



Klangwolken

I.

In einer Musik, die ihren Rückhalt nicht mehr in überlieferten Formen sucht, verstehen sich Anfänge nicht von selbst. Richard Wagner hat sich dieser Schwierigkeit ästhetischer Formsetzung auf eine ebenso einfache wie elegante Weise entledigt. Das Vorspiel seiner Oper *Das Rheingold* (1854) hört über 136 Takte hinweg nicht auf anzufangen. Anstatt eines Tons, der von vornherein einer Tonalität zugehörte, ist ein Klang zu hören, aus dem heraus sich die Tonalität allererst entwickelt: »In an ideal performance, the audience is unable to discern when the initial contrabass tone begins; the listener only gradually becomes aware of a sound that, in effect, has always been there.«¹ Vier Kontrabässe sowie die Orgel spielen unablässig ein tiefes Es, und nach und nach kommen weitere, in immer höheren Registern gelegene, immer schneller bewegte Stimmen anderer Instrumente hinzu, bis schließlich das Orchester, wenn sich der Vorhang hebt, »volles Wogen« hören lässt. In den Wellen des Flusses, die »wie ein Naturphänomen«² klingen sollen, schwimmt eine der Rheintöchter und singt: »Weia!«

Der Anfang des *Rheingoldes* ist scheinbar den Gesetzen der Natur abgelauscht. Im Vorspiel soll hörbar werden, was im musikalischen Ton selbst ununterscheidbar bleibt, aber dessen Ordnung überhaupt begründet. Jeder Ton enthält nicht nur die eine Grundfrequenz, die seine Höhe anzeigt, sondern zusätzliche Obertöne, die aber nicht als eigenständige Töne gehört werden. Die Obertöne stehen zur Frequenz des Grundtons nicht in beliebigem Verhältnis, sondern sind ganzzahlige Vielfache dieser Frequenz. Bereits im 18. Jahrhundert versuchte die Musiktheorie aus dem Verhältnis von Grundton und Obertönen die Logik des Tonsystems zu begründen. Dabei setzte sich die Auffassung durch, dass die Musik auf einem Naturgesetz aufruht. Weil Musik sich aus Dreiklängen zusammensetzt und in den Dreiklängen das Verhältnis dreier Obertöne eines einzigen Grundtons wiederzuerkennen ist, wurde die Harmonik aus den Gesetzen der Physik hergeleitet. Mit anderen Worten: Das abendländische Tonsystem war die Explikation immer gültiger Naturgesetze, und die Regeln dieses Tonsystems waren nicht nach und nach erfunden, sondern gefunden worden. Diese Auffassung konnte sich dann auf das von Jean Baptiste Fourier Anfang des 19. Jahrhunderts vorgestellte mathematische Verfahren der Zerlegung von komplexen periodischen Schwingungen in Summen aus einfachen Sinusschwingungen stützen und ein Modell der Drei-

(1) Warren Darcy, *Wagner's Das Rheingold*, Oxford 1993 [= *Studies in Musical Genesis and Structure*], S. 78.

(2) Richard Wagner, *Sämtliche Werke. Bd. 10, I: Der Ring des Nibelungen. Ein Bühnenfestspiel für drei Tage und einen Vorabend. Vorabend: Das Rheingold. Erste und zweite Szene (WWV 86A)*, hg. von Egon Voss, Mainz 1988, S. 8.

klangsharmonik auf mathematischer und physikalischer Grundlage errichten.³ Wenn in jedem Ton ein Grundton und eine Reihe von Obertönen einander überlagern, dann lässt sich das *Rheingold*-Vorspiel als Verzeitlichung dieses Schichtenmodells begreifen: In ihm ist auseinander gelegt und in zeitlicher Sukzession zu Gehör gebracht, was bereits gleichzeitig im ersten Ton der Kontrabässe erklingen ist.⁴ Wagners Anfang lässt den Klang in eine symbolische Ordnung, eine Physik der Schallwellen in das Tonsystem übergehen und reicht so der Musik ihre Naturalisierung nach.

Claude Debussy komponiert zwischen 1893 und 1899 mit *Nuages*, *Fêtes* und *Sirènes* eine Folge von drei *Nocturnes*, in denen die Geschichtlichkeit musikalischer Formen und die Vergänglichkeit von Klängen hörbar werden. An die Stelle einer Formsetzung tritt, wie im Titel des ersten Nachtstücks angekündigt, eine Formwerdung: *Nuages* springt zunächst mitten in die Musikgeschichte hinein. Klarinetten und Fagotte spielen eine Folge von Zweiklängen, die Modest Mussorgskis Liedzyklus *Ohne Sonne* (1874) entstammen.⁵ Die Zweiklänge lassen, wie auch bei Mussorgski, keine vollständige Harmonik erkennen, und weil sie zu Beginn des Stücks gespielt werden, wenn die virtuellen Beziehungen des Tonsystems noch nicht aktualisiert worden sind, treten sie aus den Dreiklangsbeziehungen der Harmonik heraus: Sie scheinen frei von einem tonalen Zusammenhang zu schweben. Dadurch aber ist ihre spezifische Materialität herausgestellt, die als Klangfarbe der Instrumente hörbar ist. In diese Materialität ist wiederum eine Geschichtlichkeit eingeschlossen: Der Klangfarbe der Holzbläser ist nämlich historisch eine Semantik zugewachsen, die nicht zuletzt aus ihrem Gebrauch für Freiluftaufführungen, etwa den Sere-naden und Harmoniemusiken des 18. Jahrhunderts, hervorgegangen ist. Holzbläser sind mit ihrem tragfähigen, lauten Klang für eine Musik im Freien besonders geeignet. Das hat ihrem Klang eine entsprechende Semantik verliehen, und Anfang des 19. Jahrhunderts wird im Konzertsaal der Klang des lauten Holzes, des *hautbois*, für eine Musik im Freien genommen. »Verfügt nicht die Oboe«, heißt es bei Honoré de Balzac, »über die Macht, in allen Geistern ländliche Bilder zu erwecken, so wie fast alle Holzblasinstrumente?«⁶ Vor allem das der Oboe verwandte Englisch-Horn vermag, wie Hector Berlioz in seiner Abhandlung über die Orchestrierung am Beispiel des dritten Satzes, *Scène aux champs*, seiner *Symphonie fantastique* (1830) ausführt, die Fiktion einer spezifischen Räumlichkeit zu erzeugen: Sein verwischter Klang wirke, als ob das Instrument in einer gewissen Entfernung gespielt werde.⁷ Debussy

(3) Solche aus der Obertonreihe hergeleiteten Dreiklangsharmoniken reichen von Jean-Philippe Rameau, *Traité de l'harmonie reduite à ses principes naturels*, Paris 1722, über Hermann von Helmholtz, *Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik*, 6. Auflage, Braunschweig 1913, bis zu Arnold Schönberg, *Harmonielehre*, Wien 1911. Zur Fourier-Analyse vgl. auch Bernhard Siegert, *Passage des Digitalen. Zeichenpraktiken der neuzeitlichen Wissenschaften 1500–1900*, Berlin 2003, S. 240–252.

(4) Vgl. Friedrich Kittler, »Signal-Rausch-Abstand«, in: Hans Ulrich Gumbrecht, K. Ludwig Pfeiffer (Hg.), *Materialität der Kommunikation*, Frankfurt/M. 1988, S. 342–359. Friedrich Kittler, *Grammophon, Film, Typewriter*, Berlin 1986, S. 41.

(5) Vgl. Edward Lockspeiser, »Mussorgsky and Debussy«, in: *The Musical Quarterly* 23:4 (1937), S. 421–427, hier S. 425.

(6) Honoré de Balzac, »Massimilla Doni« [1839], in: ders.: *La Comédie humaine. X: Études philosophiques*, hg. von Pierre-Georges Castex [u. a.], Paris 1992 [= *Bibliothèque de la Pleiade*; 42], S. 543–619, hier S. 608: »Le hautbois n'a-t-il pas sur tous les esprits le pouvoir d'éveiller des images champêtres, ainsi que presque tous les instruments à vent?«

(7) Vgl. Hector Berlioz, *New Edition of the Complete Works*, Bd. 24: *Grand traité d'instrumentation et d'orchestration modernes [1844]*, hg. von Peter Bloom, Kassel, Basel, London, New York, Prag 2003, S. 178: »C'est une voix mélodique, rêveuse, assez noble, dont la sonorité a quelque chose d'effacé, de lointain, qui la rend supérieure à toute autre quand il s'agit d'émuover en faisant renaître les images et les sentiments du passé.«

zitiert im Solo des Englisch-Horns in *Nuages*, das auf die Zweiklänge folgt, Klangfarbe, Situation und Formaspekte von Berlioz' drittem Satz, ohne jedoch die Fiktion einer nächtlichen Freiluftmusik auszubilden und Erzählung bzw. Programm der *Symphonie fantastique* zu übernehmen.

Debussys »Musik im Freien«⁸ verlässt den Konzertsaal nicht. Obwohl sie von Phänomenen der Natur handelt, stammt ihr Material aus Konzertmusiken, die zerstäubt und neu geformt werden. In den Zitaten ist der Zusammenhang, dem sie entstammen, gelöscht: Die Aktualisierung der virtuellen Beziehungen der Harmonik bleibt ebenso aus, wie auch die Semantik der Holzbläser nicht in eine Erzählung überführt wird. Tonbeziehungen fluktuieren; der Zusammenhang von Melodie und Bewegung wird auseinander gerissen; Rhythmen werden aufgebrochen in immer kürzere Dauern, bis sie, wie etwa im Tremolo der Streicher oder im Paukenwirbel, nicht mehr als Rhythmen erkennbar sind; die Klangfarben der Instrumente sind durch das Spiel in tieferen Lagen eingetrübt und die Töne durch besondere Spieltechniken verwascht.

Der schiere Fortgang dieser Musik verzehrt ihre Form: Anstelle von Abschnitten einer vorab definierten Form gibt es eine Formwerdung, die weder einen klaren Anfang hat noch endgültig abgeschlossen wird. Jean Barraqué spricht von einer »offenen Form«, die sich selbst generiert: »Debussy hat ein neues Formkonzept geschaffen, das man ›offene Form‹ nennen kann und das seine volle Entfaltung in *Jeux* und den letzten Werken findet: ein Vorgehen in der Entwicklung, in welchem die Begriffe der Exposition und Durchführung in einem ununterbrochenen Sprudeln koexistieren, das es dem Werk erlaubt, sich gewissermaßen aus sich selbst hervorzubringen, ohne Zuhilfenahme eines vorgängigen Modells.«⁹ Wolfgang Rihm hört bei Debussy eine Musik »ohne Formgeplänkel und Vorzeigeverlauf«,¹⁰ deren einzelne Klänge nicht so sehr von der Harmonik und ihren Verknüpfungsmöglichkeiten bestimmt sind als sie vielmehr im jeweiligen Augenblick ihr Recht haben. Die musikalische Formbildung gehe aus dem »Einzelereignis als Zelle«¹¹ hervor und verlaufe in »Zellenwellen«,¹² und zwar hauptsächlich durch einmalige Wiederholungen, die gleichermaßen zum Aufbau und zur Auflösung einer formalen Ordnung, zur Generierung und zur Erschütterung eines Zeichensinns beitragen:¹³ »Debussy gehört zu den Komponisten [...], die Elemente sofort wiederholen. Aber da geht es nicht um Symmetrie. Da sind ganz frei entstandene Zellen, die sich antworten und in der Wiederholung sich verändern.«¹⁴ Die

(8) Vgl. Claude Debussy, »Im Colonne-Konzert: Camille Saint-Saëns, Alfred Bachelet – Im Lamoureux-Konzert [Gil Blas, 16. März 1903]«, in: ders., *Monsieur Croche. Sämtliche Schriften und Interviews*, hg. von François Lesure, aus dem Französischen von Josef Häusler, Stuttgart, 1982, S. 123–129, hier S. 126.

(9) Jean Barraqué, »La Mer de Debussy, ou la naissance des formes ouvertes« [texte établi par Alain Poirier], in: *Analyse musicale* 12:6 (1988), S. 15–62, hier S. 15: »Debussy créa un nouveau concept formel que l'on peut appeler ›forme ouverte‹, qui trouvera son plein épanouissement dans *Jeux* et les dernières œuvres: un procédé de développement dans lequel les notions mêmes d'exposition et de développement coexistent en un jaillissement ininterrompu, qui permet à l'œuvre de se propulser en quelque sorte par elle-même, sans le secours d'aucun modèle pré-établi.«

(10) Wolfgang Rihm, »Musikalische Freiheit« [1983/1996], in: ders., *ausgesprochen. Schriften und Gespräche. Band 1*, hg. von Ulrich Mosch, Winterthur 1997 [= *Schriften der Paul Sacher Stiftung*; 6,1], S. 23–39, hier S. 23.

(11) Ebd., S. 35.

(12) Wolfgang Rihm, »Der geschockte Komponist« [1978, 1996], in: ders., *ausgesprochen. Schriften und Gespräche. Band 1* (wie Anm. 10), S. 43–55, hier S. 49.

(13) Vgl. Roman Jakobson, »Why ›Mama‹ and ›Papa?‹« [1960], in: ders., *Selected Writings I: Phonological Studies*, 's-Gravenhage 1962, S. 538–545.

(14) Wolfgang Rihm, »Improvisation über das Fixieren von Freiheit« [1988], in: ders., *ausgesprochen. Schriften und Gespräche. Band 1* (wie Anm. 10), S. 90–98, hier S. 98.

offene Form und der Aufbau aus Zellen kennzeichnen also einen Formprozess, in dem sich, wie Pierre Boulez herausstellt, nicht mehr zwischen Thema und Entwicklung unterscheiden lässt: »Ein Werk von Debussy auf seine Thematik hin untersuchen, heißt auch von einer Entwicklung sprechen, die nicht auf ein wie immer geartetes Schema rückführbar ist. Man beschreibt eine Abfolge von Ereignissen, deren Logik zwar äußerst überzeugend, aber im tiefsten Grund doch unerklärlich ist.«¹⁵ In diesen »gleichermaßen notwendigen wie unvorhersehbaren Form-Entwicklungen«¹⁶ könnten jederzeit Elemente der übergreifenden Form ausgetauscht werden, ohne dass dadurch ein Zusammenhalt gestört würde. Die Regeln aber, nach denen sich die Klänge ordnen, entziehen sich dem hörenden Nachvollzug. Die Offenheit der Form resultiert aus permanenter Momenthaftigkeit, sodass ein Rückgriff auf das soeben Gehörte unnützlich, der Vorgriff auf das Kommende unmöglich ist.¹⁷ Gleichwohl beharren Barraqué, Rihm und Boulez darauf, etwas zu hören, das von Formlosigkeit oder Chaos unterschieden ist, auch wenn sich die ständigen Formveränderungen und die unbestimmte Gestalthaftigkeit nicht über den Augenblick hinaus erfassen lassen. Die Klänge pflöpfen sich ihren Vorgängern auf. In Momenten von unbestimmt kurzer Dauer, denen in *Nuages* ein Zerfallsprozess korrespondiert,¹⁸ ereignet sich nahezu unmerklich ein Formwandel. Der Moment des Formwandels selbst erscheint in Abhängigkeit davon, worauf der Hörer seine Aufmerksamkeit richtet, als kontinuierlich zum vorhergehenden Moment oder als eine Diskontinuität.

Musik ist vielfach als Übergang zwischen distinkten Schallereignissen beschrieben worden. Edmund Husserl versucht am Beispiel der Melodie zu zeigen, wie es überhaupt dazu kommt, dass ein länger fortgesetzter Änderungsverlauf als Einheit vorgestellt wird: »Eine Melodie ist insofern nicht eine Summe gesonderter Anschauungen, als die zu ihr gehörigen Folgen bzw. Auseinanderentwicklungen von Tongestalten in einem (zeitlich dauernden) Akte verlaufen«.¹⁹ Dabei werden die ausgezeichneten Momente mit ihren Vorgängern und Nachfolgern nicht durch eine Kontinuität der Anschauung, sondern durch Erinnerung und Erwartung, durch Retention und Protention verbunden. Die ausgezeichneten Momente sind »charakteristische Tongestalten«, die sich von einem »geräuschigen oder sonstigen tonalen Hintergrund«²⁰ abheben; die Töne selbst sind zwar »als Fundamente für die auf ihnen aufgebauten Tongestalten« von Bedeutung, wenn sie nämlich zur »Einheit der Zusammenordnung zum Ganzen der Melodie« beitragen,²¹ nicht aber als einzelne Ereignisse.

Husserls Erklärung der Melodie hat ihr Modell im Klavierklang. Mit dem Klavier lässt sich kein Klangkontinuum erzeugen, wie es mit der Stimme, einem Blas- oder Streichinstrument herstellbar wäre. Jeder Ton des Klaviers ist für sich, keiner kann kontinuierlich in einen anderen übergehen, und allenfalls lassen sich durch gleichzeitiges oder rasch aufeinanderfolgendes Anschlagen der Tasten Überlagerungen der Töne erzielen. Und jeder Ton hat seinen eigentümlichen Klangverlauf, der durch das Anschlagen der Saite mit dem Hämmer-

(15) Pierre Boulez, *Leitlinien. Gedankengänge eines Komponisten*, Kassel, Stuttgart, Weimar 2000, S. 214.

(16) Ebd.

(17) Vgl. Andreas Bernnat, *Grundlagen der Formbildung bei Claude Debussy. Ein analytisches Modell für die Klavierwerke von »Pour le piano« bis zu den »Etudes«*, Tutzing 2003, S. 29.

(18) Vgl. Vladimir Jankélévitch, *Debussy et le mystère de l'instant*, Paris 1989, S. 219.

(19) Edmund Husserl, *Texte zur Phänomenologie des inneren Zeitbewußtseins (1893–1917)*, hrsg. und eingeleitet von Rudolf Bernet, Hamburg 1985, S. 3.

(20) Ebd., S. 4.

(21) Ebd., S. 6.

chen im Inneren des Instruments hervorgerufen wird und der auf charakteristische Weise verklingt, solange der Dämpfungsmechanismus die entsprechende Saite zum Schwingen freigibt. Das »Bedeutsame am Ton« ist für Husserl nun nicht diese Klangcharakteristik, sondern seine Tonhöhe; die anderen Bestandteile des Klangs indizieren bloß dieses Bedeutsame, ohne selbst bedeutsam zu sein. Damit reduziert sich eine auf dem Klavier gespielte Melodie auf eine Folge von Tonhöhen.

Debussy erfindet in seiner Klaviermusik einen neuen Typus von Bewegung, der schwerlich als Melodie im Sinne Husserls beschrieben werden kann. Im Klavierstück *Mouvement* aus dem ersten Heft der Sammlung *Images* (1903–05) etwa folgen kleinteilige Elemente in diskontinuierlicher Weise aufeinander.²² Ein harmonischer Zusammenhang ist nur schwach ausgebildet. Wo sich so etwas wie eine Melodie andeutet, kann sie aus den einander überlagernden Klängen nicht herausgeschält werden. Die Bewegung entsteht mithin nicht auf einer höheren Gliederungsebene, die abschattet, was nicht zu ihrem Verständnis beiträgt, sondern aus Vorgängen wie Ballung, Verdichtung oder Ausdehnung. Mit anderen Worten: Debussy erzeugt die Bewegung nicht allein mittels einer virtuellen Verbindung von Punkten: Vielmehr bringt er Klangmoleküle in Bewegung, die nicht mehr auf ein Ganzes, wie etwa den Dreiklang oder die Melodie, zu beziehen sind, sondern aus Zerfallsprozessen hervorgegangen sind. Formen, Melodien und Rhythmen zerfallen in ein Material, das nicht, wie musikalische Töne, in distinkte und hierarchisch geordnete Eigenschaften auseinander gelegt werden kann. Anfang und Ende, Klangfarbe und Geräuschanteile der Klänge verschwinden nicht hinter einem »Bedeutsamen« des Tons, sondern werden unauflöslich zu Klangmolekülen verbunden.

II.

Die Experimentalwissenschaften des 19. Jahrhunderts entdecken eine psychophysiologische Gesetzmäßigkeit der Tonempfindung: Das »Gebiet der Töne«²³ ist, wie etwa Carl Stumpf oder Géza von Révész erklären, »stetig und eindimensional« und die Tonhöhe »eine sich stetig und geradläufig ändernde Eigenschaft der Tonreihe«.²⁴ Deshalb lässt sich auch »der Tonreihe sowohl äussere als innere Unendlichkeit zuschreiben. Äussere d. h. die Möglichkeit immer tieferer und höherer Töne; innere d. h. die Möglichkeit immer kleinerer Distanzen«.²⁵ Wenn das Gebiet der Töne stetig interpoliert werden kann, ist dessen Unterteilung in eine unendliche Zahl diskreter Tonstufen denkbar. Allerdings erlauben die herkömmlichen Musikinstrumente keine solchen beliebig kleinen Intervalle, weil in sie die Tonstufen des Tonsystems eingebaut sind. Abhilfe verspricht ein neuer, elektrischer Klangerzeuger, der einen stetigen Tonraum mit beliebigen Intervallen schafft: Um 1900 entwickelt der amerikanische Ingenieur Thaddeus Cahill das »Dynamophone« oder »Telharmonium«, ein Instrument, das Sinustöne elektrisch generiert. Dampfgetriebene Wechselstromerzeuger liefern sinusförmige Ausgangsspannungen, die über Tastenkombinationen zu Klängen kombiniert werden und über das Telefon-

(22) Den übergeordneten Zusammenhang stiften hier die Bewegungen von Händen und Armen: Die Töne liegen entweder eng beieinander und erfordern eine runde, geballte Hand, oder sie greifen in weitreichenden Bewegungen aus, die mit den Armen auszuführen sind.

(23) Carl Stumpf, *Tonpsychologie*. Band I, Leipzig 1883, S. 144.

(24) Géza von Révész, *Zur Grundlegung der Tonpsychologie*, Leipzig 1913, S. 2.

(25) Stumpf, *Tonpsychologie*. Band I (wie Anm. 23), S. 178.

netz anzuhören sind.²⁶ Im Tonraum, den dieses Instrument erzeugt, ist, wie etwa Ferruccio Busoni in seinem *Entwurf einer neuen Ästhetik der Tonkunst* (1907) spekuliert, jede Bewegung möglich. Die neue, elektrisch erzeugte Musik wird stetig und exakt sein und beliebige, aber stets korrekte Intervallverhältnisse liefern. »Da die Tonhöhe von der Zahl der Schwingungen abhängt«, wie Busoni referiert, »und der Apparat auf jede gewünschte Zahl zu ›stellen‹ ist, so ist durch diesen die unendliche Abstufung der Oktave einfach das Werk eines Hebels, der mit dem Zeiger eines Quadranten korrespondiert.«²⁷ Die elektrische Musik wird, so glaubt Busoni, nicht mehr den Beschränkungen, welche die musikalische Praxis ihr auferlegt, unterliegen, denn sie kann »sich zusammenballen und auseinanderfließen«²⁸ und beliebige Formen annehmen: Musik ist nur mehr »tönende Luft«.²⁹

Die Tastenkombinationen des »Dynamophone« sollen nicht nur Töne mit beliebigen Tonhöhen, sondern – mit Hilfe der so genannten additiven Klangsynthese, die eine Umkehrung der Fourier-Analyse ist – auch beliebige Klangfarben erzeugen. Dabei geht die additive Synthese davon aus, dass die Klangfarbe eines musikalischen Tons sowohl von der Höhe als auch von der Stärke seiner Obertöne abhängt.³⁰ War in einer älteren Auffassung die Klangfarbe diejenige Eigenschaft, die an zwei Tönen gleicher Höhe und Stärke unterscheidet, welches Instrument sie spielt, so gilt seit den hörphysiologischen Forschungen von Hermann von Helmholtz die Klangfarbe als spezifische Zusammensetzung von Teiltönen unterschiedlicher Anzahl, Stärke und Lage, über die eine Fourier-Analyse Auskunft gibt.³¹ Die Obertonspektren lassen sich, wie Helmholtz vorführt, von einem konkreten Instrument loslösen und aus Sinusschwingungen synthetisieren. Die Studios für elektronische Musik, die um 1950 entstehen, führen dieses Prinzip der Klangsynthese weiter. Komponisten wie Herbert Eimert und Karlheinz Stockhausen versuchen, die musikalischen Parameter unabhängig voneinander zu regulieren und zu neuen Klängen zu kombinieren. Jeder einzelne Parameterwert soll verschoben und verändert werden können, ohne die übrigen Parameter zu beeinflussen. Stücke wie *Klangstudie I* (1952) von Eimert und Robert Beyer oder *Studie I* (1953) von Stockhausen haben ihr Vorbild in der seriellen Musik, die allerdings mit herkömmlichen Instrumenten arbeitet und Klänge aus Werten der Tonhöhe, Lautstärke, Dauer und Klangfarbe zusammensetzt, um sie dann zu musikalischen Verläufen anzuordnen. Während die serielle Musik aber nur eine beschränkte, von mechanischen Instrumenten vorgegebene Auswahl von Parameterwerten zu adressieren erlaubt, verspricht die elektronische Klangerzeugung die beliebige Adressierung der Parameter. Obwohl die elektronische Musik Klänge synthetisiert, deren Eigenschaften kontinuierlich und unabhängig voneinander veränderbar sind, bleibt die Elektrifizierung der Klangerzeugung ihren Kompositionen äußerlich: Die musikalischen Formen entstammen dem überlieferten Kanon oder folgen bekannten kombinatorischen Prinzipien wie Reihen oder Zufallsverteilungen.

(26) Vgl. André Ruschkowski, *Elektronische Klänge und musikalische Entdeckungen*, Stuttgart 1998, S. 18–23.

(27) Ferruccio Busoni, *Entwurf einer neuen Ästhetik der Tonkunst*, 2., erweiterte Ausgabe, Leipzig 1916, S. 45.

(28) Ebd., S. 46.

(29) Ebd., S. 8.

(30) Zur Klangsynthese vgl. Martin Supper, *Elektroakustische Musik und Computermusik. Geschichte, Ästhetik, Methoden, Systeme*, Darmstadt 1997, S. 27–62.

(31) Vgl. Helmholtz, *Die Lehre von den Tonempfindungen (wie Anm. 3)*, S. 113–208.

Die um 1960 entwickelte Spannungssteuerung ermöglicht die Regelung einzelner elektronischer Baugruppen durch eine von außen zugeführte Schwachstromspannung. Die Generatoren, Filter und Verstärker, und das heißt die Erzeuger der Frequenz, Klangcharakteristik und Dynamik, können so zu einem einzigen Tonerzeuger verbunden und dennoch unabhängig voneinander manipuliert werden. In den ersten, nach diesem modularen Prinzip gebauten Synthesizern von Robert Moog und Don Buchla treten jedoch allenthalben Störungen auf: Die Klänge, die die neuen Synthesizer erzeugen, sind nicht identisch reproduzierbar; die Geräte sind instabil und reagieren unvorhersehbar auf Schwankungen von Temperatur und Luftfeuchtigkeit; die Klangerzeugung wird von Knacken, Knistern und Summen und den unvermeidlichen Rückkoppelungen begleitet.³²

Diese Störungen in der elektrischen Klangerzeugung erhebt David Tudor³³ zum Kompositionsprinzip. Er verzichtet auf die Steuerung der modularen Bauteile und verkabelt sie statt dessen zu komplexen Gefügen, in deren Betrieb nicht zwischen gewünschten und störenden Ereignissen unterschieden wird. Tudor setzt keine musikalischen Ereignisse von außen in den stetigen Tonraum hinein, sondern er tritt als Komponist zugunsten des Geschehens in den Geräten selbst zurück. Die *Composers inside Electronics*, wie sich die von ihm gegründete Gruppe von Komponisten nennt, bringen elektrische Schaltungen in einen Zustand der Instabilität und erzeugen so eine unvorhersehbare Ereignisfolge: In den Kompositionen werden Rückkopplungen, nicht-lineares Verhalten und Turbulenzen erkundet.³⁴ Es gibt keine den Ereignissen äußerliche Klangvorstellungen mehr, die an die Musik herangetragen werden. Ihre An-Ästhetik resultiert vollständig aus der Funktionsweise von elektrischen Schaltungen und der Störanfälligkeit der Geräte: Aus dem Inneren der Elektronik emergiert eine musikalische Form.

III.

Iannis Xenakis hat aus der alten Spieltechnik des *glissando* eine neue Kompositionsweise geschaffen. In seinen Stücken gibt es statt punktueller Schallereignisse, die um 1950 das Klanggeschehen der seriellen Musik prägen, neuartige Klangbewegungen: »La musique est une continuité, les glissandi! Le son change, mais ne s'arrête pas.«³⁵ Ein Glissando ist weder Ton noch Note, sondern eine kontinuierliche Veränderung der Tonhöhe in der Zeit. Insofern unterläuft es den symbolischen Code der Musik, in dem Töne und Akkorde durch ihre relative Tonhöhe definiert sind. Im Glissando-Spiel ist der Punkt der Linie nicht untergeordnet und die Linie ist nicht aus Punkten bzw. einer virtuellen Verbindung von Punkten zusammengesetzt. Das Glissando gleitet über die Tonstufen hinweg und mehrere Glissando-Linien sind nicht mehr durch ein Verhältnis untereinander verbunden, wie etwa eine Basslinie mit der Melodielinie. Zwar lassen sich für eine Glissando-Bewegung Anfangs- und Endpunkt angeben, nicht aber ein genaues Tempo oder ein Maß der Beschleunigung vorschreiben.

(32) Vgl. Trevor Pinch, Frank Trocco, *Analog Days. The Invention and Impact of the Moog Synthesizer*, Cambridge, MA, London 2002.

(33) Zu David Tudor vgl. Leonardo Music Journal 14 (2004) [Themenheft: *Composers inside Electronics: Music after David Tudor*] sowie MusikTexte, Heft 69/70 (1997), S. 41–98.

(34) David Behrman, »Chaotische Systeme: Tudor«, in: MusikTexte, Heft 69/70 (1997), S. 73–75, hier S. 75.

(35) Iannis Xenakis, »Le Polytope de Montréal«, in: Olivier Renault d'Alonnes, Xenakis. *Les Polytopes*, Paris 1975, S. 115.

Wenn Xenakis seine Orchesterstücke *Metastaseis* (1955) oder *Pithoprakta* (1957), die erstmals die Komposition mit Glissandi erproben, notiert, handelt es sich »weder um eine ›Partitur‹ noch um das Kurvenspektrum einer akustischen Analyse«. Vielmehr hat das Notenbild, wie Michel Serres bemerkt, »von beidem etwas«. ³⁶ Die Notation der Stücke beschreibt Wege durch einen musikalischen Raum, der weder gestuft noch stetig ist: »man versucht«, fährt Serres fort, »ihn zu sättigen, ohne ihn deshalb mit Punkten zu übersäen, also seine Leere zu bezeichnen. Die Note war ein Signal auf weißem Untergrund; die Wege füllen den leeren Raum durch die Auflösung des hervorgehobenen Signals; an die Stelle der Form ohne Hintergrund tritt der formlose Hintergrund«. ³⁷

Mit anderen Worten: Es gibt in der Musik von Xenakis kein Jenseits des Schalls und auch das Rauschen gehört notwendig zur Musik. An die Stelle eines punktuellen Schallereignisses setzt das Glissando einen Transformationsprozess, in dem aber nicht einfach der stetige Parameter der Tonhöhe aktualisiert wird. Es lässt sich keine Tonhöhe aus dem Klang herauslösen, denn das Glissando bewegt ihn gleichsam entlang der Tonhöhe durch den Tonraum, ohne dabei seine molekulare Beschaffenheit zu zerstören. Bereits das einzelne Glissando ist verrauscht und die gleichzeitig gespielten Glissandi vervielfachen dieses Rauschen. Das Orchester, das dergestalt in Einzelstimmen aufgebrochen ist, wird zu einer Vielheit: In seinem Klang können weder Einzelstimmen ausgemacht werden, noch verschmilzt er zu einer Einheit. Für die Gesamtbewegung der Glissandi und ihre Geschwindigkeiten lassen sich allenfalls Durchschnittswerte ermitteln, wie in der Brown'schen Bewegung von Molekülen in Gasen oder der Turbulenz in einer Wolke. ³⁸

Die Komposition mit solchen Klangmassen arbeitet weder mit dem stetigen Tonraum noch mit Schallwellen und Fourier-Analysen: »Jeder Schall«, heißt es bei Xenakis, »stellt eine Integration von Korpuskeln, elementaren Klangteilchen, Tonquanten dar«. ³⁹ Dieser Begriff des Schalls führt mithin auf eine Musik, die sich vom traditionellen Form-Begriff ablöst und keine gelehrte Form mehr ausbildet. ⁴⁰ An die Stelle einer Formbildung mittels Kontrapunkt und Harmonik, Parameterverteilung und Kombinatorik treten die Werkzeuge der Mathematik und Physik. ⁴¹ Xenakis veranschaulicht sein Vorgehen folgendermaßen: Wenn die in einem bestimmten Zeitabschnitt gegebenen Klangpartikel auf ein Koordinatensystem mit den Achsen Frequenz, Intensität und Zeit abgetragen werden, so ergibt sich für diesen Zeitabschnitt die Figur einer »Wolke von Punkten in ständiger Bewegung«. ⁴² Die grafische Darstellung dieser Wolke führt ihrerseits auf den Begriff der »Dichte der Partikel pro Volu-

(36) Michel Serres, »Musik und Grundrauschen«, in: ders., *Hermes II: Interferenz*, aus dem Französischen von Michael Bischoff, Berlin 1992, S. 241–262, hier S. 251.

(37) Ebd.

(38) Vgl. André Baltensperger, *Iannis Xenakis und die stochastische Musik. Komposition im Spannungsfeld von Architektur und Mathematik*, Bern, Stuttgart, Wien 1996, S. 451f. [Anm. 22].

(39) Iannis Xenakis, »Grundlagen einer stochastischen Musik«, in: *Gravesaner Blätter*, Heft 18 (1960), S. 61–83, hier S. 63.

(40) Xenakis postuliert, dass es möglich sei, musikalische Kompositionen aus dem Nichts zu schaffen: »Reflection on that which leads us directly to the reconstruction, as much as possible ex nihilo, of the ideas basic to musical composition«. Iannis Xenakis, »Towards a Philosophy of Music«, in: ders., *Formalized Music. Thought and Mathematics in Music. Revised Edition. Additional material compiled and edited by Sharon Kanach, Stuyvesant, NY 1992* [= *Harmonologia Series*; 6], S. 201–241, hier S. 207.

(41) Randolph Eichert, *Iannis Xenakis und die mathematische Grundlagenforschung*, Saarbrücken 1994 [= *Fragmen. Beiträge, Meinungen und Analysen zur neuen Musik*; 5], S. 40.

(42) Xenakis, »Grundlagen einer stochastischen Musik« (wie Anm. 39), S. 67.

meneinheit«. ⁴³ Und aus mehreren solcher Zeitabschnitte lässt sich der »Lebenslauf eines komplexen Schalles« ⁴⁴ in Form übereinander gelegter Raster konstruieren, die in ihren Feldern die Dichte der durch Intensität und Frequenz definierten Schallpartikel angeben. Damit ist ein Transformationsprozess beschrieben, der seinerseits eine Vielheit von Bewegungen einschließt. »Wie wir gesehen haben«, erläutert Serres das Klanggeschehen, »geht jedes Instrument seinen eigenen Weg; aus der Gesamtheit dieser Unabhängigkeiten ergibt sich ein Eindruck von Masse, das heißt ein Eindruck vollkommener Unordnung.« ⁴⁵ In den stochastisch organisierten Klangmassen ist keine Ordnung der Moleküle zu erkennen und von dem Klanggeschehen lässt sich nicht mehr auf das kompositorische Verfahren schließen. Aus den bewegten Klangmolekülen der Glissandi emergieren, wie bei der *Composition inside Electronics*, musikalische Formen.

Xenakis entlehnt die Werkzeuge, mit denen er komponiert, aus Mathematik, Physik und Informationstheorie, vor allem aus der Theorie der akustischen Quanten von Dennis Gabor. Gabor wendet sich gegen herkömmliche naturwissenschaftliche Konzeptualisierungen des Schalls, die für eine Theorie der Informationsübertragung ungeeignet seien: Einerseits kann die Darstellung des Schallsignals als Zeitfunktion, das heißt als Schalldruckkurve, nur Aussagen über *Zeitpunkte*, nicht jedoch über Frequenzen treffen, die ja nichts anderes als Häufigkeiten sind und eine *Zeitdauer* voraussetzen. Andererseits geht die Fourier-Analyse von einem vereinfachten Modell des musikalischen Tons aus, das dessen Änderungen in der Zeit unterschlägt: »Fourier analysis is a timeless description, in terms of exactly periodic waves of infinite duration.« ⁴⁶ Während in der mathematischen Darstellung periodische Schwingungen ewig andauern, sind Klänge mehr als nur eine additive Zusammensetzung von unendlichen Sinusschwingungen. Auch die Tonerzeuger, die eigens für die Hervorbringung von Sinustönen gebaut sind, produzieren keine exakt periodischen Schwingungen, wie Ernst Mach bereits 1873 bemerkt. Bei seinen Untersuchungen zum Übergang vom Geräusch zum Ton stößt er darauf, dass eine Sinusschwingung erst ab einer gewissen Dauer tatsächlich annähernd sinusförmig wird: »Ein Ton von 128 ganzen Schwingungen, den man durch den kleinen Ausschnitt einer großen, langsam rotierenden Scheibe hört, schrumpft zu einem kurzen trockenen Schlag (oder schwachen Knall) von sehr undeutlicher Tonhöhe zusammen, wenn seine Dauer auf 2–3 Schwingungen reduziert wird, während bei 4–5 Schwingungen die Höhe noch ganz deutlich ist.« ⁴⁷ Machs Untersuchung nährt den Verdacht, dass der Sinuston eine Abstraktion darstellt und es endliche, exakt periodische Sinusschwingungen gar nicht gibt. Die genaue Frequenz ist eine Idealisierung und lässt sich nur für unendliche Schwingungen angeben. Und sogar die Frequenz, die sich nach dem Knall allmählich einstellt, ist immer »verschmiert«. ⁴⁸

(43) Ebd., S. 71.

(44) Ebd., S. 72.

(45) Serres, »Musik und Grundrauschen« (wie Anm. 36), S. 250.

(46) D[ennis] Gabor, »Acoustical Quanta and the Theory of Hearing«, in: *Nature* 159:4044 (1947), S. 591–594, hier S. 591.

(47) Ernst Mach, *Die Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Physischen zum Psychischen*, mit einem Vorwort von Gereon Wolters. Nachdruck der 9. Auflage Jena 1922, Darmstadt 1991, S. 218. Gabor stützt sich auf W. Bürck, P. Kotowski, H. Lichte, »Der Aufbau des Tonhöhenbewußtseins«, in: *Elektrische Nachrichtentechnik* 12:10 (1935), S. 326–333, die auf Mach verweisen [S. 328].

(48) Vgl. Donald E. Hall, *Musikalische Akustik. Ein Handbuch*, hg. von Johannes Coebel, aus dem Amerikanischen von Thomas A. Troge, Mainz [u. a.] 1997 [= Veröffentlichungen des Zentrums für Kunst und Medientechnologie Karlsruhe, Institut für Musik und Akustik], S. 393f. [Kasten 17.1 »Das Unschärfeprinzip«].

Die beiden herkömmlichen Modelle des Schalls stehen überdies im Widerspruch zur alltäglichen Hörerfahrung, wie Gabor erläutert: »Hitherto communication theory was based on two alternative methods of signal analysis. One is the description of the signal as a function of time; the other is Fourier analysis. Both are idealizations, as the first method operates with sharply defined instants of time, the second with infinite wave-trains of rigorously defined frequencies. But our everyday experiences – especially our auditory sensations – insist on a description in terms of both time and frequency.«⁴⁹ Der Theorie des Schalls gelingt also nicht, was das menschliche Gehör offenbar mühelos bewältigt: akustische Signale zugleich als Zeitfunktion und als Frequenzspektrum aufzufassen. Eine neuartige Darstellungsweise soll es jedoch ermöglichen, sich der alltäglichen Hörerfahrung anzunähern und der hörphysiologischen Forschung Rechnung zu tragen, die für das menschliche Gehör Reizschwellen ermittelt hat, welche eintreffende Daten überschreiten müssen, damit sie überhaupt erkannt werden.⁵⁰

Gabor definiert dazu kleinste Einheiten des Schalls, die eine minimale, verwertbare Information enthalten: »There are certain ›elementary signals‹ which occupy the smallest possible area in the information diagram. They are harmonic oscillations modulated by a ›probability pulse.‹ Each elementary signal can be considered as conveying exactly one datum, or ›quantum of information.‹«⁵¹ Die Einheiten oder »Informationsquanten« lassen sich zu Diagrammen mit den Dimensionen »Zeit« und »Frequenz« zusammensetzen: »Such two-dimensional representations can be called ›information diagrams‹, as areas in them are proportional to the number of independent data which they can convey. This is a consequence of the fact that the frequency of a signal which is not of infinite duration can be defined only with a certain inaccuracy, which is inversely proportional to the duration, and vice versa. This ›uncertainty relation‹ suggests a new method of description, intermediate between the two extremes of time analysis and spectral analysis.«⁵²

Das akustische Quantum nimmt im Informationsdiagramm Funktionen ein, die in der Musik von Xenakis dem Glissando zukommen. Das

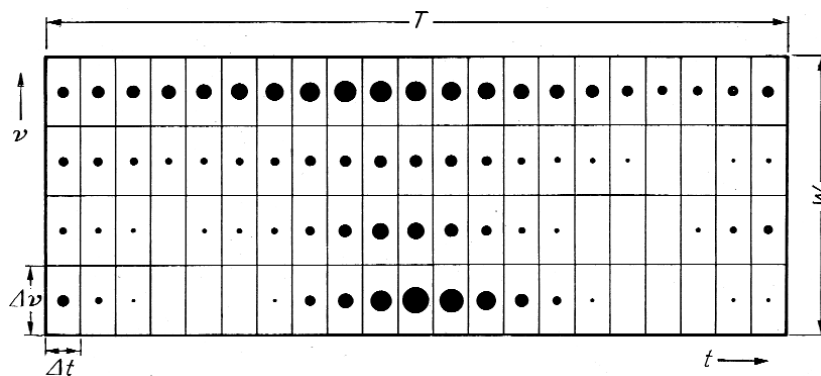


Abb. 1: Informationsdiagramm bzw. Gabor-Matrix in grafischer Veranschaulichung, aus: Werner Meyer-Eppeler, Grundlagen und Anwendung der Informationstheorie, Berlin/Göttingen/Heidelberg 1959, S. 23.

(49) D[ennis] Gabor, »Theory of Communication«, in: Journal of the Institution of Electrical Engineers 93:III:26 (1946), S. 429–457, hier S. 429.

(50) Gabor, »Acoustical Quanta and the Theory of Hearing« (wie Anm. 46).

(51) Gabor, »Theorie of Communication« (wie Anm. 49).

(52) Ebd.

kleinste Datum ist nicht punktförmig, sondern es verfügt über eine Ausdehnung in den Dimensionen »Zeit« und »Frequenz«. Das Klangmolekül oder das Glissando ist insofern eine Veranschaulichung des Modells von Gabor. In Gabors Informationsdiagramm schließt die Definition der kleinsten Einheit keinesfalls aus, dass ein Quantum in sich bewegt ist: Der statistische Wert, den es angibt, unterscheidet nicht zwischen konstant liegender und bewegter Frequenz oder zwischen Rauschen und Ton. Denn nicht wegen seiner geringen Ausdehnung ist das Quantum indifferent gegenüber dem tatsächlichen Frequenzverlauf, sondern weil es allein die Wahrscheinlichkeit von Frequenzen bezeichnet. Während die klassischen Modelle des Schalls einzig genaue Werte zulassen und jede Bewegung exakt determiniert werden muss, erscheint im Informationsdiagramm Ordnung nur in einer Näherung, wie auch umgekehrt Unordnung nur in einer Näherung zur Darstellung gelangt; während die klassischen Modelle des Schalls ewige Wellen oder aus Parametern zusammengesetzte Punkte anschreiben, gibt es im Informationsdiagramm Klangmoleküle und Wolken. Xenakis übernimmt die Darstellungsweise von Gabor für seine Glissandi, die sich weder als distinktes Signal von einem noch leeren Tonraum abheben noch in Eigenschaften zerlegen lassen. Die Orchesterkompositionen *Metastaseis* (1955) und *Pithoprakta* (1957) schaffen, wie Xenakis einmal schreibt, einen »neuen Begriff von melodischer Linie«⁵³, der eine in sich bewegte Fläche bezeichnet. Während in *Metastaseis* die Glissandi noch gleichgerichtet sind, spielen in *Pithoprakta* erstmals unabhängige Glissandi. Dabei sitzen sich in den Aufführungen im Konzertsaal wie üblich Orchester und Publikum gegenüber. Diese Orientierung des Klangraums wird in *Polytope de Montréal* (1967) aufgegeben: Es sind vier gleich besetzte Orchester in den Ecken des Raums aufgestellt, sodass aus der bewegten Fläche ein Klangraum wird, der den Hörer »in die Flugbahnen der Klänge«⁵⁴ zieht. Die räumliche Aufteilung verhindert, dass Hörer und Klang einander gegenüber treten: Von Anfang an befindet sich der Hörer inmitten des Klangs. Wie jeder Klang, so beginnt auch das Stück mit einem Knall, in dem gleichzeitig alle Frequenzen präsent sind: Alle Instrumente spielen so laut und so lange, wie sie können – eine Bogenlänge, einen Atemzug, einen Gongschlag. An den Rändern dieser »Explosion« bilden sich erste Klangwolken:⁵⁵ Glissandi ballen sich in der Höhe und in der Tiefe, also dort, wo die Klänge der Bläser schrill werden oder in Knarren übergehen. Die vier Orchester spielen diese mäandernden Glissandi gleichzeitig, aber solistisch aufgefächert. Jedes Instrument verfolgt seine eigene, unvorhersehbare und von den anderen Instrumenten unabhängige Bahn; jede Bewegung in diesem Klang verläuft für sich, jede ist unterschieden von allen anderen und alle Bewegungen überlagern einander. Auch wenn es so etwas wie einen gegliederten Verlauf mit Beschleunigungen, Ausdünnungen, erneuten Ballungen, Farbwechseln und rhythmischen Aufrauungen gibt, sind Begriffe wie *Motiv*, *Wiederholung* und *Entwicklung* für eine Beschreibung des Klanggeschehens unangemessen. In der Verteilung der Klänge ist weder eine klare Anordnung noch ein stringenter funktionaler Zusammenhang zu erkennen, und aus der Mitte des Klangs heraus lässt sich überdies keine Form beobachten, die, wie im traditionellen Konzert, über ihre Konturen bestimmt wäre.

(53) Iannis Xenakis: »Programmnotiz zu ›Les Métastassis‹«, in: *Donaueschinger Musiktage 16. bis 18. Oktober 1955. Programmheft*, S. 16, hier zitiert nach »Métastassis (Metastaseis)«, in: *40 Jahre Donaueschinger Musiktage 1950–1990, Beiheft, AU-031800 CD (col legno)*, S. 58–59, hier S. 58f.

(54) Ebd., S. 58.

(55) Vgl. oben die Anm. 47 und 48.



Abb. 2: »Polytipe de Montréal«, Partiturausschnitt (T. 41–60, 2. Teilorchester), aus: Olivier Revault d'Allonnes, Xenakis. *Les Polytopes*, Paris 1975, S. 114.

Menschen und Instrumente arbeiten nahezu durchweg im Grenzbereich des Möglichen. Die Instrumente spielen so laut und so hoch oder tief, wie sie können, die Spieler drücken den Bogen so fest wie möglich auf oder unterbrechen ihren Atem so schnell es geht. Der Klangraum wird über seine Sättigung hinaus mit heftigen molekularen Bewegungen angefüllt. Das heißt, das Klanggeschehen ist derart verdichtet, dass andauernd die physiologischen Hörschwellen und kognitiven Obergrenzen überschritten werden: Die Klangexplosion im Tuttischlag zu Beginn desorientiert die räumliche Wahrnehmung; die übermäßig stark angeblasenen und mit kratzend aufgedrücktem Bogen gespielten Töne der Instrumente verzerren den Klang und verhindern, dass eine Tonhöhe erkannt wird; die kleinen Bewegungen der Glissandi produzieren ein unablässiges Rauschen, durchsetzt von quäkenden, jaulenden, kreischenden Spitzen. Die Klangwolke gerät unterdessen in den Zustand eines instabilen Gleichgewichts, in dem, wie in einer Gewitterwolke, kleinste Verschiebungen zur Entladung führen. Das geschieht in Schlägen, die dem Eingangsschlag ähneln, räumlich aber nach den Richtungen der vier Orchester ausdifferenziert sind. Diese Schläge sind nicht vorhersehbar und scheinen doch zwangsläufig einzutreten: Sie kommen unerwartet, weil kein Klangzustand allzu lange vorhalten darf, sofern das Geschehen unvorhersehbar bleiben soll. Und sie treten zwangsläufig ein, sobald die Turbulenz der Klangwolke einen gewissen Sättigungsgrad überschreitet. Der extrem hohe Schalldruck, der mitunter bis zur Schmerzgrenze reicht, macht dann unmissverständlich klar: Der Schall überspringt gleichsam die Distanz zwischen Hörer und Schallquellen und dringt in den Körper ein. Infolge der hohen Lautstärke erscheint der Klang stets unmittelbar nah; leises Spiel würde ja nur die Entfernung der Klangkörper vom Hörer hervorheben. Xenakis operiert an den Obergrenzen des Hörens: Die Klangwolke ist nicht wattig, sondern laut. Die Klangmoleküle werden nicht gehört, sondern sie durchdringen das Gehör, weil die Kollisionen der Moleküle in der Wolke vor dem menschlichen Körper nicht Halt machen: Reizschwellen werden durchschlagen und der Hörer wird in das Innere des Klanges gezogen, bis er in dem bewegten Klang, der ihn umgibt, vollends die Orientierung verliert. In den Schlägen, in denen sich die Klangwolke entlädt, wird die Grenze zwischen Gehör und Klangwolke, zwi-

schen Subjekt und Objekt durchstoßen. Das ist vielleicht jener Zustand, in dem man hören kann, wie eine Schallplatte mit Stücken von Xenakis klingt: In diese »granulierte und schwarze Musik«⁵⁶, verspricht Michel Serres, ist »die statistische Unordnung der Wachsmoleküle eben dieser Schallplatte eingraviert, die zufallsbestimmten Brownschen Bewegungen ihrer Mikrokristalle«.⁵⁷

Julia Kursell forscht am Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte in Berlin. Armin Schäfer forscht an der Bauhaus-Universität Weimar.

(56) Serres, »Musik und Grundrauschen« (wie Anm. 36), S. 261.

(57) Ebd., S. 260.

