

Kybernetische Musik · cybernetic music



Bestell-Nr. COLOS SM 1474



KAYN

Elektroakustische Projekte

CYBERNETICS I
CYBERNETICS III
ENTROPY PE 31
MONADES
EON

Realisation
Studio di Fonologia, RAI Milano
Instituut voor Sonologie, Utrecht

ROLAND KAYN

Elektroakustische Projekte

CYBERNETICS I (1966–68)
(20'20'')

Seite 1 A
Realisation: Studio di Fonologia, RAI Milano

CYBERNETICS III (1969)
(22'52'')

Seite 1 B
Realisation: Studio di Fonologia, RAI Milano

ENTROPY PE 31 (1967–70)
Teil 1: (25'25'')
Teil 2*): (26'25'')

Seite 2 A
Seite 2 B
Realisation: Instituut voor Sonologie, Utrecht

MONADES (1972)
(29'00'')

Seite 3 A
Realisation: Instituut voor Sonologie, Utrecht

EON (1975)
(28'30'')

Seite 3 B
Realisation: Instituut voor Sonologie, Utrecht

*) Bei einem Umschnitt auf Tonband
beträgt die Überlappungszeit ca. 7 Sekunden

Verlag:
Edizioni Suvini Zerboni, Milano

Aufnahmeleitung:
Roland Kayn

Seit mehreren Jahren ist zu beobachten, daß anscheinend so verschiedenartige Bereiche wie etwa die Soziologie, Ästhetik, Medizin usw. durch die Integrierung mathematischer Prozesse und Denkmethode zunehmend – wenn nicht sogar für die Zukunft entscheidend – bestimmt werden. Das Eindringen mathematischer Operationen in wissenschaftliche Bereiche, in denen sie bisher in diesem Umfang kaum anzutreffen waren, ist als Expansion vornehmlich nachrichtentechnischer Modelle und der damit verbundenen Regelungsvorgänge in diese außertechnischen Disziplinen zu verstehen. Die heute in fast allen Bereichen unseres täglichen Lebens verwendeten elektronischen Datenverarbeitungsanlagen, die zum Lösen bestimmter Aufgaben eingesetzt werden, basieren in ihrer Grundkonzeption auf der von G. W. Leibniz und Charles Babbage entwickelten Systematisierung von Rechenoperationen. Die ab 1957 einsetzende Verwendung des Computers für die Musikgestaltung als Hilfsmittel zur Gewinnung instrumentaler und elektroakustischer Kompositionen ist ohne Zweifel dank des schnellen technischen Fortschritts flexibler geworden. Dennoch gibt es bis heute noch keine Computermusik, die den Anspruch auf einen hohen künstlerischen Rang zu erfüllen vermag, da die bisherigen Programmiersprachen für die Kapazität vielfältig simultan zu vermaschender Einzeloperationen im ästhetischen Feld noch zu begrenzt sind. Mit dem Verfügbarwerden einer hochkomplexen Technik ergab sich das Problem, inwieweit es möglich wäre, ästhetische Absichten in eine adäquate Sprache, die von der Maschine verstanden werden kann, zu codieren. Es ist zwar allgemein die Absicht des Computerbenutzers, die Maschine nach seinen Intentionen zu steuern, jedoch findet im Zusammenhang hiermit eine unerschwellige Rückkoppelung statt, nämlich der Art, daß der Mensch gehalten ist, maschinengerecht zu denken. Aus diesem Spannungsfeld ergeben sich Probleme, die sich auf das Verhältnis von Technik und Kreativität beziehen und die nur im Hinblick auf eine ästhetische Wertung aufgelöst werden können.

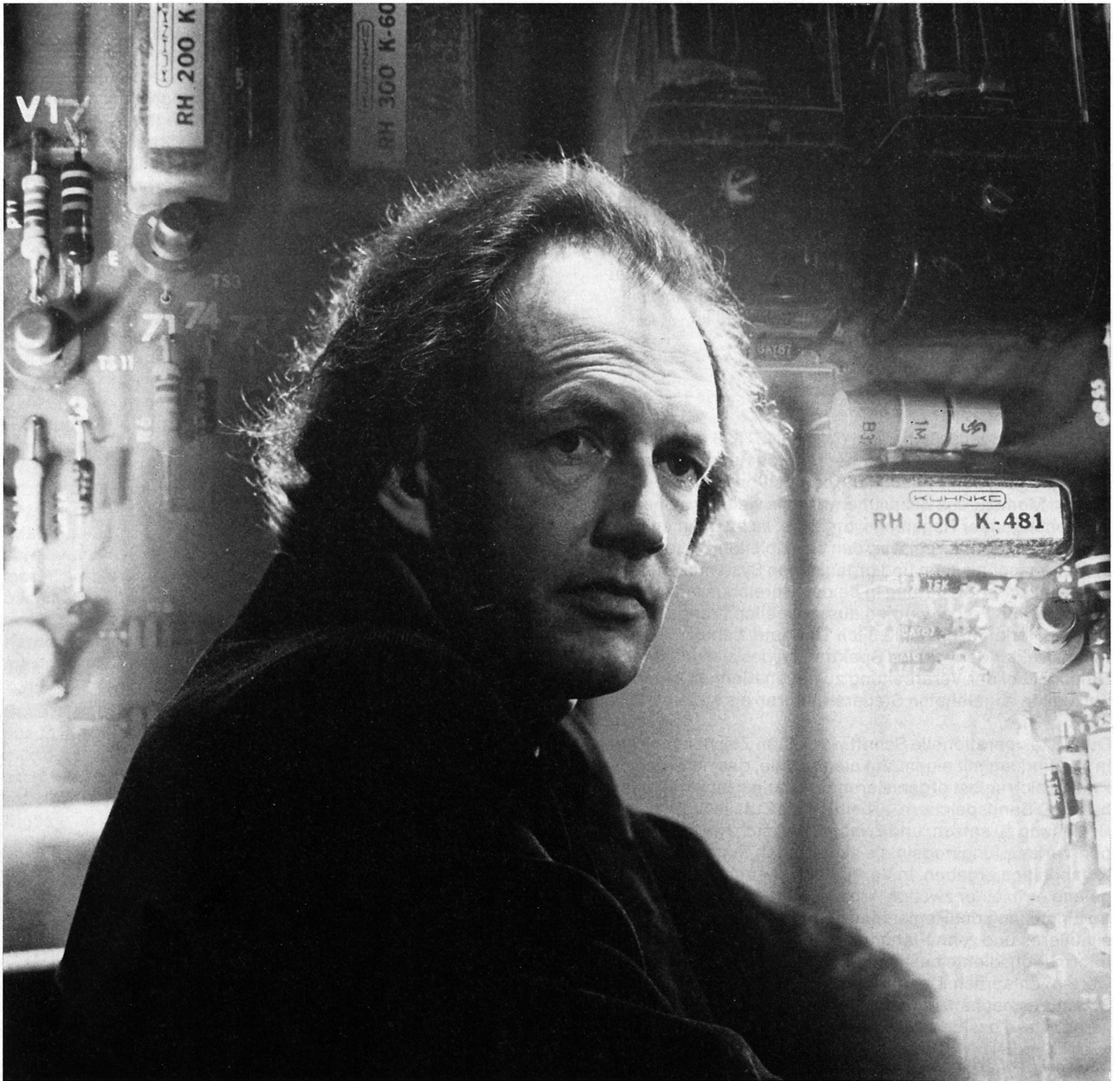
Als wichtiger Faktor für das Komponieren im Computerzeitalter kann die Aufdeckung des Kybernetikmodells gelten: wichtig deshalb, weil mit der kybernetischen Theorie sich maschinelle als auch nicht-maschinelle Systeme in gleicher Weise steuern lassen. Kybernetik meint kurz gesagt die Lehre von den Steuerungsvorgängen in organischen bzw. anorganischen Systemen. Sie ist infolge der abstrahierten Schemata ihrer Funktionen weitgehend in unterschiedliche Bereiche transponierbar. Als Folgeerscheinung des Eindringens technisch-kybernetischen Denkens in zahlreiche

Ebenen menschlicher Forschung und Kommunikation wurden auch die Phänomene nicht-maschineller Struktur in einem neuen Zusammenhang gesehen.

Ein kompositorischer Prozeß, sofern er innovativ ist, wird bei seiner Entstehung entscheidend von einem Maß an Unschärfe geprägt. Maschinelle, mit Computern vorgeplante Abläufe sind repetitiv orientiert und im eigentlichen Sinn nicht experimentell, da sämtliche Daten festliegen müssen, auch wenn in der Form von Unterprogrammen überraschende Zufallsvarianten in den Prozeß integriert werden können.

Nicht-maschinelle Kybernetik im ästhetischen Bereich, die bei der Programmierung des Nicht-Programmierbaren Unwahrscheinliches zu leisten vermag, geht indes von vorher nicht bestimmbar Größen und Verhältnissen aus. Erst im Moment des Realisationsvorgangs werden mittels vielfältig ineinandergreifender Regel- und Steuervorgänge die Resultate in Verbindung mit „offenen Systemen“ optimiert. Offene Systeme sind solche, deren Verhalten sich nicht voraussagen läßt. Sie sind sowohl bei der Erzeugung synthetischer Klangverläufe (elektroakustische Schaltungen) als auch bei Aufführungen mit herkömmlichen Instrumentalensembles installierbar. Synthetische Klangprozesse, die mittels offener Systeme generiert werden, entstehen nicht auf der Basis additiver Komponenten, sondern aus Funktionen nicht-linearer Programme. Diese Programme hängen direkt von gegenseitig vermaschten Eingangs- und Ausgangssignalen ab. Spezifisch an ihnen ist, daß sie nicht stabil bleiben, sondern sich in Sprüngen bewegen, und zwar als Folgeerscheinung der Laufzeit der Signale bzw. Daten.

Mit diesen Verfahren kommt man einer lebendigen Wirklichkeit insofern näher, als sie nicht starr gerichtet sind und aufgrund autoinduktiver Gegenkopplung nicht rational faßbare Verhältnisse freilegen, besonders im Hinblick auf die Feinstrukturierung des Ablaufs. Anstelle logischen Bewußtseins tritt existenzielles Sein. Als das Charakteristische am Höreindruck so entstandener Klangprozesse erscheint die Gleichzeitigkeit bzw. Abhängigkeit von Steuer- und Verlaufsstruktur, also die Tatsache, daß der Entstehungsprozeß ins akustische Supersignal mitintegriert wird und nachvollziehbar bleibt. Die Steuerstruktur liegt im Hörfeld und ist somit integraler Bestandteil der Generierung. Der mitgelieferte Arbeitsprozeß macht dasjenige, was es wahrzunehmen gilt, durchschau- bzw. hörbarer und muß als Sozialisation des Akustischen verstanden werden.



Roland Kayn

Parallel dem hieraus resultierenden ästhetischen Anspruch, im Vorhinein nicht programmierbare Größen und Verhältnisse zu generieren, wird allerdings technischerseits die Bedingung vorausgesetzt, elektronische Schaltkreise aufzubauen, die die Eigenschaft haben müssen, sich gegenseitig aufzuladen bzw. auf die Eingabe bestimmter Signale hin in ganz spezifischer Weise zu reagieren. Hierdurch erwächst dem elektronischen System eine Art „Denkfähigkeit“, die in gewisser Weise als künstliche Intelligenz qualifiziert werden kann. Diese behavioristischen Verfahren, wie diese Vorgänge in der Fachsprache heißen, haben zum Ziel, das Verhalten der elektroakustischen Schaltungen aufgrund eines gleichwahrscheinlichen Repertoires von Signalen zu steuern, wobei die Erfassung funktionaler Beziehungen zwischen Reizen und Reaktionen maßgebend ist.

Cybernetics (1966–69)

Das elektroakustische Projekt CYBERNETICS entstand aus der Vorstellung von einem ungeordneten Repertoire akustischer Signale, den Verlauf der Komposition in der Realzeit, also im Moment des Zusammenwirkens vielfältig voneinander abhängender Regelungsvorgänge, zu bestimmen. Ein weiterer Aspekt hierbei war, den prinzipiellen Gegensatz zwischen technischen und organischen Systemen mittels kybernetischer Steuerung in beiden Bereichen aufzuheben. Als materiale Träger wurden ausschließlich Klangsignale vokaler Herkunft, einschließlich Tierlaute, benutzt. Die Innenstruktur der vokalen Spektren erwies sich mit ihrer Diffusität bei der Verarbeitung zu neuen Klangobjekten und den davon abgeleiteten Steuerstrukturen als äußerst flexibel.

Der erste operationelle Schritt war, einen Zeichenspeicher in Verbindung mit einem Vokalensemble, das nach dem Prinzip sich selbst organisierender Quellen zu funktionieren hatte, zu Bandspeichern, arbeitend als Zufallsquellen, in Beziehung zu setzen, und zwar so, daß sich nach vorgegebenen Verknüpfungsregeln die akustischen Supersignale der Komposition ergaben. In Verbindung mit einem Mischpult gelang es in einer zweiten Arbeitsphase, durch entsprechende Einstellung der Regler eine heuristische Situation zu simulieren und zehn Klangquellen so zu steuern, daß die Informationsdichte bestimmten Zustandsgrößen (Entropiewerten) entsprach. Der hierdurch zustande gekommene Selektionsmechanismus zur Ansteuerung der Anordnungsverhältnisse basierte auf einer Folge von Befehlen wie u. a. → UND, → ENTWEDER, → ODER, → ALS AUCH, → SOWIE, → WENN-DANN. Der somit in Gang gesetzte Prozeß war

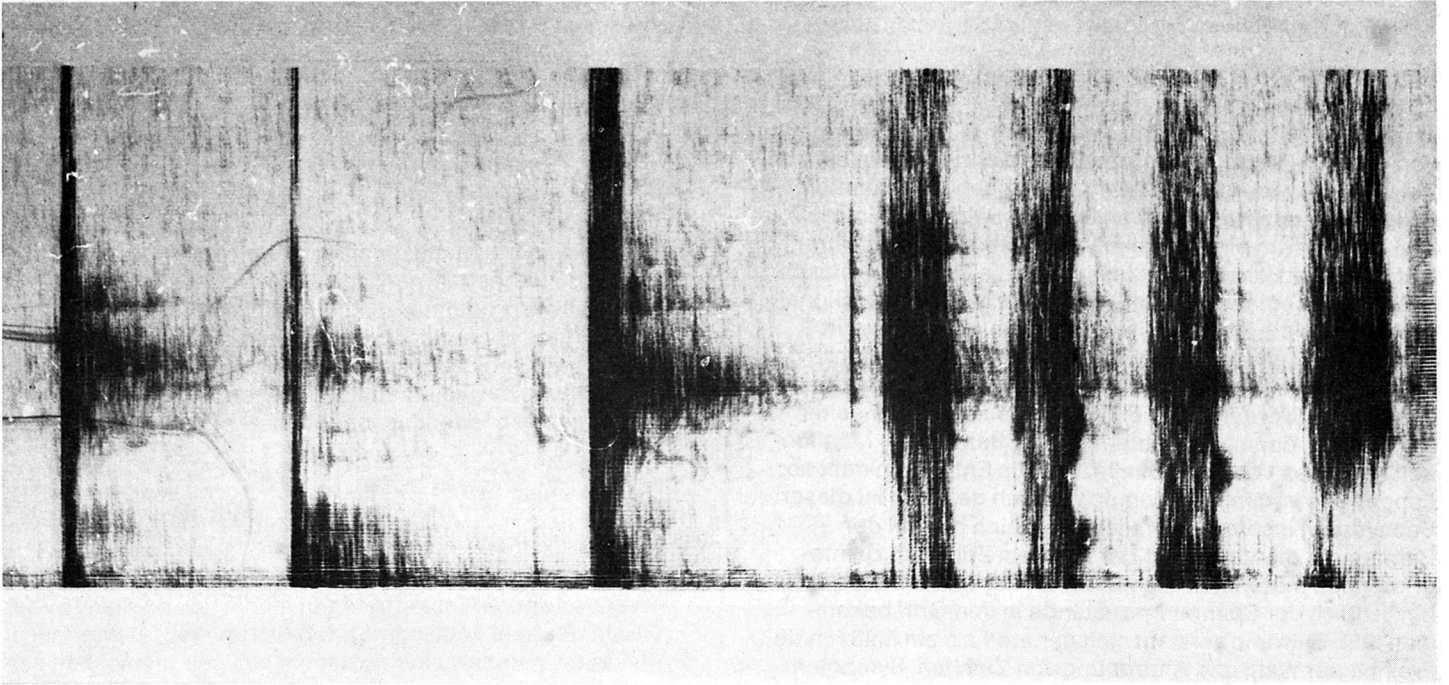
hinsichtlich seiner Verlaufswahrscheinlichkeit nicht vorhersehbar. Dieses Verfahren erwies sich im Vergleich mit vollautomatischen Systemen zur Zeichenerkennung und -verarbeitung als wandlungsfähiger, vor allem in bezug auf die Übergangswahrscheinlichkeit der integrierten Befehle. Die damit verbundenen Reaktionskopplungen mit ihrer Laufzeit, also bis sie sich zeitlich manifestieren, machten es möglich, die Steuerung der Elementmengen in den Supersignalen feinstrukturell unscharf zu integrieren und wahrnehmungspsychologisch neue, überraschende Zustände zu generieren. Bei den hier vorgelegten Mailänder Fassungen von CYBERNETICS bleibt nachvollziehbar, daß kybernetische Steuerung Variabilität als qualitatives Maß einführt.

Entropy PE 31 (1967–70)

Der wissenschaftliche Entropiebegriff, wie er gleichermaßen von der Physik oder der Informationstheorie her bekannt ist, hat viele, oft widersprüchliche Ableitungen und Facetten. Im informationstheoretischen Bereich beinhaltet Entropie, daß sich die von einer Quelle gesendeten Signale in ihrer Abfolge nicht vorhersehen lassen, da die Quelle ergodisch, d. h. zufallsbedingt, arbeitet. Nimmt der Umfang der Signale, unter denen die Quelle frei wählen kann, zu, so bewirkt dieser Umstand ein Anschwellen der Entropie und führt etwa in ihrer mittleren Zone zu unwahrscheinlich gelagerten Zuständen. Werden gleiche Signale mehrfach oder selten abgegeben, dann beschneidet diese Situation die Möglichkeit der freien Wahl der Quelle, und die Entropie nimmt ab: Langeweile kommt auf. Kompositorisch gesehen ist dieser Sachverhalt insofern interessant, als sich hiermit der Rahmen für die Verteilung der in einem Zeitraum zu integrierenden materialen Elemente von der distributiven Seite hinsichtlich der Spannungszustände in den Griff bekommen läßt. Entropie versteht sich generell als ein Maß für die Freiheit der Wahl und Anordnung von Zeichen, Symbolen oder Signalen im Zusammenhang mit der zeitlichen Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens. Diese Wahrscheinlichkeiten lassen sich mit mathematischen Gleichungen im voraus bestimmen und mit Hilfe binärer Entscheidungen, wie sie heute außerordentlich einfach mit Computern bezüglich der Kapazität des Perzeptionskanals errechnet werden können, maximal präzisieren.

Bei ENTROPY PE 31 wurde auf diese Prozeduren, die statistisch ausgerichtet sind, weitgehend verzichtet und durch mikroästhetisch vielfach reproduzierte Einzeloperationen ersetzt. Entropie meint hier die Verteilung, Wahrscheinlichkeit und Mischung der in einem akustischen Feld integrierten Signale im Zusammenhang mit ihrer nicht zahlenmäßigen, sondern apperzeptionellen Evaluierung. Die Bezeichnung PE 31 weist darauf hin, daß $p \dots n$ Elemente aus $E =$ elektiver Entropie, also gruppenwahrscheinlicher Anordnung von 31 Klangquellen, abgeleitet worden sind.

ENTROPY provoziert ein neues Hörverhalten, indem der Ablaufcharakter herkömmlicher Zeitstrukturierung aufgehoben ist. Die Zeit scheint stillzustehen, plötzlich in Form von Aufzugprozessen in Bewegung gesetzt: weite, unendlich wirkende Räume tun sich auf, bis die Zustände gleichsam ins kosmisch Seiende, in den „Entropietod“, übergehen.



Roland Kayn CYBERNETICS, Sonogramm eines Vokalklangs

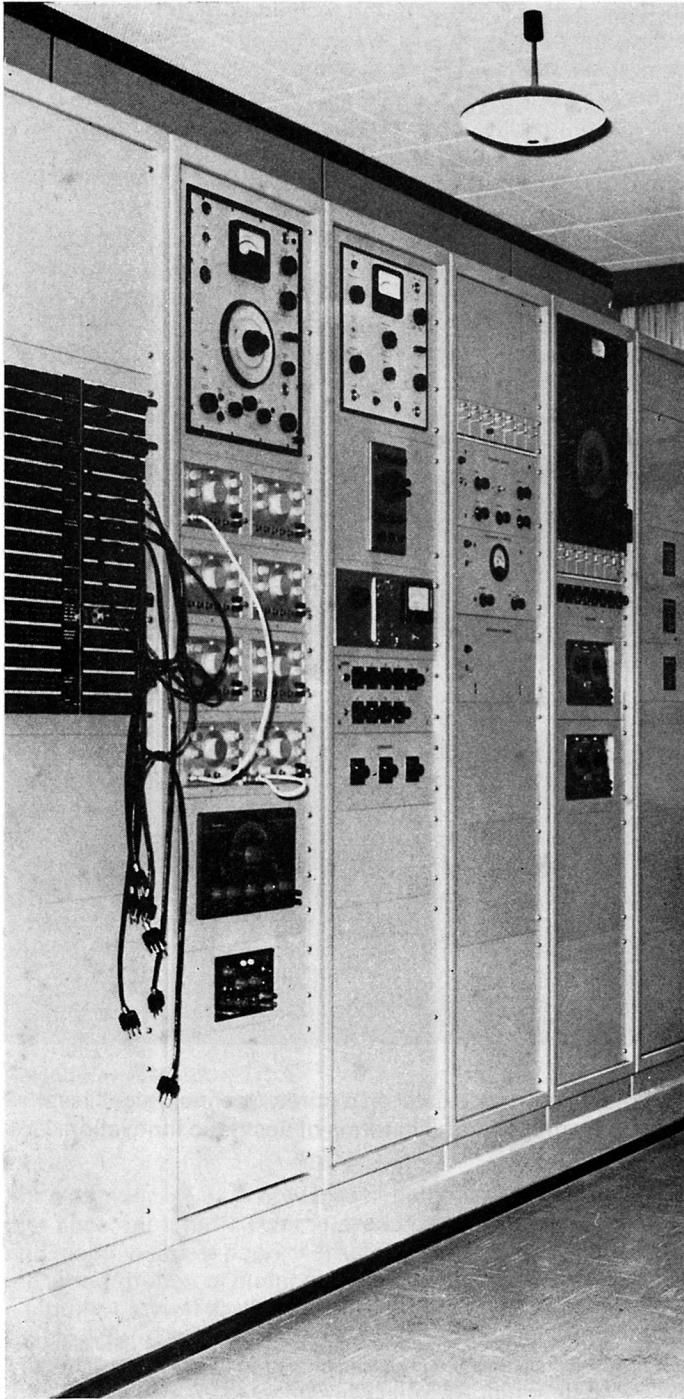
Monades (1972)

Die Generierung der Struktur von MONADES bis in die kleinsten Teilkomponenten des Schalls erfolgte, nachdem im Utrechter Studio mit modernsten Apparaturen 30 Tage vergebens experimentiert worden war, an einem Nachmittag: die plötzliche Entdeckung eines bestimmten Zusammenhangs, nämlich ex- und intern verknüpfter Funktionen, die zu einem biokybernetisch-automatischen Prozeß gerannen, legten unmittelbar eine Klangwelt frei, welche sich in ihrer mikro- und makrologischen Erscheinung direkt in engen Bezug zur Monaden-Theorie bringen ließ.

Unter MONADE kann man sich ein einfaches substantiell nicht mehr teilbares Element oder Signal vorstellen, das in nicht gerichteten Bahnen aufgeht. Als das Besondere an der Monade erscheint ihre absolute Einfachheit. Sie weist sich dahingehend aus, strukturell nicht mehr erfaßbar zu sein, da ihr keine Teilmengen integriert sind. Die Monade als Phäno-

men des individuellen Seins geht qualitativ nicht aus den Daten ihrer Existenz wie Form, Größe oder Verlauf hervor, sondern muß mit Bestimmungsparametern wie Affinitätsvermögen und Wahrnehmungswahrscheinlichkeit gewertet werden. Entscheidend für MONADES war der Versuch, das Spezifische des Leibnizschen Monadenbegriffs zu testen, nämlich die Vorstellung, daß die Monade „fensterlos“ sei: keine Verbindungen leiten vom Innern zum Äußeren, und somit müsse ihre Erscheinung als Resultat immanenter Autoregulation zu begreifen sein.

Selbst der unvoreingenommene Hörer braucht ein Höchstmaß an Konzentration und innerer Anspannung, um in die kosmologischen Schichten der Komposition, die weit entfernt vom durchschnittlichen perceptionellen Radius angesiedelt sind, einzudringen.



EON (1975)

Als bestimmendes Merkmal für den Herstellungsprozeß von EON galt die Voraussetzung, daß es möglich sein müsse, aufgrund vorgegebener elektroakustischer Schaltungen spontan ein Netz von Verknüpfungen kleinster Klangpartikel aufzubauen und dabei mit retroaktiv gesteuerten Gegenkopplungen von einer komplexen Stabilität der so erzeugten akustischen Signalverbände das System phasenweise in die Randzonen seines gerade noch möglichen Funktionierens zu leiten. Es handelt sich also im Gegensatz zu den bisher gebräuchlichen Realisationspraktiken, bei denen die Daten zu Beginn eindeutig definiert werden müssen, um Verfahren, die im Vorhinein nicht beschreibbar sind. Regel- und Steuervorgänge dieses Ranges gehorchen sich selbst organisierenden Mechanismen, deren innere Logik schwer durchschaubar ist. Die sich aus ihrem Wirken ergebende Entmischung der elektronischen Felder geht nicht im Linearen auf, da die Kopplung der voneinander ab- bis unabhängig arbeitenden Systeme in quantenmäßigen Sprüngen ineinandergreifen.

Das aus solchen vom Komponisten initiierten Techniken hervorgehende Neue bleibt nicht allein auf das Wißbare des zu erzeugenden Objekts hin beschränkt, sondern läßt mittels kybernetischer Steuerung den auf das Organische eines Prozesses ausgerichteten Verlauf bis in seine Feinstruktur hinein lebendig werden.

Roland Kayn

Electroacoustic projects

This boxed set containing the electroacoustic projects **Cybernetics** and **Entropy PE 31** (1966–70) and **Monades** and **Eon** (1972–75) renders these works accessible to the listening public for the first time in their entirety. A further cybernetic project by Roland Kayn – **Simultan (Simultaneous)** from the period 1970–72 – is already available in a studio version on Colosseum SM 1473.

Kayn's first contact with the world of electronic sound dates from 1954, when he became acquainted with Herbert Eimert, long-time director of night music programming at the Northwest German Radio in Cologne*. Kayn's attempts to work in Cologne proved relatively unsuccessful, a consequence attributable to the limited capacity and flexibility of the Cologne electronic studios at that time, as well as to ideological differences. Since then he has worked at a number of electronic music studios**. His work at the experimental studio of the Polish Radio in Warsaw resulted (1959) in the draft version of the electronic composition **Impulse (Impulses)** for seven two-channel tape sources. The score for the composition (submitted a year later) proved, however, to be unrealisable in Warsaw because of the extreme complexity of the work. Kayn was forced to relinquish his hopes of giving the piece concrete form in a German studio (WDR Cologne in 1961; the Siemens studio in 1962), as even the semi-automatic punched tape technique employed at Munich proved incapable of bringing the project to completion in a reasonable period of time. It was this problem, among others, that led Kayn to seek out new methods of sound generation, more particularly in the area of self-regulatory systems. In his compositions since 1956, Kayn has utilized mathematical editing procedures derived in part from information theory and cybernetics. Instrumental compositions by Kayn in 1962 represented the first instances of the realisation of models with a biocybernetic structure; he is thus the pioneering intelligence behind a type of music which is indebted to cybernetics and which has taken its place as a valid alternative to music produced with the aid of the digital computer.

In **Cybernetics** (1966–69), the technique of automatic electroacoustic control is experimented in conjunction with vocal sounds. The most salient feature of this process was the fact that elements were selected from a repertoire of equiprobable signs and signals, and that the resulting programme of sound-processes to be generated was not determined in advance. As the present studio setup has only very limited provision for the generation of discontinuous sound sequences and their direct synthesis in one continuous operation, the initial problem presented by **Entropy PE 31** (1967–70) was how to construct a field of signal-clusters which would necessarily possess the capacity to reproduce both the control structure and the compositional structure simultaneously. This technical requirement, once fulfilled, guaranteed maximum freedom of selection in respect of combinatorial probability (elective entropy). **Monades** (1972) was the successful outcome of an attempt to construct externally and internally interlinked control functions derived from purely electronic oscillatory circuits, and to realise a work fully automatically in one continuous operation. The external control was based on a series of speech-signals whose partials could be derived by means of a voltage-controlled filter. The formant spectra extracted by this method were first modulated at very high audio frequencies, then fed in this rectified form into multiloop electronic matrix circuits. After subsequent demodulation the signals were converted directly into receiver-information. The circuitry employed in **Eon** (1975) was based on retroactively functioning negative feedback. A variable function generator served as the signal-source. By means of the overloading of an amplitude filter, the cluster-structures are continually forced to the extreme limits of their functional capacity. This cyclically operating system automatically reconstructs itself in nonperiodic impulse sequences until it finally descends into total instability.

The reality of what 'exists' on a purely 'technological' level will surely prove fruitful in terms of aesthetic innovation.

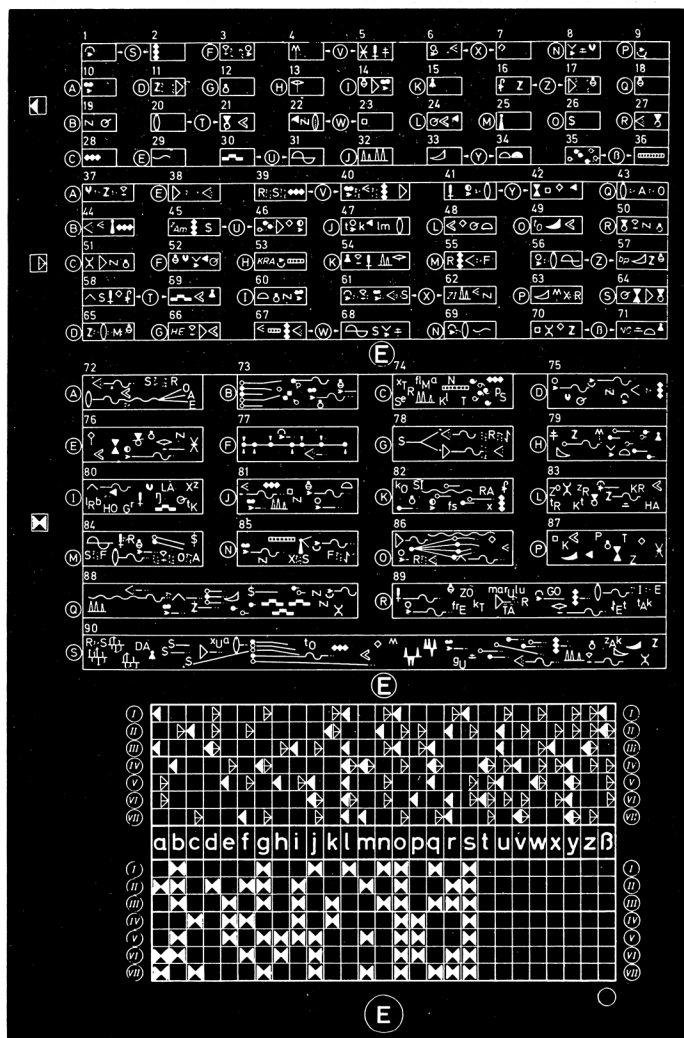
* Eimert had established an electronic music studio there in 1951.

** Including the Siemens studio in Munich (early 1960s), the Studio di Fonologia of the Radio Audizioni Italiane in Milan (1969) and the Instituut voor Sonologie at Utrecht University (1970).

represents an expansion of models primarily derived from communication engineering, and of the cybernetic procedures associated with them, into such extra-technological disciplines as those mentioned above. The data-processing systems employed today almost universally for the carrying-out of specific tasks in everyday life have their origin in the systematization of mathematical operations developed variously by Leibniz and Charles Babbage. Rapid technical advances have doubtless contributed to the increasingly flexible use, since 1957, of the digital computer as an aid in the realisation of instrumental and electronic compositions. Yet there is still no computer-music capable of achieving the high degree of artistic quality ultimately demanded of it, as existing programming languages are still too limited in their capacity to simultaneously synthesise the large numbers of individual operations implicit in the underlying "aesthetic programme". With the increasing availability of a highly complex technology the problem has arisen of the extent to which it is possible to encode aesthetic intentions in a language capable of doing justice to them, but one which can still be understood by the machine. Although it is the general aim of the composer to operate the computer in keeping with his own objectives, this situation is influenced by a feedback effect, i. e. a subliminal tendency on the part of the operator to think in mechanical terms. The tension between these two processes creates problems of the relationship between technology and creativity which can only be solved by a systematic evaluation of aesthetic categories.

A factor crucial for the act of musical composition in the computer age was the discovery of the cybernetic model; this discovery is important for the reason that cybernetic theory enables automatic and non-automatic systems to be operated in the same way. Cybernetics, briefly, is the theory of control processes and procedures within organic and inorganic systems; as a consequence of the universal nature of the models abstracted from the functions of these various systems, cybernetics can generally be applied in a wide variety of fields. The impingement of cybernetic approaches on human research and communication at countless levels reveals new similarities between phenomena possessing a non-automatic structure.

A compositional process, insofar as it is an innovative one, is marked at its inception by a critical degree of indeterminacy. Automatic processes which are pre-programmed with the aid of computers tend to be of a repetitive nature,



Roland Kayn CYBERNETICS,
Zeichenspeicher mit Steuersystem (Partitur)

For a number of years now it has been possible to observe that such apparently diverse areas as sociology, aesthetics and medicine have been characterized increasingly by the incorporation of mathematical processes and methods – a tendency which may well have decisive consequences for the future direction taken by these fields of inquiry. The impingement of mathematical operations on areas of intellectual activity to an hitherto unprecedented degree

and are not experimental in the true sense of the term, as all the data involved must be on hand at the outset, even granted the fact that unexpected random variants can be integrated into the process in the form of subroutines. The aesthetic use of the cybernetics of non-automatic systems, which can achieve unusual and interesting results in the programming of the unprogrammable, proceeds, however, from variables and their relationships which cannot be determined in advance. Only during the process of final realisation itself are the results optimized in conjunction with 'open systems' by means of a complex network of interlocking regulatory and operative procedures. Open systems are those whose behaviour cannot be predicted. They can be installed when generating synthetic sound processes (through electroacoustic circuitry) as well as in the case of performances employing the usual instrumental ensembles. Synthetic sound processes which are generated by means of open systems do not have additive components as their basis, but are derived from functions within non-linear programmes. These programmes depend directly on reciprocally synthesized input and output signals. Their specific character lies in the fact that they do not remain stable, but rather proceed in sudden jumps, as a result of the relative duration of the electro-acoustic signals (or data).

These procedures allow a more effective approximation to organic reality, in that they are not too rigidly organised and reveal relationships which, because of autoinductive negative feedback, are not accessible to processes of human reasoning, particularly with regard to the micro-structuring of the programmes. Existential Being, as it were, takes the place of a logically functioning consciousness. The characteristic impression made on the listener by sound-events which arise in this way seems to be one of simultaneity or dependence as between control structures and programme structures – that is, the fact that the process of creation is integrated into the acoustic super-signal, and remains transparent. The control structure lies within the range of audibility, thereby forming an integral component of the generating process. The listener is thus able to follow the compositional process as it develops; the acoustic construct is hence made more lucid and more of a total auditory experience for the listener – the acoustic sphere is, so to speak, 'socialized'.

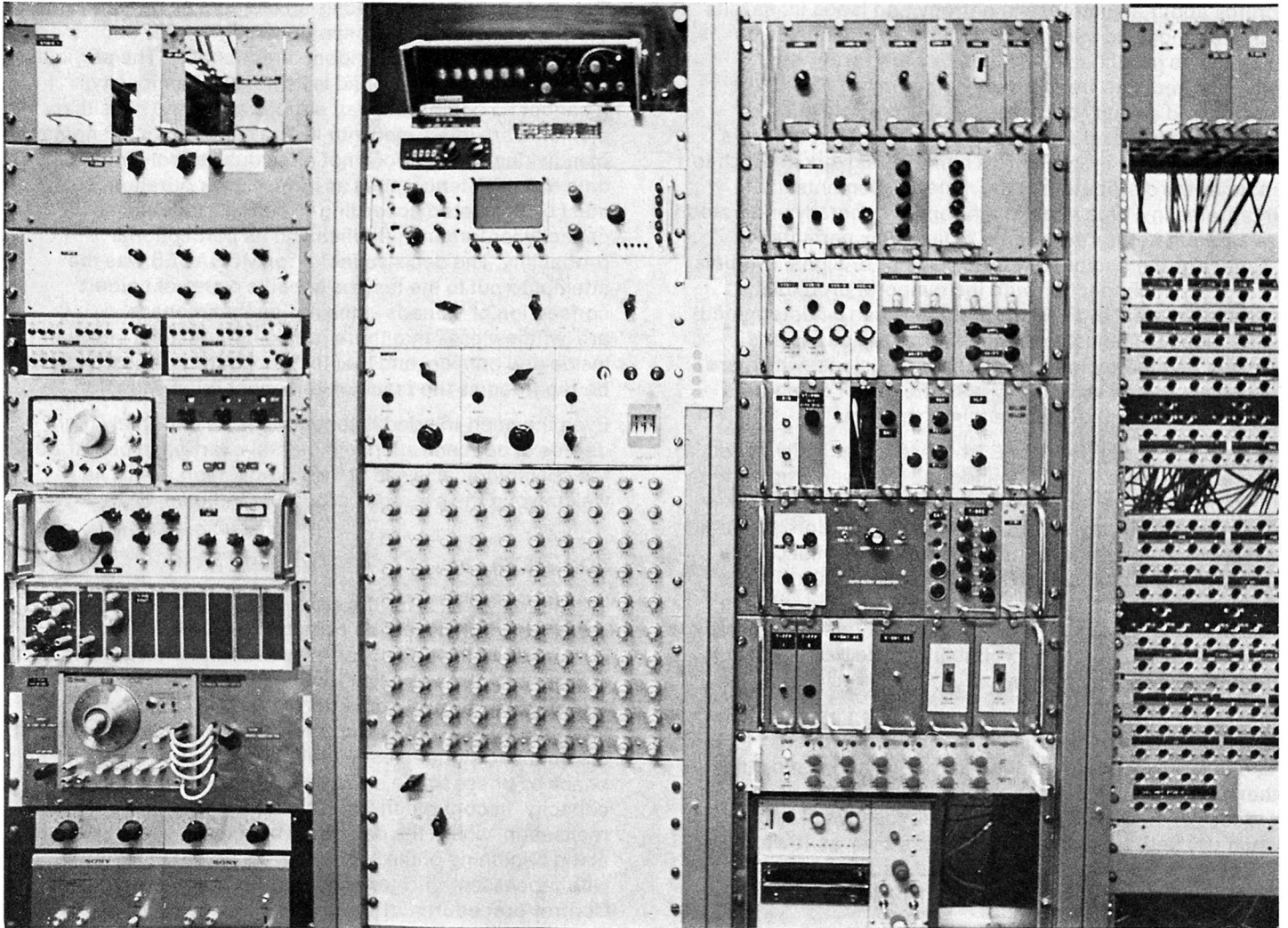
The aesthetic aspiration to generate variables and their relationships not capable of being pre-programmed has as its technical precondition the construction of electronic circuits which must possess the ability to reciprocally

boost each other, to react in quite specific ways to the input of particular signals. As a result of this process the electronic system develops a sort of capacity to think for itself, a capacity which in a sense can be described as artificial intelligence. These behaviouristic procedures work in the direction of controlling the behaviour of electro-acoustic circuits by establishing a predictable repertoire of equiprobable signals; the decisive factor in this is an understanding of the functional relationships between stimulus and response.

CYBERNETICS (1966–69)

The electro-acoustic project CYBERNETICS developed from the idea of determining, by means of a random repertoire of acoustic signals, the course of the composition in real time i. e. while a multiplicity of complexly inter-dependent regulatory procedures are working together. In this connection, a further aspect was the removal of the theoretical contrast between technical and organic systems by means of the application of cybernetic controls to both areas. The sole material carriers employed were made up of sound-signals of vocal origin, including animal noises. The internal structure of the vocal spectra used proved to be extremely flexible, given the ease with which they permitted wide acoustic dispersal in the course of their re-organisation as new soundevents and in the control structures derived from these.

The first operational stage was this: a sign-bank, working in connection with a vocal ensemble whose task was to act according to the principle of self-organising sources, was linked up with magnetic tape-banks working as sources of random sounds; this link-up was such that the acoustic super-signals of the composition arose according to given connection rules. A mixing-console was used to carry out the second phase of the operation, namely simulating a heuristic situation, by setting the control knobs accordingly and controlling ten sound-sources in such a way that the density of the information corresponded to particular parameters of state (entropy values). This produced a selection mechanism for controlling the distributive relationships which was based on a series of commands such as: → AND, → EITHER, → OR, → AS WELL AS, → IF . . . THEN. The process thus set in motion was not predictable in terms of its processual probability. This procedure, compared with fully automatic systems of sign-recognition and sign-processing, proved itself more flexible in terms of its capacity for trans-



Instituut voor Sonologie, Rijksuniversiteit Utrecht (Studio 3)

formations, particularly in respect of the transition probability of the integrated commands. The feedback reactions associated with this, together with the time interval they take to manifest themselves, made it possible to integrate the control of audio material into the super-signals, with an indeterminate microstructure generating perceptually new and surprising sound-events. In the case of the Milan versions of CYBERNETICS presented here, one can appreciate the fact that cybernetic control introduces variability as a qualitative parameter.

ENTROPY PE 31 (1967–70)

The scientific concept of entropy, which we are equally familiar with from physics and information theory, has many, often contradictory facets and implications. In information theory entropy is defined as the phenomenon whereby the sequence of signals from a particular source is unpredictable, as the source works ergodically, i. e. in a random fashion. If the volume of the signals from which the source can freely choose increases, this circumstance

brings about an increase in entropy and leads in, say, its middle ranges, to surprising sound-events. If the same signals are produced many times, or any rarely, this situation reduces freedom of choice on the part of the source and entropy decreases: boredom sets in.

From the composer's point of view this state of affairs is interesting in so far as it offers him a framework in which to monitor the distribution of the material elements to be integrated in a time interval. Entropy is generally understood as a parameter for the degree of flexibility permitted in respect of the choice and arrangement of signs, symbols or signals in connection with the temporal probability of their occurrence. These probabilities can be determined in advance by the use of mathematical equations and closely defined by means of binary decisions, which are very easy to calculate today with the aid of computers possessing an adequate scanning capacity.

In the case of ENTROPY PE 31 these statistically based procedures were largely abandoned and were replaced by the multiple reproduction of micro-aesthetic individual operations. Entropy here means the distribution, probability and mixing of the signals integrated in an acoustic field, along with their evaluation in an aperceptual, non-numerical manner. The designation PE 31 alludes to the fact that $p \dots n$ elements selected from E (elective entropy – in effect combinatorial probability) have been derived from thirty-one sound sources.

ENTROPY provokes a new kind of listening behaviour in that the traditional structuring of time as a process of 'running down' is suspended. Time seems to stand still, then suddenly to be set in motion again in the form of a process of 'winding up': expanses suggestive of infinity open up, until the sound events pass over as it were into cosmic 'being', into the 'Entropietod' (entropic death).

MONADES (1972)

The generation of the structure of MONADES, down to the smallest sub-components of the sound-material came about in one afternoon after thirty days of fruitless experimentation with the most modern apparatus in the Utrecht studio: the sudden discovery of the connection between externally and internally interlinked functions coming together to form a bio-cybernetic automatic process immediately made available a world of sounds which, in its micrological and macrological manifestations, could be seen to be intimately related to the theory of monads.

One may imagine a monad as an element or signal whose substance can not be broken down any further and which follows paths of random directionality. The particular characteristic of the monad is its absolute simplicity. It cannot be comprehended structurally as no subsidiary elements are integrated into it. The monad as a phenomenon of individual 'being' does not arise qualitatively from the data of its existence, such as form, size or duration, but must be evaluated according to such parameters as its capacity for forming affinities and its perceptual probability. The decisive factor for MONADES was the attempt to put to the test the specific aspect of Leibniz' conception of monads – the notion that monads are 'windowless', that there are no connections between inside and outside, and that their appearance must therefore be regarded as the result of immanent autoregulation.

Even the open-minded listener needs an extremely high degree of concentration and mental exertion to penetrate the cosmological levels of the composition, which lie well beyond the average perceptual radius.

EON (1975)

The decisive factor for the creation of EON was the hypothesis that it must be possible to construct a lattice composed of the tiniest particles of sound on the basis of given electro-acoustic circuits and, with the aid of retroactively controlled negative feedback, to gradually force the system out of the complex stability characterising the acoustic signal-clusters thus produced, bringing it phase by phase to the extreme limits of its functional capacity. In contrast therefore to conventional methods of realisation, where the data must be unambiguously defined at the beginning of the sequence, we are dealing here with processes which are not describable in advance. Control procedures of this order obey self-organising mechanism, whose internal logic is not readily graspable. The dissociation of electronic fields which results from the activity of such mechanisms is non-linear, as the coupling of these systems, which function on a scale ranging from total dependence to total independence, results in their interpenetrating each other in quantum-like leaps.

The innovative aspects of such composer-initiated techniques are not solely restricted to a cognitive awareness of compositions in the course of their realisation; at the same time, cybernetic control is capable of bringing alive, in its very microstructure, the organic nature of such processes.

