klingt das denn?*

---

<sup>179</sup> 2, S. 30-31.

## 4.2 Zum Klangergebnis

Neben der bemerkenswerten Suche nach einer allgemeingültigen Musik, die alle Stile und Traditionen umfaßte, gab es einen weiteren Grund dafür, daß Xenakis von der Musik nicht beeinflusst werden wollte: er wollte nicht von ihr gerührt werden.<sup>180</sup>

„Es ist nicht die Musik selbst, die auf mich wirkt, sondern lediglich ihre subjektive Einfärbung. ... Es ist nicht die Musik an sich, die mit Emotionen aufgeladen ist. Die Musik schreibt uns nicht vor, daß wir hier traurig und da fröhlich zu sein haben. Die Reaktion wird durch das gesellschaftliche Umfeld bestimmt, in dem wir aufgewachsen sind.“<sup>181</sup>

Diese bemerkenswerte Aussage Xenakis' legt für seine rigorose Abwehr von Emotionen in Verbindung mit Musik die Begründung nahe, daß es ihm um „die Musik an sich“ ging.

Ein Klang, auf den unabhängig vom gesellschaftlichen Umfeld reagiert wird, wäre allgemeingültig. Diese Vorstellung einer universalen Musik, wie Xenakis sie gesucht hatte<sup>182</sup>, ist faszinierend, doch über einfache Harmonien hinaus wohl unmöglich zu realisieren.<sup>183</sup>

Möglicherweise war für Xenakis eine gewisse Neutralität der Musik ein Indiz für Wissenschaftlichkeit, oder aber er fühlte sich durch Emotionen in der Erkenntnis, im Verstehen und Denken behindert. So ist die dem Komponisten angehängte Bezeichnung „Prophet der Gefühllosigkeit“ zu verstehen.<sup>184</sup>

Dagegen betonte Xenakis im Zuge seiner Kritik an der seriellen Musik, daß die Musik durch ihre Wesensart immer auch einen sinnlichen Aspekt hätte. Rein theoretische, lediglich gedachte Musik, wie Messiaen sie für möglich hielt, lehnte er als abstraktes System und kunstphilosophischen Sophismus ab. Wenn der Fluß zwischen der biologischen Natur des Menschen und den Konstruktionen seiner Intelligenz nicht erhalten bliebe, würden das abstrakte Weiterspinnen der aktuellen Musik in einer sterilen Öde enden. Musik als Botschaft zwischen Natur und Mensch sowie zwischen den Menschen sollte Xenakis' Ansicht nach die Fähigkeit aufweisen, die ganze Bandbreite der sinnlichen Wahrnehmung und Intelligenz des Menschen anzusprechen.<sup>185</sup>

Wie sieht es mit der Musik Xenakis' aus hinsichtlich der Sinnlichkeit und der Emotionen?

„Sinnlich“ darf in dem von Xenakis verwendeten Zusammenhang in seiner ersten lexikalischen Bedeutung verstanden werden: kognitiv als mit den Sinnen wahrnehmbar, rezeptierbar, emotional als Sammelbegriff für die triebbestimmten Gefühle und Motive. Bei Kant ist die Sinnlichkeit neben Verstand und Vernunft eine der Komponenten der Erkenntnis.

Als „Sinnesschock“ wirken manche Passagen aus Xenakis' Werke unbestritten.<sup>186</sup> Man kann auch sagen, seine Musik ist nicht zu überhören. Wie steht es jedoch mit der positiv-sinnlichen Wirkung?

---

<sup>180</sup> 6, S. 17-18; s. dazu auch S. 4.

<sup>181</sup> Ebd.

<sup>182</sup> Siehe S. 13.

<sup>183</sup> Siehe dazu auch S. 52 ff. Wenn es eine solche Musik geben sollte, so ist sie mir bislang nur einmal in Form eines einzelnen Klanges begegnet. Wen auch immer ich damit konfrontierte, er rief bei allen im wesentlichen den gleichen Eindruck hervor: ein unheimlich weiter, ergreifender Klang wie aus den Urzeiten des Universums. Er stammt aus dem Stück „Der Weltbaumeister“ des Hamburger Komponisten Jens-Peter Ostendorf (\*1944).

<sup>184</sup> Siehe auch S. 3.

<sup>185</sup> 8.

<sup>186</sup> Ein Beispiel: 1998 wurde in einer Halle der DASA in Bremen Xenakis' Stück „Pleiades“ aufgeführt, ein Werk für fünf Schlagzeuger. Bei der ersten Probe in dem großen Raum kommentierte ein Ohrenzeuge, der Neue Musik gewohnt war: „Das grenzt an Körperverletzung!“ (Anm. d. Verf.)

In Zusammenhang mit der Frage nach einer Metamusik<sup>187</sup> wehrt sich Xenakis gegen die technokratische Ansicht, daß die Natur der Musik und der Künste im allgemeinen mit Formeln aus der Informationstheorie zu beschreiben sei. „Eine Auflistung von bits oder Quanten übermittelter und empfangener Information würde folglich reichen, um sie mit scheinbar ‚objektiven‘ und wissenschaftlichen Kriterien für den ästhetischen Wert zu versorgen.“<sup>188</sup>

Ästhetik und Sinnlichkeit waren für Xenakis also durchaus wichtige Bestandteile der Musik. Die technischen Lösungsmodelle, die er verwandte, boten mit ihrer Struktur andere ästhetische Konzepte an als die gängigen.<sup>189</sup> Xenakis brachte mit seiner naturwissenschaftlich-formalen Kompositionsbasis also auch eine neue Ästhetik in die Musik ein. Diese Ästhetik scheint jedoch von den meisten Menschen nicht als schön empfunden zu werden.

Nun ging Xenakis davon aus, daß Musik nicht schön sein müsse.<sup>190</sup> Doch wird seine Musik von der großen Masse auch nicht sinnlich positiv wahrgenommen, geradezu abgelehnt. Geht man nun mit Kant davon aus, daß die Sinnlichkeit zum Erkennen beiträgt, so darf der Schluß gezogen werden, daß die Musik von Xenakis wenig verstanden wird. Der im Verhältnis zur Gesamtzahl der Bevölkerung relativ kleine Kreis von Anhängern seiner Musik bestätigt dies. Im dtv-Musiklexikon findet sich zudem folgende Bemerkung:

„Akustisches Material bedarf, um musikalischer Informationsträger werden zu können, systematischer Selektion und Ordnung. Es entstehen dabei nach Kulturraum und Epoche unterschiedliche Systeme.“<sup>191</sup>

Kann Xenakis demnach mit einer übergreifenden, allgemeinen Musik überhaupt eine musikalische Botschaft senden – von der nahezu naturgetreuen Wiedergabe bestimmter Klangereignisse wie z.B. der bereits erwähnten Demonstration einmal abgesehen? Zur Übermittlung einer Information müssen die Hörgewohnheiten des Auditoriums berücksichtigt werden, oder anders, der Sender sollte eine Sprache sprechen, die der Empfänger versteht.

Es gibt aber tatsächlich Menschen, die von den Klängen in Xenakis‘ Stücken angetan sind. Andere begegnen dieser Musik eher nüchtern und konzentriert oder auch einfach interessiert. Manche begeistert die Vorstellung von mathematischer Konstruktion, von der jedoch kaum jemand zu behaupten wagt, er würde sie auch hören.

Abschließend kann man sagen, daß Xenakis seinen Zielen relativ konsequent nachgegangen ist und das musikalische Ergebnis schuf, das er sich vorgestellt hatte. Nur überschätzte er m.E. den Wirkungsbereich einer Musik, die von den meisten Menschen nicht gehört werden will. Es ist wie mit einem gescheiterten politischen Konzept: die ehrwürdigen Absichten der Weltverbesserung lassen sich nicht umsetzen, wenn man die Menschen nicht dort abholt, wo sie stehen. Und wenn man die Menschen für irgendetwas interessieren will, sollte man sie nicht zu sehr erschrecken.

Bei aller Kritik ist zu bemerken, daß die Übernahme fachfremder Elemente in die Komposition eigentlich nicht neu ist. Zudem muß sie keinesfalls zu einem so außergewöhnlichen Klangergebnis wie bei Xenakis führen. Der Grad der Abstraktion und damit die Vielseitigkeit der benutzten Regeln bei Iannis Xenakis scheint einmalig in der Musikwelt. Doch künstlich in die Musik eingearbeitete Zahlenstrukturen finden sich schon lange vor der Avantgarde in ausgeklügelter Form bei einem Komponisten, an den man in Zusammenhang mit der Musik Xenakis‘ zunächst nicht denken würde: bei Johann Sebastian Bach.

---

<sup>187</sup> 7, Chapter X: „Towards a Metamusic“.

<sup>188</sup> Ebd.

<sup>189</sup> S. dazu auch S. 12.

<sup>190</sup> „Schöne Musik gibt es genug.“ Iannis Xenakis, in: 6, S. 63.

<sup>191</sup> 27, S. 85.

## 5. Die philosophische Verwandtschaft mit Johann Sebastian Bach

„Als Bach die „Kunst der Fuge“ schrieb, verfaßte er eine mathematische Kombination.“<sup>192</sup>

Dieser Ausspruch Xenakis‘ und die kritische Auseinandersetzung mit seinen Kompositionstechniken legen einen Blick auf das Werk des großen Meisters und Kirchenmusikers Johann Sebastian Bach nahe, denn auch Bach bezog Mathematik und Zahlen in seine Kompositionen ein, wenngleich in einer anderen Zeit und unter einer anderen Zielsetzung.

Hier soll der Ansatz eines Vergleiches dazu beitragen, die Kompositionstechnik von Iannis Xenakis durch Abgrenzung oder Übereinstimmung besser einzuschätzen.

Das immense Lebenswerk Johann Sebastian Bachs birgt an vielen Stellen eine bis ins Kleinste ausgefeilte Zahlensymbolik. Sie reicht von der Anzahl der Noten und Takte bis zur Zahl der Instrumente.<sup>193</sup> Daß sie entdeckt und herausgestellt wurde, scheint nicht selbstverständlich in Anbetracht der Tatsache, daß eine Absicht Bachs diesbezüglich bis heute skeptisch beurteilt wird. Nach der romantischen Kunstauffassung wurde ein gleichzeitiges Auftreten von künstlerischer Intuition mit mathematischem Kalkül nahezu für unmöglich gehalten; diese Ansicht hielt sich bis in das zwanzigste Jahrhundert hinein.<sup>194</sup>

Noch in einem Mitte der achtziger Jahre erschienenen Buch, das sich auf 180 Seiten ausschließlich der „Zahl im Kantatenwerk Johann Sebastian Bachs“ widmet, ist in der Einleitung zu lesen: „Man beginnt zwar, einen Zusammenhang zwischen der Zahl ‚14‘ und dem Namen ‚Bach‘ in einigen Kompositionen für möglich zu halten (im Zahlenalphabet ist b=2, a=1, c=3, h=8, addiert also 14), doch will man hierin ein Spiel des Komponisten sehen, der in dieser Weise seine Kompositionen ‚signierte‘. Im Übrigen weist man jedoch Zusammenhänge zwischen Klang und Zahl zurück.“<sup>195</sup> Die im Buch dargelegte, verblüffende Häufigkeit der Koinzidenzen von Noten-, Takt- oder Stimmenanzahl mit dem jeweilig zugrundeliegenden biblischen Text scheint dies zu widerlegen. Man mag sich nach der Lektüre jener Arbeit fragen, wieviel der entdeckten Zahlensymbolik nun wirklich die Absicht Bachs war und wieviel zufällig.

Während sich also darüber streiten läßt, in welchem Maße Johann Sebastian Bach die Zahlen nun bewußt oder unbewußt in seine Kompositionen einfließen ließ, scheint es dennoch ausgeschlossen, daß er damit überhaupt keine Absicht verband. Zum einen ist die Übereinstimmung von Text und Zahl viel zu prägnant; zum anderen erscheint bei der Betrachtung des philosophischen und religiösen Hintergrundes die gezielte Einflechtung von Zahlen in die Komposition keinesfalls abwegig. Sie weist vielmehr auf manche philosophische Ansicht hin, die eine größere Übereinstimmung zum Denken Iannis Xenakis‘ offenbart, als bei derart verschiedenen Persönlichkeiten zu vermuten wäre.

---

<sup>192</sup> 2, S.18-19.

<sup>193</sup> Darüber hinaus weist die Sakralmusik Bachs auch Symbolik in Melodieverlauf und Instrumentierung auf.

<sup>194</sup> 13, S. 1.

<sup>195</sup> Ebd.

## 5.1 Zum Welt- und Musikverständnis Johann Sebastian Bachs

Die Auffassung aus dem Mittelalter, daß Musik als eine der quadrivalen Wissenschaften eng mit Algebra, Geometrie und Astronomie verbunden sei, wurde in Deutschland nach 1600 im Gegensatz zu anderen europäischen Staaten noch einmal wiederbelebt.

Der ursprünglich aus der apokryphen Weisheit Salomonis stammende Satz

„*Sed omnia in mensura et numero et pondere disposuisti.*“

(= „Aber alles ist nach Maß, Zahl und Gewicht geordnet.“)

ist in der Übersetzung „Gott hat alles nach Zahl, Maß und Gewicht geordnet und also die Welt geschaffen“ in weltanschaulichen und musiktheoretischen Schriften zwischen 1600 und 1740 häufig zitiert worden.<sup>196</sup>

Johann Sebastian Bach kam über die Freundschaft zu seinem Vetter J.G.Walther an die Schriften von Andreas Werckmeister (1646-1717), vermutlich spätestens während seines Aufenthaltes in Weimar 1708 – 1717. Werckmeister gilt gemeinhin als Erfinder der Temperierung. Seine Schriften befaßten sich über die reine Musiktheorie hinaus mit dem Zweck und Ursprung der Musik aus theologisch-philosophischer Sicht. Darin wird immer wieder auf den Zusammenhang von Mathematik und Musik mit der Schöpfung hingewiesen. Unter anderem heißt es dort: „Denn alle reine Zusammenstimmung kommt aus dem reinen unisono und Unität.“<sup>197</sup>

In der Schrift „*Musurgia universalis / sive ars magna consonia et dissoni*“ stellte der Jesuit Anathasios Kircher (1602-1680) dar: „...dann weil die gantze Natur harmonisch ist und damit alle Sachen von solcher Harmony participirten, hat Gott uns eine verborgene Kette aller Idealformen von dem ersten archetypo bis zu dem letzten continuiert in die gantze Natur gelegt.“ Diese Gedanken von einer Grundharmonie alles Seienden und von der Zahl als Ursprung vieler Strukturen gehen auf die Philosophie Pythagoras‘ zurück – womit ein Hinweis auf eine mögliche Übereinstimmung in der Weltanschauung Xenakis‘ und Bachs gegeben wäre.

Diese Philosophie der Pythagoräer wurde später von den Neu-Platonikern wieder aufgegriffen. Im ersten Jahrhundert nach Christi versuchten Gnostiker, diese Anschauung der christlichen Lehre zugrunde zu legen, was jedoch von der Kirche verworfen wurde. Um 500 n.Chr. tauchte der Zusammenhang zwischen einem göttlichen Gesetz und der Harmonie in Zahl und Musik in der Abhandlung „*De Musica*“ des heiligen Augustin wieder auf und wurde zur Richtlinie für das ganze Mittelalter. Diese Grundidee wurde immer wieder, wie bei den Gnostikern, mystisch ausgelegt. Auch Kepler trug dieses Gedankengut in seinem Werk „*Harmonice Mundi*“ (Leipzig 1619), in dem er sein drittes Gesetz formulierte. Er soll auch behauptet haben, als erster nach Pythagoras die physischen Gesetze mit der Harmonie der Welt in Zusammenhang gestellt zu haben.<sup>198</sup>

Johann Sebastian Bach war nicht nur durch Herkunft, Familientradition, Umwelt und Früherziehung geradezu zum Musiker berufen, er war auch in vierfacher Hinsicht, nämlich durch das biologische und moralische Erbe, lokalgeschichtlich und geistig im lutherischen Christentum verwurzelt. Sein streng protestantisches Elternhaus stand in der Lutherstraße der Luther-

<sup>196</sup> Ebd., S. 2.

<sup>197</sup> Andreas Werckmeister, „*Musicae mathematicae Hodegas curiosus.*“, Frankfurt und Leipzig 1686, 1687, 1689; s. auch 13, S. 9.

<sup>198</sup> Johannes Kepler (1591-1630), deutscher Astronom und Physiker. Das 3. Keplersches Gesetz besagt, daß die Quadrate der Umlaufzeiten zweier Planeten sich wie die dritten Potenzen der großen Halbachsen ihrer Bahnen verhalten. Dabei ist zu beachten, daß die Keplerschen Gesetze nur näherungsweise gelten. Sie wären nur dann exakt gültig, wenn die Massen der Planeten gegenüber der Sonnenmasse als vernachlässigbar klein betrachtet und die Anziehungskräfte der Planeten untereinander vernachlässigt werden könnten (XVII).

stadt Eisenach und er besuchte die Schule, in der Luther fast 200 Jahre zuvor die Oberklassen absolvierte. In dieser Schule bildeten noch immer Religion und Musik von den unteren Klassen an neben den allgemeinen Fächern wie Lesen und Schreiben die Grundlage des Lehrplanes. Luther selber hatte später eine Verbindung zwischen Theologie und Musik hergestellt, indem er diese beiden Wissenschaften als wichtigste Grundlagen der Erziehung bestimmte.

Am Lyzeum in Ohrdruf, wo Bach nach dem Tod der Eltern bei seinem Bruder bleiben konnte, wurde nach den Grundsätzen des Comenius<sup>199</sup> gemäß der Vorstellung des christlichen Humanismus gelehrt. Zur wissenschaftlichen Bildung gehörte das Studium der Sprachen und Künste. Ziel der sittlichen Erziehung waren die vier platonischen Kardinaltugenden, Klugheit, Mäßigkeit, Tapferkeit und Gerechtigkeit. Die wichtigste Säule jedoch war die religiöse Bildung, die Erziehung zum praktischen Christentum.<sup>200</sup> Mit 15 Jahren kam Bach im Chor einer Partikularschule in Lüneburg unter, wo er nicht nur neben dem Lateinischen und Griechischen die Anfangsgründe des Hebräischen lernte, sondern mit Hilfe von Hutters Compendium<sup>201</sup> auch in kompliziertere theologische Fragestellungen eindrang. Somit stand er nun mitten im Kraftfeld der lutherischen Orthodoxie.

Diese Prägung Bachs wirkte während seines Schaffens, seiner Arbeit als Kirchenmusiker und Lehrer. Bachs Kunstverständnis, das sich die meiste Zeit seines Lebens in seiner Arbeit niederschlug, drückt sich in einem Satz aus Friedrich Nietzs (1646-1717) Generalbaßanleitung aus, den er später fast wortwörtlich als eigene Beurteilung übernahm: „Endlich soll auch der Finis ... aller Music ... seyn nichts als nur Gottes Ehre und Recreation des Gemüthes, wo aber dies nicht in acht genommen wird ... ist es in den Ohren Gottes ein schändlich Geplär.“<sup>202</sup>

Bedeutend für das Verständnis der Zahlensymbolik im Umfeld von Bach sind die Worte von Leibniz<sup>203</sup> (1712): „Musica est exercitium arithmeticae occultam nescientis se numerare animi“ – „Musik ist die geheime arithmetische Übung der Seele, die unbewußt mitzählt.“ Für Leibniz war die Zahl Voraussetzung für den Denkinhalt, die Menschen von Gott allein dazu geschaffen, „... als daß sie zu einem Spiegel dienen; in welchem seine unendlichen Harmonien vervielfältigt würden.“<sup>204</sup>

Diese theokratische Vorstellung in Verbindung mit einer rationellen Weltharmonie fügte sich in Bachs orthodoxen lutherischen Protestantismus ein.

Wenngleich Bach von seinen Schülern, die in den zwanziger Jahren stark durch den Geist der Aufklärung beeinflusst wurden, als konservativer Vertreter einer überholten Weltordnung angesehen worden sein mag, so kann doch die Auseinandersetzung zweier konkurrierender Vertreter dieser Generation helfen, seine Einstellung, seine Gesinnung besser zu erfassen.<sup>205</sup>

Man darf bei der Umwälzung des Weltbildes durch die Aufklärung nicht vergessen, daß die Naturwissenschaft wesentlich zur Auslösung dieser Entwicklung beigetragen hatte. Die mathematische Methode der modernen Naturwissenschaft wurde auch zur philosophischen Methode. Beim Totalitätsanspruch der Aufklärung-Philosophie war es naheliegend, daß sie mit dieser naturwissenschaftlich-mathematischen Tendenz auch in die Musik übergriff.

Unter den Schülern Bachs war mit Lorenz Christoph Mizler (1711 – 1788) ein starker Vertreter eben dieser Richtung. Sowohl Mizler als auch Johann Adolf Scheibe (1708-1776) waren geprägt durch die Vorlesungen des Dichters und Philosophen J.Ch.Gottsched, ein Vertreter

---

<sup>199</sup> Eigentlich Johann Amos Komensky, 1592 – 1670, Bischof der böhmischen Brüder, Begründer der modernen Erziehungswissenschaft.

<sup>200</sup> 12, S. 23.

<sup>201</sup> Ein vom Wittenberger Theologieprofessor Leonhard Hutter (1563 – 1616) anno 1610 im Auftrag des Kurfürsten Christian II. verfaßtes Lehrbuch der streng lutherischen Dogmatik, das die kryptocalvinistische Tendenzen in Mißkredit geratene Lehrschrift Melancthons aus den Schulen verdrängen sollte.

<sup>202</sup> 13, S. 4.

<sup>203</sup> Gottfried Wilhelm Freiherr von Leibniz (1646-1716), deutscher Philosoph und Mathematiker.

<sup>204</sup> 13, S. 3.

<sup>205</sup> 12, S. 193-206.

der Wolff'schen Schule. Beide suchten die Nutzenanwendung der Aufklärungs-Philosophie auf die Musik zu übertragen. Doch Scheibe blieb nach Gottsched bei der Ästhetik, während sich Mizler der Metaphysik nach Leibniz zuwandte. Die von ihnen herausgegebenen Zeitschriften unterschieden sich programmatisch. Scheibe legte, unter ästhetischen Gesichtspunkten vorgehend, mit einer journalistisch-populären Tendenz den Grundstein der Musikkritik, während Mizler um den Ausbau einer akademisch anerkannten Musikwissenschaft bemüht war. Er entwarf ein Idealbild des Musikforschers: „Er muß in den mathematischen Wissenschaften bewandert seyn, vornehmlich in der Rechenkunst und Algebra, und weil man alle Musik vermittels der Luft vernimmt, wird auch die Aerometrie sehr dienlich seyn, sowohl als aus der Physik die Lehre vom Ton. Ferner wird aus der Anatomie die Untersuchung des Ohrs und dessen Bau seinen Nutzen haben. Von der lateinischen, griechischen und anderen Sprachen will ich nichts gedenken, welche wie einem jeden also auch einem Musikgelehrten nötig sind.“<sup>206</sup> Mizler ging so weit zu behaupten, daß „auch der schöpferische Musiker ohne Mathematik und Physik, nicht einmal zwey Takte aus den inneren Gründen der Musik zu erweisen imstande seyn wird, will geschweigen, daß er die Musik in einem erwiesenen Zusammenhang sollte verfassen können.“<sup>207</sup>

Dieser Punkt wird Einfluß auf sein Verhältnis zu Bach gehabt haben. Mizler stellte zwar selber fest, daß dieser sich nicht in tiefergehende theoretische Betrachtungen eingelassen hätte, aber umso stärker in der Ausführung gewesen wäre. Auch nach Angaben seines Sohnes Philipp Emanuel war Johann Sebastian Bach kein Freund von trockener Mathematik, und Scheibe versuchte Bach sogar zum Angriff gegen Mizlers Thesen zu gebrauchen, wenn er in Frage stellte, daß Bach „bei der Erlangung dieser ... ausnehmenden Fertigkeit nur einmal an das mathematische Verhältnis der Töne gedacht“ hätte.<sup>208</sup>

Dennoch zeugt nicht nur Bachs Generalbaß-Lehre von seiner Beherrschung der Musiktheorie, auch läßt seine kontrapunktische Kombinationskunst u.a. in Orgelfugen, dem „Wohltemperierten Klavier“ und Rätsel-Kanons Assoziationen mit der mathematischen Kombinatorik entstehen.

Etwa zeitgleich mit Mizlers musiktheoretischen Bemühungen scheint Bachs Interesse an „musikalischen Kunststücken“ zu wachsen. 1739 ist das Kunststück der mehrfachen kanonischen Engführung des Cantus firmus in Orgelchorälen noch dem kirchenmusikalischen Zweck untergeordnet; 1742 erscheint in den Goldberg-Variationen der Kontrapunkt als Selbstzweck von der Kirchenmusik gelöst. Bach hatte sie für seinen Freund Hermann Carl von Keyserlingk komponiert, bewußt in Hinblick auf dessen musikalischen Geschmack. Es läßt sich vermuten, daß diese musikalische Neigung, die der Mizlers entsprach, aus einer vergleichbaren Einstellung zu den geistigen Zeitströmungen begründet war. Sowohl Keyserlingk als auch Mizler hatte sich bei aller Fortschrittlichkeit des Denkens eine religiöse Einstellung bewahrt. Ebenso wie Bach von seinem orthodoxen Standpunkt aus zu den Vertretern jener religiösen Aufklärung noch einen menschlichen Zugang fand, so fanden diese ihrerseits einen Zugang zu seiner Kunst. Eben diese Kunst ging im Einfluß solcher Begegnungen in ein neues Entwicklungsstadium über, das in den Goldberg-Variationen erstmals konsequent zum Tragen kam.

Obschon Mizler 1743 und Keyserlingk 1746 Leipzig verließ, vertiefte sich Bach immer weiter in die Welt des Kontrapunktes. Er schuf das als zweiter Teil des „Wohltemperierten Klaviers“ bekannte Gegenstück zu dieser Arbeit, die schon zwei Jahrzehnte zurücklag, dessen Fugen den Kontrapunkt noch strenger und meisterhafter beinhalten, und trat – nach zehnjährigem Zögern – in die Sozietät Mizlers ein. Es scheint unzweifelhaft, daß sich Bachs künstlerisch-praktische und Mizlers mathematisch-theoretische Bestrebungen auf halben Wege begegneten.

---

<sup>206</sup> Ebd., S. 197.

<sup>207</sup> Ebd., S. 198.

<sup>208</sup> Ebd., S. 200.

Zwar ließe sich vermuten, daß Bach die Kunst des Kontrapunktes durch musikalische Tradition übernommen hätte, da in den folgenden Jahrhunderten von der Bach-Renaissance aus z.B. auch die kontrapunktische Kunst der alten Niederländer wiederentdeckt wurde und zudem die enge Verbindung von Musik und Mathematik bereits fast tausend Jahre zuvor im Quadrivium festgelegt war. Doch würde das nicht erklären, warum Bach mit der Kammer- und Kirchenmusik zunächst eine andere Entwicklung durchlief, um dann drei Jahrzehnte später unvermittelt wieder auf mittelalterlich-quadriviale Traditionen zurückzukommen. So liegt es nahe, daß es für diese letzte Entwicklung im kompositorischen Schaffen Bachs einen unmittelbaren Anstoß gegeben haben muß. Für diesen kommt praktisch nur sein Schüler Mizler in Frage. Damit sind Bachs Kompositionen nun nicht zu einem mathematischen Konstrukt erklärt, aber dem disponierenden Verstand wird gegenüber der freien Phantasie mehr Gewicht zugesprochen. Die Übersteigerung Mizlers, mit der er Leibniz' Anschauung von der Musik als unbewußter Rechenübung der Seele ins Bewußte zu übertragen suchte, wurde durch Bach quasi korrigiert, indem er die mathematische Kombinatorik wieder stillschweigend ins Unbewußte der schöpferischen Inspiration verwies.<sup>209</sup>

## 5.2 Übereinstimmungen und Differenzen

Die Vorstellung übergeordneter Regeln, die sich in Zahlen ausdrücken und in allen Bereichen des Lebens niederschlagen, war Johann Sebastian Bach und Iannis Xenakis gemein. Dabei war für Bach eine höhere Ordnung gottgegeben, die durch die Musik ausgedrückt werden sollte. Xenakis ging von dem Zusammenhang der Wissenschaften aus, beeinflusst durch altgriechische, pythagoräische Philosophie.<sup>210</sup> Diese Universalität erscheint bei ihm vordergründig als ein Hilfsmittel, um über Abstraktion Gesetze auch der Musik zunutze zu machen, die er für allgemeingültig hielt. Die gesetzliche Allmacht schrieb er dabei keinem Gott zu. Dennoch war Xenakis nicht völlig unreligiös. Nach einer Gotteserfahrung im Alter von dreizehn Jahren blieb er zunächst überzeugt von der Existenz Gottes. Später kam er durch die Lektüre von Büchern sowie andere Erfahrungen zu dem Schluß, daß es Gott nicht geben könne. Auch seine Beschäftigung mit der antiken Welt bestärkten ihn in dieser Annahme: warum sollte es neben den alten Göttern Griechenlands noch einen neuen geben? Heute bezeichnet Xenakis sich selber als Atheisten, der die Versklavung der Menschen durch die Religionen ablehnt.<sup>211</sup> Seine Ideale wurden zudem durch die Erfahrungen im Widerstand vernichtet. Aber dennoch wird Xenakis an etwas geglaubt haben: an die großen Zusammenhänge, die Universalität, an Naturgesetze.

Ebenso wie Xenakis dürfte Bach von der pythagoräischen Unität von Mathematik und Musik ausgegangen sein. Er arbeitete darüber hinaus mit Strukturen wie dem Zahlenalphabeth, die nicht mit den der Musik inhärenten Zahlenverhältnissen zusammenhängen. Damit hat auch Bach schon eine Komponente in die Komposition eingebracht, die ein gewisses Maß an Zufälligkeit des Klanges aufweist. Doch Bach bediente sich der Zahlen nicht, um ein bestimmtes Klangergebnis zu erhalten, wie Xenakis es bei der Synthese eines Geräusches aus stochastisch verteilten Tönen tat. Er verwendete sie auch nicht um ihrer selbst, sondern um ihrer Aussage, ihrer Symbolik willen.

Ein wesentlicher Unterschied ist das musikalische Ergebnis. Bach bewegte sich stets im Rah-

---

<sup>209</sup> Ebd., S. 206.

<sup>210</sup> Siehe S. 11ff.

<sup>211</sup> 6, S. 20.

men dessen, was in der Musikwelt seiner Zeit erlaubt und gerade noch akzeptiert war. Xenakis dagegen war motiviert, etwas völlig Neues in die Musik einzubringen. Die Reaktionen auf seine Musik belegen, daß es ihm gelang, sich deutlich von den Konventionen abzusetzen. Allerdings bringen derartige Stilbrüche oft Schwierigkeiten bei der Vermittlung und Perzeption mit sich.<sup>212</sup> Die Musik Johann Sebastian Bachs kommt dem Hörer in bezug auf die Wahrnehmbarkeit eingearbeiteter Strukturen mehr entgegen. Das zeigt sich am Beispiel der „dialektischen Spirale“, die in Zusammenhang mit Xenakis’ „Metastasis“ erwähnt wurde<sup>213</sup> und ebenfalls bei Bach zu finden ist. Im Kanon Nr. 6 aus dem „Musikalischen Opfer“ (BWV 1097) verschiebt sich das Thema durch die unauffällige Modulation nach jedem Durchgang um einen Ganzton nach oben. Dem Hörer wird nach einer Weile deutlich, daß – sozusagen vor seinen Ohren – etwas Eigenartiges vor sich geht, ohne daß er sofort nachvollziehen kann, wie es geschieht.<sup>214</sup> Dagegen bietet die meisten Stücke von Iannis Xenakis dem Hörer zu wenig thematische Anhaltspunkte, um derartige Veränderungen überhaupt registrieren zu können.

Nicht nur die Auswirkung auf die Musik, auch die Beweggründe sind bei beiden Komponisten sehr unterschiedlich. Hinter der Motivation Johann Sebastian Bachs, eine hinsichtlich der Struktur immer perfekteren Musik zu schaffen, läßt sich seine Religiosität vermuten. Er strebte die Vervollkommnung der Komposition zur höheren Ehre Gottes an. Iannis Xenakis versuchte mit seinem mathematischen Ansatz dagegen, Musikern solche Strukturhilfen wie die erweiterte Kombinatorik nahezulegen und umgekehrt, Naturwissenschaftler für die Musik zu interessieren.

Die sehr unterschiedlichen musikalischen Ergebnisse beider Komponisten eint, daß dem Hörer die kunstvoll eingeflochtenen Zahlen und Gesetze weitgehend verschlossen bleiben. Die religiöse Symbolik in der Musik von Bach erschließt sich beim Hören nur selten, die Zahlensymbolik tritt erst bei einer genaueren Analyse zu tage. Auch die mathematischen Anteile in Stücken von Xenakis hört man nicht heraus. So sind z.B. die mikrokompositorisch ausgefeilten Strukturen in Metastasis nicht als solche wahrnehmbar und zeigen erst in der Analyse Xenakis’ Versuch, durch die Verwendung mathematischer Ansätze eine Alternative zur seriellen Musik zu finden.

Eine weitere Untersuchung von Übereinstimmungen und Differenzen im Schaffen dieser sehr unterschiedlichen und doch philosophisch miteinander verwandten Komponisten ist hier nicht zu realisieren. Es ist jedoch ein interessanter Gedanke, dem stark religiös orientierten Genie des 18. Jahrhunderts den naturwissenschaftlich denkenden Urheber Neuer Musik gegenüberzustellen, um vielleicht im Vergleich zu weiteren Erkenntnissen über das Musikverständnis beider zu kommen.

---

<sup>212</sup> Siehe dazu auch Kap. 4.

<sup>213</sup> Siehe S. 18.

<sup>214</sup> Der Kanon Nr. 6 wurde von einem Bewunderer Bachs 1763 ausgeschrieben und mit der Bezeichnung „canon circularis per tonus“ versehen. Der Ausdruck „circularis“ führte später zu der Formulierung „canon infinitis“ (= „unendlicher Kanon“) und einer gewissen mystischen Verklärung des Stückes (10, S. 25).

## 6. Schlußbemerkung

Der Künstler Iannis Xenakis und seine Musik werden noch viele Wissenschaftler und Hörer beschäftigen. Seine Vorgehensweise und die von ihm eingeschlagene neue Musikrichtung bergen zahlreiche Ansatzpunkte für musiktheoretische und philosophische Diskurse.

Die in dieser Arbeit behandelten mathematischen Lösungsansätze, philosophischen Einflüsse und Beweggründe Iannis Xenakis' können nur einen Eindruck von einem großen Werk vermitteln, das in Fachkreisen unbestritten Anerkennung findet, der großen Masse jedoch verschlossen bleiben wird. Sollte Iannis Xenakis jedoch sein Ziel erreicht haben, Wissenschaftler verschiedener Disziplinen so zu inspirieren, daß ihre Forschungen sich positiv auf die menschliche Gesellschaft auswirken, dann freilich wird das für alle spürbar werden – man wird es jedoch kaum mit dem Komponisten in Zusammenhang bringen.

Wie umfangreich die Auseinandersetzung mit dem Künstler und seinem Werk werden kann, will man seiner Vielfältigkeit und den Grundlagen seiner Arbeit auch nur annäherungsweise versuchen gerecht zu werden, deuten die Exkurse in die Architektur und zur Frage nach der Musik im allgemeinen an.

Zuletzt sei mir eine persönliche Bemerkung erlaubt:

Die Beschäftigung mit der Musik Xenakis war eine Gratwanderung zwischen Faszination auf der einen und Unbehagen auf der anderen Seite. Einerseits kam der pythagoräische Ansatz meinen vagen Vorstellungen von übergeordneten Regeln entgegen, ebenso die Verbindung von Mathematik und Musik. Doch das Klangergebnis der Kompositionen von Iannis Xenakis vermochte mich nicht zu überzeugen.

Der Sinn der Musik liegt für mich im allgemeinen nicht darin, daß ich sie analysieren oder mich für etwas interessieren soll, was ich aus der Mathematik bereits kenne, und weitere wissenschaftliche Erkenntnisse vermitteln. Wort und Bild sicher besser als unangenehme Klangkonstruktionen. Für viele Menschen ist die Musik gerade ein Ausgleich für die analytisch-geistige Arbeit. Ihr Wert besteht darin, daß man sie gerne hört, *ohne* analysieren zu müssen.

Das Moment der Erkenntnis, zu der nach Kant auch die sinnliche Wahrnehmung beiträgt<sup>215</sup>, die Xenakis in der Musik wichtig war, habe ich als Hörer in seinen Kompositionen nicht gefunden. Mir ist sie in anderen Werken begegnet, die etwas gemeinsam hatten, was mir im Werk Xenakis' weitgehend fehlt: sie haben mich *begeistert*.

Da ist zum einen die nicht näher zu verbalisierende Gotteserfahrung in sakralen Werken oder solchen, die von ähnlich wichtigen Dingen für den Menschen sprechen und dies durch ihren Klang auch weiterzugeben vermögen.

Dann gibt es eine Art von Musik, die beim Rezeptor eine eigene Welt aufbaut. Sie scheint beim Hören subjektiv eine Klarheit und Atmosphäre mit sich zu bringen, in der weitere Erklärungen durch Worte nicht vonnöten sind. Viele solcher Stücke schuf z.B. der „Komponist der großen Bilder“, Vangelis, dessen Musik immer wieder Hunderttausende von Menschen anspricht.<sup>216</sup> Natürlich wird diese Musik kaum einen Forscher beflügeln, wie es Xenakis mit der seinen beabsichtigte. Doch (be-)wirkt Musik viel mehr, wenn sie *gehört wird*, und je mehr Menschen sie erreicht, desto besser. Das heißt nicht, daß es gleich ist, wie man sie hört. Doch zwischen besinnungslosem Konsumieren und dem analytischen Zuhören bei musikalischen Experimenten gibt es noch viele Stufen der Rezeption, die m.E. lebendiger sind und wirksa-

---

<sup>215</sup> Siehe S. 67.

<sup>216</sup> Vangelis, eigentlich Evangelos O. Papathanassiou (\*1943). Seine Musik kennen Fernseh-Zuschauer aus diversen Titelmelodien, aus der Werbung (was der Musik fast unwürdig ist), aus Shows und den Soundtracks international erfolgreicher Filme (z.B. „1492“ und „Chariots of Fire“).

mer. Musik, die nicht gehört wird, wirkt sich dagegen sicher nicht wesentlich aus.

Neulich stieß ich auf eine merkwürdige Koinzidenz. Ich glaube nicht erst seit der Beschäftigung mit Xenakis an übergeordnete Regeln. Ebenso wenig halte ich alles für Zufall, was nicht sofort rational begründet werden kann. Ich erfuhr im Zuge einer Recherche im Internet, daß eben jener „Komponist der großen Bilder“ ebenfalls Grieche ist, ebenso medien scheu wie Xenakis es war und zudem wie dieser auch noch um die Erinnerung an das antike Griechenland bemüht.<sup>217</sup>

Mit der Entdeckung dieser merkwürdigen Übereinstimmung zwischen dem Erfinder der stochastischen Musik und dem Komponisten aus dem Unterhaltungssektor, der mich nach dem Schock einiger Werke Xenakis' immer wieder mit der Musik versöhnt hat, konnte ich diese Arbeit beruhigt schließen.

---

<sup>217</sup> Vangelis setzt sich mit Benefiz-Konzerten für die Erhaltung der antiken Akropolis ein.

# **Anhang**

**I. Werkverzeichnis 1950 – 1994**

**II. Literatur**

**III. Abbildungsverzeichnis**

# I. Werkverzeichnis 1950 - 1994<sup>218</sup>

## Unveröffentlichte Frühwerke:

- 1950/51      Sechs Stücke für Klavier  
-              ΜΟΣΚΟΣ ΜΥΡΙΖΕΙ  
-              ΜΑ ΙΧΑ ΜΙΑΝ ΑΓΑΠΗ  
-              ΜΙΑ ΠΕΡΔΙΚΑ ΚΑΤΕΒΕΝΕ  
-              ΤΡΗΣ ΚΑΔΟΓΕΡΙ ΚΡΙΤΙΚΗ  
-              ΣΙΜΟΡΟ ΜΑΒΡΟΣ ΟΥΡΑΝΟΣ  
-              ΣΟΥΣΤΑ
- 1951            Drei Gedicht-Rezitationen für Sprecher und Klavier  
-              Αιές pitié de moy  
-              Ce soir, je donne mon concert d'adieu  
-              ΕΑΡΙΝΗ ΣΥΜΦΟΝΙΑ
- 1951            ΔΙΠΛΗ ΖΥΓΙΑ / DUO  
                 für Violine und Violoncello
- 1952            ΖΥΓΙΑ / ENSEMBLE  
                 für Mezzosopran, 6 Tenöre, Flöte, Klavier
- ΤΡΙΠΛΗ ΖΥΓΙΑ / TRIO  
                 Fassung für Flöte, Stimme (oder auch Klarinette oder Oboe), Klavier
- 1953            Η ΠΕΡΙΣΤΕΡΑ ΕΙΡΙΝΗ / LA COLOMBE DE LA PAIX  
                 Für Alt und vierstimmigen Chor
- ΚΑΘΙΣΤΟ. Ο ΣΤΑΜΑΤΙΣ ΚΑΤΟΤΑΚΗΣ  
                 für Solo-Stimme und Männerchor
- ΑΝΑΣΤΕΝΑΡΙΑ / ANASTENARIA:  
I.            ΠΟΜΠΗ ΣΤΑ ΚΑΘΑΡΑ ΝΕΡΑ / PROCESSION AUX EAUX  
                 CLAIRES  
                 für Chor, Männerchor und Orchester  
II.          Η ΘΥΣΙΑ / LE SACRIFICE  
                 für Orchester

---

<sup>218</sup> Vgl. 1, S. 649-656, sowie H. Lohner, „Chronologisches Werkverzeichnis 1952-1987“, in: 5, S. 161-168.

## Veröffentlichte Werke:

- 1953-54      METASTASEIS  
für Orchester, 61 Instrumente: 1 Pic, 1 Fl, 2 Ob, 1 Bkl, 3 Hrn, 2 Trp, 2 TP,  
Schlagz (Xyl, Triangel, Wbl, Tamb, kl u. gr Tr) u. Str (12.12.8.8.6)
- 1955-56      PITHOPRAKTA  
für Orchester, 50 Instrumente: 2 Pos, Schlagz (Xyl, Wbl) u. Str. (12.12.8.8.6)
- 1956-57      ACHORRIPSIS  
für Kammerorchester, Schlagzeug; 21 Instrumente: 1 Pic, 1 Ob, 1 Kl in *Es*,  
1 Bkl, 1 Fg, 1 Kfg, 2 Trp, 1 Pos, Schlagz (Xyl, Wbl, gr Tr) u. Str (3.0.0.3.3)
- 1957          DIAMORPHOSES  
Musique concrète für 4-Spur-Band
- 1958          CONCRET PH  
Musique concrète für 4-Spur-Band
- 1959          DUEL  
Spiel für zwei Orchester mit elektronischer Spielleitung; insgesamt 70 Instru-  
mente: 2 Pic, 2 Ob, 2 Kl in *B*, 2 Kl in *Es*, 2 Bkl, 2 Fg, 2 Kfg, 4 Trp, 2 Pos,  
Schlagz (2 kl Tr, 2 Tamb, 4 Bongos, 6 Congas) u. Str (12.12.0.8.4)
- SYRMOS  
für 18 Streicher (6.6.0.4.2) oder die doppelte Anzahl
- ANALOGIQUES A & B  
(A) für 9 Streicher (3.3.0.2.1) und  
(B) für 4-Spur-Band
- 1960          ORIENT-OCCIDENT  
Musique concrète für 4-Spur-Band
- VASARÉLY  
Elektroakustische Musik vom Tonband zum Film von P.Kassovitz und E.Szabo  
über die Exposition Vasarely der Galerie D.René  
(Xenakis betrachtet Komposition und Aufführungsmaterial als zurückgezogen;  
5, S. 162)
- 1960-61      HERMA  
für Klavier
- 1961          FORMES ROUGE („Pièce K“)  
Filmmusik zu einem Film von P.Kamler für 7 Instrumente, zurückgezogen
- 1956-62      ST/48-1,240162  
für Orchester, 48 Instrumente: 1 Pic, 1 Fl, 2 Ob, 1 Kl, 1 Bkl, 1 Fg, 1 Kfg,  
2 Hrn, 2 Trp, 2 Pos, Pk, Schlagz (4 Toms, 5 Tempelblöcke, Wbl, Tamb, Vibr,  
Marimba) u. Str (8.8.6.6.4)

ST/10-1,080262  
für 10 Instrumente: 1 Kl, 1 Bkl, 2 Hrn, 1 Harfe, 1 Schlagz (5 Tempelblöcke,  
4 Toms, 2 Congas, Wbl) und Streichquartett

ST/4-1,080262  
Streichquartettfassung von ST/10  
AMORSOMA-MORSIMA (ST/10-2,080262)  
für 10 Instrumente: 1 Fl, 1 Kl, 1 Bkl, 1 Hrn, 1 Trp, 1 Schlagz u. Streichquartett

MORSIMA-AMORSOMA (ST/4-1,030762)  
für Violine, Violoncello, Kontrabass und Klavier

ATRÉES (ST/10-3,060962 – HOMMAGE À BLAISE PASCAL))  
für 11 Instrumente<sup>219</sup>: 1 Fl, 1 Kl, 1 Bkl, 1 Hrn, 1 Trp in C, 1 Pos, 3 Schlagz  
(Maracas, Becken, Gong, 5 Tempelblöcke, 4 Toms, Vibr), 1 V u. 1 Vc

1962 STRATÉGIE  
Spiel für 2 Orchester mit elektronischer Spielleitung; jeweils 44 Instrumente:  
1 Pic, 1 Fl, 1 Ob, 1 Kl in *Es*, 1 Kl in *B*, 1 Bkl, 1 Fg, 1 Kfg, 2 Hrn, 2 Trp, 2 Pos,  
1 Ta, 2 Schlagz (Vibr, Marimba, Maracas, 1 Becken, 1 gr Tr, 4 Toms,  
2 Bongos, 2 Congas, 5 Tempelblöcke, 4 Wbl, 5 Glocken) u. Str. (8.8.4.4.3)

POLLA TA DHINA  
für Kinderchor (20 Stimmen) und Orchester, 57 Instrumente: 1 Pic, 1 Fl, 2 Ob,  
1 Kl, 1 Bkl, 1 Fg, 1 Kfg, 2 Hrn, 2 Trp, Schlagz (Vibr, 4 Toms, 5 Tempelblöcke,  
Maracas, Becken, Pk) u. Str (8.8.6.6.4); Text: Sophokles, Antigone

BOHOR  
Elektroakustische Musik für 8-Spur-Band

1963-64 EONTA  
Für Klavier und Blechbläser: 2 Trompeten, 3 Posaunen oder jeweils die dop-  
pelte Anzahl

1964 HIKETIDES  
Szenische Musik zu Aischylos' Tragödie „Die Schutzflehenden“  
für Frauenchor (50 Alt-Sängerinnen mit Perkussionsinstrumenten: Triangel,  
Maracas, Tamb. Glocken u. Zimbeln), 4 Blechbläser (2 Trp, 2 Pos) und  
12 Streicher (2.2.2.2.2); Konzertversion als Instrumentalsuite für 2 Trp, 2 Pos,  
u. Str (6.6.0.8.4 oder ein Vielfaches)

1964-65 AKRATA  
für 16 Blasinstrumente: 1 Pic, 1 Ob, 1 Kl in *Es*, 1 Bkl, 1 Kontrabaßkl in *B*,  
1 Fg, 2 Kfg, 2 Hrn, 3 Trp in *C*, 2 Pos u. 1 Ta

---

<sup>219</sup> Diese vom Benennungsprinzip abweichende Angabe fand sich bei H. Lohner, siehe ebd., S. 162; eine andere Aufstellung der Instrumentation war nicht zu finden.

- 1965 ORESTEĪA  
Szenische Musik zu Aischylos' Tragödie für gemischten Chor, Kinderchor und Kammerorchester: 1 Fl (auch Pic), 1 Ob, 1 Kl, 1 Bkl, 1 Kfg, 1 Hrn, 1 Trp, 1 Piccolotrumpet in *B*, 1 Pos, 1 Ta, Schlagz (Rassel, Sirene, Timbales, Peitsche, Gong, gr Tr, Wbl, Tam-Tam, Maracas, Bongo, Triangel, Tamb, Metallplatten) u. 1 Vc  
sowie Konzertsuite für Chor und Kammerorchester
- TERRETEKTORH  
für im Publikum verteiltes Orchester, 88 Instrumente: 1 Pic, 2 Fl, 3 Ob, 1 Kl in *Es*, 1 Kl in *B*, 1 Bkl, 2 Fg, 3 Kfg, 4 Hrn, 4 Trp, 4 Pos, 1 Ta, Schlagz u. Str (16.14.12.10.8), dazu 1 Wbl, Maracas, 1 Sirene u. 1 Klapper
- 1966 NOMOS ALPHA  
für Violoncello
- 1967 POLYTOPE DE MONTRÉAL  
Licht- und Klangkomposition mit Musik für 4 gleiche Orchester [1Pic, 1Kl, 1 Kontrabaßkl, 1 Kfg, 1Trp, 1Pos, 1 Schlagz (gr Gong, japanische Wbl, 4 Toms) und Str (4.0.0.4.0 oder ein Vielfaches)]
- NUITS  
für 12 Solosänger; Text: Phoneme
- MEDEA SENECA  
Szenische Musik für Männerchor mit Perkussionsinstrumenten und 4 Instrumente mit Schlagzeug
- 1967-68 NOMOS GAMMA  
Für im Publikum verteiltes Orchester, 98 Instrumente: 1 Pic, 2 Fl, 3 Ob, 1 Kl in *Es*, 1 Kl in *B*, 1 Kontrabaßkl, 2 Fg, 3 Kfg, 6 Hrn, 5 Trp in *C*, 4 Pos, 1 Ta, 8 Schlagz (7 Spieler an 4 gestimmten Toms, 1 Pauker) u. Str (16.14.12.10.8)
- 1968-69 KRAANERG  
Ballettmusik für 4-Spur-Band und Orchester: 1 Pic, 1 Ob, 1 Kl in *Es*, 1 Bkl, Kfg, 2 Hrn, 2 Trp, 2 Pos u. Str (3.3.2.2.2 oder ein Vielfaches)
- 1969 ANAKTORIA  
für Oktett (KI, Fag, Hr, VI, VII, A, Vc, CB)
- SYNAPHAĪ  
für Klavier und Orchester: 3 Fl, 3 Ob, 3 Kl, 3 Fg, 4 Trp, 4 Hrn, 4 Pos, 1 Ta, 3 Schlagz (3 ungestimmte Tamb) u. Str (16.14.10.10.8)
- PERSEPHASSA  
für 6 das Publikum umfassende Perkussionisten
- 1969-70 HIBIKI-HANA-MA  
Elektroakustische Musik auf 12 Magnetspuren (oder als Version auf 4 Spuren), komponiert zu den audio-visuellen Veranstaltungen im Pavillon des japanischen Stahlverbandes auf der Weltausstellung in Osaka

- 1971 CHARISMA  
für Klarinette und Violoncello
- AROURA  
für 12 Streicher (4.3.2.2.1)
- PERSÉPOLIS  
Licht- und Klangkomposition mit Musik für 12 oder 4 Magnetspuren
- ANTI-KHTHON  
Ballettmusik für Orchester: 3 Fl (auch Pic), 3 Ob, 3 Kl, 3 Fg (auch Kfg), 3 Trp, 4 Hrn, 3 Pos, 1 Ta, Schlagz u. Str (20.16.12.12.8, ursprünglich 10.8.6.6.4)
- MIKKA  
für Violine
- 1972 LINAIA-AGON  
Spiel für Horn, Posaune und Tuba
- POLYTOPE DE CLUNY (ST/CosGauss)  
Licht- und Klangkomposition für 600 elektronische Blitze, 3 Laser, feste und bewegliche Spiegel, diverse optische Geräte und Musik auf 7-Spur-Magnetband; neue, nachgearbeitete Version als POLYTOPE II DE CLUNY
- ERIDANOS  
für Klavier und Orchester, 66 Instrumente: 2 Hrn, 2 Trp, 2 Ta u. Str (16.14.12.10.8)
- EVRYALI  
für Klavier
- CENDRÉES  
für gemischten Chor (4x18 Stimmen oder min. 36 Stimmen, davon 4 Solistenstimmen plus 1 hoher Tenor) und Orchester: 1 Pic, 1 Fl, 2 Ob, 1 Kl, 1 Bkl, 2 Fg, 2 Hrn, 2 Trp, 2 Pos, 1 Ta u. Str (2 x 8.7.5.5.4 = 16.14.10.10.8); Text: Phoneme
- ERIKHTHON  
für Klavier und Orchester: 3 Fl (1 auch Pic), 3 Ob, 3 Kl (1 auch Bkl), 3 Fg (1 auch Kfg), 4 Trp, 4 Hrn, 4 Pos, 1 Ta u. Str (16.14.12.10.8)
- GMEEORH  
für Orgel
- NOOMENA  
für großes Orchester, 98 Instrumente: 3 Fl (1 auch Pic), 3 Ob (1 auch Engl-Hrn), 3 Kl in *B* (1 auch in *Es* u. 1 auch Bkl), 3 Fg (1 auch Kfg), 6 Trp, 5 Hrn, 4 Pos, 1 Ta u. Str (18.16.14.12.10)

EMPREINTES

für Orchester, 87 Instrumente: 1 Pic, 2 Fl, 3 Ob, 1 Engl-Hrn, 1 Kl in *Es*, 2 Kl, 1 Bkl, 2 Fg, 1 Kfg, 4 Hrn, 4 Trp, 4 Pos, 1 Ta u. Str (16.14.12.10.8)

PHLEGRA

für 11 Instrumentisten mit: 1 Fl (auch Pic), 1 Ob, 1 Kl in *B* (auch Bkl), 1 Fg, 1 Hrn, 1 Trp, 1 Pos, 1 V, 1 Va, 1 Vc, 1 Kb

PSAPPHA

für Schlagzeug

N'SHIMA

für 2 Mezzosopranen, 4 Blechbläser (2 Hrn, 2 Pos) und Violoncello (bis auch die Pos alle elektrisch verstärkt); Text: Phoneme und hebräische Worte – im Auftrag des Testimonium Festival von Jerusalem

1975-76

THERAPS

für Kontrabass

1976

KHOAÏ

für Cembalo

RETOURS – WINDUNGEN

für 12 Violoncelli

EPÉÏ

für Kammerensemble: 1 Engl-Hrn, 1 Kl in *B*, 1 Trp in *C*, 2 Pos u. 1 Kb

MIKKA S

für Violine

DMAATHEN

für Oboe und Schlagzeug

1977

KOTTOS

für Violoncello

AKANTHOS

für Sopran und Kammerensemble: 1 Fl, 1 Kl, 2 V, 1 Va, 1 Vc, 1 Kb u. 1 Klav

À HELENE

Szenemusik für Frauen- oder Männerchor;<sup>220</sup> Text: Euripides

LE DIATOPE

Lichtkomposition mit 1600 eingeschalteten Glühbirnen, 4 Lasern, 400 Spiegeln und diversen optischen Geräten zu

LA LÉGENDE D'ÉER

Elektroakustische Musik auf 7 Magnetspuren

anlässlich der Einweihung des Centre G.Pompidou in Paris

---

<sup>220</sup> Baltensperger gibt zusätzlich 2 Klarinetten an, siehe 1, S.653.

### À COLONE

für zweistimmigen Männer- oder Frauenchor (mindestens 20 Stimmen), dazu: 5 Hrn, 3 Pos, 6 Vc und 4 Kb; Text: Sophokles, *Oedipus auf Kolonos*, sowie Phoneme

### JONCHAIES

für großes Orchester: 2 Pic, 2 Fl, 2 Ob, 2 Engl-Hrn, 1 Kl in *Es*, 2 Kl in *B*, 2 Bkl in *B*, 1 Kontrabaßkl in *B*, 2 Fg, 2 Kfg, 6 Hrn, 4 Trp in *C*, 2 Pos, 2 Baßposaunen, 2 Kontrabaßposaunen, 1 Kontrabaßtuba, 1 Pk, 5 Schlagz (4x4 Toms, 10 Tempelblöcke, 3 Becken, 1 Gong oder Tam- Tam, 2 gr Tr, Vibr, Xylomarrimba) u. Str (18.16.14.12.10)

1978

### IKHOOR

für Streichtrio

### MYCENAE ALPHA

Elektroakustische Musik, komponiert auf dem UPIC, für den Mycenae Polytope, ein Licht- und Musikereignis auf der antiken Akropolis in Mykene

### PLÉÏADES

für 6 Schlagzeuger

1979

### PALIMPSEST

für Oboe, Klarinette, Fagott, Horn, Klavier, Schlagzeug und Streichquintett

### ANÉMOESSA

für Chor (80 Stimmen oder mindestens 56) und Orchester: 4 Fl (1 auch Pic), 4 Ob, 4 Kl in *B*, 3 Fg, 1 Kfg, 4 Hrn, 4 Trp, 4 Pos, 1 Ta, Schlagz (2 Pk, 1 gr Tr) u. Str (16.14.12.10.8)

### DIKTHAS

für Violine und Klavier

1980

### AÏS

Für Bariton, Schlagzeug solo und Orchester: 1 Pic, 4 Fl, 4 Ob, 1 Engl-Hrn, 4 Kl, 1 Bkl, 4 Fg, 1 Kfg, 4 Trp, 4 Hrn, 4 Pos, 4 Ta, Schlagz, 1 Klav u. Str (16.14.12.10.8)

### MISTS

für Klavier

1981

### EMBELLIE

für Viola

### NEKUÏA

für Chor und Orchester: 4 Fl (1 auch Pic), 4 Ob, 4 Kl, 4 Fg, 6 Trp, 4 Hrn, 4 Pos, 1 Ta, 4 Schlagz, 2 Harfen, 1 Klav u. Str (14.12.10.8.8)

### KOMBOÏ

für elektronisch verstärktes Cembalo und Schlagzeug

- SERMENT – ORKOS  
für gemischten Chor; Text: Hippokrates, sowie Phoneme
- 1982 POUR MAURICE  
für Bariton und Klavier
- POUR LA PAIX  
1.Version für gemischten Chor, Sprecher und Tonband (UPIC); 2.Version für gemischten Chor (4x2 Stimmen); Text: Francoise Xenakis, sowie Phoneme; 3.Version (1987) Tonband (UPIC)
- POUR LES BALEINES  
für Streichorchester
- 1983 TETRAS  
für Streichquartett
- KHAL PERR  
für 2 Trompeten, Horn, Posaune, Tuba und Schlagzeug
- CHANT DES SOLEILS  
für gemischten Chor, Kinderchor, Hörner, Trompeten, Posaunen und Schlagzeug; Text: Iannis Xenakis, inspiriert von Peletier du Mans (XVI.Jhdt.)
- SHAAR  
für großes Streichorchester
- LICHENS I  
für großes Orchester: 4 Fl (1 auch Pic), 4 Ob (1 auch Engl-Hrn), 4 Kl in *B*, 3 Fg, 1 Kfg, 4 Hrn, 4 Trp in *C*, 4 Pos, 2 Kontrabaßpos, 1 Kontrabaßtuba, 4 Pk mit Pedal, 2 Schlagz (zu je 1 Paar Bongos, 3 Tom-Toms u., 1 gr Tr, dazu 1 Becken, 1 gr chinesischer Gong, 1 Xyl, 1 Rute, 1 Wbl), 1 Klav u. Str (16.14.12.10.8)
- 1984 NAAMA  
für elektronisch verstärktes Cembalo
- THALLEÏN  
für Kammerorchester: 1 Fl (auch Pic), 1 Ob, 1 Kl in *B*, 1 Fg, 1 Hrn, 1 Trp in *C* (auch in *B*), 1 Pos, Schlagz (5 gestimmte Wbl, 5 gestimmte Bongos, 3 gestimmte Toms, 1 gr Tr, 1 gr Gong, 4 Maracas, 1 Vibr), 1 Klav u. Str (2.1.1.1.1)
- 1985 NYÛYÔ (SOLEIL COUCHANT)  
für Shakuhachi, Sagen und 2 Koto

### IDMEN A & B

für gemischten Chor (8x4 Stimmen) und 2 Klaviaturen (1 mittlere und 1 tiefe Marimba)

für gemischten Chor und 6 Schlagzeuger (verteilt u.a. auf bongos, gestimmte Wbl, unterschiedlich gr Tr, teilweise unterschiedliche Toms, Tumbas, Pk, Spezialplatten oder -stäbe, Sixxen, Xyl);

Text: Phoneme, der Theogonie von Hesiod entnommen, dazu das Wort „Idmen“

### ALAX

Für 3 Ensembles gleicher Besetzung, jeweils: 1 Fl in C, 1 Kl in B, 2 Hrn, 1 Pos, 1 Harfe, 1 V, 2 Vc, 1 Schlagz (Ens.I: 2 Bongos, 2 Tumbas, 2 Toms; Ens.II: 2 Bongos, 3 Toms, 2 gestimmte Pk; Ens.III: 2 Bongos, 3 Toms, 2 gr Tr)

### KEQROPS

für Klavier und Orchester: 4 Fl, 4 Ob, 3 Kl, 1 Bkl, 3 Fg, 1 Kfg, 4 Hrn, 4 Trp, 4 Pos, 1 Ta, Harfe, 1xPk, Schlagz (gr Tr, 3 Toms, 2 Bongos)  
u. Str (16.14.12.10.8)

1986

### A L'ÎLE DE GORÉE

für elektronisch verstärktes Cembalo und Instrumentalensemble: Fl, Ob, Kl, Fg, Hrn, Trp, Pos, Streichquintett

### AKEA

für Klavier und Streichquartett

### KEREN

für Posaune

### HOROS

für Orchester: 4 Fl, 4 Ob, 4 Kl, 4 Fg, 4 Hrn, 4 Trp, 4 Pos, Schlagz u. Str (16.14.12.10.8)

1986-87

### JALONS

für 15 Instrumente: 1 Fl (auch Pic), 1 Ob, 1 Kl, 1 Bkl (auch Kontrabaßkl), 1 Fg (auch Kfg), 1 Hrn, 1 Trp in C, 1 Pos, 1 Ta, 1 Harfe u. Str (1.1.1.1.1)

1987

### XAS

für Saxophon-Quartett

### KASSANDRA (ORESTEIA II)

für Bariton und Schlagzeug

### TRACÉES

für großes Orchester

### A.R. (Hommage à Ravel)

für Klavier

### ATA

für großes Orchester

- TAURIPHANIE  
für Tonband und Camargue-Stiere
- 1988 WAARG  
für 13 Instrumente
- 1989 OOPHAA  
für elektronisch verstärktes Cembalo und Schlagzeug
- OKHO  
für 3 Dembas und große afrikanische Trommel
- REBONDS A & B  
für Schlagzeug
- ECHANGE  
für Baßklarinetten und Instrumentalensemble
- VOYAGE ABSOLU DES UNARI VERS ANDROMÈDE  
für Tonband
- EPICYCLES  
für Violoncello und Instrumentalensemble
- 1990 KNEPHAS  
für Chor
- TUORAKEMSU  
für Orchester
- KYANIA  
für Orchester
- TETORA  
für Streichorchester
- 1991 KRINOIDI  
für Orchester
- GENDY3  
für Tonband (CEMAMu)
- ROÁĬ  
für Orchester
- TROORKH  
für Trombone und Orchester
- DOX-ORKH  
für Violine und Orchester

- 1992      PU WIJNUEJ WE FYP  
            für Kinderchor
- ORESTEÏA: LA DÉESSE ATHÉNA  
            für Bariton und 11 Instrumente
- PAILLE IN THE WIND  
            für Violoncello und Klavier
- 1993      LES BACCHANTES D'EURIPIDE  
            für Bariton, Frauenchor (16 Stimmen) und Instrumentalensemble
- MOSAÏQUES  
            für Orchester
- PLEKTO (FLECHTE)  
            für Klavier, Schlagzeug und Instrumentalensemble
- 1994      DÄMMERSCHEIN  
            für Orchester
- SEA NYMPHS  
            für Chor
- MNAMAS XAPIN WITOLDOWI LUTOSLASKIEMU  
            für 2 Hörner und 2 Trompeten
- ERGMA  
            für Streichquartett
- S.709  
            für Tonband (CEMAMu)
- KOÏRANOÏ  
            für Orchester

## II. Literaturverzeichnis

Das Verzeichnis wurde unter inhaltlich gewichtenden Gesichtspunkten erstellt. Die Titel 1 – 9 beziehen sich direkt auf den Komponisten Xenakis, die weitere Literatur sowie besondere Nachschlagewerke sind danach aufgelistet.

Daran anschließend folgt die Angabe der Quellen, die aus dem Internet bezogen wurden, ebenfalls beginnend mit dem direkten Bezug auf Xenakis.

### Primär- und Sekundärliteratur zu Xenakis:

- 1) Baltensperger, André. „Iannis Xenakis und die stochastische Musik“, Haupt, Bern, Stuttgart, Wien 1996
- 2) Bois, Mario. „*Iannis Xenakis - Der Mensch und sein Werk*“; Boosey & Hawkes GmbH Bonn, 1968
- 3) Eichert, Randolph. „*Iannis Xenakis und die mathematische Grundlagenforschung*“, aus der Reihe „*fragmen - Beiträge, Meinungen und Analysen zur neuen Musik*“, Hrsg. S. Fricke und A. Fuhrmann, Heft 5; Pfau-Verlag Saarbrücken, 1994
- 4) Matossian, Nouritza. „*Xenakis*“, Kahn & Averill, London 1990
- 5) Metzger, H.-K., und R. Riehn (Hrsg.). Musik-Konzepte 54/55, „*Iannis Xenakis*“, edition text + kritik, München 1987
- 6) Varga, B. A. „*Gespräche mit Iannis Xenakis*“, Atlantis Musikbuch-Verlag, Mainz 1995
- 7) Xenakis, Iannis. „*Formalized Music*“, 2. Aufl., Pendragon Press, Stuyvesant NY 1992
- 8) Xenakis, Iannis. „La crise de la musique sérielle“, in: Gravesaner Blätter 1, Juli 1955, S. 2-4
- 9) Xenakis, Iannis. „Προβλήματα Ελληνικής Μουσικής Συνθεσης“ („Probleme griechischer Musikkomposition“), in: Επιθεώρηση Τεχνης (Revue der Kunst, Athen) Nr. 9, 1955, S. 185-189

### Weitere Quellen, Nachschlagewerke

- 10) David, H. T. „*J.S.Bach's musical offering - History, interpretation and analysis*“; Dover Publications, New York 1945
- 11) Dehnert, M. „*Das Weltbild Johann Sebastian Bachs*“, S. Hirzel Verlag Stuttgart 1948
- 12) Hamel, F. „*JOHANN SEBASTIAN BACH - Geistige Welt*“, Deuerlichsche Verlagsbuchhandlung, Göttingen 1951
- 13) Hirsch, „*Die Zahl im Kantatenwerk Johann Sebastian Bachs*“; Hänssler-Verlag, Neuhausen-Stuttgart 1986

- 14) Huber, A. G. „*Ethos und Mythos der Rhythmen*“, P. H. Heitz, Strasbourg - Zurich, 1947
- 15) Hutmacher, Hans A. „*Symbolik der biblischen Zahlen und Zeiten*“; Ferdinand Schöningh, Paderborn 1993
- 16) Peitgen, Jürgens, Saupe, „*Bausteine des Chaos – Fraktale*“, Klett-Cotta/Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Stuttgart 1992
- 17) Peitgen, Jürgens, Saupe, „*Chaos – Bausteine der Ordnung*“, Klett-Cotta, Stuttgart und Springer-Verlag, Heidelberg, 1993.
- 18) Petzoldt, M. (Hrsg.). „*Bach als Ausleger der Bibel*“, Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen 1985
- 19) Prautzsch, L. „*Vor Deinen Thron tret ich hiermit*“; Hänssler-Verlag, Neuhausen-Stuttgart 1980
- 20) Raupach, H. „*Johann Sebastian Bach und die Gesellschaft seiner Zeit*“, Reihe der Bayerischen Akademie der Schönen Künste 9, Verlag Georg D. W. Callwey, München 1973
- 21) Reich, W. (Hrsg.). „*Johann Sebastian Bach*“, Manesse-Verlag, Zürich 1947
- 22) Siegmund-Schultze, W. „*Johann Sebastian Bach - Genie über den Zeiten*“; Verlag Phillip Reclam jun., Leipzig 1976; Heyne Biographien, Wilhelm Heyne Verlag, München 1978
- 23) Tiessen, Heinz. „*Musik der Natur – Über den Gesang der Vögel, insbesondere über Tonsprache und Form des Amselgesangs*“, Agora-Verlag, Berlin 1978
- 24) Wille, Rudolph, und H. Götze (Hrsg.), „*Musik und Mathematik*“, Springer-Verlag, Heidelberg 1985
- 25) GEO Wissen - *Chaos und Kreativität*, Gruner + Jahr, Hamburg 1990
- 26) I.N.Bronstein, K.A.Semendjajew, „*Taschenbuch der Mathematik*“, 6. Auflage, Staatlicher Verlag für Technisch-Theoretische Literatur, Moskau 1956; 4.Auflage, Verlag Harri Deutsch, Frankfurt/M. und Zürich 1964
- 27) „*dtv-Atlas zur Musik*“, Deutscher Taschenbuchverlag GmbH & Co. KG, München 1977
- 28) „*Handbuch der Mathematik*“, VEB Bibliographisches Institut Leipzig, 1986, Lizenzausgabe für die Buch und Zeit Verlagsgesellschaft mbH, Köln

Quellen aus dem Internet unter Angabe des Datums, an dem sie abgerufen wurden

- I) Xenakis, „*MUSIC COMPOSITION TREKS*“  
(<http://www.aec.at/fest/fest90e/xena.html>) (26.03.2001)
- II) Ohne Titel (<http://www.kryptonale.de/tetras.htm>) (01.04.2001)
- III) Ohne Titel (<http://kultur.aec.at/festival/1990/xena.html>) (29.03.2001)

- IV) *“Iannis Xenakis“* (<http://www.u.arizona.edu/~jkandell/music/xenakis.htm>) (06.03.2000)
- V) *“Iannis Xenakis“* (<http://nicemusic4.music.niu.edu/Xenakis.html>) (28.03.2001)
- VI) *„Iannis Xenakis / Die Wahrheit hinter der Wahrnehmung / Le Corbusiers Enkel: zum Tod des Komponisten“* (<http://195.170.124.156/archiv/2001/02/05/ak-ku-15046.html>) (29.03.2001)
- VII) R. Reynolds, *“Xenakis interview“*, Some of the above, Encyclopaedia Britannica, 1995 (<http://rogerreynolds.com/xenakis1.html>) (28.03.2001)
- VIII) *„Der Goldene Schnitt“* (<http://www.igp.uni-stuttgart.de/mhd/html/goldschn.html>) (22.05.2000)
- IX) *„Warum sind die Naturgesetze mathematisch? Wahrscheinlichkeitstheorie als Verbindung von Ordnung und Chaos“*; Texte zur Mathematik; Handelsakademie Freistadt ([http://www.freinet.at/schulen/hak-has/arge\\_mam/texte/texte.htm](http://www.freinet.at/schulen/hak-has/arge_mam/texte/texte.htm)) (28.03.2001)
- X) Ohne Titel (<http://music.dartmouth.edu/~wowem/hardware/algorithmdefinition.html>) (21.03.2001)
- XI) P. Kleindienst, *„Ich warne vor dem Metronom, denn es weiß nichts vom Hunger des Löwen“*, im „Forum Zeitenwende“, Badische Zeitung 11.03.1999 (<http://www.badische-zeitung.de/web-forum/zeitenwende/index.html>) (25.03.2001)
- XII) *„Die Pythagoräer“* (<http://www.mathe.tu-freiberg.de/~hebisch/cafe/pythagoraeer.html>) (24.02.2001)
- XIII) *„Pythagoras (ca 580 bis 500 vor Christus)“* (<http://www.toppoint.de/~cethegus/personen/p/pythagoras.html>) (24.02.2001)
- XIV) *„Tetraktys“* (<http://www.geocities.com/Athens/Troy/3164/Tetraktys.htm>) (24.02.2001)
- XV) *“Tetraktys“* (<http://www.telp.com/excursions/tarot/tetraktys.htm>) (24.02.2001)
- XVI) *“Pythagorean Scale Derivation“* (<http://members.aol.com/bpsite/pythagorean.html>) (24.02.2001)
- XVII) *„Johannes Kepler – sein Leben“* (<http://www.mannheim.de/jkh/kepler.html>) (28.03.2001)
- XVIII) *„Aurelius Augustinus (354 – 430)“* (<http://www.Philosophenlexikon.de/augustin.htm>) (29.03.2001)

### III. Abbildungsverzeichnis

**Abb. Nr.**

- 1:** 4, S. 168
- 2:** 1, S. 334 (bearb.)
- 3:** Ebd., S. 54
- 4:** 23, S. 174
- 5:** 1, S. 302
- 6:** 4, S. 67
- 7:** 1, S. 301
- 8:** Ebd., S. 305
- 9:** Ebd., S. 333
- 10:** Ebd., S. 334
- 11:** Peitgen, Jürgens, Saupe, *CHAOS – Iteration – Sensitivität – Mandelbrotmenge / Ein Arbeitsbuch*, Klett Schulbuchverlag, Stuttgart 1992, S. 101
- 12:** 1, S. 162
- 13:** Ebd., S. 108
- 14:** Ebd., S. 55 (bearb.)
- 15:** 4, S. 116
- 16:** 1, S. 552 (bearb.)
- 17:** Ebd.
- 18:** Ebd., S. 551
- 19:** 1. S. 447
- 20:** Ebd.
- 21:** Ebd., S. 451
- 22:** Ebd., S. 453
- 23:** Ebd., S. 460
- 24:** 5, S. 72
- 25:** 14, S. 112 (bearb.)

**Titelblatt:** CD-Cover; Iannis Xenakis, „Palimpsest / Epei / Dikhthas / Akant“, Wergo, (SMD Schott).