

Ulrich Mosch

Informationstheorie und Komponieren

1 *The Mathematical Theory of Communication*, Urbana u.a. 1949. ↑

2 zitiert nach der deutschen Ausgabe, Frankfurt am Main 1977, S. 90. ↑

3 Das haben Warren Weaver und Umberto Eco in den erwähnten Arbeiten hervorgehoben. ↑

4 Vgl. *On Rehearing Music*, in: *Journal of the American Musicological Society* 14 (1961), wiederabgedruckt in Leonard B. Meyer, *Music, the Arts and Ideas*, Chicago/London 1967; vgl. dazu auch den dritten Teil dieses Buches mit dem Titel »Formalism in Music: Queries and Reservations« (ebd. S. 235 ff.). Auf die Probleme dieses Ansatzes kann hier nicht näher eingegangen werden. ↑

5 Vgl. *Informationstheorie und Computermusik*,

Auf der Grundlage verschiedener älterer Vorarbeiten formulierte der amerikanische Mathematiker Claude E. Shannon von den Bell Telephone Laboratories 1948 eine allgemeine mathematische Theorie der Kommunikation. Unter dem Namen »Informationstheorie« wurde diese zur Lösung übertragungstechnischer Probleme entwickelte Theorie, der wir heute vielgebrauchte Bezeichnungen wie »bit« und »Redundanz« verdanken, schnell auch außerhalb ihres Herkunftsbereiches von zahlreichen Wissenschaften rezipiert. Bereits Ende der fünfziger Jahre lagen, um nur einige zu nennen, Anwendungen in Psychologie, Linguistik, Ästhetik und im Bereich der Musik vor.

Verbreitung in Wissenschaft und Kunst

Die breite Rezeption der Informationstheorie wäre sicher nicht denkbar gewesen, hätte die Theorie nicht ein relativ einfaches und allgemeines Kommunikationsmodell angeboten, das sich scheinbar mühelos auf alle Arten von »Kommunikation« übertragen ließ. Daß diese mathematisch formulierte Theorie so schnell aufgegriffen wurde, ist aber zu einem nicht geringen Teil wohl auch einem Aufsatz von Warren Weaver zuzuschreiben, der zusammen mit Shannons Arbeit 1949 in jenem Buch erschien¹, mit dem die Theorie erstmals einer breiteren Öffentlichkeit vorgestellt wurde. Weaver faßte die Ergebnisse Shannons leichter verständlich zusammen und vertrat, was bei Shannon selbst nur angedeutet war, die These, diese allgemeine Theorie sei auf Kommunikationsprozesse im weitesten Sinne anwendbar, sei es nun geschriebene oder gesprochene Sprache, Musik, Bildende Kunst, Theater, Ballett oder überhaupt alles menschliche kommunikative Verhalten.

Die allgemeine Formulierung und ihre relative Einfachheit erklären den Erfolg der Theorie aber nicht allein. Mindestens im Hinblick auf Kunst und Musik wurde zwischen bestimmten Formen der zeitgenössischen Kunstproduktion, die Kommunikation radikal in Frage stellten, und der neuen Theorie eine besondere Affinität gesehen. Die Informationstheorie schien (in erweiterter Form) dort aus der Verlegenheit zu helfen, wo traditionelle Kategorien der Ästhetik versagten. Umberto Eco etwa schrieb 1962 in seinem Buch »Das offene Kunstwerk«: »Diese einzigartige ästhetische Situation [eine allgemeine Tendenz zu »offenen Formen«] und die Schwierigkeit, jene »Offenheit«, die von verschiedenen modernen Poetiken angestrebt wird, exakt zu definieren, veranlassen uns, einen Sektor der Wissenschaftsmethodik, die Informationstheorie, in Augenschein zu nehmen, der uns für die Zwecke unserer Untersuchung interessante Fingerzeige anzubieten scheint. Fingerzeige in zweierlei Richtung: einerseits meinen wir, daß gewisse

Mainz 1964 (= *Darmstädter Beiträge zur Neuen Musik* Bd. 8). ↑

6 Vgl. ebd. S. 50 ff. ↑

7 Die Legitimität solchen »kompositorischen« Vorgehens bleibt von dieser Feststellung unberührt. ↑

8 Vgl. *Information Theory and Music*, in: *Behavioral Science* 7 (1962), S. 154 f. ↑

9 Vgl. die Interviews von Ekbert Faas, abgedruckt in: *Feedback Papers* 16 (August 1978) S. 28 und von Jonathan Cott, *Stockhausen. Conversations with the Composer*, London 1974, S. 64 f. ↑

10 Vgl. die in Anm. 9 genannten Interviews. ↑

11 Es fragt sich allerdings, ob Überraschung – beim Trugschluß oder einem metrischen Bruch beispielsweise – das Entscheidende ist oder ob sie nicht vielmehr Begleiterscheinung der starken Abweichung ist, die auch beim wiederholten Hören als solche erfahrbar bleibt. ↑

12 Vgl. Iannis Xenakis,

Poetiken auf ihre Weise die gleiche kulturelle Lage, aus der die Forschungen über die Informationstheorie hervorgingen, spiegeln; andererseits glauben wir, daß bestimmte, durch diese Forschungen bereitgestellte Instrumente, nach den notwendigen Umformungen, auch in der Ästhetik verwendet werden können.«²

Im Bereich der Musik fand die Informationstheorie den größten Widerhall bei Theoretikern, die sich mit Fragen der musikalischen Wahrnehmung und Analyse beschäftigten. Weitaus weniger Belege für eine Rezeption finden sich bei Komponisten. Immerhin sind in zwei wichtigen Publikationsorganen der Nachkriegsavantgarde, in der »Reihe« und in den von Hermann Scherchen herausgegebenen »Gravesaner Blättern«, einzelne Aufsätze zum Thema anzutreffen, die, wenn nicht auf eine Diskussion, mindestens auf erhebliches Interesse in Komponistenkreisen schließen lassen. Auch die Tatsache, daß auf den Darmstädter Ferienkursen für neue Musik die Theorie und ihre praktische Auswertung 1963 Gegenstand zweier Vorträge des amerikanischen Komponisten Lejaren A. Hiller war, weist in dieselbe Richtung. Der Mangel an Zeugnissen einer intensiven Auseinandersetzung bei Komponisten dürfte ursächlich mit dem Charakter der Theorie zusammenhängen. Sie schien sich als Kommunikationstheorie am ehesten auf Phänomene der Wahrnehmung anwenden zu lassen. Nicht von ungefähr tauchen daher bei Karlheinz Stockhausen einzelne Begriffe der Theorie im Zusammenhang mit Fragen musikalischer Wahrnehmung auf. Gleichwohl bot die Informationstheorie andererseits offenbar aber auch eine theoretische Grundlage für Versuche, mit dem Computer Musik zu »komponieren«. Am bekanntesten ist damit Lejaren A. Hiller geworden.

Die Theorie

In ihrer ursprünglichen Formulierung durch Shannon ist die Theorie ein Gebäude aus 22 hochformalisierten, mathematischen Theoremen. Hier soll die Theorie aber nur soweit dargestellt werden, wie es für die weitere Diskussion nötig ist. Das im Blick auf die Rezeption unter Komponisten Wesentliche, läßt sich auch mit einem minimalen Bezug auf die mathematischen Grundlagen zusammenfassen.

Das schematische Kommunikationsmodell, welches der Theorie zugrundeliegt, ist allgemein bekannt: Sender und Empfänger – zwei Menschen im Gespräch beispielsweise oder zwei Fax-Geräte – stehen über einen Kanal (die Luft oder die Telefonleitung) miteinander in Verbindung, über den Botschaften übermittelt werden können. Am Anfang und Ende des Kanals sind Wandler zwischengeschaltet – bei den Menschen die Sprechwerkzeuge und das Ohr, bei den Fax-Geräten Analog-Digital- bzw. Digital-Analog-Wandler –, die der Botschaft eine bestimmte Form geben. Nicht jeder Kanal eignet sich aber gleich gut zur Übertragung von Botschaften, sei es aufgrund zu geringer Kapazität oder sei es aufgrund von Störungen. Beides führt zu Verzerrungen, die die Verständlichkeit verringern. Mißverständnisse, wie sie sich einstellen bei einem durch Störungen beeinträchtigten Telefongespräch oder bei einer Rede in einem großen, halligen Raum, wenn zu schnell gesprochen wird, dürften jedem vertraut sein.

Ausgangspunkt für Shannon war das technische Problem, bei einem gegebenen und wie in der Realität immer anzunehmen nicht störungsfreien und in seiner Kapazität

La crise de la musique sérielle,
in: *Gravesaner Blätter* H. 1 (1955),
S. 3. ↑

13 Vgl. Iannis Xenakis,
Musiques formelles. Nouveaux principes formels de composition musicale, 2. Auflage,
Paris 1981. ↑

begrenzten Kanal, eine möglichst effiziente Übertragung der Botschaft sicherzustellen, d.h. den technischen Aufwand und die Übertragungsgenauigkeit in ein vernünftiges und damit auch kostengünstiges Verhältnis zu bringen. Zu diesem Zweck entwickelte er ein Instrumentarium, das die Eigenschaften der Quelle bzw. Botschaft und des Übertragungskanal rein quantitativ, statistisch zu erfassen erlaubte. Mit den im folgenden nur umrißhaft beschriebenen Mitteln ließen sich die Eigenschaften der Botschaft und die Kapazität des Übertragungskanal ebenso wie Störeinflüsse statistisch kalkulieren und unter dem Gesichtspunkt der Effizienz ins rechte Verhältnis bringen.

Entscheidend ist, daß die Informationstheorie eine rein deskriptive Theorie ist. Sie betrachtet die Botschaft sender- wie empfängerseitig als stochastische Quelle, d.h. als eine Quelle, deren Eigenschaften auf der Grundlage der Wahrscheinlichkeitsrechnung statistisch erfaßbar sind. Dazu wird die Botschaft in Elemente bzw. Elementfolgen aufgelöst, beispielsweise Buchstaben, Worte, Wortfolgen, Töne, Tonfolgen oder Zahlenfolgen. Die Bedeutung spielt dabei keinerlei Rolle, wohl aber die etwa durch die Sprachstruktur hervorgerufene, unterschiedliche relative Häufigkeit einzelner Buchstaben oder auch Buchstaben- oder Wortfolgen.

Zur Beschreibung der statistischen Eigenschaften der Quelle geht die Theorie von einem idealen Modell aus: Angenommen, wir hätten eine Botschaft, in der acht Elemente in zufälliger Verteilung vorkommen, d.h. jedes ist zu jedem Zeitpunkt gleichwahrscheinlich. Die Identifizierung jedes Elements läßt sich dann als Folge von drei ja/nein Entscheidungen (binären Wahlen) darstellen: die Wahl zwischen zwei Vierergruppen, dann die Wahl zwischen zwei Zweiergruppen und schließlich die Wahl zwischen zwei Elementen. Die Zahl dieser Wahlen ist das quantitative Maß für die Information jedes einzelnen Elements unter diesen Bedingungen, in unserem Fall 3 bit (binary digits). Mit einer höheren Elementenzahl steigt der Informationswert jedes einzelnen Elements, weil die zur Identifizierung nötigen Wahlen entsprechend zunehmen.

Der Normalfall liegt aber anders: Einzelne Elemente tauchen in einer Elementenfolge, in der Buchstabenfolge der deutschen oder englischen Sprache etwa, häufiger auf als andere. Dieses Phänomen nennt man Redundanz. Der mit der Anzahl der Buchstaben des Alphabets maximal mögliche Informationswert wird hier nicht erreicht. Die Redundanz errechnet sich aus dem Verhältnis von tatsächlichem zu maximal möglichem Informationswert. Information und Redundanz lassen sich als (komplementäre) formale Beschreibungen des Ausmaßes an Unordnung bzw. Ordnung einer Elementenfolge auffassen.

Dieses ideale Modell wird häufig dargestellt, als sei es das reale Verfahren der Erzeugung oder der Wahrnehmung von Botschaften. Zur Veranschaulichung dessen, was Information bedeutet, wird dabei die Ungewißheit über den Fortgang einer gegebenen (zeitlichen) Elementenfolge an einem bestimmten Punkt herangezogen. Ist die Ungewißheit oder die »Überraschung« (wie oft auch zu lesen ist) beim Auftreten eines Elementes groß, da es sich um eine weitgehend ungeordnete Folge handelt, so ist die Information groß. Ist umgekehrt die Ungewißheit klein, da es sich um eine ziemlich stark geordnete Folge handelt, so ist auch die Information entsprechend klein. Man muß aber im Auge behalten, daß es

sich hier allein darum handelt, ein Modell zu veranschaulichen, mit dem sich – ganz ähnlich wie im Vorgehen der generativen Transformationsgrammatik – zwar vollständige formale Beschreibungen der Eigenschaften bestimmter Elementfolgen erzeugen lassen. Auch wenn sich nach diesem Modell eine Informationsquelle leicht konstruieren läßt, spielt die tatsächliche Erzeugung von Elementfolgen für die Informationstheorie überhaupt keine Rolle: Ob es sich um einen Text Goethes handelt oder um einen mittels Zufallsverfahren erzeugten Text mit denselben Buchstabenhäufigkeiten, wie sie der Text des Dichters aufweist, ist von der Theorie her gleichgültig. Daran würde sich auch nichts ändern, wenn man zu den sogenannten Markoffketten überginge und Worthäufigkeiten oder Häufigkeiten von Wortfolgen heranzöge.

Ganz gleich ob es sich um Buchstaben, Wörter oder was auch immer handelt, werden Folgen aus einer bestimmten Anzahl von Elementen in der Informationstheorie als System aufgefaßt – vergleichbar dem der Sprache –, mit dem sich eine große Anzahl von Botschaften erzeugen lassen. Die statistischen Eigenschaften dieser Systeme beschreibt die Theorie. Sie handelt, um es auf die Sprache zu beziehen, nicht davon, was man tatsächlich sagt, sondern vielmehr davon, was man auf der Grundlage eines gegebenen Systems sagen könnte.³ Im Hinblick auf die Aussagekraft der Theorie über ästhetische Gegenstände, ist dies eines ihrer beiden entscheidenden Probleme: Sie macht nämlich keine Aussagen über bestimmte Gegenstände, sondern nur über Klassen von Gegenständen, die als Quelle oder Botschaft betrachtet dieselben statistischen Eigenschaften besitzen. Das andere Problem besteht darin, daß für die Theorie die Wahrnehmung solcher Gegenstände völlig irrelevant ist. Wissen und Erfahrung der Wahrnehmenden spielen keinerlei Rolle. Die Anwendung der Theorie auf Wahrnehmungsfragen im Bereich der Musik konfrontierte deshalb Theoretiker wie Leonard B. Meyer, der sich als einer der ersten mit informationstheoretischen Fragestellungen im Blick auf Musik beschäftigte, mit einer Schwierigkeit, die er zu einem – allerdings nur scheinbaren – Paradox zuspitzte, die sich direkt aus diesen Prämissen ergibt: Was beim ersten Hören reich an Information war, kann für einen Hörer, der es sehr gut kennt, im Extremfalle vollkommen redundant sein. Meyer zog daraus die Konsequenz und unterschied verschiedene Ebenen der Information.⁴

Kompositorische Anwendung

Was interessierte nun Komponisten an der Informationstheorie? Zum einen war es der produktive Aspekt der Theorie, d.h. die Möglichkeit, auf ihrer Grundlage »Musik« zu generieren. Zum anderen bot die Theorie Begriffe, um eigene musikalische Erfahrungen theoretisch zu reflektieren. Beides war aber nicht unproblematisch, das eine, weil man eine deskriptive Theorie normativ zu wenden versuchte, indem man analytisch gewonnene Wahrscheinlichkeitsstatistiken in den Computer eingab, um »Musik« zu generieren, das andere, weil die rein quantitativ formulierten Begriffe sich nur um den Preis ihrer exakten theoretischen Bestimmung auf Phänomene der Wahrnehmung und der musikalischen Erfahrung anwenden ließen.

Lejaren A. Hiller

Zunächst zum produktiven Aspekt der Theorie. Lejaren A. Hiller war neben

analytischen Anwendungen – zusammen mit anderen Autoren veröffentlichte er verschiedene derartige Untersuchungen - vor allem an diesem Aspekt interessiert. 1963 hielt er auf den Ferienkursen für Neue Musik in Darmstadt zwei Vorlesungen zum Thema Informationstheorie: Er gab einen allgemeinen Überblick über ihre Anwendungen auf Musik und berichtete über Versuche, auf ihrer Grundlage »Musik« mit dem Computer zu erzeugen. Zu Beginn der zweiten Vorlesung stellte er fest, die Anwendung der musikalisch relevanten Prinzipien der Informationstheorie auf die musikalische Analyse vermittele nicht nur ein neues Verständnis der musikalischen Mitteilung, sondern erschließe auch den Zugang zu neuen Möglichkeiten musikalischer Komposition.⁵ Hiller hatte bereits seit Mitte der fünfziger Jahre an der Universität Illinois mit Computern zur Erzeugung von Musik experimentiert. Erstes Zeugnis dieser Studien war die *Illiacc-Suite* für Streichquartett (1955/56), ein Stück, in dessen vier Sätzen unterschiedliche musikalische Strukturtypen von historischen Stilen bis zu rein stochastischer Musik von der Maschine realisiert worden waren. Das Prinzip war einfach. Man ließ eine Zufallsquelle Elemente generieren und unterwarf sie anschließend Auswahlprozeduren. Erfüllte ein Element bestimmte statistische Anforderungen, so wurde es gewählt, wenn nicht, wurde es fallengelassen. Auf diese Weise erhält man in Elementfolgen bestimmte relative Häufigkeiten, wie sie für einen bestimmten musikalischen Stil charakteristisch sind. Es stellte sich aber heraus, daß diese ersten Stücke praktisch keine formale Artikulation aufwiesen. Um diesen offensichtlichen Schwächen abzuweichen und zu einer brauchbaren Zeitstrukturierung zu kommen, verfeinerten Hiller und seine Mitarbeiter die Programme, indem sie Rückkoppelungsmechanismen einbauten. Was der Computer später generiert, ist dadurch ein Stück weit abhängig vom früher Erzeugten. Aus solch differenzierteren Programmen ging beispielsweise eine *Computer-Kantate* hervor, bei der nicht nur die Struktur vom Computer generiert war, sondern auch der Text und zum Teil auch die Klänge mittels Computer-Synthese.⁶

Hiller war allerdings soweit Realist zu wissen, daß man von »Komponieren« bei einer Maschine eigentlich nicht sprechen konnte. Denn eine Maschine kann nicht schöpferisch sein. Die Entscheidungen trifft letztlich, wer sie bedient bzw. ihre Programme schreibt. Dennoch hoffte er schließlich Musik produzieren zu können, die ästhetischen Ansprüchen wirklich gerecht werden konnte. Auch bei größter Verfeinerung der Programme stößt aber eine solche »Kompositionsmethode« immer an eine Grenze, die zu überschreiten aus prinzipiellen Gründen kaum möglich ist: Der Computer kann unter bestimmten statistischen Vorgaben immer nur eine von vielen unter diesen Vorgaben möglichen Anordnungen zufällig wählen, sei es nun im Großen oder im Detail. Durch statistische Restriktionen in der Abfolge der Elemente kann man sich zwar einem bestimmten Stil nähern. Und man kommt auch zu sinnvollen Einheiten, aber nur gelegentlich und für kürzere Zeit. Die Kluft zwischen bewußter musikalischer Artikulation und auf informationstheoretischer Grundlage mit dem Computer generierten Klangfolgen läßt sich vielleicht verkleinern, aber nicht schließen.⁷ Hiller stieß hier auf dasselbe Problem wie Shannon, als er zeigte, wie mit einem Zufallsgenerator dem alltäglichen Englisch immer ähnlichere Buchstabenfolgen zu erzeugen waren, wenn man die Abfolge der Buchstaben zunehmend reglementierte analog zu den tatsächlich im Englischen vorfindlichen Abfolgen. Man nähert sich zwar verständlichem Englisch, kommt aber nicht zu längeren sinnvollen Aussagen. Theoretisch wäre es zwar möglich, solche Aussagen

zu erhalten. Mit zunehmender Länge der Texte sinkt aber die Wahrscheinlichkeit gegen null. Bereits 1962 hat Joel E. Cohen in einem kritischen Bericht über Informationstheorie und Musik mit Bezug auf eine Bemerkung Noam Chomskys auf dieses Problem hingewiesen.⁸

Karlheinz Stockhausen

Mit der Informationstheorie hat sich auch Karlheinz Stockhausen intensiv auseinandergesetzt. Sie aber direkt in ein generatives Programm zur Erzeugung von »Musik« umzusetzen, wie es Hiller getan hatte, war ihm fremd. Inwieweit sie dennoch, vermittelt durch Stockhausens musikalisches Denken, produktiv wirksam wurde, läßt sich nur sehr schwer fassen. Immerhin kann man aber belegen, daß sie mindestens zeitweilig eine Rolle bei der theoretischen Reflexion musikalischer Erfahrungen gespielt hat. Kennengelernt hatte Stockhausen die Informationstheorie möglicherweise bereits 1952 bei seinem Paris-Aufenthalt im Zusammenhang mit seinen Studien zur »Musique concrète« bei Pierre Schaeffer. Gegenstand intensiver Beschäftigung wurde sie offenbar aber erst während seiner Studien bei Werner Meyer-Eppler – dem damals prominentesten Vertreter der Informationstheorie in Deutschland – an der Universität Bonn (1954-1956). Auf Fragen nach dem Unterricht bei Meyer-Eppler, von dem Stockhausen sagte, er sei sein bester Lehrer gewesen, hob er in Interviews immer wieder hervor, daß neben Phonetik und Akustik die Kommunikationstheorie im Mittelpunkt gestanden habe und daß die Mathematiker Shannon und Markoff für ihn wichtig gewesen seien.⁹ Belege für die intensive Beschäftigung mit der Informationstheorie sind allerdings in seinen Schriften kaum zu finden, abgesehen von dem Aufsatz »Struktur und Erlebniszeit« (1955), der zur Zeit der Studien bei Meyer-Eppler entstand. Einige Stellen in den Schriften lassen an die Informationstheorie denken, ohne daß ein direkter Zusammenhang belegt werden könnte. Wenn überhaupt, so scheinen bestimmte Kerngedanken der Theorie in Stockhausens Denken so gründlich transformiert, daß ein Zusammenhang mit der Informationstheorie nur noch vermutet werden kann, wie beispielsweise zu Anfang des großen Aufsatzes »... wie die Zeit vergeht ...« (1956): »Musik stellt Ordnungsverhältnisse in der Zeit dar. Das setzt eine Vorstellung voraus, die man sich von dieser Zeit macht. Wir hören Veränderungen im Schallfeld: Stille Ton Stille, oder Ton Ton. Dabei können wir verschieden große Zeitabstände zwischen Veränderungen unterscheiden. ...« In dieser Definition von Musik als »Ordnungsverhältnisse in der Zeit« könnte man eine Spiegelung der informationstheoretischen Auffassung sehen, ein Musikstück als statistische Quelle mit bestimmten Eigenschaften zu betrachten, wozu auch (sofern es sich nicht um ein reines Zufallsprodukt handelt) ein bestimmter Grad von Ordnung in der zeitlichen Folge gehört. Ob sich hier – der Aufsatz entstand kurz nach jener Zeit, als Stockhausen an der Universität Bonn studiert und bei Meyer-Eppler regelmäßig Seminare besucht hatte - tatsächlich informationstheoretische Grundgedanken spiegeln, läßt sich aber nicht beweisen. Andere Begriffe der Theorie wie »Information« oder »Redundanz«, die eine solche These stützen würden, tauchen in diesem Text nicht auf. Mindestens aber bleibt eine besondere Affinität zwischen der Informationstheorie und »Ordnung« als einem der Grundbegriffe von Stockhausens musikalischem Denken festzuhalten. Diese Kategorie steht schon 1952 im frühesten Text des Komponisten – »Situation des Handwerks (Kriterien der punktuellen Musik)« – an wichtiger Stelle und nimmt im späteren Denken und

Komponieren eine zentrale Stellung ein, etwa auch im *Klavierstück X* (1961), in welchem Stockhausen den Versuch gemacht hat, zwischen relativer Unordnung und Ordnung zu vermitteln.

Nicht unbedeutend war offenbar die Rolle, die die Informationstheorie bzw. ihre wahrscheinlichkeitstheoretischen Grundlagen bei Stockhausens Auseinandersetzung mit dem Zufall einerseits und der Idee einer sogenannten »Feldkomposition« andererseits gespielt haben, d.h. der Komposition mit Klängen, die statistische Eigenschaften in einem gegebenen Feld mit bestimmten Grenzen haben.¹⁰ Bezüglich des *Klavierstücks XI* (1956) oder des »Zyklus« für einen Schlagzeuger (1959) von einer wie auch immer vermittelten Umsetzung der Theorie zu reden, wäre aber verfehlt. Auch wenn Stockhausen verschiedentlich äußerte, er habe einfach ins Feld der Musik umgesetzt, was er in der Kommunikationstheorie gelernt hatte, scheint die Beziehung zwischen Komposition und Theorie weitaus loser, so daß sie wohl schwerlich zu rekonstruieren ist. Die Theorie gehört zum produktiven Umfeld, in dem ein Werk entstand, ohne aber selbst direkt wirksam zu werden.

Greifbarer sind Bezüge auf die Informationstheorie in dem bereits erwähnten, 1955 entstandenen Aufsatz »Struktur und Erlebniszeit«. Hier bot die Begrifflichkeit der Theorie offenbar in begrenztem Rahmen Möglichkeiten, eigene musikalische Erfahrungen zu reflektieren. Allerdings entfernt sich der Begriff »Information« durch Umdeutung soweit von der definierten Bedeutung im Rahmen der mathematischen Theorie, daß es fraglich ist, ob man überhaupt noch von einer Anwendung der Theorie sprechen soll. Am Beispiel des ersten Teils aus dem Mittelsatz von Anton Weberns Streichquartett op.28 analysiert Stockhausen in dem Aufsatz das Verhältnis von musikalischer Struktur und musikalischer Erfahrung. Er überschreitet damit den Rahmen der Theorie, die allein Aussagen über ein Musikstück als Anordnung von Elementen (die Botschaft oder Quelle) gestattet, sich aber um das Erleben nicht kümmert und den Hörer mit all seinem Wissen und seiner Erfahrung in keiner Weise berücksichtigt. Das Wesentliche läßt sich in wenigen Worten zusammenfassen: Die »Erlebniszeit« ist abhängig von der Dichte und von der Größenordnung der Veränderungen in einem Musikstück. Der »Informationsgrad« ist, so Stockhausen, dann am höchsten, wenn in jedem Augenblick eines musikalischen Ablaufes das Überraschungsmoment am stärksten ist. Die Erlebniszeit befindet sich dann in schnellem Fluß. Überraschung ist aber nur möglich auf der Folie von Erwartungen. Eine permanente Folge von überraschenden Wendungen wäre monoton. Deshalb muß im musikalischen Ablauf eine Balance gefunden werden zwischen den beim Hörer sich einstellenden Erwartungen über den weiteren Verlauf und überraschenden Wendungen. Daß Stockhausen die »Information« – er spricht von »Informationsgrad«, an anderer Stelle heißt es auch »Informationsgehalt« – an die Überraschung koppelt, verweist zwar noch unübersehbar auf die Informationstheorie, d.h auf das Modell, an dem ihre Grundbegriffe oft veranschaulicht worden sind. »Überraschung« und »Information« haben sich aber bei ihm von Metaphern für die Wahrscheinlichkeit, mit der ein Element in einer Folge erscheint, weitgehend in Kategorien des musikalischen Erlebens verwandelt. Fast zwangsläufig mußte er bei seinen Analysen auf jenes bereits oben erwähnte Problem stoßen, das auch Leonard B. Meyer beschäftigt hat: Was beim ersten Hören des zweiten Satzes im Vergleich zum vorausgehenden

Kopfsatz des Webern-Quartetts überraschte, die ununterbrochene Folge gleicher Zeitwerte, ist bei der Wiederholung dieses Formteils bereits bekannt.¹¹ Damit verläuft die Erlebniszeit anders. Abgesehen davon, daß man sich hier längst jenseits des statistisch Erfassbaren befindet, ist es doch genau diese Schwierigkeit, welche die grundsätzliche Divergenz zwischen der informationstheoretischen Beschreibung eines Werkes und Wahrnehmungsfragen offenbart, um die sich die Theorie nicht kümmert. Vielleicht liegt hier auch der Grund dafür, daß die Begriffe später bei Stockhausen keine Rolle mehr gespielt haben.

Iannis Xenakis

Wie Karlheinz Stockhausen und Lejaren A. Hiller hat sich auch Iannis Xenakis bereits früh mit der Informationstheorie befaßt. Aus der Beobachtung, daß bei komplizierter serieller Musik die einzelnen Reihenbestandteile vielfach nicht mehr auseinanderzuhören sind und in einem umfassenden Klang aufgehen, zog Xenakis den radikalen Schluß, man müsse gleich mit stochastischen Quellen kompositorisch arbeiten, um den Widerspruch zwischen kompositorischem System und klingendem Resultat aufzuheben.¹² Auf der Basis von Wahrscheinlichkeitstheorie und Stochastik entwickelte er seit Mitte der fünfziger Jahre entsprechende Kompositionsverfahren. Sie beruhen auf sogenannten komplexen Klängen, deren Eigenschaften durch kombinatorische Kalküle bestimmt werden. Bei der Ausarbeitung der theoretischen Grundlagen spielte die Informationstheorie zwar eine Rolle. Sie wurde aber in wesentlich weiterreichende theoretische Überlegungen zum Komponieren einer »musique formelle« auf der Basis von Wahrscheinlichkeitstheorie integriert.¹³