Karlheinz Stockhausen

1956

...wie die Zeit vergeht...

...comment le temps passe...

September/Oktober 1956. Erschiene in 'die Reihe' 3. Wien 1957.
Septembre/Octobre 1956. Paru la 1re fois in die Reihe 3, Vienne 1957.

republié qu'à des fins éducatives
für pädagogische Zwecke veröffentlicht

DEUTCH / FRANÇAIS

by Freenet in Sympathy for All 2016 WILDSCANN

. . . wie die Zeit vergeht . . .[1]

(September/Oktober 1956. Erschienen in 'die Reihe' 3, Wien 1957)

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. Die Zeitabstände seien *Phasen*[2] genannt.

Um eine Gruppe von Phasen mit einer anderen *Phasengruppe* zu vergleichen, unterscheiden wir periodische und aperiodische Phasengruppen und zwischen diesen Extremen eine mehr oder weniger große Anzahl von Übergangsstadien (entweder als Abweichungen von der Periodizität oder als Abweichungen von der Aperiodizität; je nach dem, was überwiegt).

Zur Unterscheidung verschiedener Phasen vergleichen wir eine *Phasendauer* mit der anderen. Wir messen Zeit in Phasendauern oder in Dauern der Phasengruppen. Die Empfindung mißt kürzere oder längere Phasen. Als genauere Bestimmung gelten Proportionen: eine Phase ist doppelt, dreimal so lang – so kurz – wie eine andere. Um Proportionen zu fixieren, wählt man ein *Einheitsquantum*, und gewöhnlich geht man dabei von der Uhrzeit aus: wir sagen, eine Phasendauer beträgt 1 sec, 2 sec, $^1/_{10}$ sec[3].

Akustisch wahrnehmbare Phasen teilt die Empfindung in zwei Gruppen: wir sprechen von *Dauern* und von *Höhen*. Das wird klar, wenn man eine Phasendauer – zum Beispiel zwischen

---

1 Die folgenden Fußnoten 1-19 schrieb 1963 Dr. Georg Heike vom Institut für Phonetik und Kommunikationsforschung der Universität Bonn: Dieser Aufsatz von Stockhausen ist von verschiedener Seite hinsichtlich der verwendeten Termini und einiger Sachverhalte kritisiert worden. Die Kritik ist begründet, soweit sie die benutzten Begriffe aus dem musikalischen Zusammenhang dieses Aufsatzes herausnimmt und sie mit entsprechenden physikalischen Definitionen vergleicht. Um nun sowohl dem Musiker als auch dem Physiker die spezielle Verwendung dieser Begriffe deutlich zu machen, soll versucht werden, einige Stellen dieses Aufsatzes zu kommentieren. Aus verschiedenen Gründen kann nur in kurzer Form auf die wichtigsten Punkte eingegangen werden.

2 Diese weite Fassung des Terminus ›Phase‹ entspricht nicht seiner physikalischen Definition. Aus der Tatsache, daß zwischen Schwingungspunkten verschiedener Phasenlage notwendigerweise ein Zeitabstand besteht und daß beispielsweise bei zeitlich verzögerten Schwingungen Phasendifferenzen auftreten, hat offenbar im Technikerjargon zu einer weitgehenden Gleichsetzung von ›Phase‹ und etwa ›Zeitabstand‹ geführt.

3 Bei der Definition ›Phase‹ = ›Zeitabstand‹ beinhaltet der Begriff ›Phase‹ schon eine Dauer. – Im Zusammenhang mit der Empfindung ist es ungenau von ›Messung‹ zu sprechen. Eine Messung setzt zumindest eine Maßeinheit und ein Meßgerät voraus. Bei Zeitmessungen wäre es adäquater für ›Einheitsquantum‹ ›Maßeinheit‹ oder ›Zeiteinheit‹ zu setzen.

... comment passe le temps... [1]

Karlheinz Stockhausen

La musique met en œuvre des relations d'ordre dans le temps. Cela présuppose que l'on se fasse une idée de ce temps. Nous entendons des modifications dans le champ acoustique : silence - son - silence, ou : son - son. Ce faisant, nous pouvons distinguer entre elles des intervalles de temps de grandeurs différentes. Nous appellerons ces intervalles de temps des *phases* [2].

Pour comparer un *groupe de phases (Phasengruppe)* à un autre, nous distinguons des groupes de phases périodiques et apériodiques et, entre ces extrêmes, un nombre plus ou moins grand de stades de transition (soit comme déviations de la périodicité, soit comme déviations de l'apériodicité, selon ce qui prédomine).

Pour distinguer différentes phases, nous comparons une *durée de phase (Phasendauer)* à l'autre. Nous mesurons le temps en durées de phases ou en durées de groupes de phases. La sensibilité mesure des phases plus courtes ou plus longues. Les proportions offrent une détermination plus précise : une phase est deux fois, trois fois plus longue — plus courte — qu'une autre. Pour fixer les proportions, on choisit un quantum d'unité *(Einheitsquantum)* et, ce faisant, on part généralement du temps de l'horloge : nous disons qu'une durée de phase est d'une sec., de 2 sec., de 1/10e de sec. [3].

La sensibilité répartit les phases perceptibles acoustiquement en deux groupes : nous parlons de *durées* et de *hauteurs*. Cela devient évident lorsqu'on raccourcit de manière continue une durée de phase — par exemple entre des impulsions — d'une sec. à 1/2, 1/4, 1/8e, 1/16e, 1/32e, 1/64e de sec., etc [4]. Jusqu'à une durée de phase de 1/16e de sec., nous pouvons tout juste encore entendre les impulsions séparément ; jusqu'à ce point nous parlons de « durée », même lorsque celle-ci devient extrêmement « courte ». Lorsque la durée de phase est progressivement raccourcie jusqu'à 1/32e de sec., les impulsions ne sont plus perceptibles séparément ; on ne peut plus parler de la « durée » d'une phase. En revanche, ce processus est perçu d'une autre manière : on ressent la durée de phase comme « hauteur » du son. Une durée de phase de 1/32e de sec. nous fait dire : un « son grave ». Le musicien qui a appris à entendre les hauteurs de son « de manière absolue » dans notre système d'échelle traditionnel, dit qu'il entend approximativement un Si_{-2}. Pour reconnaître une hauteur de son, l'oreille a cependant besoin d'au moins deux fois la même durée de phase, sans quoi elle ne peut « entrer en phase » *(« einschwingen »)*, le son est trop court. En présence d'une phase

---

Septembre/Octobre 1956. Paru pour la première fois sous le titre « ...wie die Zeit vergeht... » in *die Reihe* 3, 1957.

Les notes sont aux pages 63 et sq.

Impulsen – kontinuierlich kürzer werden läßt: von 1 sec zu $^1/_2$ zu $^1/_4$ zu $^1/_8$ zu $^1/_{16}$ zu $^1/_{32}$ zu $^1/_{64}$ sec usw[4]. Bis zu ca. $^1/_{16}$ sec Phasendauer können wir gerade noch die Impulse getrennt hören; solange sprechen wir von ›Dauer‹, wenn sie auch äußerst ›kurz‹ wird. Ist die Phasendauer allmählich bis zu $^1/_{32}$ sec verkürzt, so sind die Impulse nicht mehr getrennt wahrnehmbar; man kann nicht länger von der ›Dauer‹ einer Phase sprechen. Vielmehr wird dieser Vorgang auf eine andere Weise wahrgenommen: man empfindet die Phasendauer als ›Höhe‹ des Schalls. $^1/_{32}$ sec Phasendauer läßt uns sagen: ein ›tiefer Ton‹. Der Musiker, der Tonhöhen in unserem bisherigen Skalensystem ›absolut‹ hören lernte, sagt, er höre ungefähr ein Subkontra-H. Für das Erkennen einer Tonhöhe braucht das Ohr aber wenigstens zweimal die gleiche Phasendauer, sonst kann es nicht ›einschwingen‹, der ›Ton‹ ist zu kurz. Auf eine einzige Phase kann die Empfindung nicht mehr schnell genug reagieren, um sie als ›Dauer‹ wahrzunehmen; also faßt sie mehrere Quanten zur Empfindungsqualität ›Höhe‹ zusammen. Verkürzen wir noch weiter die Phasendauer kontinuierlich von $^1/_{32}$ sec zu $^1/_{64}$ sec (ca. 'H), $^1/_{128}$ sec (H), $^1/_{256}$ sec (h) usw., so ›steigt‹ der Ton als Glissando von der ›Tiefe‹ zur ›Höhe‹, und wir können noch von klar erkennbaren Tonhöhen bei Phasendauern bis zu ca. $^1/_{6000}$ sec sprechen. Noch kürzere Phasendauern nehmen wir bis zu ca. $^1/_{16000}$ sec wahr, doch geht die genaue Tonhöhenorientierung in diesem Zeitbereich verloren. Darüber hinaus ›hören‹ wir gar nichts mehr.

Bis zu Phasendauern von ca. $^1/_{16}$ sec unterscheidet man also Dauern, und im Bereich von ca. 6 sec bis $^1/_{16}$ sec Phasendauer spielte sich in unserer bisherigen Musik die sogenannte ›Metrik und Rhythmik‹ ab, die Zeitordnung der Dauern. Von ca. $^1/_{16}$ sec bis zu ca. $^1/_{3200}$ sec Phasendauer – Instrumente mit höheren Tönen benutzte man nicht – erstreckt sich der Zeitbereich, in dem Phasenproportionen als Tonhöhenbeziehungen in ›Harmonik und Melodik‹ definiert wurden[5].

Der Übergang von einem Zeitbereich in den anderen verursacht also einen Phasen-Empfindungswandel[6]. Diese Beobachtung könnte eine neue Morphologie der musikalischen Zeit begründen.

Für die *Notierung von Dauern* benutzte man Zeichen, die mit dem ganzzahligen Zahlensystem korrespondieren. Verschiedene Dauern wurden also nur so weit bezeichnet, als jede längere Dauer das ganzzahlige Vielfache einer definierten kürzesten Dauer war, des Einheitsquantums. Die absolute Dauer des kürzesten Zeitquantums für ein Dauernsystem blieb entweder unbestimmt, oder sie wurde metronomisch definiert. Wenn also das Zeichen ♪ als kleinste Einheit gewählt wurde, so meinte es bei einer metronomischen Angabe ♪ = 60 eine

4 Diese und die folgenden Aussagen gelten nur für Impulsfolgen. Infraschall ist nicht als Schall und konsequenterweise auch nicht als Dauer wahrnehmbar.

5 ›Phasendauer‹ meint hier also zweierlei: 1. Periodendauer periodischer Schwingungen (›Töne‹, ›Klänge‹), 2. Zeitabstand zwischen Einschwingen und Ausschwingen solcher Schwingungsvorgänge (›Ton-, Klangdauer‹) oder Einsatzabstand zwischen aufeinanderfolgenden Einschwingvorgängen.

6 Dieser Übergang ist primär fiktiver oder systematisierender Natur. Nachvollziehbar ist der Empfindungswandel nur im Falle periodischer Impulsfolgen.

unique, la sensibilité ne peut plus réagir assez vite pour la percevoir comme « durée » ; aussi rassemble-t-elle plusieurs quanta pour obtenir la qualité sensible de « hauteur ». Si nous continuons de raccourcir de manière continue la durée de phase de 1/32e à 1/64e de sec. (environ Si_{-1}), 1/128e de sec. (Si_0), 1/256e de sec. (Si_1), etc., le son « monte » alors en glissando du « grave » vers l'« aigu », et nous pouvons encore parler de phase allant jusqu'à 1/6000e de sec. environ. Nous percevons encore des durées de phase plus courtes jusqu'à 1/16000e de sec. environ, mais, dans ce domaine de temps, nous perdons cependant l'orientation précise des hauteurs de son. Au-delà de cela, nous n'« entendons » plus rien du tout.

On distingue donc les durées jusqu'à des durées de phase d'environ 1/16e de sec., et c'est dans la zone comprise entre 6 sec. environ et 1/16e de sec., que se déroulait jusqu'à présent ce qu'on appelle, dans notre musique, « la métrique et la rythmique », l'organisation temporelle des durées. La zone temporelle dans laquelle des proportions de phase ont été définies comme des relations de hauteurs de son en termes d'« harmonie et mélodie » comprend des durées de phase comprises environ entre 1/16e et 1/3200e de sec. (on ne s'est pas servi d'instruments ayant des sons plus aigus) [5].

Le passage d'une zone de temps à l'autre provoque donc une modification de la sensibilité à la phase [6]. Cette observation pourrait donc fonder une nouvelle morphologie du temps musical.

Pour la *notation des durées,* on s'est servi de signes correspondant au système numérique des nombres entiers. Les différentes durées n'ont donc été spécifiées que dans la mesure où elles étaient un multiple entier d'une durée définie, plus courte, le quantum unitaire. La durée absolue du quantum le plus court pour un système de durées était soit indéterminée, soit définie métronomiquement. Ainsi, lorsqu'on prenait le signe ♪ pour l'unité la plus courte, ce signe, compte tenu d'une indication métronomique ♪ = 60, indiquait un soixantième de minute, soit une seconde. Tous les autres signes : 𝅗𝅥, 𝅗𝅥., 𝅗𝅥, 𝅗𝅥♪, etc, étaient des multiples entiers de 2, 3, 4, 5 sec., etc.

Un second type de désignation ne procédait pas de la *multiplication d'un quantum minimal* (1 × 𝅘𝅥𝅯, 2 × ♪, 3 × 𝅘𝅥𝅯), mais de la *division* d'un *quantum maximal.* Ainsi, lorsqu'on prenait le signe 𝅝 pour l'unité la plus grande, ce signe, compte tenu d'une indication métronomique 𝅝 = 60, indiquait une seconde ; les fractions de cette durée étaient désignées : 𝅗𝅥, 𝅗𝅥³, 𝅗𝅥, 𝅗𝅥⁵, etc, pour 1/2, 1/3, 1/4, 1/5e de sec., etc.

La *faculté de distinguer* est cependant incapable de reconnaître en tant que telles des différences de grandeur égales, indépendamment de la longueur absolue des durées. Ainsi, lorsqu'une première phase dure 1 sec., une deuxième 2 sec., la différence est d'une seconde. Deux phases de 11 et de 12 sec. présentent la même différence. Nous ressentons cependant la différence entre 1 et 2 sec. comme relativement grande, tandis que nous percevons à peine la différence de quantité, pourtant égale, entre 11 et 12 sec. Cela veut dire que nous ne ressentons pas en différences, mais en proportions : comparée à 11:12, 1:2 est une proportion plus grande.

Pour utiliser une *échelle de durées* dont les différences soient perçues comme des grandeurs égales, il faut utiliser des rapports numériques

sechzigstel Minute, eine Sekunde. Und alle weiteren Zeichen ♩, ♩., ♩; ♩♪ usw. waren ganzzahlige Vielfache davon: 2 sec, 3 sec, 4 sec, 5 sec usw.

Eine zweite Art der Bezeichnung ging nicht von einem *kleinsten Quantum* aus, das *multipliziert* wurde (1×♪, 2×♪, 3×♪), sondern von einem *größten Quantum*, das man *dividierte*. Wenn also das Zeichen 𝅝 als größte Einheit gewählt wurde, so meinte es bei einer metronomischen Angabe 𝅝 = 60 eine Sekunde, und die Bruchteile dieser Dauer bezeichnete man mit ♩, ♩³, ♩, ♩⁵ usw. als $^1/_2$, $^1/_3$, $^1/_4$, $^1/_5$ sec usw.

Das *Unterscheidungsvermögen* kann aber gleich große Unterschiede nicht unabhängig von der absoluten Länge der Dauern als solche erkennen. Wenn also eine erste Phase 1 sec, eine zweite 2 sec dauert, so beträgt die Differenz 1 sec. Zwei Phasen von 11 und 12 sec Dauer unterscheiden sich durch die gleiche Differenz von 1 sec. Wir empfinden aber die Differenz zwischen 1 sec und 2 sec als eine relativ große, während die gleich groß gemessene Differenz zwischen 11 und 12 sec kaum noch wahrgenommen wird. Das heißt, daß wir nicht in Differenzen, sondern in Proportionen empfinden: 1 : 2 ist die größere Proportion im Vergleich mit 11 : 12.

Um eine *Skala von Dauern* zu benutzen, deren Unterschiede als gleich groß empfunden werden sollen, muß man logarithmische Zahlenverhältnisse verwenden. Dabei wird das *Intervall*, also das Größenverhältnis, definiert: eine Skala mit dem konstanten Empfindungsintervall $^2/_1$ von Dauer zu Dauer wäre $2^1, 2^2, 2^3 \ldots$ (2, 4, 8 . . .), in bisherigen Zeichen also ♩, ♩, 𝅗𝅥 . . . ; oder umgekehrt $2^0, 2^{-1}, 2^{-2} \ldots =$ ♩, ♪, 𝅘𝅥𝅯 . . . Ein solches Skalenintervall kann aber nicht beliebig klein sein, da unser Unterscheidungsvermögen dem eine Grenze setzt: beim Verhältnis von ca. 15 : 16 empfinden wir Dauern schon als fast gleich lang. Dieses Intervall 15 : 16 entspricht dem Verhältnis, das für die Unterscheidung von ›Dauer‹ und ›Höhe‹ (an der ›Hörschwelle‹) maßgeblich ist. Das gleiche Intervall zeigt sich auch annähernd in der bisher gebräuchlichen chromatischen Skala der Höhen, wo die ›kleine Sekunde‹ (ca. 15 : 16) als kleinstes Empfindungsquantum definiert ist.

Im Zeitbereich, wo man Phasendauer als Tonhöhe bezeichnet, hatte es die bisherige Musik mit einer eng begrenzten Auswahl verwendeter Phasengrößen zu tun. Wir finden heute als Ergebnis langer Entwicklung ein *chromatisches System*, dem das einfachste Phasenverhältnis 2 : 1 (›Oktave‹) als Hauptproportion zugrunde liegt, wobei jede Oktave in 12 gleich groß empfundene Inter-

logarithmiques. Ce faisant, on définit l'*intervalle,* c'est-à-dire le rapport de grandeurs : avec l'intervalle de sensibilité *(Empfindungsintervall)* constant de 2/1 de durée à durée, l'échelle serait : 2^1, 2^2, 2^3... (2, 4, 8...), par conséquent à l'aide des signes traditionnels : ♩, 𝅗𝅥, 𝅝... ; ou, inversement : 2^0, 2^{-1}, 2^{-2}... = ♩, ♪, 𝅘𝅥𝅯 ... L'intervalle définissant l'échelle ne peut cependant pas être aussi petit que l'on veut, étant donné que notre faculté de distinguer lui assigne une limite : avec un rapport de 15:16 environ, il nous semble déjà que les durées ont presque la même longueur. Cet intervalle de 15:16 correspond au rapport qui détermine la distinction entre « durée » et « hauteur » (au « seuil auditif »). Le même intervalle apparaît aussi approximativement dans l'échelle chromatique des hauteurs utilisées jusqu'à présent, où la « seconde mineure » (environ 15:16) est définie comme le plus petit quantum de sensibilité.

Dans la zone de temps où l'on note les durées de phase comme des hauteurs de son, la musique ne disposait jusqu'à présent que d'un choix étroitement limité dans l'usage des grandeurs de phases. Nous disposons aujourd'hui d'un *système chromatique,* résultant d'une longue élaboration, dont la principale proportion fondatrice est le plus simple rapport de phase 2:1 (« octave ») et où chaque octave à son tour est subdivisée logarithmiquement en 12 intervalles ressentis comme égaux entre eux ($\sqrt[12]{2}$). Quiconque met en œuvre *(darstellen)* aujourd'hui des hauteurs de son dans ce système, n'est généralement pas conscient d'organiser des proportions de temps. Cela tient principalement à l'évolution unilatérale de la musique et de la facture instrumentale. Les échelles *(Skalenstimmungen)* préparées des instruments et une mécanisation croissante de la production du son (« jeux préparés » *[Griffspiel]*, tablatures *[Griffnotation],* etc), ont effacé toute conscience de ce qui se passe réellement lorsqu'on produit la « hauteur La_3 » dont la durée de phase est de 1/440e de sec.

Explicitons plus précisément ce point. Imaginons un clavier de hauteurs de sons sur lequel il serait possible de dresser une échelle chromatique de 88 hauteurs ayant un rapport de phase constant de $\sqrt[12]{2}$ — où chaque treizième degré chromatique serait ressenti comme étant « deux fois plus aigu ou plus grave » (comme « octave ») par rapport au premier degré —, et auquel correspondrait, pour un système de durées de même extension, un clavier sur lequel on pourrait représenter une échelle de 88 « durées » avec un rapport de phase constant de $\sqrt[12]{2}$ — où, de même, chaque treizième degré chromatique serait ressenti comme étant « deux fois plus long » ou « plus court » par rapport au premier degré. On ne s'irritera pas de l'objection qu'il serait absurde de se représenter un *clavier de durées* sans penser à ce qui devrait précisément y durer. Renversons, pour notre propos, l'idée selon laquelle le fait d'appuyer sur une touche, quelle qu'elle soit, détermine la hauteur du son : sur le piano, une corde vibre ainsi périodiquement avec une durée de phase déterminée et, cela, aussi longtemps que l'on maintient le doigt sur la touche. Imaginons à présent le contraire : en enfonçant l'une des touches, on déclencherait un mécanisme qui sélectionnerait une durée de son définie. En différenciant la pression sur la touche on déterminerait la hauteur du son, c'est-à-dire la durée de temps de chacune des phases (d'un point de vue mécanique, cela voudrait dire que la différenciation de la pression sur la touche provoquerait un raccourcissement ou un allongement de la corde mise

valle nochmals logarithmisch unterteilt ist ($\sqrt[12]{2}$). Wer in diesem System heute Tonhöhen darstellt, hat meist nicht das Bewußtsein dafür, Zeitproportionen zu gestalten. Das liegt vor allem an der einseitigen Entwicklung der Instrumentalmusik und des Instrumentenbaues. Präparierte Skalenstimmungen der Instrumente und eine zunehmende Mechanisierung der Tonerzeugung (›Griffspiel‹, Griffnotation usw.) haben das Bewußtsein dafür ausgelöscht, was denn eigentlich geschieht, wenn man eine ›Höhe a^1‹ mit der Phasendauer von $^1/_{440}$ sec erzeugt.

Das sei noch näher erläutert. Einem Tonhöhenklavier, auf dem eine chromatische Skala von 88 Höhen mit dem konstanten Phasenverhältnis $\sqrt[12]{2}$ dargestellt werden kann – wobei jede dreizehnte chromatische Stufe zu einer ersten ›doppelt so hoch bzw. tief‹ (als ›Oktave‹) empfunden wird –, dem also würde bei gleich hoher Entwicklung des Dauern-Systems ein Klavier entsprechen, auf dem eine Skala von 88 ›Dauern‹ dargestellt werden könnte mit dem konstanten Phasenverhältnis von $\sqrt[12]{2}$ – wobei ebenfalls jede dreizehnte chromatische Stufe zu einer ersten ›doppelt so kurz‹ beziehungsweise ›lang‹ empfunden würde. Der Einwand soll uns nicht irritieren, wie unsinnig es sei, sich ein *Dauern-Klavier* vorzustellen, ohne daran zu denken, was denn da dauern soll. Es läßt sich bei unserer Überlegung der Gedanke auf den Kopf stellen, man drücke auf eine Taste, und welche Taste niedergedrückt wird, das bestimme die Tonhöhe: beim Klavier schwingt dann eine Saite periodisch mit einer bestimmten Phasendauer, und zwar so lange, wie man den Finger auf der Taste hält. Nun stellen wir uns das Umgekehrte vor: man drückt auf eine der Tasten und löst dadurch einen Mechanismus aus, der eine definierte Dauer des Tones mißt; und durch den unterschiedlichen Druck auf die Taste bestimmt man die Tonhöhe, das heißt die Zeitdauer der einzelnen Phase (mechanisch würde das bedeuten, daß durch den unterschiedlichen Tastendruck die schwingende Saite verlängert oder verkürzt wird). Es wäre dann unbedeutend, wie lange der Finger auf der Taste bleibt.

Wie bisher die Tonhöhenerzeugung weitgehend mechanisiert wurde (und wir erwähnten, daß das nicht allein für Tasteninstrumente zutrifft), während die Phasenverhältnisse größerer Ordnung, die Dauern nämlich, durch eine direkte Übertragung der Empfindung in die Dauer der ›Aktion‹ gestaltet wurden, so könnte man sich als adäquate Ergänzung ein umgekehrtes System für die Darstellung von Dauernproportionen vorstellen; am sinnvollsten durch ein Instrument, das beide Skalen vereint. Bisher ist aber die Entwicklung nicht so verlaufen, und diese Überlegungen wollen auf etwas anderes hinaus.

In der *seriellen Musik* versucht man, die Zeitproportionen der Elemente durch Reihen zu ordnen. Die ersten Anfänge einer *Reihenordnung* bezogen sich auf den Ausschnitt der Zeitproportionen, die als *Tonhöhen* empfunden werden. Man nahm das System der 12 Töne pro Oktave als gegeben hin (im folgenden sei der eigentlich sinnlos gewordene Begriff ›Oktave‹ auch durch das Verhältnis 2 : 1

en vibration). Du coup, la durée de la pression du doigt sur la touche serait sans importance.

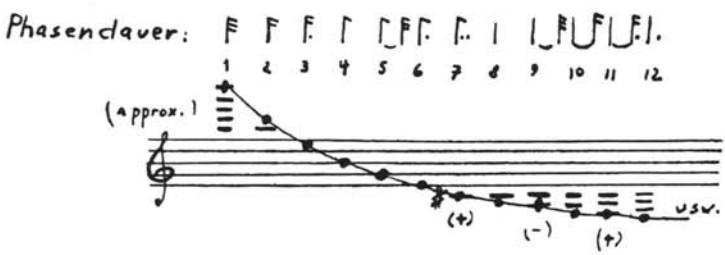
Jusqu'à présent, la production des hauteurs de son a été largement mécanisée (et, nous l'avons dit, cela ne concerne pas seulement les instruments à clavier), tandis que les rapports de phase d'ordre supérieur, c'est-à-dire les durées, ont été structurées par un report direct de la sensibilité dans la durée de l'« action » ; de même, on pourrait imaginer un système inverse pour la représentation des proportions de durée qui le compléterait de manière appropriée ; le plus sensé serait un instrument qui réunirait les deux échelles. Mais jusqu'à présent les choses ne se sont pas passées ainsi, et ces considérations s'ouvrent sur d'autres perspectives.

Dans la *musique sérielle,* on tente d'ordonner les proportions de temps des éléments à l'aide de séries. L'*organisation sérielle (Reihenordnung)* s'appliquait tout d'abord à la portion des proportions de temps qui sont ressenties comme des *hauteurs de sons.* On a pris comme étant donné le système des 12 sons par octave (dans ce qui suit le concept d'« octave », devenu en réalité dénué de sens, sera remplacé par le rapport 2:1 et donc simplement par le chiffre 2, lorsque le contexte l'exigera). Les 12 sons étaient un nombre raisonnablement limité de grandeurs. Ces grandeurs permettaient de former une série organisée *(Reihenfolge)* qui se caractérisait par divers rapports — par la répartition des intervalles de grandeur à grandeur. D'un extrême, où l'ensemble des 11 intervalles sont de même grandeur (série chromatique), à l'autre, où tous les 11 intervalles sont de grandeurs différentes (série comportant tous les intervalles *[Allintervallreihe]*), on disposait d'un champ d'action considérable. Selon la disposition et la répartition des intervalles à l'intérieur de la série, l'œuvre pour laquelle la série est formée posséderait corrélativement une structure homogène et typique des hauteurs de son. Après de nombreux détours on a eu l'idée, presque trente ans plus tard, d'élargir ce principe au domaine de ces proportions de temps que nous distinguons comme étant des durées. On ajouta d'abord à l'échelle chromatique de 12 hauteurs par octave une *échelle de 12 durées* qui devait lui correspondre, sans pouvoir se référer à un système donné ou développer un système correspondant. Il s'agissait d'une échelle obtenue par *multiplication d'une unité (Einheit) minimale* de 1 à 12 ou 1 à 12 ou 1 à 12 entre autres. Qu'en est-il d'une telle échelle ?

Nous avons déjà dit que, pour distinguer les durées, c'est le rapport des phases entre elles qui est déterminant, et non leur différence. Dans une série organisée , , , , ... , , , ... notre sensibilité introduit automatiquement une hiérarchie : le rapport : (1:2) est le plus grand, le plus simple (le 2 des durées), et le rapport : (11:12) est le plus petit, le plus compliqué. Voyons ce qu'il en est d'une telle échelle des durées dans le domaine des grandeurs de phase plus petites, celui des hauteurs : si la durée de phase la plus courte était = 1/2000e de sec., le double serait = 1/1000e de sec., le triple ≃ 1/666e de sec., le quadruple = 1/500e de sec., le quintuple = 1/400e de sec. ..., le produit par dix = 1/200e de sec., le produit par onze ≃ 1/181e de sec. et le produit par douze ≃ 1/166e de

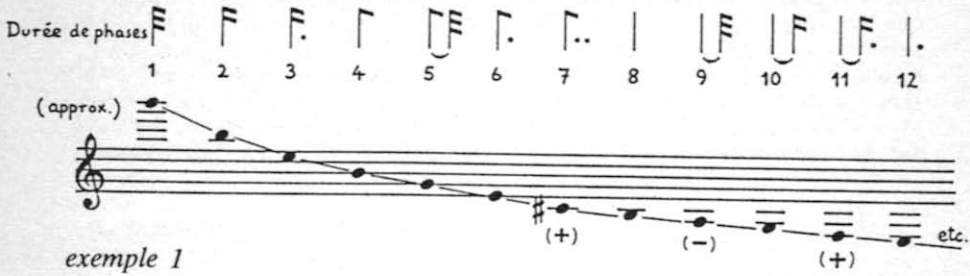
und also einfach durch die Zahl 2 ersetzt, wenn der Zusammenhang es erfordert). Die 12 Töne waren eine sinnvoll begrenzte Anzahl von Größen. Mit diesen Größen konnte man eine Reihenfolge bilden, der verschiedene Verhältnisse – durch die Intervallverteilung von Größe zu Größe – eigentümlich waren. Von einem Extrem, daß alle 11 Intervalle gleich groß sind (chromatische Reihe), bis zum anderen, daß alle 11 Intervalle verschieden groß sind (Allintervallreihe), ergab sich ein beträchtlicher Spielraum. Je nach Anlage und Verteilung der Intervalle in der Reihe würde das Werk, für das die Reihe gebildet ist, eine entsprechend typische, einheitliche Tonhöhenstruktur haben. Auf vielen Umwegen kam man fast 30 Jahre später dazu, dieses Prinzip auf den Bereich derjenigen Zeitproportionen zu erweitern, die wir als Dauern unterscheiden. Der chromatischen Skala von 12 Höhen in 2 wurde zunächst eine *Skala von 12 Dauern* hinzugefügt, die entsprechen sollte; ohne sich auf ein gegebenes System beziehen zu können oder ein entsprechendes zu entwickeln. Es war eine durch *Multiplikation einer kleinsten Einheit* gewonnene Skala von 1𝅗𝅥–12𝅗𝅥𝅮 bzw. 1𝅗𝅥–12𝅗𝅥𝅯 bzw. 1𝅗𝅥–12𝅗𝅥 u. a. Was ist nun eine solche Skala?

Es wurde bereits erwähnt, daß zur Unterscheidung von Dauern das Verhältnis der Phasen maßgeblich ist, nicht die Differenz. In eine Reihenfolge von 𝅗𝅥𝅮, 𝅗𝅥𝅯, 𝅗𝅥𝅰, 𝅗𝅥, 𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮 . . . 𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮, 𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮, 𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮 . . . bringt unsere Empfindung automatisch eine Hierarchie: das Verhältnis 𝅗𝅥𝅮 : 𝅗𝅥𝅮 (1 : 2) ist das größte, einfachste (die 2 der Dauern), und das Verhältnis 𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮 : 𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮 (11 : 12) ist das kleinste, komplizierteste. Sehen wir, was eine solche Skala der Dauern im Bereich kleinerer Phasengrößen, der Höhen, ist: wäre die kürzeste Phasendauer 𝅗𝅥𝅮 = $^1/_{2000}$ sec, so die doppelte 𝅗𝅥𝅮 = $^1/_{1000}$ sec, die dreifache 𝅗𝅥𝅮 ~ $^1/_{666}$ sec, die vierfache 𝅗𝅥 = $^1/_{500}$ sec, die fünffache 𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮 = $^1/_{400}$ sec . . ., die zehnfache 𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮 = $^1/_{200}$ sec, die elffache 𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮 ~ $^1/_{181}$ sec und die zwölffache 𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮𝅗𝅥𝅮 ~ $^1/_{166}$ sec. Das bezeichnet man als eine *subharmonische Proportionsreihe* (Beispiel 1):



Beispiel 1

sec. C'est ce que l'on appelle une *série de proportions d'harmoniques inférieurs :*



exemple 1

Comparée à une échelle construite sur des intervalles chromatiques, cette échelle des harmoniques inférieurs est un *mode (Modus)* et Messiaen le savait parfaitement, lorsqu'il définissait dans la quatrième *Étude* pour le piano de telles échelles comme des « modes ».

Une échelle de 1 𝄫 à 12 𝄫 possède ainsi 11 intervalles que l'on ressent comme étant de grandeurs différentes et qui correspondent à ceux de la série des harmoniques inférieurs. Que serait à présent une échelle de durées qui correspondrait à l'échelle chromatique de notre système habituel de hauteurs de son ? Il serait absolument impossible de la représenter à l'aide des signes traditionnels de durées dans la mesure où ces derniers reposent sur le système des rapports de nombres entiers. Cela supposerait également que l'on subdivisât le 2 des durées (« octave-temps ») en 11 intervalles ressentis comme étant de grandeur égale, que l'on fixât par conséquent à chaque fois 12 valeurs logarithmiques entre ♩ 𝅗𝅥 𝅝, etc.

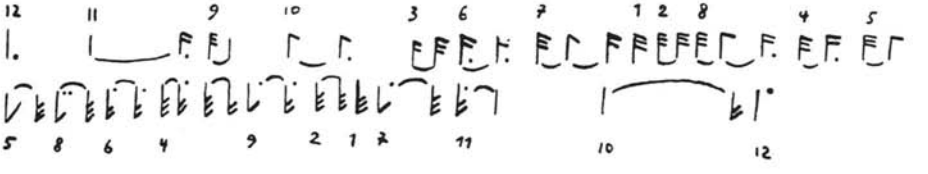
La tentative de faire correspondre à l'échelle chromatique dodécaphonique des hauteurs une échelle dodécaphonique des harmoniques inférieurs a engendré de profondes contradictions, principalement lorsqu'elle a été adoptée et appliquée de manière non critique. Il n'était pas étonnant que dans une structure temporelle formée à l'aide de telles séries de durées, les valeurs longues aient absorbé les valeurs courtes et que même le choix d'une durée extrêmement brève pour l'unité minimale ait toujours engendré une vitesse moyenne lente. De plus, les proportions étaient totalement inégales et hiérarchiquement prédéterminées. D'ailleurs, pour rendre perceptibles ces proportions, on s'est aperçu qu'il était absolument nécessaire de définir la durée absolue pour la plus petite phase d'une telle série de rapports, par conséquent de fixer le *tempo,* si possible de façon métronomique, ou, tout au moins, de le supposer constant. En présence de modifications de structure, on changeait volontiers cette définition du tempo, c'est-à-dire que l'on faisait glisser l'ensemble de l'échelle des harmoniques inférieurs « vers le haut ou vers le bas », afin de ne pas circuler en permanence dans le même mode : l'échelle était alors *transposée.* Lorsqu'on voulait utiliser un rapport double d'échelle à échelle (une « transposition d'octave »), on changeait le signe de la plus petite unité de phase *(Phasenquantum)* ; au lieu d'écrire ♪ ♩♩., etc, on écrivait alors 𝅘𝅥𝅯 𝅘𝅥𝅯𝅘𝅥𝅯. pour une transposition vers le haut, et ♩ 𝅗𝅥 𝅗𝅥. pour une transposition vers le bas. Ou bien on opérait des

Verglichen mit einer auf chromatischen Intervallen aufgebauten Skala ist diese subharmonische ein *Modus*, und der Komponist Messiaen wußte das wohl, als er in der vierten Klavieretüde solche Skalen als ›Modi‹ bestimmte.

Eine Skala von 1 bis 12 hat also 11 verschieden groß empfundene Intervalle, die denen der subharmonischen Reihe entsprechen. Was wäre nun eine Skala der Dauern, die einer chromatischen Skala unseres bisherigen Tonhöhensystems entspräche? Sie ließe sich mit den traditionellen Zeichen für Dauern überhaupt nicht darstellen, da diese ja auf dem System ganzzahliger Verhältnisse aufgebaut sind. Das würde nämlich bedeuten, die 2 der Dauern (›Zeitoktave‹) in 11 gleich groß empfundene Intervalle zu unterteilen, also zwischen usw. jeweils 12 logarithmische Werte zu fixieren.

Der Versuch, der chromatischen 12er-Skala für die Höhen eine subharmonische 12er-Skala für die Dauern als Entsprechung zu setzen, führte vor allem dort, wo diese unkritisch übernommen und angewendet wurde, zu großen Widersprüchen. Es war nicht verwunderlich, daß in einer mit solchen Dauernreihen geformten Zeitstruktur die langen Werte die kurzen auffraßen und auch bei äußerst kurzer Dauer des kleinsten Quantums immer eine langsame Durchschnittsgeschwindigkeit resultierte. Ferner waren die Proportionen völlig unausgeglichen und hierarchisch vorbestimmt. Um diese Proportionen überhaupt spürbar zu machen, wurde es außerdem als eine unumgängliche Bedingung erkannt, die absolute Dauer für die kleinste Phase einer solchen Verhältnisreihe zu bestimmen, also das *Tempo* möglichst metronomisch oder zumindest als konstant zu fixieren. Bei Strukturwechseln änderte man gern diese Tempobestimmung, das heißt man rutschte die ganze subharmonische Skala ›aufwärts oder abwärts‹, um nicht beständig im gleichen Modus herumzufahren: die Skala wurde *transponiert*. Wollte man ein 2er-Verhältnis von Skala zu Skala (eine ›Oktavtransposition‹), so wechselte das Zeichen für das kleinste Phasenquantum; man schrieb statt usw. jetzt bei Aufwärtstransposition bzw. bei Abwärtstransposition. Oder man machte 2 : 3 (›Quint-‹)-Transpositionen, indem das kleinste Intervall ›punktiert‹ wurde, also: usw. Das war noch möglich mit den Mitteln traditioneller Notation.

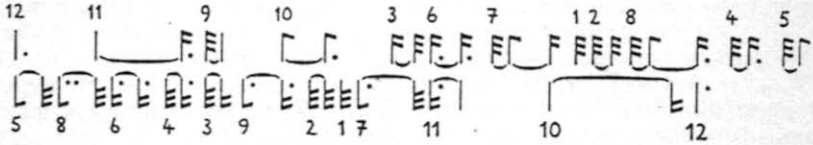
Die ungleichen Verhältnisse der subharmonischen Dauern-Skala, aus denen Reihen entstanden, wurden mehr oder weniger bewußt. Man half sich aus der Not, in die jene unabänderlich langsamen Zeitstrukturen geführt hatten, auf recht drastische Weise. Es wurden einfach verschiedene solcher subharmonischer Proportionsreihen gleichzeitig übereinandergepackt, um größere *Durchschnittsgeschwindigkeiten* zu erzielen durch die entsprechend vervielfachte Anzahl von Veränderungen. Entweder hatten diese Reihen das gleiche kleinste Phasenquantum (𝅘𝅥𝅯) und waren nur anders proportioniert (Beispiel 2),



Beispiel 2

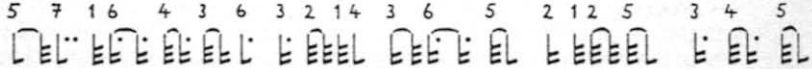
transpositions de 2:3 (de « quinte »), en « pointant » l'intervalle le plus petit, ainsi : ♪. ♩. ♩.♪., etc. Cela était encore possible avec les moyens de la notation traditionnelle.

Les rapports inégaux de l'échelle de durées des harmoniques inférieurs à partir desquels on a réalisé des séries, devinrent plus ou moins apparents. On se tira d'une manière bien radicale de l'embarras dans lequel on avait été mis par ces structures temporelles d'une lenteur immuable. On a tout simplement superposé synchroniquement plusieurs séries de proportions d'harmoniques inférieurs différentes afin d'obtenir des *vitesses moyennes* plus grandes en démultipliant en conséquence le nombre des modifications. Soit ces séries avaient en commun une même unité de phase minimale (𝅗𝅥) et étaient seulement différemment proportionnées,



exemple 2

soit on superposait des séries ayant une valeur de temps minimale différente. Dans ce cas, on obtenait une sorte de *polymodalité* sur la base d'échelles d'harmoniques inférieurs. Mais, du même coup, on réduisait à néant l'intention première qui était d'organiser sériellement des rapports de phase. Le résultat fut — indépendamment du caractère antistylistique *(Stilwidrig)* de structures de temps modales ou polymodales — que les intervalles issus de telles superpositions engendraient tout, sauf des proportions sérielles. On vérifiera ce point à partir des intervalles issus d'une superposition des deux séries présentées plus haut :



exemple 3

Un tel procédé recoupe directement le point sur lequel la « méthode de 12 sons » courante avait précisément déjà fait l'objet d'une critique, à savoir son traitement des séries de hauteurs : vestiges d'une idée reçue de la pratique de jeu consistant à penser par *voix*, tout en traitant de manière bien douteuse ce qui en résulte dans l'ordre synchronique. de l'homophonie ?

Il est peu judicieux, par ailleurs, d'essayer d'occulter le caractère « linéaire » *(« stimmig »)* de telles superpositions à l'aide de nombreux croisements de voix, en différenciant fortement les durées de phase et les « durées de son » réelles. (Celles-ci sont d'un tout autre ordre : un son peut — indépendamment de la distance qui le sépare du son suivant — avoir déjà atteint auparavant le minimum de son intensité (♪ ou ♩), mais il peut aussi continuer à durer, alors que le son suivant a déjà commencé (♩⌒♩) ; la durée du son effective est déterminée par conséquent par le nombre de phases de même durée qui se succèdent — lorsque le son conserve la même hauteur — ; c'est aussi la raison pour laquelle nous pouvons désigner la durée

oder aber es wurden Reihen mit verschiedenem kleinstem Zeitwert überlagert. In dem Fall entstand so etwas wie eine *Polymodalität* auf der Basis subharmonischer Skalen. Aber die ursprüngliche Absicht, Phasenverhältnisse seriell zu formen, wurde dabei zunichte gemacht. Es geht – unabhängig von der stilwidrigen Anwendung von modalen oder polymodalen Zeitstrukturen – daraus hervor, daß die resultierenden Intervalle aus solchen Überlagerungen alles andere als serielle Proportionen ergaben. Sehen wir das an den resultierenden Intervallen, die durch Überlagerung der beiden obigen Reihen entstehen: (Beispiel 3)

Beispiel 3

Ein solches Verfahren stimmt direkt überein mit dem, was man gerade erst an der verbreiteten ›12-Ton-Methode‹ in Hinsicht auf ihre Behandlung der Höhen-Reihen kritisiert hatte: Reste einer überkommenen Stilpraxis, in *Stimmen* zu denken, bei recht fragwürdiger Behandlung dessen, was daraus in der Gleichzeitigkeit resultiert.

Kaum sinnvoll sind auch Versuche, solche ›stimmigen‹ Überlagerungen zu verbergen durch viele Stimmkreuzungen, durch große Unterschiede zwischen den Phasendauern und den eigentlichen ›Tondauern‹ (die ja etwas ganz anderes sind: ein Ton kann – unabhängig von dem Einsatzabstand zu einem folgenden Ton – schon vorher das Minimum seiner Intensität erreicht haben (♪♩♩) oder aber noch andauern, während der folgende Ton bereits begonnen hat (♩♪); die effektive Tondauer wird also dadurch bestimmt, wie viele Phasen gleicher Dauer – wenn der Ton die gleiche Höhe behält – nacheinander kommen; eine Tondauer können wir deshalb auch als *Phasengruppe* bezeichnen). Die *Dichte* einer gleichzeitigen Reihenüberlagerung wurde also variiert mit der Begründung, dadurch wechselnde Durchschnittsgeschwindigkeiten zu regulieren.

Wesentlich bedeutsamer jedoch war die Konsequenz, nicht zu jedem Augenblick im Verlauf eines Werkes alle Elemente zu verwenden, die gleiche Reihe ständig abzuhaspeln. Es wurden übergeordnete Reihen eingeführt, Reihen der Reihen, die für die jeweiligen *Strukturphasen* eine *Auswahl der Elemente* vornahmen. In einer ersten Strukturphase wurden z. B. nur die Elemente 1–5, in einer zweiten 1–7, in einer dritten 1–11 usw. verwendet, so daß jeweils das Verhältnis der Längen zu den Kürzen verschieden gehandhabt wurde und sich insgesamt eine organischer empfundene Zeitstruktur ergab. Entsprechend wurden auch, wie man das schon bei den Tonhöhen praktizierte, Reihen untergruppiert, das heißt übergeordnete Reihen wählten Elemente gruppig aus den Elementreihen aus. Wenn zum Beispiel die *Elementreihe* so verlief: 12, 11, 9, 10, 3, 6, 7, 1, 2, 8, 4, 5 / 11, 10, 8, 9, 2, 5, 6, 12, 1, ...
und als übergeordnete *Gruppenreihe* wählte man 5, 8, 6, 4, 3, 9, ... so hieß das, von den Elementen wurden in einer ersten Struktur 5 verwendet, nämlich 12, 11, 9, 10, 3, dann 8 Elemente, nämlich 6, 7, 1, 2, 8, 4, 5, 11, dann 6 Elemente, nämlich 10, 8, 9, 2, 5, 6 usw. Entweder hatte man also die Phasendauern der Strukturen vorher gewählt (beispielsweise 30″; 2′; 60″; usw.), in denen eine solche Elementgruppe jeweils verwendet wurde, oder man half sich mit einer weiteren *Multiplikationsreihe*, die regulieren sollte, wie oft jede der Elementgruppen permutiert werden sollte. Wäre die Multiplikationsreihe 8, 11, 9, 7, ... so hieße das, die erste Gruppe von 5 Elementen würde achtmal permutiert, die zweite Gruppe von 8 Elementen elfmal, die dritte Gruppe von 6 Elementen neunmal usw. Die Reihen mit verschiedener Funktion konnten identisch oder aus einer gemeinsamen Urreihe abgeleitete sein. Es war ganz natürlich, die Phasenproportionen, die man zunächst nur zwischen den *einzelnen* Elementen komponiert hatte (im ›punktuellen‹ Stil),

d'un son comme un *groupe de phase [Phasengruppe]*). Ainsi avait-on varié la *densité (Dichte)* d'une superposition synchronique de séries dans l'intention de régler par ce moyen des vitesses moyennes fluctuantes.

La résolution de ne pas utiliser sans cesse tous les éléments au cours d'une œuvre, et de ne pas débiter en permanence la même série, l'emporta cependant. On introduisit des séries d'ordre supérieur *(übergeordnet)*, des séries de séries, qui procédaient, pour chacune des *phases de structure (Strukturphase)*, à un *choix des éléments*. Dans une première phase de structure on n'utilisait par exemple que les éléments 1-5, dans une seconde, les éléments 1-7, dans une troisième, les éléments 1-11, etc. ; ainsi le rapport des longues et des brèves était utilisé à chaque fois de manière différente et on obtenait dans l'ensemble une structure de temps ressentie comme étant plus organique. Corrélativement, on rassembla également des séries en sous-groupes, comme on le faisait déjà pour les hauteurs de son, ce qui veut dire que des séries d'ordre supérieur regroupaient des éléments tirés des séries d'éléments *(Elementreihe)*. Lorsque, par exemple, pour la *série d'éléments* suivante : 12, 11, 9, 10, 3, 6, 7, 1, 2, 8, 4, 5 / 11, 10, 8, 9, 2, 5, 6, 12, 1 ..., on choisissait la *série de groupe (Gruppenreihe)* d'ordre supérieur : 5, 8, 6, 4, 3, 9, ..., cela voulait dire que l'on utilisait dans une première structure 5 éléments, à savoir 12, 11, 9, 10, 3, puis 8 éléments, à savoir 6, 7, 1, 2, 8, 4, 5, 11, puis 6 éléments, à savoir 10, 8, 9, 2, 5, 6, etc. Soit l'on avait choisi au préalable les durées de phase des structures (par exemple 30" ; 2' ; 60" ; etc.) dans lesquelles on utilisait à chaque fois un tel groupe d'éléments, soit on se servait d'une autre *série de multiplication* qui devait régler le nombre de permutations de chacun des groupes d'éléments. Avec une série de multiplication 8, 11, 9, 7, ... le premier groupe de 5 éléments serait permuté huit fois, le deuxième groupe de 8 éléments onze fois, le troisième groupe de 6 éléments neuf fois, etc. Les séries de fonction différente pouvaient être dérivées d'une série originelle *(Urreihe)* commune ou lui être identiques. Il était parfaitement naturel de reporter également, sur toutes les phases des déroulements de structure d'ordre supérieur, les proportions de phase que l'on avait tout d'abord composées seulement entre les éléments *particuliers* (en style « ponctuels »), de mettre tous les processus microtemporels à l'unisson des processus macrotemporels (« composition de groupe »). de séries

Une critique, formulée à l'encontre du procédé antistylistique *(stylwidrig)*, consiste à composer des « voix » sous forme de *polyrythmie*, a conduit au résultat qui, semble-t-il, a le plus marqué l'évolution future. On s'est dit : lorsqu'on superpose dans une première phase de structure trois de ces séries de temps d'harmoniques inférieurs, puis cinq d'entre elles dans une phase suivante, etc..., on obtient à chaque fois une impression globale de densité de structure différente, et les vitesses moyennes sont un résultat complexe des rapports de densité sériels. Ce faisant, il devient même possible d'arracher les voix à leur fonction originelle de voix — à leur « registre » *(« Lage »)* —, au point qu'elles ne soient plus que les fils inextricables d'un réseau, et ce réseau doit pouvoir être entendu uniquement en tant que tel, en tant que totalité, et non comme une addition de voix. Si l'on ramifie enfin de tels complexes polyrythmiques au point qu'il devienne nécessaire de passer d'une écoute « ponctuelle » de chacun des rapports de durée à une écoute structurelle, alors la méthode sérielle aura aussi essentiellement affaire à de tels *critères de forme statistiques*, à des rapports moyens.

Dans le domaine des hauteurs, on a poursuivi une démarche analogue en réalisant des structures dans lesquelles les sons ne pouvaient plus seulement être entendus de manière « ponctuelle » dans leurs intervalles, mais où les *caractéristiques moyennes* des groupes, des « paquets de sons » *(« Tonscharen »)*, devenaient déterminantes en tant que champs de hauteurs. Cela pouvait conduire pour un temps

auch auf alle Phasen der übergeordneten Strukturabläufe zu beziehen, alle mikrozeitlichen Vorgänge mit den makrozeitlichen in Einklang zu bringen (›Gruppenkomposition‹).

Eine Kritik an dem stilwidrigen Verfahren, ›Stimmen‹ als *Polyrhythmie* zu komponieren, führte zu dem wohl wesentlichsten Resultat für die weitere Entwicklung. Man sagte sich: wenn sich nun in einer ersten Strukturphase drei solcher subharmonischer Zeitreihen überlagern, in einer nächsten Phase 5 usw., so resultiert jeweils ein verschieden dicht strukturierter Gesamteindruck, und die Durchschnittsgeschwindigkeiten sind ein komplexes Ergebnis der seriellen Dichteverhältnisse. Dabei kann es möglich werden, die Stimmen aus der ursprünglichen Stimmenfunktion – ihrer ›Lage‹ – so sehr herauszuheben, daß sie lediglich unentwirrbare Fäden in einem Netz werden; und dieses Netz muß nur als solches und ganzes, nicht als Addition von Stimmen gehört werden können. Verästelt man also solche polyrhythmischen Komplexe schließlich so weit, daß ein ›punktuelles‹ Hören der einzelnen Dauernverhältnisse notwendig in ein strukturelles Hören umschlagen muß, so hat es die serielle Methode vor allem auch mit solchen *statistischen Formkriterien*, mit Durchschnittsverhältnissen, zu tun.

Im Bereich der Höhen verfolgte man Entsprechendes: Strukturen, in denen nicht mehr allein die einzelnen Töne in ihren Intervallen ›punktuell‹ gehört werden konnten, sondern *Durchschnittseigenschaften* der Gruppen, der ›Tonscharen‹ in Höhenfeldern maßgebend wurden. Das konnte zu zeitweilig völliger Aufhebung erkennbarer Phasenverhältnisse führen, also zum strukturierten ›Geräusch‹. Über die methodischen Konsequenzen dieser Konzeption von Struktur und strukturellem Hören ist an anderer Stelle berichtet worden. (Programmheft des Bayerischen Rundfunks, Jg. 6, 23. Folge, sowie Nachtprogramme ›Webern und Debussy‹, ›Anleitung zum Hören‹ WDR/NDR.) Auf weitere Einzelheiten solcher methodischer Versuche soll darum nicht eingegangen werden.

Die musikalische Empfindung sagte einem also immer wieder, in der Zeitstrukturierung sei etwas nicht in Ordnung, und man suchte den Fehler in der Kompositionsmethode, anstatt auf die Idee zu kommen, noch einmal bei den Elementen anzufangen, bei den Dauernproportionen selber, und sich zu fragen, ob denn nicht schon in den Grundlagen, in den primären Skalenverhältnissen der Widerspruch stecke. Das führte zwar zu einer außerordentlich reichen Entfaltung der seriellen Methode, und viele ihrer Resultate werden gültig bleiben. Die eigentliche Frage blieb jedoch ungelöst.

Prüfen wir jetzt die zweite oben erwähnte Möglichkeit, den chromatischen Skalen der Höhen ein Entsprechendes im Bereich der Dauern zuzuordnen. Das Verfahren nämlich, durch *Division eines größeren Zeitquantums* zu einer Skala von Dauern zu kommen, statt durch Multiplikation eines kleinsten Zeitquantums.

Ein zu unterteilendes Zeitquantum wird im folgenden die *Grundphase* genannt. Bezeichnet man eine Grundphase von 1 sec Dauer mit 𝅝 und teilt man diesen Wert in der Reihenfolge der ganzen Zahlen durch 2, 3, 4, . . ., so ergibt sich folgende Skala der Dauern: 𝅝, 𝅗𝅥, 𝅗𝅥³, 𝅘𝅥, 𝅘𝅥⁵, 𝅘𝅥⁶ (³), 𝅘𝅥𝅮⁷, 𝅘𝅥𝅯, 𝅘𝅥𝅰⁹ (³×³), 𝅘𝅥𝅱¹⁰ (⁵), 𝅘𝅥𝅲¹¹, 𝅘𝅥𝅳¹² (³) als $^1/_1$, $^1/_2$, $^1/_3$ . . . $^1/_{10}$, $^1/_{11}$, $^1/_{12}$ sec.

Die Notationszeichen für die ungraden Werte ($^1/_3$, $^1/_5$, $^1/_7$, $^1/_9$, $^1/_{11}$) nannte man bisher *irrationale Werte*[7]. Daraus wird ersichtlich, wie ausschließlich in der

7 In der Bedeutung von ›empfindungsirrational‹, siehe weiter unten. Es ist nicht die mathematische Definition gemeint.

à la suppression totale de rapports de phases reconnaissables, par conséquent au « bruit » structuré. Les conséquences méthodologiques de cette conception de la structure et de l'écoute structurelle ont été abordées ailleurs *(Programmheft des Bayerischen Rundfunks,* Jahrgang 6/23 ainsi que les *Nachtprogramme « Webern und Debussy », « Anleitung zum Hören »* WDR/NDR). Nous ne reviendrons donc pas sur le détail des essais de cette méthode.

La sensibilité musicale ne cessait de nous dire qu'il y avait quelque chose de boiteux dans la structuration du temps et l'on cherchait l'erreur dans la méthode de composition au lieu d'en venir à l'idée de répartir une nouvelle fois les éléments, les proportions de durées elles-mêmes, et de se demander si la contradiction ne résidait pas déjà dans les fondements, dans les rapports d'échelle primaires. Cela conduisit certes vers un épanouissement extrêmement riche de la méthode sérielle, et nombre de résultats demeureront valables. La véritable question demeurait cependant sans solution.

Examinons à présent la deuxième possibilité évoquée plus haut permettant d'établir une correspondance entre les échelles chromatiques des hauteurs et le domaine des durées. Il s'agit précisément du procédé consistant à établir une échelle de durées au moyen de la *division d'une unité de temps (Zeitquantum) maximale,* et non de la multiplication d'une unité de temps minimale.

Une unité de temps destinée à être subdivisée sera appelée dans ce qui suit une *phase fondamentale (Grundphase).* Si l'on détermine une phase fondamentale d'une durée de 1 sec. à l'aide d'une 𝅝 et si l'on divise cette valeur par la série des nombres entiers 2, 3, 4 ..., on obtient l'échelle des durées suivantes : 𝅝 𝅗𝅥, 𝅗𝅥^{3}, ♩, ♩^{5}, ♩$^{6(3)}$, ♪^{7}, ♪, ♪^{9}(3×3), ♪^{10}(5), ♪^{11}, ♪$^{12\ (3)}$ pour 1/1, 1/2, 1/3 ... 1/10e, 1/11e, 1/12e de sec.

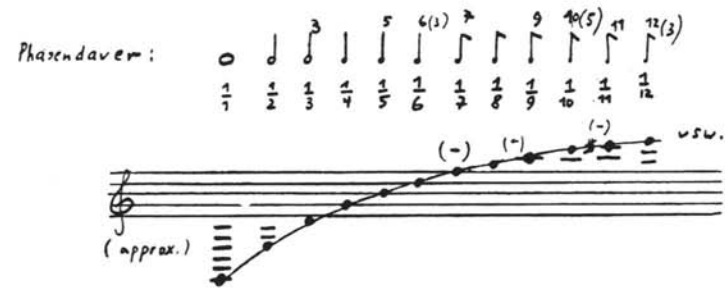
Les signes de notation des valeurs impaires (1/3, 1/5e, 1/7e, 1/9e, 1/11e) ont été appelés jusqu'à présent des *valeurs irrationnelles* [7]. On s'aperçoit par là du degré d'exclusivité avec lequel la proportion double a dominé dans la musique jusqu'à présent. Il est de nos jours encore totalement impossible de faire jouer à un musicien un tiers ou un cinquième d'une phase fondamentale (son « unité de compte » *[« Zählwert »]*), c'est-à-dire, par exemple, de jouer tout d'abord 1 sec. = 𝅝 puis 1/3 de sec. = 𝅗𝅥^{3}, puis 1/5e de sec. = ♩^{5}, etc..., ainsi : 𝅝, 𝅗𝅥 1/3, ♩ 1/5. Il serait encore plus impossible de combiner des multiples de ces valeurs (2/3, 3/5, 5/7, etc.) : 𝅝, 𝅝 2/3, 𝅗𝅥. 3/5, 𝅗𝅥 5/7 ♪, etc. La raison en est qu'on ne ressentait pas une durée déterminée dans sa totalité, mais qu'on la quantifiait *(quanteln)* automatiquement et qu'on essayait de la ramener, en se servant des durées environnantes, à la plus petite ou la plus grande unité de compte *(Zähleinheit)* commune. C'est pourquoi 1/3, 1/5e, 1/7e étaient désignés comme des valeurs « irrationnelles » par rapport à 1/2, 1/4, 1/8e, car il était impossible de déterminer la plus petite valeur de compte commune. Cela veut dire seulement que cette valeur de compte commune échappe alors au domaine de la sensibilité des durées et devient si petite qu'elle peut être désignée comme « irrationnelle du point de vue de la sensibilité » *(« empfindungsirrational »).*

La prépondérance du *rapport de 2* repose apparemment sur un principe

bisherigen Musik die 2er-Proportion dominierte. Es ist noch heute völlig unmöglich, einen Musiker das einzelne Drittel oder Fünftel einer Grundphase (seines ›Zählwertes‹) spielen zu lassen. Das hieße beispielsweise, zunächst 1 sec = ○, dann $^1/_3$ sec = ♩³, dann $^1/_5$ sec = ♩⁵ usw. zu spielen: ○, ♩ $^1/_3$, ♩ $^1/_5$. Noch unmöglicher wäre es, Vielfache dieser Werte zu kombinieren ($^2/_3$, $^3/_5$, $^5/_7$ usw.): ○, ○ $^2/_3$, ♩ $^3/_5$, ♩ $^5/_7$ ♪ usw. Der Grund dafür ist, daß man eine bestimmte Dauer nicht in ihrer Ganzheit empfand, sondern sie automatisch quantelte und mit den umstehenden Dauern auf eine gemeinsame kleinste oder größte Zähleinheit zu bringen versuchte. Insofern wurden $^1/_3$, $^1/_5$, $^1/_7$ im Vergleich zu $^1/_2$, $^1/_4$, $^1/_8$ als ›irrationale‹ Werte bezeichnet, da kein gemeinsamer kleinster Zählwert auszumachen war. Das heißt aber nichts anderes, als daß dieser gemeinsame Zählwert aus dem Bereich der Dauernempfindung herausrutscht und so klein wird, daß er als ›empfindungsirrational‹ bezeichnet werden kann.

Das dominierende *Verhältnis der 2* beruht offenbar auf einem Grundprinzip unserer Empfindung, als Regulativ der Proportionen. Wir empfinden im Bereich der Mikro- und Makrophasen, der Höhen und Dauern, alle Proportionen auf der Basis 2 als die ›einfachsten‹, als Regulativ. ›Doppelt oder einhalbmal so hoch (eine Tonhöhenoktave), so lang (eine Dauern-Oktave)‹ erscheinen uns als die ›reinste‹ Proportion, auf die alle anderen bezogen werden.

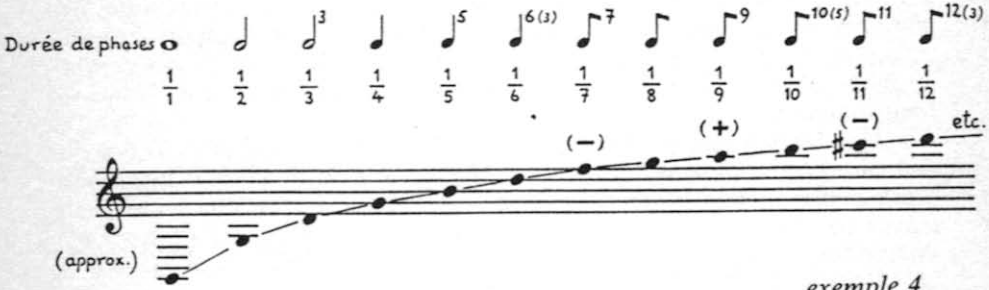
Was ist eine solche Proportionsreihe: $^1/_1$, $^1/_2$, $^1/_3$ . . . $^1/_{12}$ . . ., wenn man sie auf Zeitphasen bezieht? Nehmen wir wieder ein Beispiel aus dem Bereich der Mikrophasen zu Hilfe, da hier der Musiker sehr viel mehr bewußte Erfahrung hat. Beträgt die Grundphase ○ = $^1/_{100}$ sec, so die halbe Phase ♩ = $^1/_{200}$ sec, eine Drittelphase ♩³ = $^1/_{300}$ sec und eine Zwölftelphase ♪¹² = $^1/_{1200}$ sec usw. Das ist aber nichts anderes als eine *harmonische oder Obertonreihe:* (Beispiel 4).



Beispiel 4

de base de notre sensibilité qui l'utilise comme règle de proportions. Dans le domaine des micro- et macrophases, des hauteurs et des durées, nous ressentons toutes les proportions de base de 2 comme étant les « plus simples », comme régulatrices. Une hauteur ou une durée doublée ou divisée par 2 (une octave de hauteur ou une octave-durée) nous apparaît comme la proportion la « plus pure » à laquelle toutes les autres seront rapportées.

Qu'en est-il d'une telle série de proportions : 1/1, 1/2, 1/3 ... 1/12e..., lorsqu'on la rapporte à des phases de temps ? Reprenons un exemple dans le domaine des microphases, puisque le musicien dispose ici d'une expérience bien plus claire. Prenons la phase 𝅝 = 1/100e de sec., la demi-phase sera alors 𝅗𝅥 = 1/200e de sec., un tiers de phase 𝅗𝅥³ = 1/300e de sec. et un douzième de phase 𝅘𝅥𝅮¹² = 1/1200e de sec., etc. Cela n'est cependant rien d'autre qu'une *série harmonique ou une série de sons harmoniques*.



exemple 4

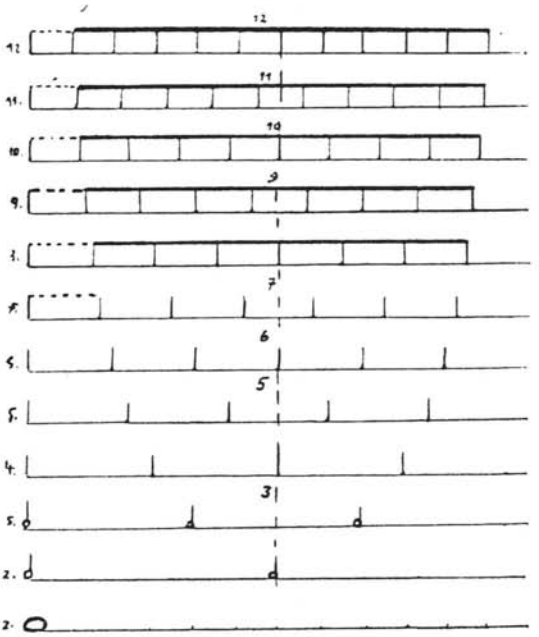
On sait qu'une série harmonique de proportions n'a pratiquement rien de commun avec une série de sensibilité chromatique. Aussi, et à juste titre, l'usage fut-il jusqu'à présent de ne noter métriquement, comme proportions singulières, quasiment que les rapports doubles : 𝅝 𝅗𝅥 ♩ ♪, les « octaves de durée ». Mais quelle fonction avaient alors les valeurs irrationnelles, pour peu que l'on en fit usage ?

Étant donné que la phase fondamentale sert d'unité pour la sensibilité, elle sert toujours de référence à ses valeurs partielles. Les fractions doivent par conséquent toujours se compléter pour former la valeur de base dans sa totalité. Une phase fondamentale est formée de deux moitiés, trois tiers, etc. Nous appelons une telle structure *(Gebilde)* un *spectre de phases harmonique*, qu'il s'agisse de microphases (hauteurs) ou de macrophases (durées) [8].

Dans les spectres de phases harmoniques des hauteurs, la *phase fondamentale* est également désignée comme son *fondamental* [9]. Nous appellerons *formant* [10] chacune des divisions « harmoniques ». Le premier formant est par conséquent la phase fondamentale elle-même, le deuxième formant la division en deux de la phase fondamentale, etc. Nous remplacerons l'expression « spectre de phases » par le terme particulier de

Wie wenig eine harmonische Proportionsreihe mit einer empfindungschromatischen gemeinsam hat, ist bekannt. Folgerichtig wurden in der bisherigen Praxis als einzelne Proportionen fast nur die 2er-Verhältnisse metrisch notiert: 𝅝𝅗𝅥𝅗𝅥𝅗𝅥𝅗𝅥𝅗𝅥 , die ›Dauernoktaven‹. Was aber hatten die irrationalen Werte, soweit sie in Anwendung kamen, für eine Funktion?

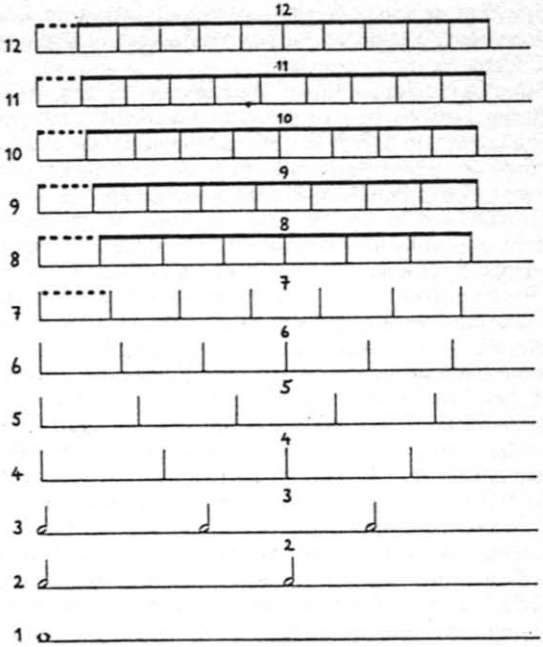
Da die Grundphase als Empfindungseinheit dient, werden ihre Teilwerte immer auf diese bezogen. Also müssen die Bruchteile sich immer wieder zum ganzen Grundwert ergänzen. Auf eine Grundphase kommen 2 halbe, 3 drittel usw. Ein solches Gebilde definieren wir als *harmonisches Phasenspektrum*, ob es sich nun auf Mikrophasen (Höhen) oder auf Makrophasen (Dauern) bezieht (Beispiel 5)[8].



Beispiel 5

8 Für das Folgende gilt auch Fußnote 6.

exemple 5



spectre de formants (Formantspektrum) quand tous les formants ne sont pas contenus dans le spectre. La durée d'un spectre de phases est définie par la phase fondamentale (par exemple MM*o* = 60 = 1 sec.), et la durée particulière à l'intérieur des formants résulte du numéro d'ordre du formant, rapporté à la durée de la phase fondamentale.

Il est encore essentiel pour ce qui suit de savoir qu'un formant unique (comme) demeure hors de considération ; il est ressenti comme la répétition d'une même phase. Mais en revanche, la sensibilité rapporte automatiquement deux formants à la phase fondamentale qui leur est commune. Nous ressentons à nouveau de manière proportionnelle et, ce faisant, nous nous orientons selon la plus grande unité commune. La suite de formants est précisément rapportée à la phase fondamentale o : 3/3:4/4 = 1. Il en va de même dans la superposition simultanée. Une phase close de deux formants simultanés ( ) définit la phase fondamentale, sans que celle-ci soit nécessairement contenue en tant que durée dans le spectre de formants. Une explication possible est que chaque début de phase fondamentale est marqué par la rencontre simultanée des formants et que l'on ressent par conséquent un accroissement d'intensité : . Tout cela est connu du musicien dès

Grundphase bezeichnet man bei den harmonischen Phasenspektren der Höhen auch als *Grundton*[9]. Für die einzelnen ›harmonischen‹ Teilungen wählen wir die Bezeichnung *Formanten*[10]. Der erste Formant ist demnach die Grundphase selbst, der zweite Formant die Zweiteilung der Grundphase usw. Wir verwenden statt ›Phasenspektrum‹ den speziellen Begriff *Formantspektrum*, sobald nicht alle Formanten im Spektrum enthalten sind. Die Dauer eines Phasenspektrums wird durch die Grundphase definiert (beispielsweise MM 𝅝 = 60 = 1 sec), und die Einzeldauer in den Formanten ergibt sich aus der Ordnungszahl des Formanten, bezogen auf die Dauer der Grundphase.

Es ist für das folgende noch wesentlich, daß ein einzelner Formant (wie ♩♩♩) unbezogen bleibt; er wird als die Wiederholung einer gleichen Phase empfunden. Schon 2 Formanten aber werden in der Empfindung automatisch auf die gemeinsame Grundphase bezogen. Wir empfinden wieder proportional und orientieren uns dabei an der größten gemeinsamen Einheit. Die Formantfolge ♩♩♩ |♩ ♩ ♩ ♩| nämlich wird auf die Grundphase 𝅝 bezogen: $^3/_3 : {}^4/_4 = 1$. Bei simultaner Überlagerung gilt dasselbe. Eine abgeschlossene Phase zweier simultaner Formanten (♩♩♩♩ | 𝅗𝅥) definiert die Grundphase, ohne daß diese selbst als Dauer im Formantspektrum enthalten sein muß. Wir können uns das dadurch klarmachen, daß jeder Beginn einer Grundphase durch das gleichzeitige Zusammentreffen der Formanten markiert und also ein entsprechender Intensitätszuwachs empfunden wird: ♩♩♩♩ | ♩♩♩♩ | 𝅗𝅥. Das alles ist dem Musiker bekannt, sobald er sich an die frühere Definition des ›Taktes‹ erinnert Es ist also leicht einzusehen, daß die Grundphase um so deutlicher wird, je mehr Formanten im Spektrum enthalten sind.

Als harmonische Phasenspektren werden nun ebenso alle bisher in der Musik verwendeten *Klänge* definiert, nicht die Geräusche. Die Dauer der Grundphase definiert den Grundton in seiner ›Höhe‹. Anzahl und Kombination der Formanten definieren das, was man gemeinhin die *Klangfarbe* des Spektrums nennt. Daß die Klangfarbe also in erster Näherung das Resultat einer mikrozeitlichen Phasenstruktur ist, wird den wenigsten Musikern bewußt geworden sein[11].

---

9 Diese Entsprechung gilt nur, wenn ›Grundphase‹ gleich Periodendauer eines periodischen Schwingungsvorgangs gesetzt wird. ›Grundton‹, falls reell im Spektrum enthalten, auch gleich ›1. Harmonische‹.

10 Der Terminus ›Formant‹, wie er hier verwendet wird, entspricht nicht der akustisch-phonetischen Definition. Für die Formantstruktur nach akustischer Definition eines periodischen oder auch aperiodischen Schallvorgangs ist die *Intensität* bestimmter Spektralgebiete maßgebend. Allein das Fehlen einzelner Harmonischer in periodischen Spektren reicht nicht in jedem Fall zur Ausbildung von Formanten. Gemäß der Definition der ›Grundphase‹ nach Fußnote 5 (1.) wäre dem hier verwendeten Begriff ›Formant‹ in akustischer Terminologie die Periodendauer oder Ordnungszahl der Harmonischen eines Klanges gleichzusetzen.

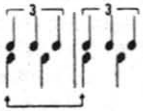
11 Die Dauer der ›Grundphase‹ (= Periodendauer) definiert streng genommen nur die *Frequenz* des Grundtons oder der 1. Harmonischen. ›Höhe‹ als Empfindung braucht nicht damit übereinzustimmen oder davon abzuhängen. – Die Klangfarbe eines Klanges wird wohl zum größten Teil von den Formanten bestimmt, aber nicht in der hier verwendeten Definition. Die Klangfarbe resultiert aus der Anzahl und vor allem aus den *Intensitäts*verhältnissen der *Harmonischen*. Heben sich bestimmte Harmonische (›Teiltöne‹) oder Gruppen von Harmonischen durch ihre Intensität aus dem Spektrum heraus, so spricht man von Formanten in akustisch-phonetischer Definition.

lors qu'il se souvient de l'ancienne définition de la « mesure » *(« Takt »)*. Il est donc aisé de s'apercevoir que la phase fondamentale devient d'autant plus nette qu'il y a davantage de formants dans le spectre.

On définira de même comme spectres de phases harmoniques toutes les sonorités* *(Klänge)* utilisés jusqu'à présent en musique, mais pas les bruits. La durée de la phase fondamentale définit le son fondamental dans sa « hauteur ». Le nombre et la combinaison des formants définissent ce que l'on appelle généralement le *timbre (Klangfarbe)* du spectre. Peu de musiciens se seront aperçus que le timbre est donc en première approximation le résultat d'une structure de phases micro-temporelle [11].

Maintenant que nous avons constaté l'existence de relations directes entre les rapports de temps macroacoustiques et microacoustiques (même si cela n'a été tout d'abord que dans un champ très limité de spectres de phases « harmoniques »), nous devons nous souvenir de la chose suivante : lorsque nous parlons d'une hauteur de son reconnaissable, cela présuppose au moins deux phases. Normalement, lorsqu'un son d'une même hauteur dure, le nombre de phases successives identiques que nous entendons est toujours beaucoup plus élevé. Du coup, nous retrouvons la durée du son ou de la sonorité. Plus cette durée du son est courte, plus il est difficile de reconnaître la hauteur ; enfin quand la durée du son est inférieure à 1/16e de sec. environ, la perception de la hauteur disparaît progressivement. Il s'agit à nouveau de l'intervalle de transition dont il a été question plusieurs fois (pour déterminer plus précisément ces valeurs limites, nous devons toujours définir au préalable le « son » dont il est question, c'est-à-dire préciser s'il s'agit d'un son « pur », d'une « sonorité », d'un « bruit », etc.). Nous présupposons donc toujours que, dans notre double appréciation (qui sépare hauteurs et durées) dérivant de notre perception sensorielle, ce seuil ne sera jamais franchi, ni vers le bas, ni vers le haut.

Revenons au spectre harmonique. Lorsque nous nous trouvons dans le domaine des hauteurs de son, un formant isolé ne définit que sa propre phase, qui se répète plus ou moins souvent pour une hauteur de son constante. Le formant est donc lui-même un son fondamental ; le terme de « formant » devient dans ce cas superflu, on appelle cela un *son pur*.

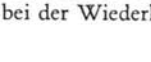
La durée de phase a d'abord été décrite comme l'intervalle de temps perçu entre chaque modification du champ acoustique. Nous nous représentons ces modifications comme des modifications perceptibles de la pression acoustique. La durée de phase serait dès lors l'intervalle de temps entre deux maxima d'intensité. « Son pur » — une succession de phases de temps simples — désigne seulement un maximum d'intensité par phase . Deux ou plusieurs formants ne se définissent pas seulement eux-mêmes, mais ils définissent également leur son fondamental [13] commun, au moyen de l'intervalle de phase entre les *maxima principaux* résultant de la superposition des formants dans le temps, lorsque deux maxima de phase ou plus tombent simultanément 

[14]. L'addition des intensités des phases de

* Là où le français ne dispose que du mot « son », l'allemand fait la distinction entre le son en tant qu'événement sonore ayant une certaine hauteur et une certaine durée (« Ton », cf. « Tondauer », « Tonhöhe ») et le son investi d'un timbre, naturel ou de synthèse, qui s'oppose par là au bruit (« Klang » vs « Geräusch »). En utilisant ces termes, Stockhausen fait appel à ces distinctions. Comme il est important que le lecteur puisse identifier le terme utilisé, nous avons choisi de traduire « Klang » par « sonorité » et « Ton » par « son » *(N.d.t.)*.

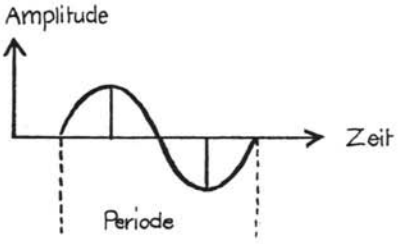
Wo wir nun auf die direkten Beziehungen makroakustischer und mikroakustischer Zeitverhältnisse gestoßen sind (wenn auch nur zunächst in einem sehr begrenzten Bereich ›harmonischer‹ Phasenspektren), müssen wir uns an folgendes erinnern: sprechen wir von einer erkennbaren Tonhöhe, so setzt das mindestens zwei Phasen voraus. Normalerweise hören wir immer sehr viel mehr gleiche Phasen hintereinander, wenn dieselbe Höhe eines Tones andauert. Damit sind wir bei der Ton- oder Klangdauer. Je kürzer die *Tondauer* ist, um so schwerer ist die Höhe erkennbar; unterschreitet man schließlich die Tondauer von ca. $^1/_{16}$ sec, so hört allmählich die Tonhöhenwahrnehmung auf. Es handelt sich wieder um das mehrmals zitierte Auflösungsintervall (zur genaueren Bestimmung dieser Grenzwerte müssen wir immer vorher definieren, was das für ein ›Ton‹ ist, genauer gesagt, ob es ein ›reiner‹ Ton, ein ›Klang‹, ein ›Geräusch‹ usw. ist). Wir setzen also immer voraus, daß diese Schwelle bei unserer von der Sinneswahrnehmung ausgehenden zweigleisigen Überlegung (Höhen und Dauern zu trennen), daß diese Schwelle einmal nicht nach unten, einmal nicht nach oben überschritten wird

Kommen wir zum harmonischen Spektrum zurück. Sind wir im Bereich der Tonhöhen, so definiert ein einzelner Formant nichts weiter als seine eigene Phase, die sich mehr oder weniger oft wiederholt bei konstanter Tonhöhe. Der Formant ist also selbst Grundton; ›Formant‹ wird in diesem Fall überflüssig, man nennt das einen *reinen Ton*.

Eine Phasendauer wurde zu Anfang als der empfundene Zeitabstand von Veränderung zu Veränderung im Schallfeld beschrieben. Diese Veränderungen stellen wir uns als wahrnehmbare Schalldruckveränderungen vor. Die Phasendauer wäre demnach der Zeitabstand zwischen zwei Intensitätsmaxima. ›Reiner Ton‹ – eine Folge von einfachen Zeitphasen – bedeutet nur ein Intensitätsmaximum pro Phase . [12] Zwei oder mehr Formanten definieren aber nicht allein sich selbst, sondern ihren gemeinsamen Grundton[13], und zwar durch den Phasenabstand zwischen den *Hauptmaxima*, die aus der zeitlichen Überlagerung der Formanten resultieren, wenn zwei oder mehr Phasenmaxima zeitlich zusammenfallen:  [14]. Es entstehen aber noch weitere *Nebenmaxima* innerhalb einer Grundphase aus der Intensitätsaddition der Formantphasen. Einen periodischen Schallvorgang mit mehreren verschieden großen Intensitätsmaxima pro Grundphase nennt man exakterweise nicht mehr einen ›Ton‹, sondern einen ›Klang‹, ein ›Spektrum‹. Wir erhalten eine resultierende *Intensitätskurve*, die bei der Wiederholung gleicher Phasen periodisch

---

12 Genaugenommen erfordert ein ›reiner Ton‹ oder ›Sinuston‹ nicht nur ein Amplitudenmaximum pro ›Phase‹ (= Periodendauer), sondern auch einen *sinusförmigen* Amplitudenverlauf, etwa:

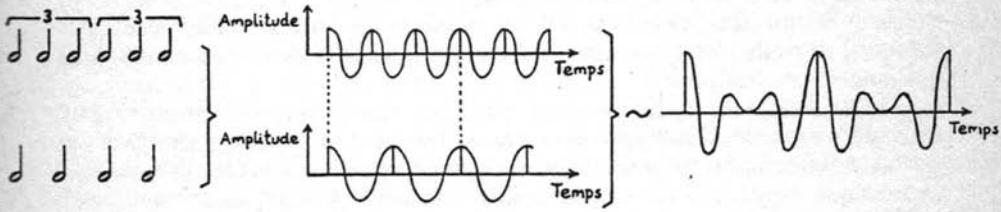


13 Der so definierte Grundton ist in diesem Fall nicht mit dem Terminus ›1. Harmonische‹ (siehe Fußnote 9) gleichzusetzen, da er reell als Sinuskomponente (gemäß der Fourieranalyse) nicht vorhanden ist. Er wird aber auditiv wahrgenommen. Man bezeichnet ihn auch als ›virtuellen Grundton‹ oder als ›Residuum‹ im Falle harmonischer Spektren mit objektivem Fehlen der 1. Harmonischen. Seine ›Höhe‹ entspricht der Frequenz des gemeinsamen größten Teilers der vorhandenen Sinuskomponenten (Quotiententon).

14 Die Periode des ›Grundtons‹ ergibt sich auch, wenn Maxima der ›Formanten‹ nicht zusammenfallen, sondern gegeneinander verschoben sind (*phasen*verschoben, in physikalischer Definition von ›Phase‹).

formants à l'intérieur d'une phase fondamentale engendre en outre des *maxima secondaires*. Un processus acoustique périodique dont la phase fondamentale contient des maxima d'intensité de grandeurs différentes ne s'appelle plus, pour être précis, un « son », mais une « sonorité », un « spectre ». Nous obtenons une *courbe d'intensité* résultante qui revient périodiquement lors de la répétition de phases identiques. La superposition d'un deuxième et d'un troisième formant engendre par exemple la courbe d'intensité suivante (en supposant que chacune des durées de phase est l'intervalle de temps entre deux maxima d'intensité de grandeur égale [« valeurs d'amplitudes » A]) [15] :

exemple 6



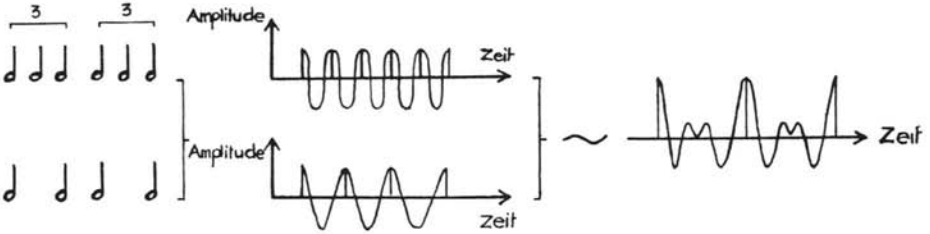
Si la combinaison de formants de durées permet de percevoir la phase fondamentale commune (nous pouvons également l'appeler *durée de combinaison [Kombinationsdauer],* l'ancien « tactus »), de même, en combinant des formants de hauteurs, on perçoit de manière analogue le son fondamental commun ou *son de combinaison* [16].

Il est important pour le musicien que sa sensibilité aux timbres soit déclenchée par des courbes d'intensité de spectres de phases, et que ces courbes d'intensité résultent de la superposition de formants ; que le « timbre » soit le résultat d'une structure temporelle [17] et qu'il puisse intervenir compositionnellement dans ces connexions — comme cela se fait aujourd'hui au moyen de l'électronique.

Dans le domaine des relations métrico-rythmiques traditionnelles, les concordances avec les relations harmoniques nous sont parfaitement familières. Dans la musique ponctuée de cadences *(Kadenzmusik),* l'ensemble de l'univers relationnel des hauteurs de son résultait des intervalles de la série harmonique : il en était de même dans le domaine des durées. La *mesure,* en tant qu'unité métrique fondamentale, correspondait à la phase fondamentale d'un spectre de temps. Toutes les définitions des « *temps de mesure* forts et faibles » (« maxima principaux et secondaires » résultant), des syncopes et de leur résolution (décalage de phases et rétablissement de la périodicité de phase), etc., résultent de la pratique « polyphonique » qui est à l'origine du problème des spectres de temps harmoniques. La mesure, en tant que phase fondamentale, y est interprétée de manière différente par des *formants de temps,* même s'il s'agit avant tout de formants « consonants », à savoir l'octave (duolet), la quinte (triolet) : plus tard la tierce (quintolet) et à la rigueur encore la septième (septolet), c'est-à-dire jusqu'au septième formant.

La distinction entre *mètre et rythme* recouvre très précisément celle que

wiederkehrt. Aus der Überlagerung eines zweiten mit einem dritten Formanten ergibt sich beispielsweise folgende Intensitätskurve; vorausgesetzt, daß jede einzelne Phasendauer der Zeitabstand zwischen 2 gleichgroßen Intensitätsmaxima ist (›Amplitudenwerte‹ A): (Beispiel 6)[15].



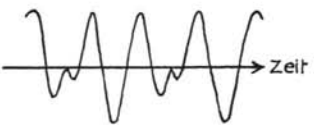
Beispiel 6

Wie man bei der Kombination von Dauer-Formanten die gemeinsame Grundphase (wir können sich auch als *Kombinationsdauer* bezeichnen, der frühere ›tactus‹), so empfindet man entsprechend bei der Kombination von Höhen-Formanten den gemeinsamen Grund- oder *Kombinationston*[16].

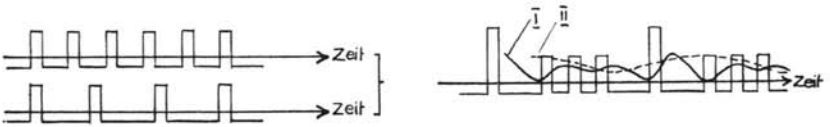
Wichtig ist für den Musiker, daß seine Klangfarbenempfindung durch Intensitätskurven von Phasenspektren ausgelöst wird und daß jene Intensitätskurven aus der Überlagerung von Formanten resultieren; daß ›Klangfarbe‹ das Ergebnis von Zeitstruktur[17] ist und daß er – wie es heute elektronisch geschieht – in diese Zusammenhänge kompositorisch eingreifen kann.

---

15 Dieser resultierende Amplitudenverlauf ergibt sich nur, wenn einige Maxima der Einzelschwingungen zusammenfallen. Ist dies nicht der Fall – wie es bei Instrumentalklängen z. B. in Abhängigkeit von verschiedenen Abstrahlbedingungen oder bei elektronischer Klangproduktion bei Mischung von Sinoidalsignalen unkontrollierbar vorkommen kann –, so sind theoretisch beliebig viele andere Kurvengestalten möglich (siehe auch Fußnote 14), z. B. etwa:



Andere Verhältnisse sind gegeben, wenn nicht ›reine Töne‹ (Sinusschwingungen) überlagert werden, sondern impulsartige Gebilde, wie sie etwa bei Xylophonschlägen oder ähnlichen, äußerst kurzzeitigen Klängen vorliegen. Die Überlagerung idealisierter Impulse mit Impulsfolgefrequenzen im Verhältnis 3 : 2, entsprechend Beispiel 6, ergäbe folgendes Bild:



Kurve I, man nennt sie auch Hüllkurve, kann man erhalten, wenn die Impulsfolge auf ein trägheitsbehaftetes Glied gegeben wird, (z. B. ein Tiefpaß), das eine Integration durchführt. Sie ist in der Form ähnlich mit Beispiel 6, nur mit dem Unterschied, daß es sich dort um eine Wechselspannung handelt und hier um einen pulsierenden Gleichstrom. Sie ist also nicht objektiv im Ausgangssignal vorhanden, sondern ergibt sich aus einer Zeitbewertung. Diese Zeitbewertung durch Integration kann mit verschiedenen Werten (Zeitkonstanten) durchgeführt werden. Aus einer relativ großen Zeitkonstante ergibt sich etwa Kurve II.

16 Siehe Bemerkungen in Fußnote 13.

17 Siehe jedoch Bemerkungen zur Intensität in Fußnote 11.

l'on fait entre « son fondamental » et « timbre » dans les spectres sonores ; la phase fondamentale (son fondamental du mètre) est définie par les maxima d'intensité périodiques principaux (les « accents » les plus forts) qui résultent de la structure des formants. Les rapports entre les maxima secondaires et les maxima principaux (les accents secondaires par rapport aux accents principaux) définissent le « timbre » *(« Klangfarbe »)*, le « rythme ». Il serait préférable de substituer au concept trompeur de « couleur » sonore *(Klang-« Farbe »)* celui de rythme sonore *(Klangrhythmus)* et, en général, il faudrait parler de *rythmes de formants (Formantrhythmen)*.

Nous venons de rappeler quelques-unes des théories bien connues de l'acoustique et de la perception acoustique. A quoi peuvent-elles nous servir quant à la question de savoir s'il est possible de faire correspondre, à la structure sérielle des hauteurs, une structure sérielle des durées, sans que celles-ci se contredisent ?

Une série dodécaphonique est, pour en donner une définition exacte, une succession de 12 *sons fondamentaux,* tant que nous avons affaire à des spectres de formants harmoniques. Presque toutes les sonorités utilisées dans la musique — et non les « sons » (que l'on ne trouve pratiquement pas à l'état « pur » dans la nature) — possèdent de tels spectres. Dans la musique « tonale », la même série harmonique de proportions (ou « série des harmoniques ») était déterminante tant pour les spectres de formants des sonorités employés que pour les relations d'intervalles de telles sonorités entre elles : les proportions spectrales correspondaient aux proportions des sons fondamentaux — aussi bien simultanément, « harmoniquement », que successivement et « mélodiquement ». L'introduction du système d'échelle chromatique conduisit progressivement à une dissolution de cette adéquation. Enfin, dans le système dodécaphonique, on a formulé des lois harmonico- mélodiques qui se trouvaient en contradiction totale avec la structure spectrale des sons instrumentaux utilisés ; l'*échelle de sensibilité harmonique des spectres instrumentaux* s'opposait de manière irréconciliable à l'*échelle de sensibilité chromatique des 12 sons fondamentaux* par octave, dont les degrés étaient composés de manière sérielle. L'ancienne correspondance entre le matériau et la composition du matériau se trouva ainsi entièrement ruinée. C'est précisément ce dont il est question lorsque l'on parle de l'« émancipation des sons fondamentaux ». (Le retour momentané de Schœnberg à l'harmonie et à la mélodie tonale pourraient avoir été fondamentalement provoqués par la contradiction que nous venons de souligner. Sa composition métrico-rythmique était parfaitement « tonale » : une rythmique de cadence classique, mais bien davantage de syncopes non résolues ; comme une harmonie tonale avec de nombreuses « fausses notes ».)

La « rythmique » s'est développée cependant de telle manière qu'en un premier temps, personne n'a pensé réaliser dans le domaine des macrophases, des durées, quelque chose d'analogue à la composition dodécaphonique. Cela aurait supposé, en effet, de « tempérer » les phases fondamentales des spectres de durées, les « mesures », en une échelle chromatique analogue

Im Bereich der traditionellen metrisch-rhythmischen Beziehungen sind uns die Übereinstimmungen mit den harmonischen Relationen ganz geläufig. Wie sich in der Kadenzmusik aus den Intervallen der harmonischen Reihe der gesamte Beziehungsreichtum der Tonhöhen ergab, so auch im Bereich der Dauern. Der Takt entsprach als metrische Grundeinheit der Grundphase eines Zeitspektrums. Alle Definitionen von ›betonten und unbetonten *Taktzeiten*‹ (resultierende ›Haupt- und Nebenmaxima‹), von Synkopen und ihrer Auflösung (Phasenverschiebungen und Wiederherstellung der Phasenperiodizität) usw. entstammen der ›mehrstimmigen‹ Praxis, durch die das Problem der harmonischen Zeitspektren aufkam. Der Takt als Grundphase wird darin durch *Zeitformanten* verschieden interpretiert, wenn auch vornehmlich durch die ›konsonanten‹ Formanten, also Oktave (Duole), Quinte (Triole); später dann Terz (Quintole) und höchstens noch die Septime (Septole), das heißt bis zum siebten Formanten.

Der Unterschied zwischen *Metrum und Rhythmus* meint nun genau das, was man bei den Klangspektren als ›Grundton‹ und ›Klangfarbe‹ unterscheidet: die Grundphase (Metrum-Grundton) ist durch die periodischen Intensitäts-Hauptmaxima (größten ›Betonungen‹) definiert, die sich aus der Formantstruktur ergeben. Die Verhältnisse der Nebenmaxima zu den Hauptmaxima (Nebenbetonungen zu Hauptbetonungen) definieren die ›Klangfarbe‹, den ›Rhythmus‹. Der verwirrende Begriff Klang-›Farbe‹ wäre besser durch Klangrhythmus zu ersetzen, und allgemein sollte man von *Formantrhythmen* sprechen.

Es wurde an einige allgemein bekannte Theorien der Akustik und akustischen Wahrnehmung erinnert. Was können diese uns für die Frage nützen, ob der seriellen Höhenstruktur eine serielle Dauernstruktur zugeordnet werden kann, ohne daß sich diese widersprechen?

Eine 12-Tonreihe ist, exakt definiert, eine Reihenfolge von 12 *Grundtönen*, solange wir es mit harmonischen Formantspektren zu tun haben. Fast alle bisher in der Musik verwendeten Klänge – nicht ›Töne‹ (die man ›rein‹ in der Natur kaum findet) – haben solche Spektren. Die gleiche harmonische Proportionsreihe (auch ›Obertonreihe‹) war in der ›tonalen‹ Musik sowohl für die Formantspektren der verwendeten Klänge wie für die Intervallbeziehungen

de 12 phases fondamentales par « octave de temps » et de les composer sériellement, tandis que les spectres de formants des durées seraient restés harmoniques. Nous voici revenus au problème fondamental de notre recherche. A quoi ressemblerait une échelle des durées fondamentales qui correspondrait à l'échelle des sons fondamentaux ? Et comment faudrait-il ensuite structurer les spectres de durées sur ces durées fondamentales dès lors que l'on recherche une adéquation parfaite, dans les domaines de perception microtemporelle et macrotemporelle, entre le système chromatique de sons fondamentaux et le système harmonique de formants, compte tenu de l'état actuel de la composition instrumentale ?

Dans la musique tonale, la durée globale d'une œuvre était divisée en *champs tonals :* un *ton fondamental* — ton central, tonique — dominait pendant un certain temps, puis un autre, etc. En gros, on appelait *modulation* la transposition de tels champs. Un système de fonctions hiérarchiques réglait ces relations. Les modulations prédominèrent de plus en plus, et, finalement, dans la musique dodécaphonique, on a « modulé » d'un son fondamental vers le suivant. Aucun son n'était plus important que l'autre sur des phases de temps plus longues. De même, dans une composition tonale, une *mesure fondamentale,* la phase fondamentale macrotemporelle, restait dominante pour des *champs métriques* particuliers (par exemple la mesure à 4/4). De même que l'on écrivait des cadences dans l'ordre microtemporel, on modulait d'un champ métrique à l'autre dans l'ordre macrotemporel, enfin de mouvement à mouvement, etc. On modulait à la « dominante » (3:2 — triolets ♩ ♩ ♩) ou à la « sous-dominante » (2:3 — valeurs pointées ♩.). Ces modulations se succédaient également de plus en plus rapidement, et, de Debussy à Stravinsky on arriva finalement à des relations de phases fondamentales dans lesquelles la durée de phase changeait de mesure en mesure. Cela ne pouvait décidément pas correspondre aux relations chromatiques dodécaphoniques entre les sons fondamentaux, car l'évolution musicale n'avait pas produit de « système tempéré » pour les durées. Ainsi, dans la composition sérielle des phases fondamentales (« mesures »), on en arriva à une modalité des harmoniques inférieurs comme nous l'avons globalement montré plus haut pour les durées. L'échelle 1 𝅘𝅥𝅯 à 12 𝅘𝅥𝅯 n'est pas seulement utilisée pour les durées des notes prises une à une — dans les formants —, elle sert aussi à constituer des séries de mesures (par exemple de 1/8 à 12/8), comme on peut le voir dans de nombreuses compositions sérielles.

Les durées ont donc été intégrées au système sériel. La contradiction entre la composition à partir de sons fondamentaux et la nature des sonorités ne doit pas nous retenir à présent de transférer également cette contradiction au sein des rapports métrico-rythmiques. Une *échelle chromatique tempérée des durées* serait indispensable à cet égard. Comment peut-on l'établir ? Nous n'atteindrons une échelle de temps chromatique que de manière approximative, tant que nous devrons en faire l'expérience sensible sans l'aide d'un piano mécanique des durées. Prenons un métronome de poche que l'on peut rapidement modifier pendant qu'il continue de battre. Nous

solcher Klänge untereinander maßgebend: die spektralen Proportionen stimmten mit den Grundtonproportionen überein – sowohl simultan, ›harmonisch‹, wie sukzessiv, ›melodisch‹. Mit der Einführung des chromatischen Skalensystems löste sich diese Übereinstimmung mehr und mehr auf. Im 12-Ton-System schließlich wurden harmonisch-melodische Gesetzmäßigkeiten formuliert, die in einem totalen Widerspruch zur Spektralstruktur der verwendeten Instrumentalklänge standen: der *chromatischen Empfindungsskala der 12 Grundtöne* pro Oktav, deren Stufen seriell komponiert wurden, stand die *harmonische Empfindungsskala der Instrumentalspektren* unvereinbar gegenüber. Die ehemalige Übereinstimmung von Material und Materialkomposition fiel damit endgültig auseinander. Das meint man eigentlich, wenn von der ›Emanzipation der Grundtöne‹ die Rede ist. (Die zeitweilige Rückkehr Schönbergs zur tonalen Harmonik und Melodik mag nicht zuletzt durch den aufgezeigten Widerspruch ausgelöst worden sein. Seine metrisch-rhythmische Komposition war stets ›tonal‹, klassische Kadenzrhythmik mit lediglich viel mehr unaufgelösten Synkopen; einer tonalen Harmonik mit vielen ›falschen Noten‹gleich.)

Die Entwicklung der ›Rhythmik‹ war jedoch so verlaufen, daß zunächst niemand daran dachte, ein der 12-Ton-Komposition Entsprechendes im Bereich der Makrophasen, der Dauern, zu tun. Das hätte nämlich bedeutet, die Grundphasen der Dauernspektren, die ›Takte‹, in einer ebensolchen chromatischen Skale von 12 Grundphasen pro ›Zeitoktav‹ zu ›temperieren‹ und seriell zu komponieren, während die Formantspektren der Dauern weiterhin harmonisch blieben. Wir sind wieder beim Grundproblem unserer Untersuchung. Wie sähe eine Skala von Grunddauern aus, die der Skala der Grundtöne entspräche? Und wie wären ferner die Dauern-Spektren über diesen Grunddauern zu strukturieren, wenn wir eine vollkommene Übereinstimmung zwischen chromatischem Grundtonsystem und harmonischem Formantsystem im mikrozeitlichen und makrozeitlichen Wahrnehmungsbereich suchen, dem augenblicklichen Stand der Instrumentalkomposition gemäß?

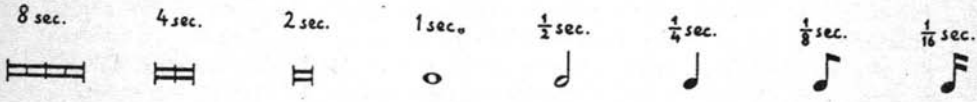
In der tonalen Musik war die Gesamtdauer eines Werkes in *tonale Felder* aufgeteilt: ein *Grundton* – Zentralton, Tonika – war eine Zeitlang dominierend, dann ein nächster usw. Die Transposition solcher Felder nannte man im großen *Modulation*. Ein System hierarchischer Funktionen regelte diese Zusammenhänge. Die Modulationen wurden immer vorherrschender, und schließlich wurde in der 12-Ton-Musik von einem Grundton zum nächsten ›moduliert‹.

déterminons par octave onze intervalles de durée ressentis comme étant de même grandeur. Tant que nous utilisons les signes traditionnels pour noter les durées, il n'y a qu'une possibilité, celle de se servir du même signe pour les douze valeurs de temps chromatiques (par exemple) et de différencier leur durée *métronomiquement*. On choisira donc une échelle logarithmique duodécimale ($\sqrt[12]{2}$) à l'intérieur d'une octave, par exemple de o = 1 sec. jusqu'à o = 1/2 sec. (2:1) : MM o = 60 / o = 63,6 / o = 67,4 / o = 71,4 / o = 75,6 / o = 80,1 / o = 84,9 / o = 89,9 / o = 95,2 / o = 100,9 / o = 106,9 / o = 113,3 / o = 120.

Nous pouvons remplacer la dernière valeur o = 120 par une 𝅗𝅥 pour o = 60, et la même échelle chromatique se poursuit avec cette valeur dans l'octave suivante. Nous obtenons donc les « transpositions d'octave » de l'échelle en modifiant le signe de la durée fondamentale : o = 60-113, 𝅗𝅥 = 120-226, ♩ = 240-452, etc.

Jusqu'à présent le *domaine de la composition de durées* n'a pas excédé 2^7 (7 octaves de durées) ; on a rarement eu besoin de phases fondamentales de plus de 8 sec. et jamais de phases de moins de 1/16e de sec. (La « jouabilité » imposait ici une limite, et nous avons vu plus haut que, parvenue à ce seuil, la perception des durées devient une perception des hauteurs ; de même, la capacité de la mémoire détermine une zone limite pour les longueurs des phases de temps qui exclut des phases fondamentales sensiblement supérieures à 8 sec. environ.) Nous disposons ainsi pour la composition des durées d'une *échelle* chromatique *d'environ 7 « octaves » de durées* allant de 8 sec. environ à un 1/16e de sec.

exemple 7



L'échelle chromatique des 12 durées, notées à l'aide des indications métronomiques, se répète ainsi dans chacun de ces rapports d'octave.

Si l'on ajoute les 7 ou 8 octaves de hauteurs restantes, alors le *temps musical* est décrit à l'aide de 14 ou 15 *octaves de temps,* dans lesquelles le compositeur proportionne les rapports de phase, tant dans le domaine des durées que dans celui des hauteurs.

Nous avons déterminé, à l'aide des signes usuels de notation des valeurs ainsi que d'un métronome, une échelle de durées correspondant à l'échelle dodécaphonique. Que peut-on en faire ?

Le concept de phase fondamentale — et celui de son fondamental pris au sens plus restreint de durée fondamentale — a été dérivé du concept de spectre de temps. La phase fondamentale correspond à l'ancien mètre. De plus, on sait maintenant ce que sont les formants de temps dans le spectre harmonique. Pour les hauteurs et les durées, nous avons substitué en général

Keiner war auf längere Zeitphasen hin wichtiger als der andere. Ebenso blieb ein *Grundtakt*, die makrozeitliche Grundphase, in einer tonalen Komposition für bestimmte *metrische Felder* dominierend (beispielsweise $^4/_4$ Takt). Im kleinen wurde ebenso kadenziert, wie im großen von einem metrischen Feld zum anderen moduliert; schließlich von Satz zu Satz usw. Man modulierte zur ›Dominante‹ (3 : 2 – Triolen ♩♩♩) oder zur ›Subdominante‹ (2 : 3 – punktierte Werte ♩.). Auch diese Modulationen gingen immer rascher vor sich, und über Debussy zu Strawinsky kam es schließlich zu Grundphasenbeziehungen, in denen von Takt zu Takt die Phasendauer wechselte. Das konnte nun nicht den 12tönig chromatischen Grundtonbeziehungen entsprechen, da die Entwicklung kein ›temperiertes System‹ für Dauern hervorgebracht hatte. Also fiel man bei der seriellen Komposition der Grundphasen (›Takte‹) in die subharmonische Modalität, wie es oben für die Dauern allgemein gezeigt wurde. Wir begegnen nicht nur von Einzeldauer zu Einzeldauer – in den Formanten – der Skala 1 𝅘𝅥𝅯 bis 12 𝅘𝅥𝅯, sondern in manchen seriellen Kompositionen erscheint sie auch in der ausnotierten Reihe der Takte (beispielsweise $^1/_8$ bis $^{12}/_8$ Takt).

Nun sind die Dauern in das serielle System einbezogen worden. Der Widerspruch zwischen Grundtonkomposition und der Natur der Klänge soll uns jetzt nicht davon abhalten, ihn ebenso in die metrisch-rhythmischen Verhältnisse hineinzutragen. Voraussetzung dafür wäre eine *chromatisch temperierte Skala der Dauern*. Wie ist sie darzustellen? Eine chromatische Zeitskala erreichen wir nur approximativ, solange wir sie empfinden müssen und uns kein mechanisches Dauern-Klavier hilft. Nehmen wir ein Taschenmetronom, das man rasch verändern kann, während es weiterpendelt. Wir bestimmen elf gleich groß empfundene Dauernintervalle pro 2. Solange wir traditionelle Bezeichnungen für Dauern verwenden, gibt es nur die Möglichkeit, dasselbe Zeichen für die 12 chromatischen Zeitwerte zu wählen (zum Beispiel 𝅝) und seine Dauer *metronomisch* zu differenzieren. Also wäre eine logarithmische 12er-Skala ($\sqrt[12]{2}$) innerhalb einer 2 von beispielsweise 𝅝 = 1 sec bis 𝅝 = $^1/_2$ sec (2 : 1) zu wählen: MM 𝅝 = 60 / 𝅝 = 63,6 / 𝅝 = 67,4 / 𝅝 = 71,4 / 𝅝 = 75,6 / 𝅝 = 80,1 / 𝅝 = 84,9 / 𝅝 = 89,9 / 𝅝 = 95,2 / 𝅝 = 100,9 / 𝅝 = 106,9 / 𝅝 = 113,3 / 𝅝 = 120.

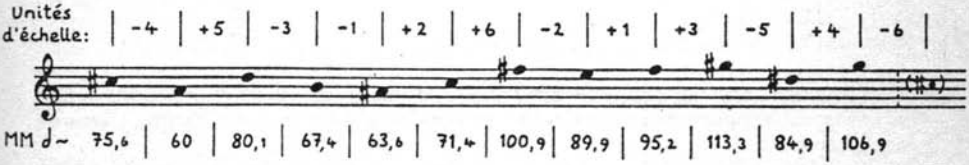
Für den letzten Wert 𝅝 = 120 können wir auch eine ♩ schreiben bei 𝅝 = 60, und die gleiche chromatische Skala setzt sich mit diesem Wert in der nächsten 2 fort. Die 2er-Transpositionen der Skala (›Oktavtranspositionen‹) erreichen wir

le rythme de formants au timbre et au rythme. La contradiction entre les spectres harmoniques et les rapports de phases fondamentales chromatiques devait alors être maintenue. Il convient à présent d'envisager l'application du système *sériel* aux *durées fondamentales (Grunddauern)*.

Aucun son fondamental ne l'emporte sur l'autre : aucune des 12 hauteurs divisant l'octave n'est répétée avant que toutes les autres n'aient été exposées. Par analogie, aucune durée fondamentale — aucun mètre — ne sera répété avant que les 12 durées constituant l'octave n'aient été exposées.

Considérons le cas le plus simple, celui où l'une des séries de durées fondamentales est directement proportionnelle à une série de sons fondamentaux. Les mesures métronomiques correspondent à la ♩ :

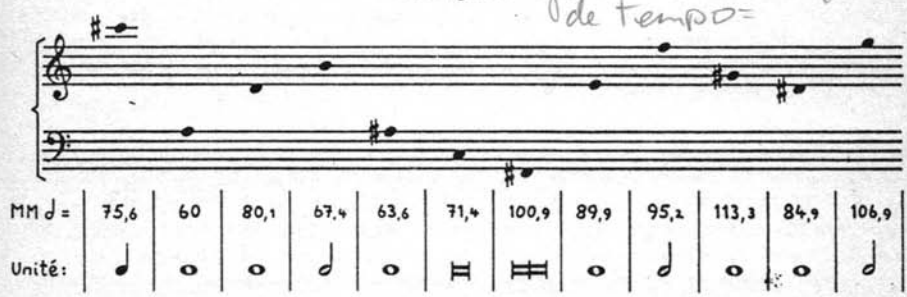
exemple 8



Voici donc les durées fondamentales, comme nous l'entendons lorsque nous parlons de sons fondamentaux en matière de hauteurs.

Le fait de conserver tous les sons fondamentaux d'une série dans une seule octave est un cas limite de la composition à partir de sons fondamentaux *(Grundtonkomposition)* ; il en va de même pour les durées fondamentales. Les durées fondamentales de notre série doivent être mises en « octaves » de durées ; il convient de définir leur *registre de temps (Zeitlage)*. Par souci de clarté nous leur associerons à nouveau des hauteurs. Choisissons une quelconque disposition des registres :

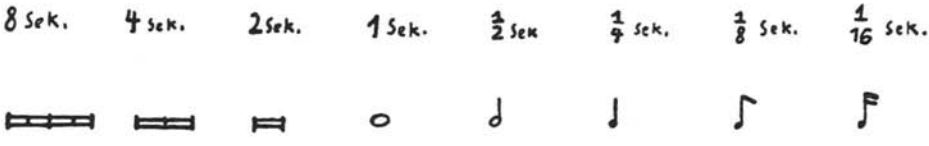
exemple 9 gamme chromatique des vitesses de tempo=



Si l'on disposait les mesures comme d'habitude, on obtiendrait la série métrique suivante : proportionnellement

also durch Veränderung des Zeichens für die Grunddauer: 𝅝 = 60 –113, 𝅗𝅥 = 120–226, 𝅘𝅥 = 240–452 usw.

Der *Bereich der Dauern-Komposition* ging bisher nicht über 2^7 (7 Dauernoktaven) hinaus; man brauchte selten längere Grundphasen als 8 sec und keine kürzeren als $^1/_{16}$ sec (hier setzte die ›Spielbarkeit‹ eine Grenze, und wir haben oben gesehn, daß an dieser Schwelle die Wahrnehmung der Dauern in die der Höhen übergeht; ebenso bestimmt das Erinnerungsvermögen eine Grenzzone für Zeitphasenlängen, die wesentlich längere Grundphasen als ca. 8 sec ausschließt). Somit hätten wir eine chromatische *Skala von ca. 7 ›Oktaven‹ der Dauern* zwischen ca. 8 sec und ca. $^1/_{16}$ sec für die Komposition der Dauern zur Verfügung: (Beispiel 7).



Beispiel 7

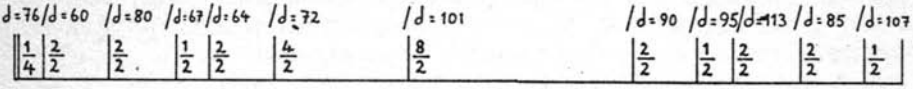
Und in jedem dieser 2 : 1-Verhältnisse wiederholt sich die chromatische Skala der 12 durch metronomische Angaben bezeichneten Dauern.

Mit den weiteren 7 bis 8 Höhenoktaven wäre die *musikalische Zeit* durch 14 bis 15 *Zeitoktaven* beschrieben, in denen der Komponist Phasenverhältnisse proportioniert; sowohl im Bereich der Dauern wie in dem der Höhen.

Wir haben mit den üblichen Zeichen für Dauernwerte unter Hinzuziehung des Metronoms eine Skala der Dauern bestimmt, die der 12-Ton-Skala entspricht. Was fängt man damit an?

Aus dem Begriff des Zeitspektrums wurde der Begriff der Grundphase – und im engeren Sinn der Grunddauer, des Grundtons – abgeleitet. Sie entsprach dem früheren Metrum. Ferner ist jetzt bekannt, was Zeitformanten im harmonischen Spektrum sind. Den Formantrhythmus haben wir allgemein für Höhen und Dauern an die Stelle von Klangfarbe und Rhythmus gesetzt. Dann

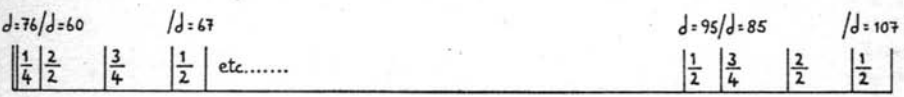
exemple 10



Étant donné que notre série ne présente que deux proportions harmoniques que l'on puisse noter à l'aide des signes usuels (***o*** : 𝅗𝅥. et 𝅗𝅥. : ***o***), entre la deuxième et la troisième et entre la dixième et la onzième durée, nous pouvons modifier à cet endroit la valeur de la durée plutôt que le tempo :

exemple 11

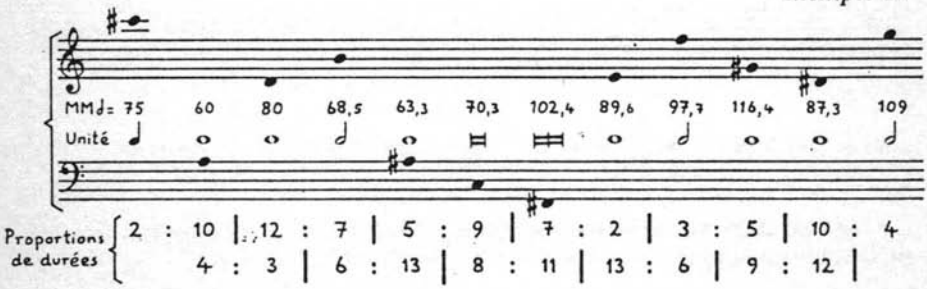
élégant



Dans une série dans laquelle apparaîtraient plusieurs fois les proportions 3:4 ou 2:3, on pourrait, par un changement de mesure, regrouper plusieurs mètres dans un même tempo.

Dans l'exemple d'une série de durées, nous avons tout d'abord commencé par incorporer l'ensemble des douze degrés chromatiques dans une octave. Il n'était pas question de proportions intervalliques déterminées. Après cela, on a déterminé le registre des durées. Il s'agit-là d'une méthode habituelle de la technique dodécaphonique. On est amené à procéder dans cet ordre pour la simple raison que l'échelle chromatique est fondée sur l'intervalle unitaire $\sqrt[12]{2}$. En réalité, dans l'écoute de séries, ce qui importe, ce n'est pas tant l'exposition, à un moment ou à un autre, de l'ensemble des degrés chromatiques (cela vaut pour toutes les séries), que le choix des proportions entre les durées et les hauteurs de son ainsi que leur répartition, la manière dont elles ont été distribuées et composées les unes par rapport aux autres. Si l'on part à présent d'une *série de proportions* des intervalles, chaque progression déterminera du coup le registre de chaque durée. Nous aurons donc en conséquence à examiner ladite série du point de vue de ses proportions d'intervalles. Nous distinguons ainsi *11 intervalles* différents *dans la série harmonique*. La comparaison avec les hauteurs de son n'a plus alors qu'une justesse approximative, étant donné que nous progressons à l'aide d'intervalles *purs* qui s'écartent plus ou moins du système chromatique tempéré : c'est ce qui ressort des indications métronomiques suivantes rapportées à l'exemple 9 :

exemple 12

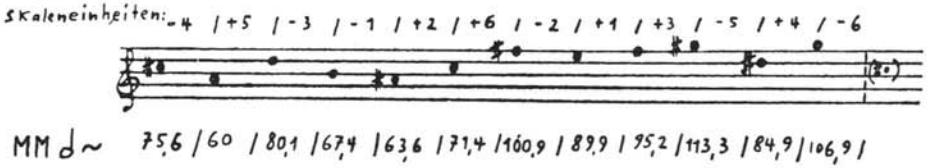


* repris par Riotte

sollte der Widerspruch zwischen harmonischen Spektren und chromatischen Grundphasenverhältnissen beibehalten bleiben. Und nun käme die Anwendung des *seriellen* Systems auf die *Grunddauern* zur Sprache.

Kein Grundton dominiert über den anderen: keine der 12 Höhen pro 2 wird wiederholt, bevor nicht alle an der Reihe waren. Entsprechend: keine Grunddauer – kein Metrum – wird wiederholt, bevor nicht alle 12 pro 2 an der Reihe waren.

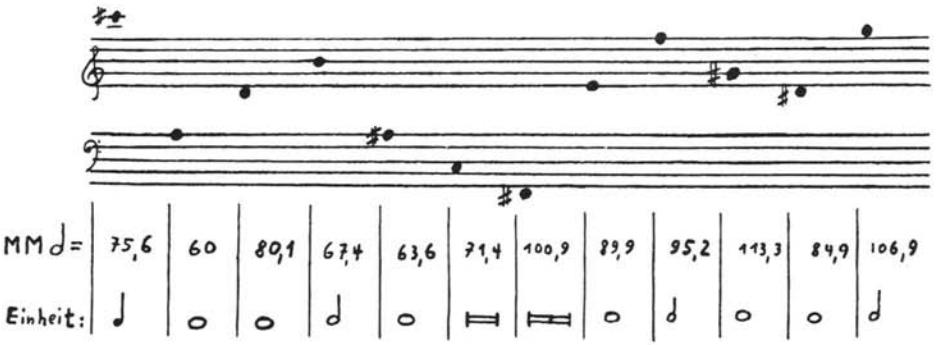
Wählen wir den einfachsten Fall, daß eine Reihe der Grunddauern einer Reihe der Grundtöne direkt proportional ist. Die Metronomzahlen sollen für eine ♩ gelten: (Beispiel 8).



Beispiel 8

Das wären also Grunddauern, wie wir auch bei den Höhen an Grundtöne denken müssen.

Wie es ein Extremfall in der Grundtonkomposition ist, alle Grundtöne einer Reihe in einer Oktave zu lassen, so auch im Fall der Grunddauern. Die Grunddauern unserer Reihe sind in die Dauern-›Oktaven‹ zu bringen, ihre *Zeitlage* ist zu definieren. Zur Anschaulichkeit werden wieder Höhen dazugeschrieben. Wählen wir irgendeine Lagendisposition: (Beispiel 9).



Beispiel 9

Ces 11 proportions harmoniques : 2/10, 4/3, 12/7, 6/13, 5/9, 8/11, 7/2, 13/6, 3/5, 9/12, 10/4 expriment le rapport de durée fondamentale à durée fondamentale. Les durées fondamentales, mesurées en secondes, possèdent, en l'occurrence, approximativement les valeurs suivantes :

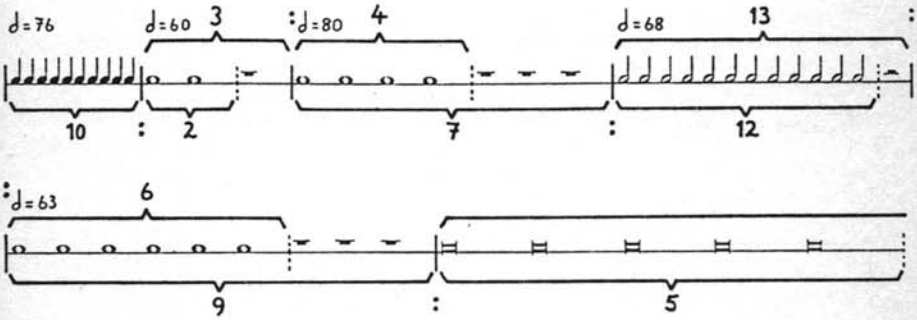
exemple 13

$\left|\frac{2}{5}''\right|\ 2''\ \left|1\frac{1}{2}''\right|\ \frac{7}{8}''\ \left|\sim 1\frac{7}{8}''\right|\sim 3\frac{7}{8}''\ \left|\sim 4\frac{11}{16}''\right|\sim 1\frac{1}{3}''\ \left|\sim\frac{3}{5}''\right|\ \sim 1\frac{1}{29}''\ \left|\sim 1\frac{4}{11}''\right|\sim\frac{5}{9}''\ \right|$

Il paraît sensé de maintenir les valeurs métronomiques de la série chromatique ($\sqrt[12]{2}$, exemple 9), étant donné que de nouvelles dérivations de la série des intervalles harmoniques produiraient sans cesse de nouveaux écarts par rapport à l'échelle « tempérée » et, par conséquent, toujours de nouveaux tempi au lieu que nous puissions, même lors des transpositions d'une telle série, opérer à l'aide des mêmes douze tempi.

belle manière *

exemple 14



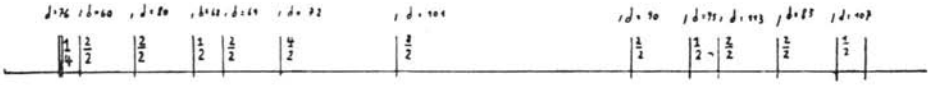
La représentation des intervalles sous forme de proportions harmoniques devient cependant essentielle dès lors que nous appliquons les rapports des diverses durées fondamentales à des *groupes de durées fondamentales*. Cela pourrait, entre autres, se passer de la manière suivante. La proportion 2:10 signifie que la durée de la première phase vaut deux dixièmes de la durée de la phase fondamentale suivante, qu'elle est donc cinq fois plus courte. De même, elle signifie aussi qu'à dix phases d'une durée fondamentale correspondent 2 phases de la durée fondamentale suivante. C'est pourquoi nous pouvons renverser les proportions (10:2 / 3:4, etc.), étant donné qu'il n'est pas question à présent des rapports de durée entre chacune des durées fondamentales, mais des rapports de quantité entre les durées fondamentales dans les groupes. Si l'on représente successivement de telles *proportions de formants*, des durées de même longueur viennent s'additionner en quantités différentes pour former des groupes ; ces durées sont aussi longues d'un groupe à l'autre (les 10 premières sont aussi longues que les deux suivantes, etc.). Chaque groupe, à l'exception du premier et du dernier, est cependant à double sens : il est en effet le deuxième membre d'un premier intervalle (10:2) et le premier membre de l'intervalle suivant (3:4 → $\begin{smallmatrix}10:\ 2\\ 3:4\end{smallmatrix}$). De cette ambiguïté résultent soit des silences, soit une superposition temporelle. La série de proportions choisie engendre alors les groupes de valeurs fondamentales suivants :

elegant

**

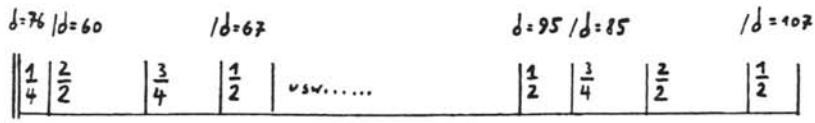
* comparer les intervalles = proportions permet de relativiser les points repères (cms) fixés (= notes) -

Würde man das in üblicher Weise taktieren, so ergäbe sich diese metrische Reihe: (Beispiel 10).



Beispiel 10

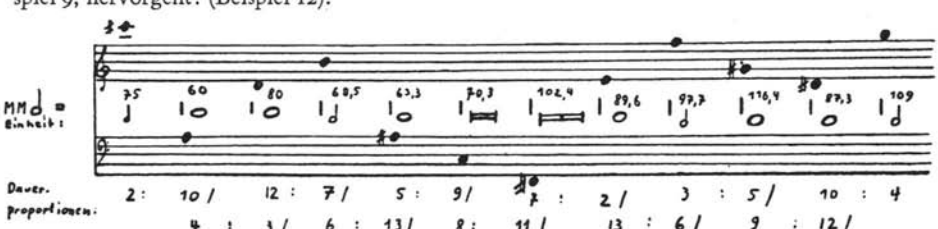
Da in unserer Reihe nur zweimal eine harmonische Proportion vorkommt, die sich in bekannten Zeichen für Dauern ausschreiben läßt (o : ♩ beziehungsweise ♩ : o), zwischen der zweiten und dritten sowie zehnten und elften Dauer, können wir dort statt des Tempos den Zeitwert ändern: (Beispiel 11).



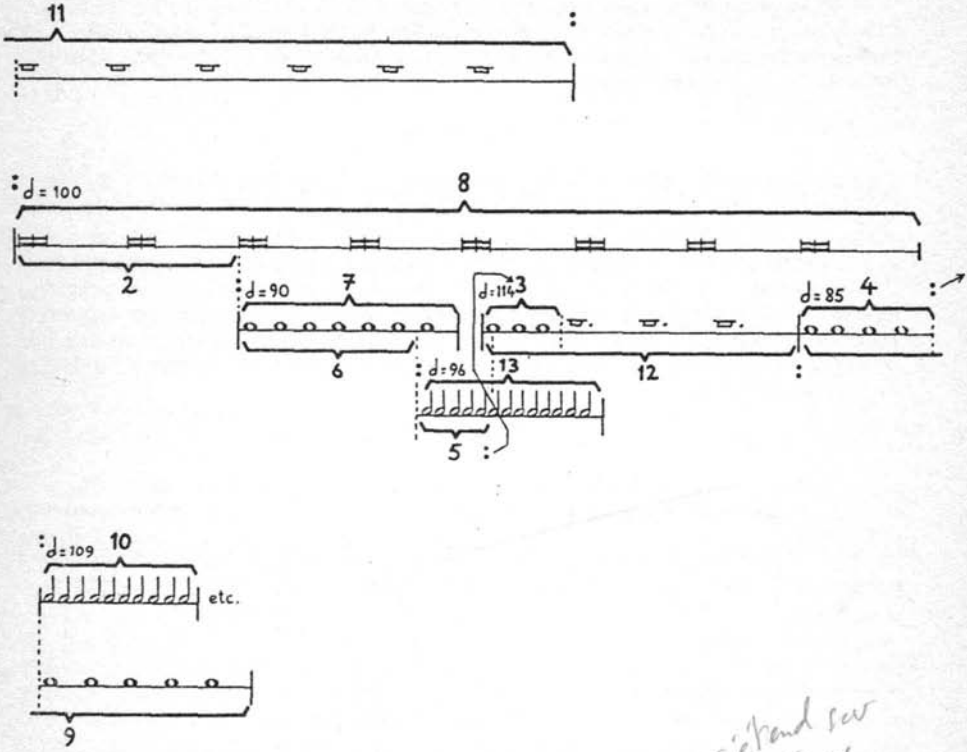
Beispiel 11

In einer Reihe, in der also die Proportionen 3 : 4 oder 2 : 3 mehrmals vorkämen, ließen sich durch Taktwechsel mehrere Metren unter gleichem Tempo zusammenfassen.

Im Beispiel einer Dauernreihe gingen wir zunächst davon aus, alle 12 chromatischen Stufen einer 2 einzubeziehen. Von bestimmten Intervallproportionen war nicht die Rede. Dann wurde die Lage der Dauern bestimmt. Es ist die übliche Methode der 12-Ton-Technik. Man wird zu solch einem Nacheinander dadurch verleitet, daß die chromatische Skala mit dem Einheitsintervall $\sqrt[12]{2}$ einfach vorausgesetzt wird. In Wirklichkeit interessiert es beim Reihenhören aber weniger, daß irgendwann alle chromatischen Stufen dagewesen sind (das trifft für sämtliche Reihen zu), sondern welche Proportionen zwischen den Dauern oder Tönen gewählt und wie diese verteilt, wie sie zueinander komponiert sind. Geht man nun von einer *Proportionsreihe* der Intervalle aus, so ist mit jeder Fortschreitung auch die Lage jeder Dauer bereits gewählt. Wir hätten demnach obige Reihe auf ihre Intervallproportionen hin zu untersuchen. Dabei erkennen wir 11 verschiedene *Intervalle der harmonischen Reihe*. Der Tonhöhenvergleich stimmt jetzt nur noch annähernd, da wir mit *reinen* Intervallen fortschreiten, die vom chromatisch-temperierten System mehr oder weniger abweichen; was aus den folgenden Metronomangaben, verglichen mit Beispiel 9, hervorgeht: (Beispiel 12).



Beispiel 12

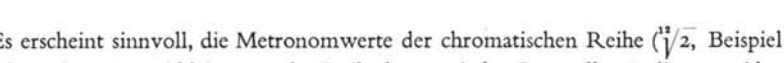


une vitesse x s'étend sur une durée Y

Dans les groupes de durées fondamentales, les changements de tempo s'étendent sur des phases de temps bien plus grandes et [ces groupes] conviennent mieux aux conditions de jeu habituelles qu'une série de durées fondamentales de valeurs singulières. Souvenons-nous qu'il s'agit de durées fondamentales, de mètres, et que chacune d'elle doit encore recevoir un spectre de formants ; ainsi, pour réaliser notre exemple, on aurait besoin de trois instruments polyphoniques *(Akkordinstrumente)* ou, mieux, de trois orchestres qui, de temps en temps joueraient indépendamment les uns des autres, dans des tempi différents, et qui s'orienteraient les uns par rapport aux autres au moment des entrées. Avant chaque entrée, chaque groupe, ou chaque chef, pourrait sans difficulté se préparer au tempo suivant (métronome). La nécessité de rendre sensibles les différentes strates de temps *(Zeitschichten)* imposerait naturellement une séparation des orchestres dans l'espace.

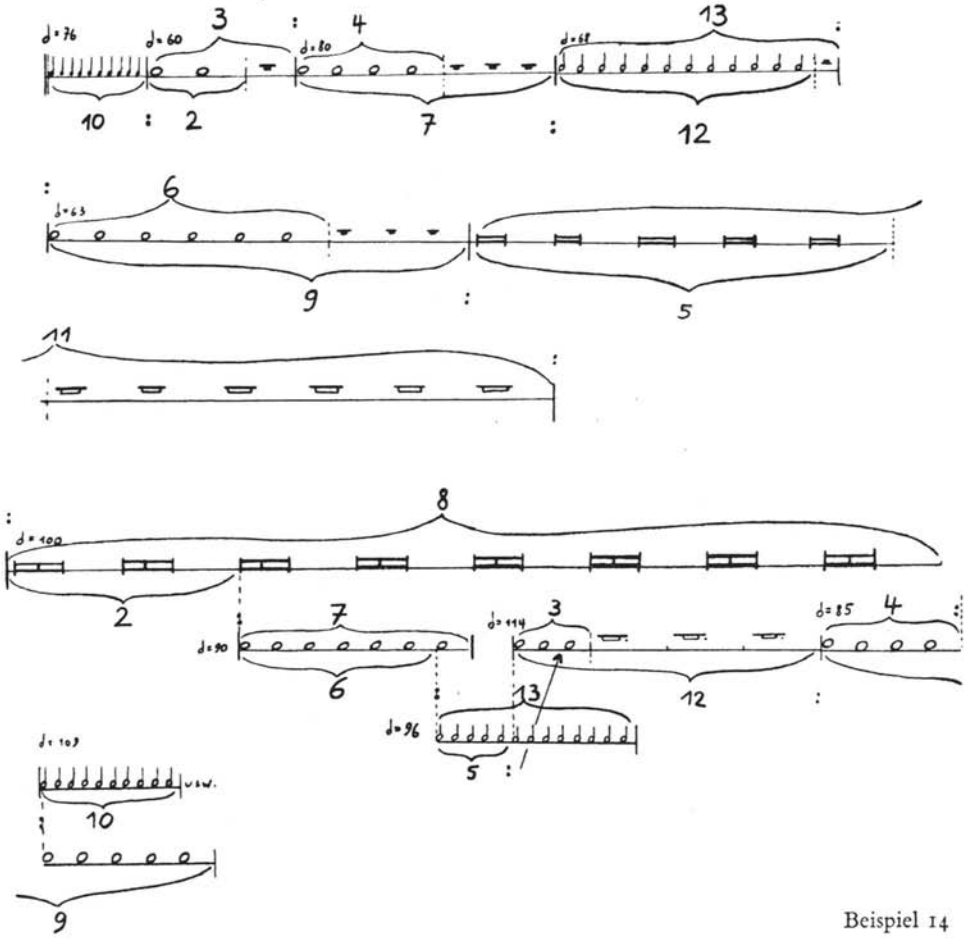
Chaque *valeur de proportion* pourra présenter non seulement deux sens, mais encore une pluralité de sens ; cela veut dire que les termes de la proportion constituent le point de départ simultané d'intervalles en quantités différentes. Du même coup, il faut tenir compte de nouvelles proportions. Les nombres désigneront à présent à nouveau la quantité des valeurs fondamentales à l'intérieur des groupes. Voir également la représentation des hauteurs à titre de comparaison :

In diesen 11 harmonischen Proportionen $^{2}/_{10}$, $^{4}/_{3}$, $^{12}/_{7}$, $^{6}/_{13}$, $^{5}/_{9}$, $^{8}/_{11}$, $^{7}/_{2}$, $^{13}/_{6}$, $^{3}/_{5}$, $^{9}/_{12}$, $^{10}/_{4}$ drückt sich das Verhältnis von Grunddauer zu Grunddauer aus. Die Grunddauern betragen nämlich, in Sekunden gemessen, annähernd: (Beispiel 13).



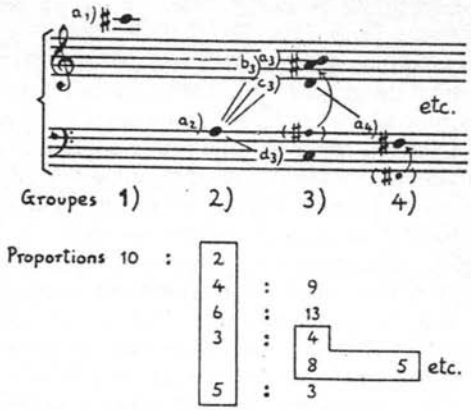
Beispiel 13

Es erscheint sinnvoll, die Metronomwerte der chromatischen Reihe ($\sqrt[12]{2}$, Beispiel 9) beizubehalten, da weitere Ableitungen der Reihe harmonischer Intervalle ständig neue Abweichungen von der ›temperierten‹ Skala und also immer neue Tempi ergäben, statt daß wir auch bei Transpositionen einer solchen Reihe immer mit denselben zwölf Tempi operieren könnten.



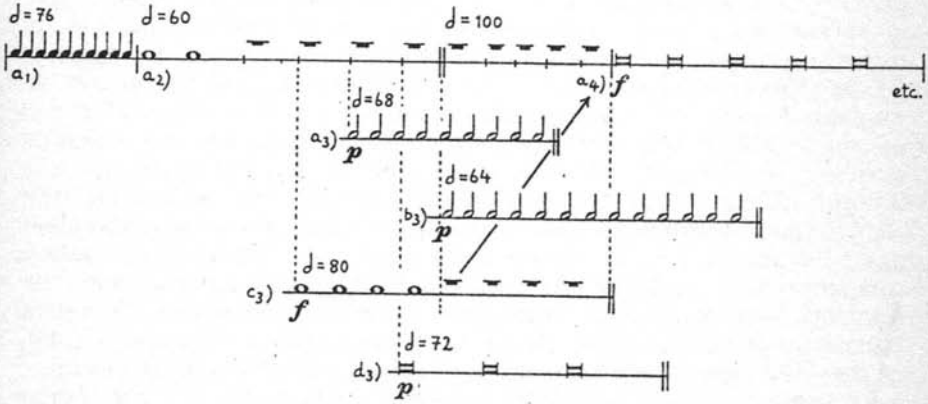
Beispiel 14

exemple 15



Quel intervalle devrait déterminer la proportion entre le troisième ou le quatrième groupe ? Tous les quatre, un certain nombre d'entre eux, ou bien un seul ? Soit l'on procédera à un choix arbitraire, ou bien l'on soumettra cela à un contrôle sériel. Si nous ne choisissons qu'une seule connexion, une fonction d'intensité entrerait éventuellement en jeu, par exemple pour mettre en évidence les groupes de connexion $c^{3)}$ et $a^{4)}$:

exemple 16



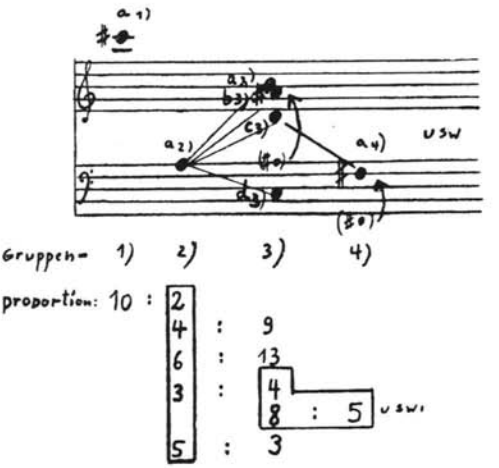
Dans chaque groupe nous avons appelé les durées des durées fondamentales. Nous devons nous demander à présent quelle sorte de *spectres de formants* reçoivent ces durées de base (de même que, pour les sons fondamentaux, nous nous demandons habituellement quel instrument — quel « timbre », mieux : quel *rythme de formants* — doit être associé aux sons fondamentaux ou quel instrument à quel son fondamental. S'il s'agissait

* Epuiser la série sans répétition

Die Darstellung der Intervalle in harmonischen Proportionen wird jedoch wesentlich, sobald wir die Verhältnisse der einzelnen Grunddauern auf *Grunddauergruppen* beziehen. Das könnte u. a. auf folgende Weise geschehen. Mit der Proportion 2 : 10 ist gesagt, daß die Dauer einer ersten Phase zwei Zehntel der Dauer einer zweiten Grundphase beträgt, also fünfmal so kurz ist. Ebenso heißt das aber, daß auf 10 Phasen einer ersten Grunddauer 2 Phasen einer zweiten Grunddauer kommen. Wir können deshalb die Proportionen umkehren (10 : 2 / 3 : 4 usw.), da jetzt nicht die Dauernverhältnisse der einzelnen Grunddauern gemeint sind, sondern die Anzahlverhältnisse der Grunddauern in den Gruppen. Stellt man solche *Formantproportionen sukzessiv* dar, so summieren sich verschieden viele gleich lange Dauern zu Gruppen; diese sind von einer Gruppe zur nächsten gleich lang (die ersten 10 so lang, wie die folgenden 2 usw.). Jede Gruppe ist aber, mit Ausnahme der ersten und letzten, doppeldeutig; sie ist nämlich zweites Glied eines ersten Intervalls (10 : 2) und erstes Glied eines folgenden Intervalls (3:4 → 40: 3 : 4). Aus dieser Doppeldeutigkeit resultieren entweder Pausen oder zeitliche Überlagerung. Die gewählte Proportionsreihe ergibt dann folgende Grundwertgruppen: (Beispiel 14 siehe vorige Seite).

In den Grunddauergruppen erstrecken sich die Tempowechsel auf viel größere Zeitphasen, und sie werden den üblichen Spielbedingungen eher gerecht, als eine Grunddauerreihe einzelner Größen. Erinnern wir uns daran, daß es sich um Grunddauern, um Metren, handelt, von denen jede noch ein Formantspektrum erhalten soll, so benötigte man zur Realisation unseres Beispiels 3 Akkordinstrumente oder besser 3 Orchester, die zeitweise unabhängig voneinander in verschiedenen Tempi zu spielen hätten und sich lediglich bei den Einsätzen aneinander orientierten. Vor jedem Einsatz könnte sich jede Gruppe beziehungsweise jeder Dirigent für das nächste Tempo ohne Schwierigkeit vorbereiten (Metronom). Eine räumliche Trennung der Orchester ergäbe sich von selbst aus der Notwendigkeit, verschiedene Zeitschichten erlebbar zu machen.

Jeder *Proportionswert* kann aber nicht nur doppeldeutig, sondern vieldeutig sein; das heißt, daß von den Proportionsgliedern verschieden viele Intervalle gleichzeitig ausgehen. Dabei sind neue Proportionen zu berücksichtigen. Die Zahlen sollen jetzt wieder die Anzahl der Grundwerte in den Gruppen bezeichnen. Zum Vergleich auch die Höhendarstellung: (Beispiel 15).



Beispiel 15

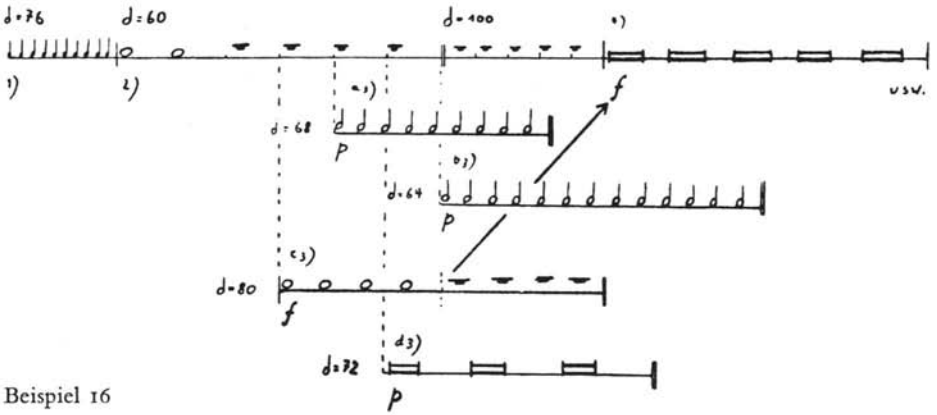
encore de durées fondamentales singulières (comme dans les exemples 8 et 9), chaque durée fondamentale recevrait, dans le cas le plus simple, son propre spectre de formants (voir exemple 5). Mais les groupes des durées fondamentales montrent qu'un spectre de formants doit être rapporté à la durée de rang supérieur d'un groupe tout entier : à la *phase de groupe.* Ce spectre qui doit être composé, nous l'appellerons alors un *spectre de groupe.* L'indication suivante éclairera notre propos : on pourrait se représenter un groupe de durées fondamentales comme le formant d'une phase fondamentale virtuelle qui — dans la plupart des cas — serait d'une durée si longue qu'elle se situerait largement au-delà du temps musical.

Il est possible, enfin, d'imaginer une composition tout entière comme un seul spectre de temps d'une durée fondamentale unique, d'une seule « tonalité », comme cela était effectivement bien le cas dans la musique tonale. (Cela, bien sûr, ne doit pas être confondu avec des compositions sérielles, qui, pour être jouables, ont été notées d'un bout à l'autre dans le même mètre, mais dans lesquelles la fonction originelle d'un mètre fondamental constant a été abolie ; du même coup, l'appréhension d'accents de mesure à l'intérieur de cela n'a pas de sens et introduit une distorsion : nous rencontrons en effet systématiquement le principe de la métrique et de la rythmique « tonales » dès qu'une durée fondamentale constante détermine de manière perceptible certaines parties d'une œuvre ou une œuvre tout entière, même si ce mètre est effacé à l'extrême par des syncopes émancipées).

Les méthodes les plus diverses de la composition sérielle permettront de choisir, parmi les formants, la quantité (les formants seront d'autant moins nombreux que la durée fondamentale sera courte !), la combinaison, le registre (formants fixes et formants mobiles), la modification des registres (!), le rapport d'intensité, etc... On considérera dès lors un spectre de formants comme un complexe unifié de temps, caractérisé entre autres par une durée globale, une enveloppe, une vitesse moyenne, une orientation de la vitesse, une intensité moyenne, une densité, un parcours de densité, une sonorité *(Klanglichkeit)* (tel ou tel groupe d'instruments ou telle ou telle combinaison d'instruments), une forme sonore *(Klangform),* le mouvement des hauteurs de son, le champ harmonique, etc. De tous ces détails compositionnels résulte ce que nous avons appelé globalement rythme de formants, concept que nous avons substitué à celui de « timbre » et qui peut être perçu soit comme *rythme de son,* soit comme *rythme de mesure* — selon qu'il s'agit de spectres de hauteurs ou de spectres de durées. C'est pourquoi nous avons également représenté le rythme de formants par une courbe d'intensité ou une *enveloppe* [18] unique.

Il convient d'insister plus particulièrement sur l'un des critères de forme essentiels pour la composition sérielle de telles courbes : la forme des *attaques* et des *chutes* des spectres de formants revêt une grande importance pour la représentation de structures de temps plus longues, dans lesquelles des formes caractéristiques de spectres de formants doivent pouvoir être reconnues en tant que telles. Voici trois exemples de spectres de formants sur

Welches Intervall für die Proportion von der dritten zur vierten Gruppe maßgebend sein soll, ob alle vier, eine Auswahl oder nur eines, steht frei oder unterliegt einer seriellen Kontrolle. Wählen wir nur einen Anschluß, so käme hier eventuell eine Funktion der Intensität ins Spiel, zum Beispiel die Anschlußgruppen c^3) und a^4) deutlich zu machen: (Beispiel 16).



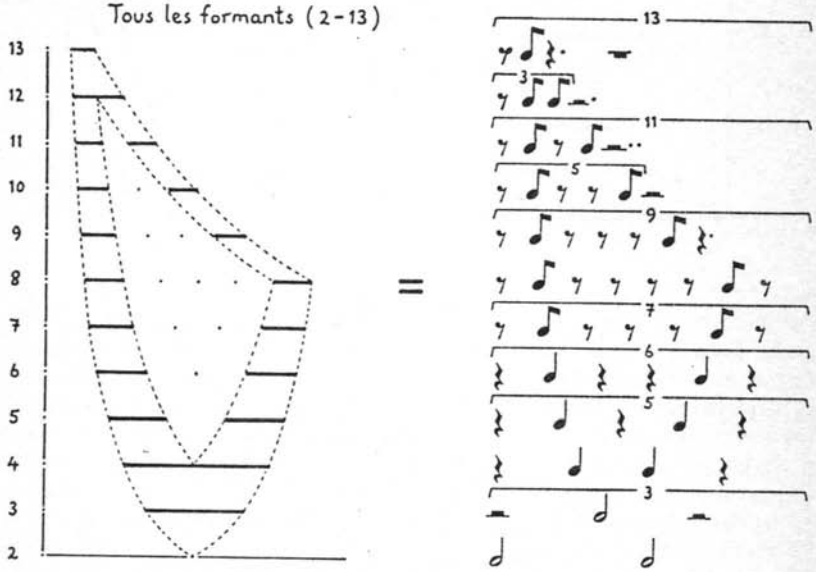
Beispiel 16

Die Dauern in jeder Gruppe haben wir als Grunddauern bezeichnet. Nun hätten wir zu fragen, was für *Formantspektren* diese Grunddauern erhalten (wie wir uns bei den Grundtönen ja auch fragen, welches Instrument – welche ›Klangfarbe‹, besser welcher *Formantrhythmus* – den Grundtönen, oder welches Instrument welchem Grundton zugeordnet werden soll). Würde es sich noch um einzelne Grunddauern handeln (wie in Beispiel 8 und 9), so erhielte im einfachsten Fall jede Grunddauer ihr eigenes Formantspektrum (siehe Beispiel 5). Die Grunddauergruppen aber besagen, daß ein Formantspektrum auf die übergeordnete Dauer einer ganzen Gruppe zu beziehen ist: auf die *Gruppenphase*. Das zu komponierende Spektrum nennen wir dann ein *Gruppenspektrum*. Es mag noch der Hinweis behilflich sein, man könne sich eine Grunddauergruppe als den Formanten einer virtuellen Grundphase vorstellen, die – in den meisten Fällen – so lange dauert, daß sie weit außerhalb der musikalischen Zeit liegt.

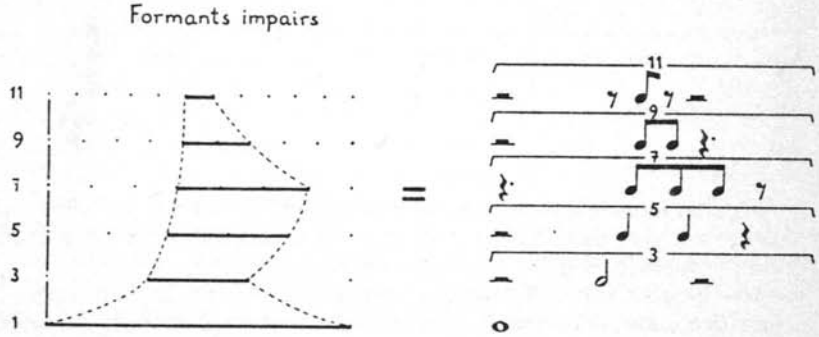
Schließlich kann eine ganze Komposition als *ein* Zeitspektrum einer einzigen Grunddauer vorgestellt werden, einer ›Tonalität‹, wie es ja in der tonalen Musik effektiv der Fall war. (Das darf natürlich nicht mit seriellen Kompositionen verwechselt werden, die zwar aus Gründen der Spielbarkeit durchgehend im gleichen Metrum notiert wurden, in denen aber die ursprüngliche Funktion eines konstanten Grundmetrums außer Kraft gesetzt ist; hierbei ist

des durées fondamentales particulières *(exemple 17)* et un exemple d'un spectre de groupe sur 7 durées fondamentales *(exemple 18)* : il est probablement superflu de transcrire également l'exemple 18 à l'aide de la notation traditionnelle des durées.

exemple 17a



exemple 17b



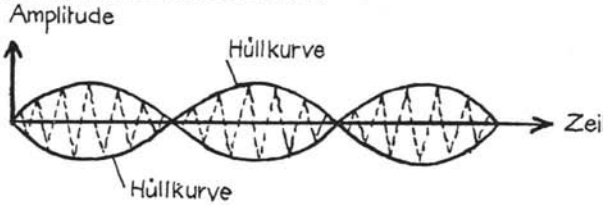
auch das Hineinempfinden von Taktbetonungen sinnlos und entstellend; grundsätzlich aber begegnet uns überall dort das Prinzip ›tonaler‹ Metrik und Rhythmik, wo eine konstante Grunddauer spürbar Teile oder ein ganzes Werk bestimmt, sei dieses Metrum auch noch so verwischt durch emanzipierte Synkopen.)

In den Formanten können mit Hilfe verschiedenster Methoden der seriellen Komposition die Anzahl (je kürzer die Grunddauer, um so weniger Formanten!), die Kombination, die Lage (starre und bewegliche Formanten), die Lagenveränderung (!), das Intensitätsverhältnis usw. gewählt werden. Ein Formantspektrum wird dann als ein einheitlicher Zeitkomplex angesehen, der sich durch Gesamtdauer, Hüllkurve, Durchschnittsgeschwindigkeit, Geschwindigkeitsrichtung, Durchschnittsintensität, Dichte, Dichteverlauf, Klanglichkeit (welche Instrumentgruppe beziehungsweise Instrumentkombination), Klangform, Tonhöhenbewegung, Feldharmonik u. a. auszeichnet. Aus all den kompositorischen Einzelheiten resultiert das, was wir statt des Begriffs ›Klangfarbe‹ allgemein als den Formantrhythmus bezeichnet haben, der entweder als *Klangrhythmus* oder als *Taktrhythmus* – je nachdem, ob es sich um Höhen- oder Dauernspektren handelt – empfunden wird. Den Formantrhythmus stellten wir deshalb auch als eine einzige Intensitäts- oder *Hüllkurve* dar[18].

Auf eines der wesentlichsten Formkriterien für die serielle Komposition solcher Hüllkurven sei noch besonders hingewiesen: die Form der *Ein-* und *Ausschwingvorgänge* von Formantspektren ist für die Darstellung von längeren Zeitstrukturen, in denen bestimmte Formen der Formantspektren als solche wiedererkannt werden sollen, von großer Bedeutung. Es folgen drei Beispiele

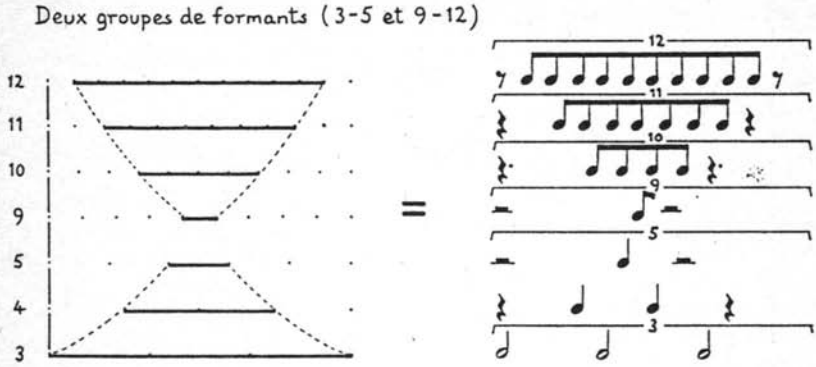
---

18 Der Unterschied zwischen Hüllkurve und Intensitätskurve (gemeint ist wohl der Schalldruck- oder Amplitudenverlauf) in seiner Bedeutung fürs Hören läßt sich am deutlichsten am Beispiel von Schwebungen zweier in der Frequenz eng benachbarter Sinoidalsignale bei Überlagerung erläutern:



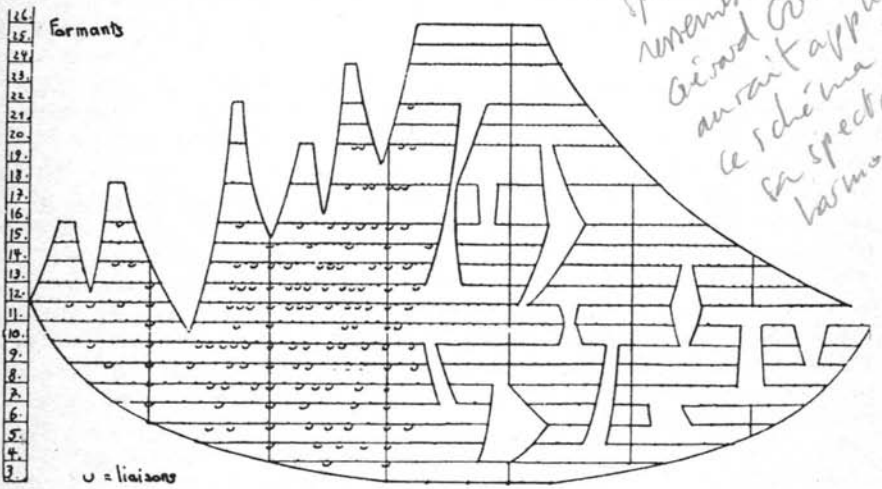
Ob die objektiv als Komponente nicht vorhandene Schwebungsfrequenz als Rhythmus der Lautstärkeschwankungen (›Dauerbereich‹) oder als ›Ton‹ (›Höhenbereich‹) gehört wird, entscheidet das zeitliche Auflösungsvermögen des Ohres bei ca. $^1/_{16}$ sec. Es ist jedoch nicht möglich, den objektiven Schalldruckverlauf und eine durch Bewertung entstandene Hüllkurve durch den gleichen Schwingungszug darzustellen. Die Hüllkurve kann jedoch nach erfolgter Gleichrichtung und Integration der Wechselschwingung auf einem Oszillographen sichtbar gemacht werden.

exemple 17c



exemple 18

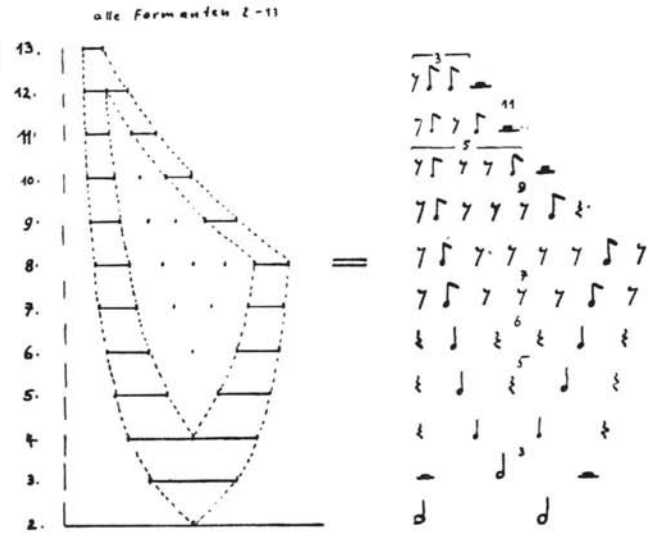
la mélique ? la spectrale ? ça ressemble à ce que Gérard Grisey aurait appliqué ce schéma à sa spectralité harmonique



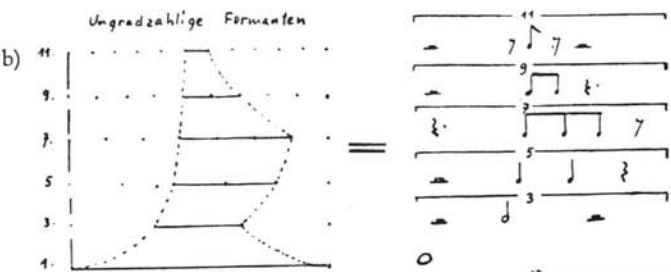
Pour organiser les spectres de formants en structures sérielles différenciées il va maintenant de soi que dans les divers formants on n'utilise pas toujours toutes les durées. Les différences entre certaines familles de spectre résultent en effet soit de l'omission, soit de la liaison de durées. Ainsi peut-on former des séries successives d'intervalles selon les harmoniques inférieurs,

für Formantspektren über einzelnen Grunddauern (Beispiel 17) und ein Beispiel für ein Gruppenspektrum über 7 Grunddauern (Beispiel 18); es erübrigt sich wohl, Beispiel 18 ebenfalls in die üblichen Notenwerte zu übertragen.

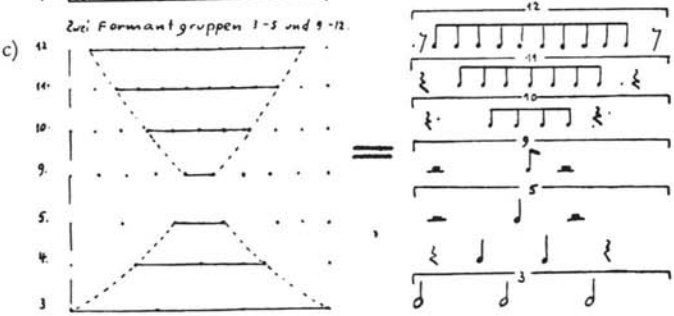
Bsp. 17 a)



Bsp. 17 b)

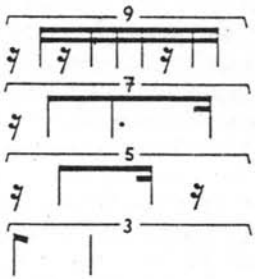


Bsp. 17 c)



dont le rythme des formants est ressenti comme irrationnel, car elles ne peuvent plus être ramenées à des rapports de nombres entiers, ni à une unité minimale perceptible. On peut ainsi faire disparaître la périodicité à l'intérieur de chaque formant, et par là-même l'effet « harmonique » de spectres de formants tout entiers ; on compose des « bruits de temps » *(« Zeitgeräusche »)*.

exemple 19

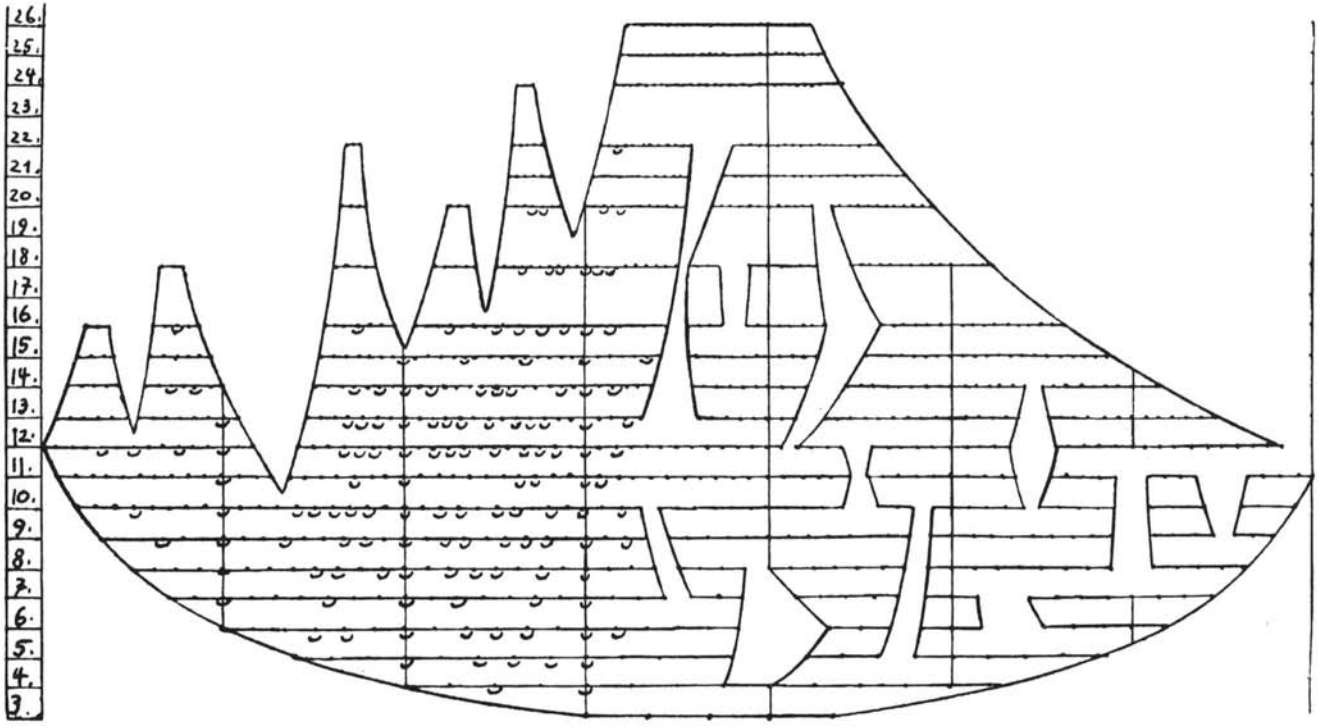


Notre recherche a développé l'idée d'une nouvelle morphologie du temps musical. On a étudié d'abord jusqu'à quel point les méthodes de structuration du temps pratiquées dans le domaine des durées seraient conciliables avec les méthodes de la composition sérielle des hauteurs de son. Nous nous sommes heurtés à une contradiction entre la composition des hauteurs et celle des durées. Il est apparu une deuxième contradiction fondamentale entre le matériau et la méthode, c'est-à-dire, en fin de compte, entre la musique instrumentale et la musique sérielle. Par-delà cette seconde contradiction nous avons tenté de conformer la méthode de composition des durées à celle des hauteurs. Il a été tenu compte toutefois des conditions naturelles d'une mise en œuvre du temps *(Zeitdarstellung)* par des instrumentistes. Il en a résulté l'idée d'une polytemporalité *(Vielzeitlichkeit)* simultanée ou les strates de tempi pouvaient être réalisées par des groupes orchestraux dirigés séparément ou par de petits groupes instrumentaux indépendants. Il reste à savoir quelle sera l'attitude du compositeur de musique instrumentale sérielle face à la seconde contradiction, insoluble celle-là ; composera-t-il à nouveau de manière « tonale » ? ; acceptera-t-il la contradiction et cherchera-t-il à ce rapport dialectique une issue compositionnelle, dans la mesure où il s'avère souvent plus fructueux de partir d'une contradiction que de la définition « 2 fois 2 font 4 » ; rejettera-t-il l'ensemble de la musique instrumentale et ne composera-t-il plus que de la musique électronique ? ; ou bien cherchera-t-il à imaginer une manière d'amorcer une toute autre voie dans la composition pour les instruments, et cela à partir d'une conception fondamentalement nouvelle du temps musical ? L'évolution actuelle semble faire de ce dernier point le plus vraisemblable.

Jusqu'à présent, les compositions à l'aide de séries présupposaient des échelles régulières de valeurs *(Größe)* de temps (phases du micro- et

Beispiel 18

Formaut

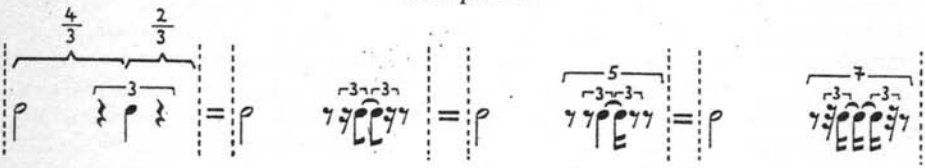


w = Bindungen

macro-temps musical, c'est-à-dire hauteurs et durées). Toutes les différences de valeur étaient définies par des échelles dont l'intervalle modulaire *(Einheitsintervall)* était constant (arithmétiquement ou logarithmiquement). La série définissait les rapports de proportions entre les valeurs. Chacune des valeurs devait alors être mesurée exactement et chaque « dimension » déterminée par une valeur discrète (une hauteur, une durée, une intensité *[« Lautstärke »]*). Le temps et l'intensité étaient ainsi représentés de manière discontinue. Chaque valeur de temps était soit une unité de compte, soit le multiple d'un quantum de temps minimal et chaque rapport de temps pouvait être représenté par deux *valeurs discrètes* (2:3 sec.). Chacune des valeurs n'était mesurée et notée de manière quantitative que pour les durées (♩, ♪[5]), tandis que pour les hauteurs, on indiquait les degrés d'une échelle donnée, on se contentait d'indiquer l'instrument pour la description des spectres de phases microtemporels.

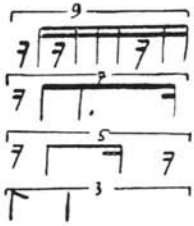
Plus récemment, certaines partitions ont présenté une notation extrêmement différenciée des rapports de durée. La complexité croissante de la notation métrico-rythmique eut pour conséquence une baisse en proportion égale du degré de précision dans le jeu. Autrement dit : la complexité croissante dans la désignation d'une valeur de temps augmente chez l'exécutant l'incertitude quant au début et la fin de cette valeur de temps. On peut illustrer cela à l'aide d'un exemple simple. On peut noter de façon totalement différente non seulement des valeurs de temps de grandeurs différentes, mais également une seule et même valeur de temps ; cela en fonction du quantum de temps minimal auquel la valeur est rapportée. Si l'on prend comme unité métronomique $o = 30$, un rapport de 4/3 : 2/3 de sec. peut être noté entre autres sous la forme de triolets, de quintolets, de septolets ; il suffit que nous écrivions le début et la fin de la seconde valeur de manière différente :

exemple 20



Lorsqu'on essaie de jouer de manière aussi précise que possible chacun de ces exemples, une comparaison avec une mesure mécanique du temps mettra cependant en évidence que le premier exemple sera le plus proche de la proportion 4:2, tandis que le quatrième exemple s'en écartera le plus. En examinant de plus près de tels *facteurs d'incertitude,* on trouvera des zones de grandeur variable à l'intérieur desquelles surviennent des dispersions de la précision de jeu temporelle. On définira ces zones comme des *champs de temps* et les grandeurs des zones comme des *grandeurs de champ*. Le simple rapport entre diverses notations et le degré de précision qui en résulte au

Zur verschieden seriellen Strukturierung der Formantspektren ist es jetzt selbstverständlich, daß in den einzelnen Formanten nicht immer alle Dauern verwendet werden. Vielmehr ergeben sich Unterschiede zwischen bestimmten Familien der Spektren dadurch, daß entweder Dauern ausgelassen oder aber gebunden werden. Dabei können sukzessiv Reihen der subharmonischen Intervalle entstehen, die eine Empfindungsirrationalität des Formantrhythmus ergeben, da sie nicht mehr auf ganzzahlige Verhältnisse und auf eine wahrnehmbare kleinste Einheit zurückgeführt werden können. Die Periodizität in jedem Formanten wird somit aufhebbar, und damit auch die ›harmonische‹ Wirkung von ganzen Formantspektren; man komponiert ›Zeitgeräusche‹ (Beispiel 19).



Beispiel 19

Unsere Untersuchung hat den Gedanken einer neuen musikalischen Zeitmorphologie entwickelt. Von daher wurde geprüft, wie weit die praktizierten Methoden der Zeitstrukturierung im Bereich der Dauern mit den Methoden serieller Tonhöhenkomposition vereinbar wären. Wir sind auf einen Widerspruch zwischen Höhen- und Dauern-Komposition gestoßen. Ein zweiter fundamentaler Widerspruch zeigte sich zwischen Material und Methode, das heißt schließlich zwischen Instrumentalmusik und Reihenmusik. Über diesen zweiten Widerspruch hinweg haben wir versucht, die Kompositionsmethode für die Dauern auf einen der Höhenkomposition adäquaten Stand zu bringen. Dabei wurde auf die natürlichen Bedingungen einer Zeitdarstellung durch Instrumentalisten Rücksicht genommen. Es ergab sich eine Konzeption simultaner Vielzeitigkeit, deren Temposchichten praktisch durch getrennt dirigierte Orchestergruppen oder selbständige kleinere Instrumentalgruppen dargestellt werden könnten. Es bleibt die Frage, wie sich der Komponist serieller Instrumentalmusik zu dem zweiten, unauflösbaren Widerspruch verhält: ob er wieder ›tonal‹ komponiert; ob er den Widerspruch akzeptiert und

moment de la réalisation introduit donc une fluctuation dans la représentation du temps qui ne peut être simplement décrite à l'aide de valeurs discrètes. Nous retiendrons tout d'abord de cet exemple qu'une seule et même proportion de temps fluctue de manière plus ou moins forte et par ailleurs que les facteurs d'incertitude dépendent graduellement de la notation. Le qui importe n'est-ce pas l'identité du rythme reconnue au lieu de la quantité exacte ?

Comment peut-on déterminer plus précisément de telles grandeurs de champ ? Il ne suffit pas de dire qu'une complexité croissante de la notation engendre un agrandissement en conséquence des champs. Il est préférable de faire exécuter par plusieurs bons instrumentistes, et par chacun d'entre eux le plus souvent possible, et à plusieurs reprises, une série de proportions de temps égales et inégales notées de façon plus ou moins compliquée. Les résultats sont enregistrés sur bande magnétique. On mesure ensuite dans quels ordres de grandeur s'inscrivent les déviations entre les proportions de temps exécutées et celles qui sont notées. On obtient certes pour chaque instrumentiste une échelle de déviations plus ou moins typique que l'on comparera à l'échelle des degrés de complexité notés. Mais on obtient en outre en comparant les échelles des différents instrumentistes des similitudes par rapport aux grandeurs de champ et aux différentes durées notées. Il est préférable cependant de procéder à de telles analyses à partir d'enregistrements sur bande magnétique de compositions qui comportent déjà de telles proportions de champ. D'une part, on élimine ainsi pour l'exécutant les conditions artificielles du projet expérimental et d'autre part on peut prendre en considération le contexte musical pour la détermination des grandeurs de champ, contexte qui est de la plus haute importance pour les proportions de champs : selon sa nature, selon la fréquence avec laquelle se succèdent ou se superposent simultanément des champs différents ou des champs identiques, on obtient d'emblée, pour un seul degré de complexité noté, différentes grandeurs de champ. Une composition des champs de temps sera d'autant plus claire que le compositeur aura rassemblé davantage d'expériences à partir de tels essais. Le degré de précision que pourront éventuellement avoir atteint avec l'habitude les instrumentistes en exécutant ce type de musique, est un facteur secondaire, car ce ne sont pas les grandeurs absolues des champs de temps, mais les proportions des champs de temps les unes par rapport aux autres qui sont déterminantes pour une échelle de grandeurs de champ.

On pourrait choisir à présent une *série de grandeurs de champs* en partant d'une échelle de valeurs de champs à chaque fois définie. Cette série — remplaçant les séries utilisées jusqu'à présent pour des valeurs « ponctuelles » particulières — deviendrait déterminante pour une structure de temps. Les grandeurs de champs ne seraient pas fortuites (comme la latitude de jeu pour l'« interprétation » dans la musique traditionnelle) ; elles seraient plutôt mises en jeu et proportionnées de manière fonctionnelle dans la composition du temps. Cela s'est effectivement déjà passé à un stade relativement précoce de la composition sérielle du temps. Mais cela ne s'adapte pas aussi simplement à des compositions qui présentent au premier abord une facture rythmique compliquée. Il faudrait vérifier à chaque fois s'il y a effectivement une mise en œuvre compositionnelle structurelle de relations d'incertitude, ou bien si celles-ci résultent — en tant que « critères de hasard » — de l'interprétation d'une notation complexe, d'un bout à

gerade aus dem dialektischen Verhältnis heraus komponieren will, da es oft fruchtbarer erscheint, vom Widerspruch auszugehen, als von der Definition 2 mal 2 ist 4; ob er die gesamte Instrumentalmusik hinwegfegt und nur noch elektronische Musik komponiert; oder ob er sich Gedanken darüber macht, wie ein völlig anderer Weg einzuschlagen ist bei der Komposition für Instrumente, und zwar durch eine von Grund auf neue Konzeption der musikalischen Zeit. Am wahrscheinlichsten für die allgemeine Entwicklung scheint das letztere zu sein.

Die bisherige Komposition mit Reihen setzte regelmäßige Skalen zeitlicher Größen (Phasen der musikalischen Mikro- und Makrozeit als Höhen und Dauern) voraus. Alle Größenunterschiede waren durch ein konstantes Einheitsintervall der Skalen definiert (arithmetisch oder logarithmisch). Eine Reihe definierte die Proportionsverhältnisse zwischen den Größen. Dazu mußte jede einzelne Größe exakt gemessen und durch einen diskreten Wert pro ›Dimension‹ (eine Höhe, eine Dauer, eine Lautstärke) bestimmt sein. Zeit und Intensität wurden also diskontinuierlich vorgestellt. Jeder Zeitwert war entweder Zählwert oder das Vielfache eines kleinsten Zeitquantums, und jedes Zeitverhältnis ließ sich durch zwei *diskrete Werte* darstellen (2 : 3 sec). Die einzelnen Größen wurden quantitativ aber nur innerhalb der Dauern gemessen und notiert (♩, ♪[5]), während man bei den Höhen die Stufen einer vorgegebenen Skala und zur Beschreibung der mikrozeitlichen Phasenspektren einfach das Instrument nannte.

In der jüngsten Entwicklung kam es in einigen Partituren zu einer äußerst differenzierten Notation der Dauernverhältnisse. Es ergab sich, daß bei zunehmender Komplizierung der metrisch-rhythmischen Notation der Präzisionsgrad beim Spielen in entsprechendem Maße abnahm. Anders gesagt: je komplizierter ein Zeitwert bezeichnet wurde, um so größer wurde die Unsicherheit des Spielenden, wann dieser Zeitwert beginne oder ende. Ein einfaches Beispiel soll das erklären. Nicht nur verschieden große Zeitwerte, sondern auch ein und derselbe Zeitwert können auf ganz unterschiedliche Weise notiert werden; je nachdem, auf welches kleinste Zeitquantum der Wert bezogen wird. Definiert man als metronomische Einheit ♩ = 30, so kann ein Verhältnis von $^4/_3$: $^2/_3$ sec in Triolen, Quintolen, Septolen u. a. notiert werden, wenn wir nur einmal Anfang und Ende des zweiten Wertes verschieden schreiben wollen: (Beispiel 20).

l'autre, de proportions de temps. Il n'est pas difficile de distinguer les représentations du temps qui sont à la base de compositions sérielles que le compositeur a simplifié ultérieurement, pour les « rendre plus accessibles à l'exécution », des rapports de temps notés soumis au départ à une notation complexe.

Les conséquences qui résultèrent de l'observation d'une relation, apparue tout d'abord comme négligeable, entre le degré de complexité de la notation et l'exactitude du jeu, portèrent un coup fatal au développement ultérieur de la musique instrumentale et une nouvelle voie apparut indépendamment de la musique électronique.

On se demandera tout d'abord quelles sont les autres possibilités qui permettent de représenter des proportions de champ à l'aide du système de signes métrico-rythmiques utilisé jusqu'à présent. Les rapports de phase sont réguliers aussi longtemps que la définition métronomique des phases fondamentales demeure constante. L'organisation du spectre de temps dans le domaine des durées fondamentales de la série posait déjà le problème de savoir ce qu'il adviendrait si plusieurs groupes instrumentaux, si possible séparés dans l'espace, jouaient simultanément dans différents tempi constants. Il y a apparemment une relation entre la durée des *strates de tempo* et une détermination des proportions de champ : la probabilité que les couches de temps se décalent l'une par rapport à l'autre deviendra d'autant plus grande que deux orchestres joueront plus longtemps dans des tempi différents. Sans compter que de tels décalages exigent un contrôle rigoureux de l'harmonie de champ, de l'intensité du champ, de la densité de champ, etc., la méthode de la composition de temps doit précisément se concentrer sur la régulation de tels *champs de temps*. Il apparaît donc que le déroulement du temps *(Zeitablauf)* ne peut plus être représenté de manière quantifiée *(gequantelt)* ; les décalages peuvent se produire de manière continue à l'intérieur de certains champs de temps, et les grandeurs de champ ne doivent pas être pensées comme une sorte de succession discrète (les modifications de temps « coulent », on pourrait presque dire de manière continue, le long d'une « fenêtre acoustique » ; on pourrait les comparer au film).

Si la détermination métronomique des rapports de durées fondamentales, du *tempo,* est composée *de manière flexible,* on obtient des proportions de champs bien plus complexes que dans l'exemple précédent. Nous avons explicité le concept de spectre de formants pour les durées. Chacun des formants est quantifié *(gequantelt)* en durées régulières qui se rapportent à une phase fondamentale. Si, à présent, à l'intérieur d'une phase fondamentale, les divers quanta de temps des formants ne se comportent plus de manière constante, mais s'accélèrent ou ralentissent, et cela à des degrés différents, le rythme de formants devient dès lors plus ou moins flou. Selon le nombre des différents *tempi variables de formants* et selon le degré de leur modification, on obtient des grandeurs de champs différentes dans lesquelles les rapports de phase harmoniques originels ne peuvent plus être mis en relation avec une échelle de quanta de temps discrets. Il faudrait, par

Beispiel 20

Beim Versuch, jedes dieser Beispiele so genau wie möglich zu spielen, wird im Vergleich mit der mechanisch gemessenen Zeit das erste Beispiel die größte Annäherung an die Proportion 4 : 2 hervorbringen, das vierte Beispiel die größte Abweichung. Untersucht man solche *Unsicherheitsfaktoren* genauer, so wird die unterschiedliche Größe der Zonen ermittelt, in denen Streuungen zeitlicher Spielgenauigkeit vorkommen. Diese Zonen mögen als *Zeitfelder* und die Größe der Zonen als *Feldgrößen* bezeichnet werden. Das bloße Verhältnis zwischen verschiedenen Notationen und dem sich ergebenden Präzisionsgrad bei der Realisation bringt also eine Fluktuation in die Zeitvorstellung, die nicht einfach durch diskrete Werte beschrieben werden kann. Wesentlich ist zunächst in unserem Beispiel, daß ein und dieselbe Zeitproportion verschieden stark fluktuiert, und daß ferner die Unsicherheitsfaktoren graduell von der Notation abhängen.

Wie kann man solche Feldgrößen näher bestimmen? Es ist nicht ohne weiteres gesagt, daß eine zunehmende Kompliziertheit der Notation eine entsprechende Vergrößerung der Felder bewirkt. Am besten läßt man eine Folge verschieden kompliziert notierter gleicher und ungleicher Zeitproportionen von mehreren guten Instrumentalisten spielen, und zwar auch von jedem einzelnen möglichst oft zu verschiedenen Zeiten. Die Ergebnisse werden auf Tonband aufgenommen. Dann mißt man, in welchen Größenordnungen sich die Abweichungen der gespielten von den notierten Zeitproportionen bewegen. Für jeden Instrumentalisten erhält man zwar eine mehr oder weniger typische Skala der Abweichungen, die man mit der Skala der notierten Kompliziertheitsgrade vergleicht. Außerdem aber ergeben sich zwischen den Skalen der verschiedenen Instrumentalisten Gemeinsamkeiten im Verhältnis von Feldgrößen und verschieden notierten Dauern. Am besten macht man solche Untersuchungen jedoch an Tonbandaufnahmen von Kompositionen, die bereits solche Feldproportionen einbezogen haben. Einmal fallen dann unnatürliche Bedingungen der Versuchsabsicht für die Spieler fort, und zum anderen kann man in die Bestimmung der Feldgrößen den musikalischen Zusammenhang einbeziehen, der von größter Bedeutung für Feldproportionen ist: je nachdem, in welchem Kontext, mit welcher Häufigkeit verschiedene oder gleiche Felder nacheinander folgen oder sich gleichzeitig überlagern, ergeben sich für einen einzigen notierten Kompliziertheitsgrad bereits verschiedene Feldgrößen. Eine Komposition der Zeitfelder wird um so klarer sein, je mehr Erfahrung der Komponist an Hand solcher Untersuchungen gesammelt hat. Es ist dabei zweitrangig, ob vielleicht im Laufe der Zeit die Instrumentalisten beim Spielen solcher Musik allgemein einen höheren Präzisionsgrad erreichen, da für eine Skala von Feldgrößen nicht die absoluten Größen der Zeitfelder maßgebend sind, sondern die Proportionen der Zeitfelder untereinander.

exemple, jouer simultanément un premier formant de durées dans un tempo constant, un deuxième « aussi rapidement que possible », un troisième avec une accélération et un quatrième avec un ralentissement, tandis que seule la durée fondamentale d'un tel spectre de temps serait mesurée de manière exacte et servirait d'unité de valeur. Il en résulterait des structures de temps dans lesquelles on composerait simultanément à l'aide d'une série de durées fondamentales discrètes et d'une autre série de proportions pour des grandeurs de champ simultanées : à chaque durée de base mesurée on fait correspondre un *champ de temps simultané* (par exemple grandeur de champ 0 = tous les formants avec un tempo constant ; 1 = quatre formants avec un tempo constant, un formant avec un tempo variable ; 2 = trois formants avec tempo constant, deux formants avec des tempi variables différents, etc.).

On obtient spontanément des combinaisons de possibilités que nous avons décrites lorsque des proportions *successives et simultanées* finissent par se rencontrer, donc lorsqu'aussi bien les phases fondamentales que les spectres de formants, en tant que *champs de temps* plus ou moins grands d'un continuum de temps, se trouvent composés et réalisés en conséquence (décalages de phases dans des limites définies).

On pouvait déjà avoir l'intuition d'une telle composition du temps lorsque nous parlions, dans le contexte de la composition des spectres de formants, de critères « statistiques » de forme. Nous voulions dire par là que pour une densité temporelle déterminée de rapports de phase définis individuellement, on se représenterait et percevrait de manière « complexe » un spectre de formants qui ne pourrait donc plus être décomposé en une suite discrète de rapports. Nous avons parlé de spectres de groupe dont les phases fondamentales sont « ressenties comme irrationnelles » et de *complexes de temps* qui ne sont pas perçus comme une somme de durées singulières (ni simultanément, ni successivement), mais comme structure globale. Mais il avait toujours été entendu qu'une quantité déterminée, une masse de particularités, se trouve temporellement et globalement appréhendée *(zeitlich gerafft)*. Cependant, que de tels processus soient parfaitement audibles ou que l'on puisse les suivre suffisamment lentement, ils ne sont et ne restent que des rapports « périodiques, harmoniques, subharmoniques, chromatico-tempérés », entre autres, de données singulières précisément calculés. La « structure de masse » est donc ici le cas particulier d'une structure déterminée en réalité individuellement. Des processus de temps « complexes » résultent du coup de l'accumulation temporelle plus ou moins dense de « points » de temps définis de manière précise. On entend alors par structure de masse le fait que l'on n'a momentanément aucun aperçu global d'un groupe.

Un tel passage d'une perception « ponctuelle » à une perception « statistique » du temps a fourni une occasion supplémentaire à la *composition de champs statistiques*. Mais cela veut dire que les éléments eux-mêmes ne continuent pas à être représentés comme les grandeurs discrètes d'une quelconque échelle (en tant que hauteurs ou durées discrètes), c'est-à-dire en tant que durée mesurée et nombre de phases

Man könnte nun eine *Reihe von Feldgrößen* wählen, ausgehend von einer jeweils definierten Feldwertskala. Diese Reihe würde – an Stelle der bisherigen für ›punktuelle‹ Einzelwerte – für eine Zeitstruktur maßgebend. Die Feldgrößen wären nicht akzidentell (wie in der bisherigen Musik als Spielraum für die ›Interpretation‹); vielmehr würden sie funktionell in die Zeitkomposition einbezogen und proportioniert. Das ist tatsächlich schon in einem relativ frühen Stadium der seriellen Zeitkomposition geschehen. Es trifft aber nicht ohne weiteres für Kompositionen zu, die auf den ersten Blick hin eine komplizierte rhythmische Faktur aufweisen. Man hätte von Fall zu Fall zu prüfen, ob tatsächlich Unsicherheitsrelationen strukturell komponiert sind, oder ob diese sich – als ›Zufallskriterien‹ – aus der Interpretation durchgehend kompliziert notierter Zeitproportionen ergeben. Vor allem erkennt man leicht, welche Zeitvorstellung jenen seriellen Kompositionen zugrunde liegt, in denen der Komponist ursprünglich kompliziert notierte Zeitverhältnisse ›zur besseren Spielbarkeit‹ später vereinfacht hat.

Die Konsequenzen, die sich aus der Beobachtung einer zunächst als unwesentlich erschienenen Relation zwischen Kompliziertheitsgrad der Notenschrift und der Spielgenauigkeit ergaben, wurden einschneidend für die weitere Entwicklung der Instrumentalmusik, und es zeigte sich ein neuer Weg neben der elektronischen Musik.

Fragen wir zunächst, was für weitere Möglichkeiten bestehen, Feldproportionen mit Hilfe des bisher gebräuchlichen metrisch-rhythmischen Zeichensystems darzustellen. Phasenverhältnisse sind so lange regelmäßig, wie die metronomische Definition der Grundphasen konstant bleibt. Schon bei der Entwicklung des Zeitspektrums im Bereich der seriellen Grunddauern ergab sich das Problem, was geschehen würde, wenn gleichzeitig mehrere Instrumentalgruppen in verschiedenen konstanten Tempi spielen würden, womöglich räumlich getrennt. Offenbar gibt es dabei eine Relation zwischen der Dauer der *Temposchichten* und einer Bestimmung der Feldproportionen: je länger 2 Orchester in verschiedenen Tempi spielen, um so größer wird die Wahrscheinlichkeit, daß sich die Zeitschichten gegeneinander verschieben. Abgesehen davon, daß solche Verschiebungen eine entsprechende Kontrolle der Feldharmonik, Feldintensität, Felddichte usw. verlangen, muß sich die Methode der Zeitkomposition eben auf die Regulierung solcher *Feldzeiten* richten. Es wird deutlich, daß dabei der Zeitablauf nicht mehr gequantelt vorgestellt

microtemporelles ; pour une durée de phase de 1/440e de sec. à raison de 220 phases on obtient un « La_3 » d'une durée d'une demi-seconde). A chaque valeur discrète se substitue plutôt une grandeur de champ au sens décrit plus haut (durée de champ de 1/440e de sec. à 1/550e de sec. c'est-à-dire une hauteur de son possible entre La_3 et Do dièse $_4$, et une durée fondamentale comprise entre 1/2 et 1 sec., etc.). De telles grandeurs de champ sont donc les « éléments », et la composition introduit ainsi *le caractère statistique de la structure de masse dans les éléments*. A partir de là, et inversement, une structure de temps « ponctuelle » apparaît comme le cas particulier d'une structure de masse. Cela est vrai dans le cas où, les grandeurs de champ étant réduites à zéro, chaque processus de temps est alors déterminé par un point du continuum de temps, au lieu de l'être par un champ.

Souvenons-nous de l'exemple dans lequel le degré de complexité de la notation engendrait des grandeurs de champ différentes. Il serait à présent plus sensé de *décrire directement de telles grandeurs de champ* en choisissant une notation adéquate. Les signes actuels ne le permettent ni dans le domaine des durées ni dans celui des hauteurs, étant donné que nous ne connaissons que des valeurs discrètes d'échelles discontinues. En effet, pour fixer un événement quelconque dans le temps — comme le début d'une durée — nous avons besoin non seulement d'une, mais de deux données, pour déterminer les limites d'un champ de temps. Par exemple, lorsque deux phases de temps se succèdent, on définissait jusqu'à présent l'instant de départ de la seconde phase à l'aide du signe de durée de la première phase (♩♩) ; la première phase pouvait naturellement aussi bien être un silence (𝄾♩). Si le début de la seconde phase devait être défini non pas comme un point de temps, mais comme un champ de temps, la durée de la première phase devrait être plus ou moins indéterminée selon la grandeur de champ ; il faudrait indiquer entre quelles limites se joue l'indétermination. Ce qui ne veut pas dire qu'il faudrait quantifier à nouveau cette indétermination ni la dénombrer.

Avant d'aborder les possibilités d'une notation des proportions de champ, il convient encore de préciser le point suivant. Le compositeur John Cage a utilisé dans quelques-uns de ses derniers travaux des représentations du temps qui sont apparemment influencées par des représentations statistiques. *Des durées de temps,* entre autres, sont ainsi dessinées *à l'échelle* — et se dérobent par là-même à toute tentative de quantification *(Quantelung)*.

exemple 21

Ainsi, les débuts et les fins de toutes les durées sont joués de façon bien plus incertaines qu'auparavant. Au lieu de « compter », — une répartition des durées en quanta — c'est l'œil qui mesure à présent les proportions de temps pour les reporter

werden kann: die Verschiebungen können sich kontinuierlich innerhalb gewisser Zeitfelder ereignen, und die Feldgrößen sind nicht etwa in einer diskreten Aufeinanderfolge zu denken (die Zeitveränderungen ›fließen‹ gewissermaßen kontinuierlich an einem ›akustischen Fenster‹ vorbei, dem Film vergleichbar).

Wird die metronomische Bestimmung von Grunddauerverhältnissen, das *Tempo, flexibel* komponiert, so ergeben sich weit komplexere Proportionen der Felder als im vorigen Beispiel. Wir haben den Begriff des Formantspektrums für Dauern entwickelt. Jeder einzelne Formant ist dabei in regelmäßige Dauern gequantelt, die sich auf eine Grundphase beziehen. Wenn sich nun innerhalb einer Grundphase die einzelnen Zeitquanten der Formanten nicht mehr konstant verhalten, sondern beschleunigen oder verlangsamen, und zwar in verschiedenen Graden, so wird der Formantrhythmus mehr oder weniger diffus. Je nach der Anzahl der verschiedenen *variablen Formanttempi* und nach dem Grad ihrer Veränderung ergeben sich unterschiedliche Feldgrößen, in denen die ursprünglich harmonischen Phasenverhältnisse nicht mehr auf eine Skala diskreter Zeitquanten zurückgeführt werden können. So wäre zum Beispiel ein erster Dauern-Formant mit konstantem Tempo, ein zweiter ›so schnell, wie möglich‹, ein dritter mit Beschleunigung und ein vierter mit Verlangsamung gleichzeitig zu spielen, wobei allein die Grunddauer eines solchen Zeitspektrums als Einzelwert exakt gemessen wäre. Es ergäben sich Zeitstrukturen, in denen gleichzeitig mit einer Reihe diskreter Grunddauern und mit einer weiteren Proportionsreihe für simultane Feldgrößen komponiert würde. Jeder gemessenen Grunddauer würde ein *simultanes Zeitfeld* zugeordnet (beispielsweise Feldgröße 0 = alle Formanten mit konstantem Tempo; 1 = 4 Formanten mit konstantem, ein Formant mit variablem Tempo; 2 = 3 Formanten mit konstantem, 2 Formanten mit verschieden variablen Tempi usw.).

Kombinationen der angedeuteten Möglichkeiten ergeben sich von selbst, wenn schließlich *sukzessive und simultane* Proportionen der Feldgrößen zusammenkommen, also sowohl die Grundphasen als auch die Formantspektren als mehr oder weniger große *Zeitfelder* eines Zeitkontinuums komponiert und entsprechend realisiert werden (Phasenverschiebungen in definierten Grenzen).

Der Ansatz zu einer solchen Zeitkomposition wurde bereits erkennbar, als wir im Zusammenhang mit der Komposition der Formantspektren von

* ce qui en fait une aberration par la musique

dans l'action de jouer. Les rapports de mesure optiques doivent être traduits en rapports acoustiques de mesure des durées. Certes, chaque événement de temps se trouve ainsi doté d'une grandeur de champ déterminée psychologiquement ; mais cette grandeur de champ est à nouveau constante pour toutes les proportions de temps et, de ce fait, non-proportionnée. Les zones de décalage que l'interprétation a toujours connue entre les rapports de temps réalisés et ceux qui sont fixés graphiquement (pour peu qu'ils soient mesurés par le temps de la montre ou celui du métronome), se trouvent un peu élargies chez Cage. Toutes les proportions (en toute rigueur, il n'envisage d'ailleurs nullement des rapports proportionnés de temps), sont plus fortement effacées qu'auparavant et il en résulte une désorientation temporelle permanente, ce qui fait ressortir avec une force inhabituelle la durée d'un déroulement de temps *(Zeitablauf)*. Au lieu d'obtenir, comme Cage le souhaitait peut-être, une suspension de la conscience du temps, le temps se trouve relégué en surface et par là-même fortement présent à chaque instant.

Cette idée de composer les champs n'a cependant de sens qu'à condition qu'un système différencié ne soit pas simplement remplacé par un système plus grossier, dans l'espoir d'obtenir ainsi une plus grande « vivacité » de la structure de temps. Un point est remplacé par un trait. Cela n'a pas de sens. En revanche, si le point était représenté comme le trait le plus court et le trait comme un point allongé, et si l'exécutant le savait, donc si une série de grandeurs de champ servait à représenter une structure de temps dans laquelle les champs composés assureraient une médiation entre les extrêmes que sont le ponctuel et le statistique, nous aurions alors véritablement affaire à une nouvelle composition musicale du temps. Le temps comme discontinuum et le temps comme continuum se résorberaient alors en une conception d'un ordre supérieur, celle du *temps de champ sériel.*

Quelles sont les possibilités d'une *notation des grandeurs de champ* dans le domaine des durées ? Comme toutes nos précédentes considérations, celles qui suivent ont été provoquées par des événements « purement fortuits » survenus dans des compositions antérieures. On avait écrit quelque chose et puis l'on était surpris par certains rapports. Car les signes de notation habituels avaient déjà permis de représenter des grandeurs de champ variables.

Au départ, il y avait déjà la *petite note* écrite indépendamment des autres valeurs de temps mesurées, l'« appoggiature ». Si son tempo était défini « aussi vite que possible » et si elle n'était pas isolée, mais placée en groupe de différentes grandeurs soit avant, soit après des durées de temps mesurées, ces groupes de petites notes prenaient la fonction d'une seconde strate de temps qui venait interférer avec les durées mesurées. Du coup, chaque petite note prenait à l'intérieur du groupe sa propre valeur de champ temporelle, ainsi déterminée : les hauteurs de son d'un groupe de petites notes étaient réparties de telle manière sur le clavier que la main de l'exécutant devait effectuer des mouvements d'ampleur très différente au-dessus du clavier. Plus le saut d'intervalle était grand, plus grand devenait l'intervalle de temps de son à son, compte tenu du fait que tous devaient être joués « aussi vite que possible ». En outre, l'instruction de jeu précisait qu'il fallait faire entendre distinctement la hauteur de chaque son, par conséquent de tenir un peu plus longuement les sons graves que les aigus. On obtint ainsi à l'aide

›statistischen‹ Formkriterien sprachen. Damit war gemeint, daß bei einer bestimmten zeitlichen Dichte einzeln definierter Phasenverhältnisse ein Formantspektrum ›komplex‹ vorgestellt und wahrgenommen würde, also nicht mehr in die einzelnen Proportionsbeziehungen aufgelöst werden könnte. Wir sprachen von Gruppenspektren, deren Grundphasen ›empfindungsirrational‹ sind; von *Zeitkomplexen*, die nicht als eine Summe von Einzeldauern (sei es simultan oder sukzessiv) empfunden würden, sondern in ihrer Struktur als ganze. Dabei war immer vorausgesetzt, daß eine bestimmte Anzahl, eine Masse von Einzelheiten zeitlich gerafft ist. Sobald jedoch solche Vorgänge durchhörbar sind oder genügend langsam verfolgt werden können, sind und bleiben sie nichts anderes als ›periodische, harmonische, subharmonische, chromatisch-temperierte‹ u. a. Verhältnisse regelmäßig definierter Einzelfakten. ›Massenstruktur‹ ist also hierbei der Sonderfall einer im Grunde individuell determinierten Einzelstruktur. ›Komplexe‹ Zeitvorgänge resultieren dabei aus der mehr oder weniger zeitlich dichten Anhäufung genau definierter Zeit-›Punkte‹. Mit Massenstruktur meint man dann lediglich die momentane Unübersichtlichkeit einer Gruppe.

Ein solcher Umschlag von der ›punktuellen‹ zur ›statistischen‹ Zeitwahrnehmung ist nun ein weiterer Anlaß für die *statistische Feldkomposition* geworden. Das heißt aber: die Elemente selbst sind nicht länger als diskrete Größen irgendeiner Skala vorgestellt (sei es nun als diskrete Höhen oder Dauern, das heißt als gemessene Dauer und Anzahl der mikrozeitlichen Phasen: Phasendauer = $^1/_{400}$ sec und Anzahl der Phasen = 220 ergibt ein ›eingestrichenes a‹ von der Dauer einer halben Sekunde). Vielmehr tritt an Stelle jedes diskreten Wertes eine Feldgröße im oben beschriebenen Sinn (Felddauer von $^1/_{400}$ sec bis $^1/_{550}$ sec – also eine mögliche Tonhöhe zwischen a^1 und cis^1, und eine Grunddauer zwischen $^1/_2$ und 1 sec usw.). Solche Feldgrößen sind nun die ›Elemente‹, und also bringt die Komposition den *statistischen Charakter der Massenstruktur in die Elemente* hinein. Eine ›punktuelle‹ Zeitstruktur läßt sich von hier aus, jetzt umgekehrt, als Sonderfall einer Massenstruktur darstellen. Das trifft für den Fall zu, wo die Feldgrößen gleich Null werden, jeder Zeitvorgang also durch einen Punkt im Zeitkontinuum fixiert ist, statt durch ein Feld.

Es sei noch einmal an das Beispiel erinnert, wo sich verschiedene Feldgrößen aus den Graden der Schriftkompliziertheit ergaben. Es wäre nun sinnvoller, solche *Feldgrößen direkt zu beschreiben*, indem man eine entsprechende Notation

d'instructions de jeu indépendantes de la notation des durées, une série de proportions de grandeurs de champs, au sein même des groupes en petites notes. Même si les rapports de grandeur d'une telle série dépendent du temps de réaction de l'exécutant, de l'instrument, du lieu (plus le lieu est réverbérant, plus les petites notes devront être lentes pour ne pas s'estomper), les proportions composées subsistent quand même. Cet exemple n'est qu'un nouveau cas particulier de séries de durées de champ relativement courtes.

A partir de là on a tenté d'aller plus loin. Le point décisif pour la détermination des grandeurs de champ était le suivant : dans certaines limites, la durée de temps de chacune des petites notes peut varier ; la durée n'est pas quantifiée ; les proportions sont immédiatement vécues dans leur degré de fluctuation et non plus comparées à une unité de mesure effectivement présente ou appréhendée par la sensibilité à mesure que le temps s'écoule. Les limites de champ sont celles de la durée plus ou moins longue du mouvement qu'effectue le bras du pianiste en se déplaçant du grave vers l'aigu, c'est-à-dire celles de la *durée de l'action*. Et cette durée d'action est différente pour chaque son ou pour chaque petit groupe de sons à l'intérieur d'un groupe plus grand. Pour obtenir des proportions de champ d'un ordre supérieur, l'action destinée à préparer chacun des sons devant être exécuté exigerait donc également un temps plus long. A une série de grandeurs de champ correspondrait une succession d'actions, qui nécessiteraient plus ou moins de temps. Cela dépendrait par exemple du nombre des *préparatifs,* etc...

Que deviendraient alors les *silences* ? La grandeur de champ des silences résulterait de ce qu'un son joué cesserait naturellement de sonner tandis que la préparation du son suivant exigerait un temps encore plus long. Ces préparations peuvent être ou bien d'ordre conceptuel (dans la mesure où la partition est plus ou moins codée) ou d'ordre technique (par exemple : mouvements à exécuter lors des différentes préparations des corps de résonance, des « registrations » mécaniques, etc.).

Il existe déjà des proportions de valeur de champ plus grandes dans les partitions de musique sérielle — en dehors de celles de Cage, dont les compositions présentent un grand nombre d'événements de ce type, qui sont cependant uniformes et plutôt « exposés » [et laissés au hasard] que composés. Ces proportions apparaissent au niveau des durées non mesurées introduites parmi les durées normalement notées qui comportent des *instructions d'attaque* précises. La préparation et l'exécution de telles attaques nécessite un temps relativement long (par exemple « enfoncer la pédale droite, attaquer ensuite staccato, puis libérer la pédale droite jusqu'à ce que le son continue à sonner doucement comme en « écho »). En jouant sur la hauteur du son et l'intensité de l'attaque, le compositeur peut différencier encore davantage la grandeur de champ de telles durées d'attaque. D'autres formes d'attaque engendrent à leur tour de toutes autres grandeurs de champs, et il est possible de faite interférer dans cette structure de temps doublement paramétrée une deuxième, une troisième, une

wählt. Das ist mit bisherigen Zeichen weder im Bereich der Dauern noch in dem der Höhen möglich, da wir nur diskrete Werte diskontinuierlicher Skalen kennen. Man hätte nämlich zur Fixierung irgendeines Ereignisses in der Zeit – wie der Beginn einer Dauer – nicht nur eine, sondern mindestens 2 Angaben nötig, um die Grenzen eines Zeitfeldes zu bestimmen. Folgen zum Beispiel zwei Zeitphasen aufeinander, so definierte man bisher den Zeitpunkt für den Beginn der zweiten Phase durch das Dauerzeichen für die erste Phase (♩♩); die erste Phase konnte natürlich auch eine Stille sein (𝄽 ♩). Wäre der Beginn der zweiten Phase nicht als ein Zeitpunkt, sondern als ein Zeitfeld zu definieren, so müßte die Dauer der ersten Phase je nach Größe des Feldes mehr oder weniger unbestimmt sein; man müßte angeben, zwischen welchen Grenzen die Unbestimmtheit sich abspielt. Das heißt aber nicht, diese Unbestimmtheit wieder quantitativ und etwa auszählbar zu machen.

Bevor wir auf die Möglichkeiten einer Notation von Feldproportionen eingehen, muß noch auf folgendes hingewiesen werden. Der Komponist John Cage hat in einigen seiner letzten Arbeiten Zeitdarstellungen verwendet, die offenbar von statistischen Vorstellungen beeinflußt sind. So werden u. a. *Zeitdauern im Maßstab* gezeichnet, und also entziehen sie sich dem Versuch einer Quantelung (Beispiel 21).

Beispiel 21

Damit wird jeder Beginn und jedes Ende einer Dauer weit unsicherer gespielt, als bisher. An Stelle des ›Zählens‹ – einer Aufteilung der Dauern in Quanten – mißt jetzt das Auge die Zeitproportionen aus und überträgt diese in die Aktion des Spielens. Die optischen Maßverhältnisse sollen in die akustischen der Dauern übersetzt werden. Zwar erhält so jedes Zeitereignis eine Feldgröße, die psychologisch determiniert ist; aber diese Feldgröße ist für alle Zeitproportionen wieder konstant und somit unproportioniert. Die bisher schon immer in der Interpretation üblichen Zonen einer Abweichung realisierter Zeitverhältnisse von den graphisch fixierten (soweit man diese an der Uhr- oder Metronomzeit mißt) werden bei Cage lediglich um einiges größer. Alle Proportionen (und ihm geht es konsequenterweise überhaupt nicht um proportionierte Zeitverhältnisse) werden in stärkerem Maße verwischt, als es bisher geschah, und es ergibt sich eine durchgehende zeitliche Desorientierung, bei der die Dauer eines Zeitablaufs ungewöhnlich stark empfunden wird. Statt einer vielleicht beabsichtigten Aufhebung des Zeitbewußtseins wird die Zeit in eine Fläche gebannt und dadurch in jedem Augenblick stark präsent.

Die Vorstellung von einer Feldkomposition hätte aber erst dann einen Sinn, wenn nicht einfach ein differenzierteres System durch ein gröberes ersetzt wird in der Erwartung, so eine größere ›Lebendigkeit‹ der Zeitstruktur zu erreichen. Ein Punkt wird durch einen Strich ersetzt. Das ist nicht gemeint. Wenn dagegen der Punkt der kürzeste Strich und der Strich als verlängerter Punkt

quatrième série, etc., de grandeurs de champ : d'abord des durées mesurées exactement à l'aide d'un métronome, puis des grandeurs de champ de premier ordre dans les petites notes ; ensuite des grandeurs de champ de second ordre (et suivants) dans les types d'attaque, etc.

Il est possible de déterminer pour une œuvre, de manière tout à fait naturelle, un assez grand nombre de séries de proportions de champ différentes ; il suffit pour cela d'examiner de ce point de vue les instruments dont on dispose et le jeu instrumental qu'ils permettent.

Dans l'exemple des petites notes et des types d'attaque on a rencontré à nouveau le concept de groupe. Un nombre déterminé de grandeurs de champ particulières donne des *champs de groupe* résultants. La grandeur des champs de groupe dépend alors du nombre et de la grandeur des champs particuliers. Mais on peut également partir de champs de groupes de grandeurs différentes et en tirer les proportions de grandeur des différents champs particuliers. Prenons encore un exemple. Partons du fait qu'un insrumentiste jouant d'un instrument à vent de la famille des bois n'a pas toujours la possibilité, compte tenu de sa capacité respiratoire, de souffler aussi longtemps qu'il le souhaiterait. Les conditions physiologiques mises à part, la durée du souffle dépend de la tessiture, de la densité, de l'intensité des sons qui doivent être exécutés à l'aide d'un seul souffle. Plus les sons à exécuter seront graves, forts et moins longtemps tenus, plus brève sera la durée du souffle. Quand on donne comme indication de tempo « aussi lent que possible », cela veut dire qu'il faut répartir un groupe de durées particulières sur une durée globale aussi grande que possible, qui dépend de la durée du souffle. La longueur du souffle est alors déterminante pour les champs de groupe ; les différentes proportions de grandeurs de tels champs de groupes résultent cependant de la composition au niveau de la tessiture, de la densité et de l'intensité des groupes. Et les proportions des différentes durées à l'intérieur des groupes peuvent être ou bien mesurées relativement, ou bien déterminées à leur tour dans le détail en tant que grandeurs de champ. Mais si, dans ce cas, les proportions de champ dépendent dans le détail de la grandeur de champ des groupes, elles ne peuvent plus être simplement indiquées par des durées d'action. Les diverses grandeurs de champ devraient plutôt résulter à présent d'une toute autre notation des durées. En ayant ainsi choisi la grandeur d'un champ de groupe de sons soufflés, on a du même coup, comme nous l'avons dit, déterminé le nombre des durées à l'intérieur du groupe. Il est possible dès lors de subdiviser le champ de groupe en un certain nombre de *champs partiels*. Dans le cas le plus simple, ces champs partiels seraient de longueur identique. Il faudrait fixer en outre pour chaque champ partiel le nombre des durées qui devraient y être réparties de manière relativement libre (par exemple à cette restriction près de ne pas créer de périodicité). Moins il y aura de durées par champ partiel, plus l'exécutant aura de possibilités de répartir différemment les durées ; plus il y aura de durées par champ partiel, plus la dispersion, la grandeur de champ de chacune des durées sera faible.

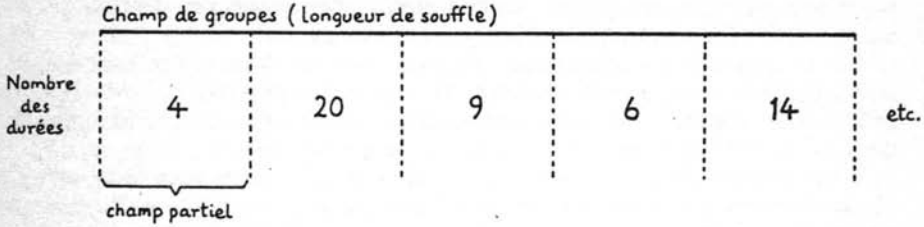
vorgestellt und dem Spieler vermittelt würde, wenn also eine Reihe von Feldgrößen zur Darstellung einer Zeitstruktur diente, in der zwischen den Extremen des Punktuellen und Statistischen die komponierten Felder vermittelten, dann hätten wir es wirklich mit einer neuen musikalischen Zeitkomposition zu tun. Zeit als Diskontinuum und Zeit als Kontinuum gingen dann auf in einer übergeordneten Konzeption der *seriellen Feldzeit*.

Welche Möglichkeiten einer *Notation der Feldgrößen* gibt es im Bereich der Dauern? Wie alle beschriebenen Überlegungen, so sind auch die folgenden durch zunächst ›rein zufällige‹ Vorgänge in früheren Kompositionen ausgelöst worden. Irgend etwas hatte man geschrieben, und dann machten bestimmte Zusammenhänge stutzig. Auch mit üblichen Notationszeichen hatte man nämlich schon unterschiedliche Feldgrößen dargestellt.

Da gab es einmal die unabhängig von den übrigen gemessenen Zeitwerten geschriebene *kleine Note*, die ›Vorschlagnote‹. Wurde ihr Tempo als ›so schnell wie möglich‹ definiert und stand sie nicht nur einzeln, sondern in verschieden großen Gruppen entweder vor, über oder hinter gemessenen Zeitdauern, so übernahmen diese Gruppen kleiner Noten die Funktion einer zweiten Zeitschicht, die in die gemessenen Dauern eingeblendet wurde. Dabei erhielt nun jede einzelne kleine Note in der Gruppe einen eigenen zeitlichen Feldwert, der auf folgende Weise bestimmt wurde: die Tonhöhen einer Gruppe kleiner Noten waren so auf dem Klavier verteilt, daß die Hand des Spielers ganz verschieden große Bewegungen über der Klaviatur machen mußte. Je größer der Intervallsprung, um so größer wurde auch der Zeitabstand von Ton zu Ton, da ja alle ›so schnell wie möglich‹ zu spielen waren. Außerdem bezog sich die Spielanweisung noch darauf, jeden Ton deutlich in seiner Höhe erkennbar werden zu lassen, also automatisch die tieferen Töne etwas länger auszuhalten als die höheren. So entstand statt durch Notation der Dauern mit ganz anderen Spielanweisungen eine Proportionsreihe der Feldgrößen innerhalb der Gruppen kleiner Noten. Die Größenverhältnisse einer solchen Reihe hängen zwar von der jeweiligen Reaktionszeit des Spielers ab, ferner vom Instrument, vom Raum (je halliger der Raum, um so langsamer werden die kleinen Noten, wenn sie nicht verschwimmen sollen), aber die komponierten Proportionen bleiben deshalb doch bestehen. Dieses Beispiel ist nun wiederum ein Sonderfall für Reihen relativ kurzer Felddauern.

Man suchte von hier aus weiter. Das Entscheidende zur Bestimmung der Feldgrößen war: innerhalb gewisser Grenzen kann die Zeitdauer jeder kleinen

exemple 22



Aucune des durées ne sera donc notée, mais seulement le nombre de celles qui doivent être réparties sur chacun des champs partiels qui ont été définis. Si l'on souhaite maintenir globalement de très petites proportions de champ, on choisira un grand nombre de champs partiels courts ; en revanche, si les proportions de champ doivent croître, on choisira un petit nombre de champs partiels. Si la détermination de leur nombre est statistique, on exprimera cela par exemple de la manière suivante : 3-5 : 15-20, etc... Soit les champs partiels sont constants en grandeur et variables en nombre, soit l'inverse, soit les deux sont variables.

Il est possible enfin qu'une structure de temps plus longue, et même la structure d'ensemble *(Großstruktur)* tout entière d'une pièce, soit composée *à l'aide de proportions de champ,* si tant est que l'on cherche à mettre en accord les structures de temps dans le détail et dans l'ensemble. Prenons un nouvel exemple. Le mieux est de décrire la pensée de la forme. Un certain nombre de groupes de sons demeurent tout d'abord indéterminés du point de vue de la durée globale, du déroulement de l'intensité, de la forme d'attaque de chaque groupe. De plus, les caractéristiques de ces groupes doivent être modifiables dans les limites déterminées : à savoir que les grandeurs de champ d'un groupe sont déterminées par le dernier groupe qui a précédé celui qui va être joué. Il s'ensuit que la structure de la pièce n'est pas représentée comme un déroulement ou un développement dans le temps, mais comme un *champ de temps a-directionnel* dans lequel les différents groupes n'ont par ailleurs aucune direction temporelle précise (ordre de succession des groupes). Ainsi tous les groupes sont composés en même temps, chaque début de groupe comme une suite possible de chaque fin de groupe. A l'intérieur d'un groupe, les proportions de temps relatives sont fixées au moyen de plusieurs séries de proportions de champ à l'aide des signes les plus divers, y compris le nombre et l'ordre de succession des hauteurs (les durées et hauteurs particulières ne sont pas permutables, au contraire elles sont ordonnées). Mais pour les durées mesurées en valeur de notes, notées en partie selon l'usage, il n'y a aucune prescription de tempo, ni de déroulement d'intensité ou de forme d'attaque. Ce n'est qu'à la fin de chaque groupe que figure une indication précisant la manière dont le groupe suivant — n'importe lequel — doit être joué : par exemple en accélérant à partir de ♩ = 40 environ, puis en ralentissant : de plus en plus doucement à

Note variieren; die Dauer ist nicht gequantelt; die Proportionen werden im Grad ihrer Fluktuation unmittelbar erlebt und nicht mehr an einem effektiv vorhandenen oder in den Zeitablauf hineinempfundenen Zählmaß verglichen. Die Feldgrenzen sind etwa durch die mehr oder weniger lang dauernde Armbewegung des Pianisten von einer tiefen zu einer hohen Lage gegeben, durch die *Aktionsdauer*. Und für jeden Ton oder für jede kleine Tongruppe in einer größeren Gruppe ist diese Aktionsdauer verschieden. Um also Feldproportionen größerer Ordnung zu erzielen, müßte die Aktion zur Vorbereitung eines jeweils zu spielenden Klanges eben auch längere Zeit in Anspruch nehmen. Einer Reihe der Feldgrößen entspräche eine Folge von Aktionen, die verschieden viel Zeit in Anspruch nehmen. Das würde zum Beispiel von der Anzahl der *Präparationen* abhängen usw.

Was sind dann aber die *Pausen*? Die Feldgröße der Pause ergäbe sich daraus, daß ein gespielter Klang auf Grund seiner natürlichen Bedingungen zu klingen aufhört, während die Präparation eines folgenden Klanges noch längere Zeit in Anspruch nimmt. Diese Präparationen können entweder gedanklich (indem der Notentext mehr oder weniger verschlüsselt ist) oder praktisch sein (wie im Fall der auszuführenden Bewegung bei den verschiedenen Präparationen von Resonanzkörpern, mechanischen ›Registrierungen‹ usw.).

Auch gibt es solche Proportionen größerer Feldwerte – abgesehen von Cage, in dessen Kompositionen ähnliche Vorgänge in der Vielzahl vorkommen, die jedoch uniform und eher ›exponiert‹ als komponiert und dem Zufall überlassen sind – bereits in Partituren serieller Musik. Wir finden sie dort, wo unter den normal notierten Dauern einzelne ungemessene sind, die bestimmte *Anschlagsbezeichnungen* haben. Zum Teil nimmt die Vorbereitung und Ausführung solcher Anschläge relativ viel Zeit in Anspruch (zum Beispiel ›rechtes Pedal treten, dann staccato anschlagen und darauf rechtes Pedal so weit zurückfedern lassen, daß der Ton leise als Echo weiterklingt‹). Je nach Höhe des Tones und der Intensität des Anschlages ergibt sich ein Spielraum für den Komponisten, die Feldgröße einer solchen Anschlagdauer noch weiter zu differenzieren. Andere Anschlagformen ergeben wiederum ganz andere Feldgrößen, und man kann eine zweite, dritte, vierte usw. Reihe der Feldgrößen in die bereits zweifach fixierte Zeitstruktur hineinblenden: 1. exakt metronomisch gemessene Dauern, 2. Feldgrößen erster Ordnung in den kleinen Noten, 3. Feldgrößen zweiter Ordnung (und weiterer) in den Anschlagsarten usw.

partir de *mf* ; main droite legato ; main gauche staccato (ou d'autres indications). Les groupes sont ensuite répartis de manière irrégulière sur une feuille de papier d'une certaine dimension. Et l'indication d'exécution générale précise : commencer par jouer un groupe quelconque choisi au hasard sans idée préconçue, puis parcourir des yeux la feuille d'une façon tout aussi inintentionnée et jouer le groupe que l'on a aperçu ensuite, mais cette fois-ci avec les instructions de jeu qui suivaient le premier groupe choisi. Lorsqu'on a atteint le même groupe pour la troisième fois, la pièce est alors terminée. Puisque, selon toute vraisemblance, plusieurs groupes seront exécutés deux fois au cours de la pièce, la structure des hauteurs de son de certains groupes est notée en partie doublement ; lorsqu'on atteindra le groupe en question la deuxième fois, on omettra certains sons, d'autres seront échangés (mis entre parenthèses), on transposera d'une ou de plusieurs octaves des groupes tout entiers (en supprimant les signes d'octavier), etc. La structure de champs d'une telle forme d'ensemble *(Großform)* devient naturellement encore plus précise par comparaison avec d'autres pièces dans le cadre d'un cycle ; et tout particulièrement lorsque la pièce est exécutée plusieurs fois successivement.

D'autres représentations associent les structures de déroulement *(Ablaufstrukturen)* à des structures de temps non-directionnelles. Il est ainsi devenu possible de représenter à partir des structures non seulement une synchronisation de *temps individuels (Eigenzeiten)* simultanés de structures : le temps comme un étalonnage organique de strates spatiales ; mais également une mise en série *(Reihung)* de temps individuels successifs : le temps comme déroulement évolutif, téléologique *et* comme état *(Zustand)* statistique et non-directionnel de champs continus de temps. (« Simultanément » et « successivement » sont des concepts facilitant la représentation spatiale, donc librement interchangeables, identifiables ; ce qui est en question en réalité, c'est la différence entre « présent » et « absent »).

Le musicien a ainsi la possibilité d'établir une relation plus ou moins étroite entre le *temps-quantité (Quantenzeit)* mesuré et le *temps-champ (Feldzeit)* vécu : entre ces deux principes — la description de la durée des sonorités ou de l'action exécutoire qui produit ces sonorités —, il choisit à tout moment l'un ou l'autre à l'aide de séries de proportions de temps diversement graduées.

La composition de champs gouverne apparemment les *degrés de liberté* de l'instrumentiste. On pourrait penser qu'avec les champs de différentes grandeurs, le compositeur a laissé à l'instrumentiste une part plus ou moins grande d'« improvisation ». Si l'on y regarde de plus près, un champ de temps non mesuré ne donne aucun droit à inventer librement quoi que ce soit pour l'ajouter à la structure composée. A la mesure du temps conduite de manière rationnelle, le comptage, s'ajoute une production du temps réagissant de façon spontanée : le fait d'agir dans le temps. Tandis que jusqu'à maintenant, l'action de jouer — et d'écouter — devait s'orienter à partir de proportions de temps mesurées en durées, les proportions de temps naissent à présent en partie de l'action. En d'autres termes : s'il était possible de percevoir jusqu'à présent les rapports de temps à la simple lecture de la partition,

Es läßt sich auf ganz natürlichem Wege eine recht große Anzahl verschiedener Feldproportionsreihen für ein Werk bestimmen, wenn man einmal die Bedingungen der bereits vorhandenen Instrumente und des Instrumentalspiels unter solchen Gesichtspunkten beobachtet.

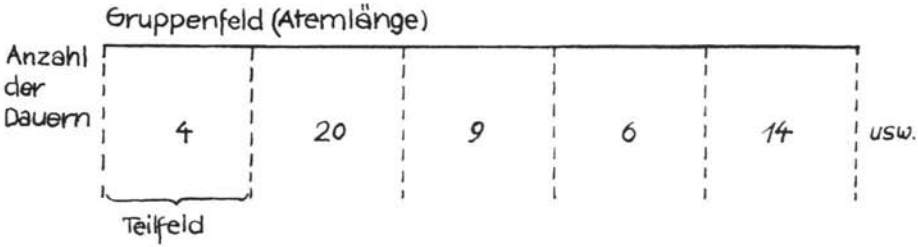
Im Beispiel der kleinen Noten und der Anschlagsformen begegnete wieder der Begriff der Gruppe. Eine bestimmte Anzahl einzelner Feldgrößen ergibt resultierende *Gruppenfelder*. Dabei ist die Größe der Gruppenfelder abhängig von der Anzahl und Größe der Einzelfelder. Nun ist es ebenso möglich, von verschieden großen Gruppenfeldern auszugehen, aus denen sich die Größenproportionen der Einzelfelder ergeben. Hierfür ebenfalls noch ein Beispiel. Gehen wir davon aus, daß ein Holzbläser nicht beliebig lang mit einem Atem blasen kann. Abgesehen von den physiologischen Bedingungen hängt die Atemdauer von der Lage, der Dichte, der Intensität der Töne ab, die mit einem Atem zu spielen sind. Je tiefere, je lautere und je weniger ausgehaltene Töne zu spielen sind, um so kürzer wird die Atemdauer. Schreibt man als Tempovorschrift ›so langsam wie möglich‹, so ist damit gemeint, eine Gruppe von Einzeldauern auf eine möglichst große Gesamtdauer zu verteilen, die von der Atemdauer abhängt. Die Atemlänge wäre bestimmend für die Gruppenfelder; die unterschiedlichen Größenproportionen solcher Gruppenfelder resultierten aber aus der Komposition von Lage, Dichte, Intensität der Gruppen. Und die Proportionen der einzelnen Dauern in den Gruppen können entweder relativ gemessen sein, oder aber selbst nochmals im kleinen als Feldgrößen bestimmt werden. Hängen hierbei aber die Feldproportionen im kleinen von der Feldgröße der Gruppe ab, so können sie nicht mehr ohne weiteres durch Aktionsdauern gegeben sein. Vielmehr müßten sich jetzt aus einer ganz anderen Dauernnotierung die unterschiedlichen Feldgrößen ergeben. Hat man also die Größe eines Gruppenfeldes geblasener Töne gewählt, so ist damit, wie gesagt, die Anzahl der Dauern in der Gruppe festgelegt. Nun kann man das Gruppenfeld in eine Anzahl von *Teilfeldern* aufteilen. Im einfachsten Fall wären diese Teilfelder gleich lang. Ferner wäre für jedes Teilfeld die Anzahl der Dauern zu bestimmen, die in einem solchen Teilfeld relativ beliebig unterzubringen sind (beispielsweise mit der Einschränkung, keine Periodizitäten entstehen zu lassen). Je weniger Dauern pro Teilfeld, um so mehr Möglichkeiten hat der Spieler, die Dauern verschieden zu verteilen; je mehr Dauern pro Teilfeld, um so geringer wird die Streuung, die Feldgröße jeder einzelnen Dauer (Beispiel 22).

indépendamment de sa réalisation sonore, et si la « justesse » d'une réalisation sonore était vérifiée à partir de la notation du temps dans la partition, dans une composition de champs, — dans la mesure où c'est l'action qui est notée —, la partition ne donne aucune indication relative aux dimensions des proportions de temps, mais celles-ci se forment toujours et seulement au moment de la réalisation sonore, pendant le jeu. La « justesse » de la réalisation temporelle se vérifie, dans le dernier cas, elle-même : il suffit que les temps d'action, au moment de jouer, se trouvent organiquement en adéquation avec les temps des phénomènes sonores à produire. Où se situerait alors, dans un champ, le degré de liberté de l'instrumentiste ? S'il doit, par exemple, jouer les petites notes « aussi vite que possible », mais en veillant à ce que l'on puisse reconnaître distinctement les hauteurs de chacun des sons dans toutes les tessitures, il devra décider — avec sa sensibilité musicale — ce qui peut être considéré comme suffisamment précis ; cela dépend, comme nous l'avons dit, de nombreux facteurs. Il en va de même dans la notation des attaques, des préparations, pour l'indication : « ne jouer si possible que des rapports de temps apériodiques dans les champs partiels », etc... Il y a enfin des instructions de jeu comme : « continuer à regarder la feuille sans idée préconçue et jouer le premier groupe aperçu ».

La question de savoir si, en abandonnant au jugement musical de l'instrumentiste l'« appréciation » des durées de temps au lieu du « comptage », (c'est-à-dire que l'instrumentiste décide lui-même que le son qu'il vient de jouer a duré juste assez longtemps et qu'il convient à présent de faire sonner le suivant), on induit un degré de liberté plus grand — cette question est sans objet. On pourrait aussi bien dire que le musicien assure avec son « action » le « temps individuel » de la sonorité, et qu'il mesure désormais à l'aide de « quanta de sensibilité » au lieu de s'acharner à quantifier mécaniquement les durées à l'aide du temps métronomiquement mesuré d'avance ; il ressent, il découvre le temps des sonorités, il leur laisse « leur » temps.

Ostensiblement, c'est cela que l'on entend par « liberté ». Car comment se fait-il que des instrumentistes, qui ont été les premiers à jouer ce genre de musique, se sentent bien plus libres qu'auparavant, quoiqu'ils soient plus contraints ?

Le compositeur pourra, quant à lui, tirer profit d'une méthode de travail consistant à choisir pour une œuvre une *série de degrés de liberté*. La démarche compositionnelle se meut elle-même dans des « champs d'action » de grandeurs différentes. L'opinion répandue que l'un travaille « librement », l'autre « plus rigoureusement », le troisième « de manière schématique », etc., appartient à une époque où l'on schématisait la « liberté » elle-même. Il y avait ainsi, entre autres, des formes « libres » et des formes « rigoureuses », des interprétations « libres » et des interprétations « rigoureuses ». La composition de celui qui vit le temps musical comme « pluridimensionnel » deviendra elle-même multidimensionnelle : et les proportions mesurées ou ressenties, le temps des quanta ou celui des champs, les déterminations systématiques ou « fortuites » seront à ses yeux des représentations extrêmes entre lesquelles il y a de nombreux stades intermédiaires. Ainsi, à l'intérieur de la structure d'une œuvre, il est possible de composer une accumulation de structures partielles qui offrent, au choix d'une libre décision, un plus ou moins grand nombre de possibilités de configurations. De tels *champs de décision* — dans des proportions au choix — peuvent faire communiquer des structures totalement prédéterminées et des structures indéterminées. La décision elle-même associe la mesure rationnelle et l'appréciation sensible avec différentes répartitions de poids. Une œuvre serait alors caractérisée par une série de proportions de champs de décision. Car comment pourrait-il y avoir une représentation du temps musical si elle ne procédait de la démarche compositionnelle elle-même ?



Beispiel 22

Die einzelnen Dauern werden also gar nicht notiert, sondern nur die Zahl der Dauern, die auf jedes markierte Teilfeld zu verteilen ist. Will man allgemein die Feldproportionen sehr klein halten, so wählt man viele kurze Teilfelder; sollen dagegen die Feldproportionen anwachsen, so wählt man wenige Teilfelder. Ist auch die Anzahlbestimmung statistisch, so würde es etwa so heißen: 3–5; 15–20 usw. Entweder ist die Größe der Teilfelder konstant und die Anzahl variabel oder umgekehrt, oder beide sind variabel.

Schließlich kann auch eine längere Zeitstruktur und sogar die ganze *Großstruktur* eines Stückes *in Feldproportionen* komponiert sein, wenn zwischen den Zeitstrukturen im einzelnen und im ganzen eine Übereinstimmung gesucht wird. Hierzu sei auch wieder ein Beispiel gegeben. Am besten wird der Formgedanke beschrieben. Eine bestimmte Anzahl von Tongruppen ist in der Gesamtdauer, im Intensitätsverlauf, in der Anschlagform jeder Gruppe zunächst unfixiert. Vielmehr sollen diese Gruppeneigenschaften in gewählten Grenzen veränderlich sein: und zwar ergeben sich Feldgrößen einer Gruppe aus der letzten Gruppe, die jeder zu spielenden voraufgegangen ist. Die Struktur des Stückes wird folglich nicht als Ablauf oder Entwicklung in der Zeit vorgestellt, sondern als ein *richtungsloses Zeitfeld*, in dem auch die einzelnen Gruppen keine bestimmte zeitliche Richtung haben (welche Gruppe auf welche folgt). So werden alle Gruppen gleichzeitig komponiert, jeder Gruppenanfang als eine mögliche Fortsetzung jedes Gruppenendes. Innerhalb einer Gruppe sind die relativen Zeitproportionen durch Verwendung verschiedenster Zeichen mit mehreren Feldproportionsreihen festgelegt und damit also auch Anzahl und Folge der Höhen (Einzeldauern und -höhen sind nicht vertauschbar, sondern gerichtet). Aber für die in Notenwerten gemessenen Dauern, zum Teil wie

La figuration du temps *(Zeitmorphose)* telle qu'elle a été présentée plus haut exige que toutes les considérations concernant la composition de champs dans le domaine des durées soient appliquées au domaine des hauteurs. Il est donc inutile de reprendre une nouvelle fois chaque détail en remplaçant la détermination des champs de durées par la *détermination des champs de hauteurs*. Il convient cependant d'insister sur quelques conséquences particulières.

Dès que l'on représente la hauteur non comme une grandeur discrète, mais comme une grandeur de champ, il devient impossible d'utiliser des instruments à échelle fixe (le piano entre autres), car il est nécessaire de disposer d'instruments sur lesquels on peut représenter les *hauteurs de son de manière continue*. Une hauteur de son discrète serait alors, par analogie avec la durée mesurée, le cas particulier d'une grandeur de champ égale à zéro. On retrouve ici les deux possibilités : aller de la grandeur de champ particulière au groupe, ou du champ de groupes à la hauteur particulière. Soit un intervalle entre deux hauteurs de son résulte de l'action prescrite — l'ampleur, par exemple, d'un mouvement au-dessus d'un clavier, ou encore la dimension des claviers qu'on pourrait construire plus ou moins larges —, soit la prescription graphique figure des champs de hauteurs avec un ambitus déterminé de façon plus ou moins précise et indique le nombre de groupes de hauteurs par champ partiel. On obtient ainsi des champs de hauteurs particulières à partir du rapport entre le nombre des champs partiels et leur ambitus (voir exemple 22). Soit la direction des hauteurs d'un groupe de sons demeure indéterminée, soit elle est précisée à l'aide de diagrammes directionnels (ascendant, descendant, combiné).

Enfin chaque hauteur n'est pas simplement une série périodique de phases fondamentales égales. Cela signifie, une fois de plus, certes, que les sons fondamentaux ne sont pas traités comme des grandeurs d'échelles discrètes mesurées par avance, mais comme des champs de sons fondamentaux, et qu'un son fondamental une fois atteint conserverait automatiquement une hauteur constante, à savoir une succession de groupes de phases fondamentales de même longueur. Chacune des durées microtemporelles fondamentales serait ainsi une grandeur de champ, mais les phases fondamentales à l'intérieur d'un groupe seraient exactement semblables les unes aux autres. Le fait que la hauteur de son demeure constante tout au long de la durée du son constituerait une exception dans la composition de champ. Elle ne deviendrait pertinente que lorsqu'aucune proportion de champ n'interviendrait à l'intérieur d'un groupe de phases, et que toutes les phases seraient de grandeur égale et que tout *décalage de phases* serait impossible. Que déduire de tout cela ?

Il faudrait construire *un nouvel instrument* sur lequel, par exemple, une variation de pression sur une courroie de jeu continue aurait pour effet que la vibration obtenue serait de phase plus ou moins constante. Le lieu de la pression détermine la hauteur du son. Si l'on n'appuie que légèrement, la vibration demeure de phase constante, on entend une hauteur de son qui reste la même. Plus la pression devient forte, plus les rapports de phase

üblich notiert, ist kein Tempo vorgeschrieben, so wenig, wie ein Intensitätsverlauf oder eine Anschlagsform. Erst hinter jeder Gruppe erfolgt eine Anweisung, wie die folgende Gruppe – irgendeine der anderen – zu spielen ist: beispielsweise von ♩ ca. 40 an beschleunigend und wieder verlangsamend; von mf aus leiser werdend; r. H. legato, l. H. staccato (oder irgendwelche andere Bezeichnungen). Dann sind die Gruppen auf einen Papierbogen bestimmter Größe unregelmäßig verteilt. Und die allgemeine Spielanweisung sagt: *absichtslos* irgendeine Gruppe als erste ganz frei zu spielen, dann ebenso absichtslos auf dem Bogen herumzuschauen und die nächste gesehene Gruppe zu spielen, jetzt aber mit den Spielanweisungen, die hinter der zuerst gewählten Gruppe standen usw. Wird eine Gruppe zum drittenmal erreicht, so ist das Stück zu Ende. Da es wahrscheinlich ist, daß mehrere Gruppen zweimal im Verlauf des Stückes gespielt werden, ist auch die Tonhöhenstruktur mancher Gruppen teilweise zweifach notiert; wird die Gruppe zum zweitenmal erreicht, so sollen einzelne Töne fortfallen, andere ausgetauscht werden (eingeklammerte), ganze Gruppen um eine oder mehrere Oktaven versetzt werden (durch Weglassen des Oktavierungszeichens) usw. Die Feldstruktur einer solchen Großform wird natürlich beim Vergleich mit anderen Stücken innerhalb eines Zyklus noch deutlicher; vor allem aber dann, wenn das Stück mehrmals nacheinander gespielt wird.

Andere Vorstellungen verbinden Ablaufstrukturen mit ungerichteten Zeitstrukturen. So ist nicht allein eine Synchronisation simultaner *Eigenzeiten* von Strukturen vorstellbar geworden: die Zeit als ein Organismus räumlich gestaffelter Schichten; sondern ebenso eine Reihung sukzessiver Eigenzeiten: die Zeit als entwickelter, gezielter Ablauf *und* als statistischer, ungerichteter Zustand kontinuierlicher Zeitfelder. (›Simultan‹ und ›sukzessiv‹ sind dabei Hilfsbegriffe der räumlichen Vorstellung und als solche beliebig vertauschbar, identifizierbar; gemeint ist eigentlich der Unterschied von ›anwesend‹ und abwesend‹.)

Damit ist es dem Musiker möglich, zwischen der gemessenen *Quantenzeit* und der erlebten *Feldzeit* eine jeweils mehr oder weniger enge Verbindung herzustellen: zwischen den beiden Prinzipien, entweder die Dauern der Klänge oder die auszuführende Aktion zur Hervorbringung der Klänge zu bezeichnen, vermittelt er je und je mit Reihen verschieden graduierter Feldproportionen.

deviennent irréguliers et les hauteurs de sons indéterminées. Cela signifie simplement qu'un tel type de *modulation de phases* continue transforme de manière continue un *son* en *bruit*. La force de la pression correspond ainsi à la largeur spectrale (la grandeur de champ) du bruit. La pression la plus forte efface finalement totalement la sensation de hauteur de son : on produit un « bruit blanc » ; la pression la plus faible produit un « son pur ». Cela rendrait enfin possible une régulation de champ des phases fondamentales.

Comme pour la composition de champs mettant en œuvre des spectres de formants de durées macrotemporelles, nous devons pouvoir également produire des grandeurs de champ microtemporelles de rapports de phase simultanés. C'est pourquoi il doit être possible de modifier de façon aussi continue la position et le nombre des formants d'un spectre de temps, et par là le rythme des formants (« timbre ») d'un son fondamental. La moindre pression sur la courroie de jeu produit ainsi non seulement une vibration « pure » de phase constante, mais également un *continuum de « timbre »* sur ce même son fondamental. Cela est facile à représenter. Toujours en partant du principe d'un clavier à courroie continu, selon que l'on appuierait plutôt à l'avant ou plutôt en arrière, et, pour des sons à plusieurs formants, selon le nombre de doigts simultanés et l'écart entre eux, on ajouterait à la vibration fondamentale des vibrations partielles. Celles-ci seraient alors également, selon la différence de pression exercée par chaque doigt, de phase plus ou moins constante. L'intensité des vibrations produites pourrait enfin être modifiée de manière continue à l'aide de la pédale.

Cet instrument idéal rassemblerait toutes les exigences d'une modification continue des proportions de temps : pour les phases fondamentales macro-temporelles — durées —, par la durée de l'action ; pour les phases fondamentales micro-temporelles — hauteurs —, par la position sur le clavier à courroie continu ; pour les rapports de phase micro-temporels — passage du « son » à la « bande de fréquence » —, par la différence de pression sur la courroie de jeu ; pour les rythmes de formants micro-temporels — « timbres » —, par la largeur de l'endroit où s'exerce la pression, et aussi par le nombre de ces endroits et les distances entre eux, transversalement par rapport au clavier ; pour l'intensité des vibrations, par la pression de la pédale. Des spectres de formants des durées — superposition simultanée de processus et de sonorités différents — pourraient être obtenus au moyen du jeu concertant de plusieurs instruments de ce type.

Il ne faut pas s'attendre à ce qu'un facteur d'instruments ait aujourd'hui une idée de l'instrument dont le musicien a besoin : c'est au musicien de le lui dire ; nul ne sait combien de temps il faudra encore attendre pour cela. On peut supposer cependant qu'un tel instrument existera un jour.

Il semble en effet peu fructueux de rester enfermé dans une contradiction entre d'une part un matériau et des instruments qui ont perdu leur sens, et d'autre part la représentation compositionnelle. Au lieu de se battre contre des moulins à vent ou de construire un travail tout entier sur un compromis, on cherchera à mettre son savoir-faire à l'unisson d'un nouveau

Anscheinend werden mit der Feldkomposition *Freiheitsgrade* des Instrumentalisten gelenkt. Man könnte meinen, mit den unterschiedlich großen Feldern habe der Komponist dem Instrumentalisten einen verschieden stark dosierten Anteil an ›Improvisation‹ gelassen. Prüft man das genauer, so gibt ein ungemessenes Zeitfeld keinen Anlaß, irgend etwas zur komponierten Struktur beliebig hinzu zu erfinden. Vielmehr kommt zum rational gesteuerten Zeitmessen, dem Auszählen, ein spontan reagierendes Hervorbringen der Zeit, das zeitliche Agieren, hinzu. Während sich bisher die Aktion des Spielens – und Hörens – an den in Dauern gemessenen Zeitproportionen zu orientieren hatte, entstehen nun zum Teil erst die Zeitproportionen in der Aktion. Mit anderen Worten: konnte man bisher in der Musik die komponierten Zeitverhältnisse aus der Partitur unabhängig von der klanglichen Realisation entnehmen, und wurde die ›Richtigkeit‹ einer klanglichen Zeitrealisation an der Zeitnotation der Partitur geprüft, so gibt in einer Feldkomposition die Partitur dort, wo die Aktion notiert ist, überhaupt keinen Aufschluß über die Maße der Zeitproportionen, sondern diese entstehen immer erst im Augenblick der klanglichen Verwirklichung, beim Spielen. Die ›Richtigkeit‹ der Zeitverwirklichung wird im letzteren Fall an sich selber geprüft; ob nämlich die Aktionszeiten im Augenblick des Spielens in einem organischen Verhältnis zu den hervorzubringenden Klangzeiten stehen. Worin bestünden also in einem Feld die Freiheitsgrade des Instrumentalisten? Hat er zum Beispiel kleine Noten ›so schnell wie möglich‹ zu spielen, dabei aber zu beachten, daß alle Töne in allen Lagen deutlich als Tonhöhen zu erkennen sind, so muß er entscheiden – mit seiner musikalischen Empfindung –, was er für deutlich genug hält; das hängt, wie gesagt, von vielen Faktoren ab. Eben so ist es bei der Notation von Anschlägen, Präparationen, bei der Vorschrift, ›möglichst nur aperiodische Zeitverhältnisse in Teilfeldern zu spielen‹ usw. Schließlich gäbe es eine Spielanweisung wie: ›absichtslos auf dem Partiturbogen weiterschauen und die nächste gesehene Gruppe spielen‹.

Ob man also dem musikalischen Urteil eines Instrumentalisten, ein bestimmter gespielter Klang habe gerade lang genug gedauert, und jetzt müsse der nächste klingen: ob man diesem ›Abwägen‹ an Stelle des ›Auszählens‹ von Zeitdauern einen bestimmten Freiheitsgrad zuordnet, ist ohne Belang. Man könnte ebenso sagen, der Musiker beantworte mit seiner Aktion die ›Eigenzeit‹ des Klanges, und statt im Streit mit der vorgemessenen Metronomzeit mechanisch Dauern zu quanteln, mißt er nun mit ›Empfindungsquanten‹; er empfindet, entdeckt die Zeit der Klänge, er läßt ihnen ›ihre‹ Zeit.

Offenbar ist aber das mit ›Freiheit‹ gemeint. Denn wie kommt es, daß Instrumentalisten, die die ersten Kompositionen solcher Musik gespielt haben, sich sehr viel freier wissen als bisher, obwohl sie gebundener sind?

Für den Komponisten kann es eine günstige Arbeitsmethode sein, sich für ein Werk eine *Reihe von Freiheitsgraden* zu wählen. Das Komponieren selbst bewegt sich in verschieden großen ›Aktionsfeldern‹. Die verbreitete Vorstellung, der eine arbeite ›frei‹, der andere ›strenger‹, der dritte ›schematisch‹ usw., stammt wirklich aus einer Zeit, in der man ›Freiheit‹ selbst schematisierte. So gab es ›freie‹ und ›strenge‹ Formen, ›freie‹ und ›strenge‹ Interpretationen u. ä. Wer die musikalische Zeit als eine vieldimensionale erlebt, dessen Komposition ist selbst vieldimensional geworden; und gemessene oder empfundene Proportionen, Quanten- und Feldzeit, systematische und ›zufällige‹ Bestimmung sind für ihn extreme Vorstellungen, zwischen denen es viele Zwischenstadien gibt. So können in einer Werkstruktur Teilstrukturen aufeinander zu komponiert sein, in denen für die freie Entscheidung eine mehr oder weniger große Anzahl an Konfigurationsmöglichkeiten zur Auswahl steht. Solche *Entscheidungsfelder* – in beliebigen Proportionen – können zwischen total prädeterminierten und undeterminierten Strukturen vermitteln. Die Entscheidung selbst verbindet rationales Messen und empfindungsmäßiges Abwägen mit verschiedener Gewichtsverteilung. Einem Werk wäre dann eine Proportionsreihe der Entscheidungsfelder eigentümlich. Wie sollte auch endlich eine musikalische Zeitvorstellung existieren, ginge sie nicht aus dem Komponieren selbst hervor?

temps musical. Il n'y aura plus alors à redouter les règles, les interdits, les systèmes, les théories et autres contraintes ; car le compositeur vit déjà selon cet ordre du temps, et sa musique apporte une réponse à la nature sonore, à condition qu'elle s'ouvre à lui : qu'il pressente...*

« ...Wie die Zeit vergeht... » se rapporte en particulier aux compositions suivantes : *Zeitmaße, Gruppen für drei Orchester* [19] et *Klavierstücke V-XI*.)

Traduit de l'allemand
par Christian MEYER

---

* Le titre du texte est la suite de cette phrase *(N.d.t.)*.

le même qui a traduit le traité de la musique de Boèce ?

1. Les notes 1 à 19 ont été rédigées par Dr. Georg Heike de l'Institut für Phonetik und Kommunikationsforschung de l'Université de Bonn : cet article de Stockhausen avait fait l'objet de critiques diverses relatives aux termes utilisés et quant à certains faits. La critique est fondée dans la mesure où elle isole les concepts utilisés de leur contexte musical pour les confronter aux définitions correspondantes de la physique. Afin d'expliquer au musicien, mais aussi au physicien l'utilisation particulière de ces concepts, on tentera de commenter certains passages de ce texte. Pour diverses raisons, on ne consacrera que quelques mots aux points les plus importants.

2. Cette acception large du terme de « phase » ne correspond pas à sa définition physique. Le jargon technique associe volontiers « phase » et « intervalle de temps » ; cela résulte apparemment du fait qu'entre des points d'oscillation de positions de phases différentes se forme nécessairement un intervalle de temps et que, par exemple, des oscillations ralenties dans le temps engendrent des déphasages.

3. Dans la définition « phase » = « intervalle de temps », le concept de « phase » comprend déjà une durée. — Du point de vue de la sensibilité, il est inexact de parler de « mesure ». Une mesure présuppose au minimum une unité et un instrument de mesure. Quant aux mesures de temps, il serait plus juste de substituer à « quantum d'unité » *(Einheitsquantum)* l'« unité de mesure » *(Masseinheit)* ou l'« unité de temps » *(Zeiteinheit)*.

4. Ces assertions et les suivantes ne sont valables que pour des séries d'impulsions. L'infra-son n'est pas perceptible en tant que son et par conséquent pas davantage en tant que durée.

5. La notion de « durée de phase » recouvre ici deux choses : 1. La durée de la période d'oscillations périodiques (« sons », « timbres ») ; 2. L'intervalle de temps entre l'entrée et la sortie de phase de tels processus vibratoires (« durée de son ou de timbre ») ou encore l'intervalle qui sépare l'amorce de deux mises en phase successives.

6. Ce passage est essentiellement de nature fictive ou systématisante. La modification de la sensibilité ne peut être vérifiée que dans le cas de séries d'impulsions périodiques.

7. Au sens d'« irrationnel du point de vue de la sensibilité », voir plus loin. Il ne s'agit pas là de la définition mathématique.

8. Pour ce qui suit, cf. également note 6.

9. Cette désignation n'est pertinente que si « phase fondamentale » est mis en équivalence avec la durée de période d'une oscillation périodique ; si « son fondamental », lorsqu'il est réellement contenu dans le spectre, correspond à « premier harmonique ».

10. Ce terme de « formant » tel qu'il est utilisé ici, ne correspond pas à sa définition acoustique et phonétique. Selon la définition acoustique, la structure de formant d'un processus acoustique périodique ou apériodique dépend de l'intensité de zones spectrales déterminées. La

Aus der Darstellung der Zeitmorphose zu Beginn dieser Untersuchung geht hervor, alle voraufgegangenen Überlegungen über die Feldkomposition im Bereich der Dauern auf den Bereich der Höhen zu beziehen. Es erscheint daher überflüssig, jedes Detail nochmals aufzugreifen und statt der Feldbestimmung der Dauer die *Feldbestimmung der Höhe* einzusetzen. Auf einige Konsequenzen sei jedoch besonders hingewiesen.

Sobald die Höhe statt einer diskreten Größe als eine Feldgröße vorgestellt wird, können keine Instrumente mit festgelegten Skalen verwendet werden (Klavier u. a.), sondern Instrumente, auf denen man *Tonhöhen kontinuierlich* darstellen kann. Eine diskrete Tonhöhe wäre dann, entsprechend der gemessenen Dauer, der Sonderfall einer Feldgröße gleich Null. Es ergeben sich hierbei wieder die beiden Möglichkeiten, von der einzelnen Feldgröße zur Gruppe oder vom Gruppenfeld zur Einzelhöhe zu gelangen. Entweder resultiert ein Tonhöhenintervall aus der vorgeschriebenen Aktion – wie groß z. B. die Bewegung über einer Klaviatur sein soll; wobei die räumliche Ausdehnung von Klaviaturen auch verschieden groß gebaut werden könnte –, oder aber markiert die graphische Vorschrift Höhenfelder mit mehr oder weniger genau bestimmtem Ambitus und gibt die Gruppenzahl der Höhen pro Teilfeld an. Dabei ergeben sich Felder der Einzelhöhen wieder aus dem Verhältnis von Anzahl und Ambitus eines Teilfeldes (siehe Beispiel 22). Entweder kann die Höhenrichtung einer Tongruppe unbestimmt oder durch Richtungsdiagramme (steigend, fallend, kombiniert) angegeben sein.

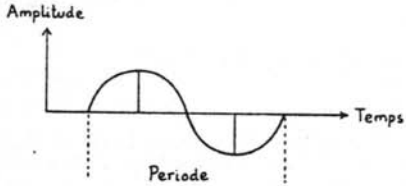
Nun ist aber nicht jede Höhe ohne weiteres eine periodische Folge gleicher Grundphasen. Das hieße ja wieder, daß zwar die Grundtöne nicht als vorgemessene diskrete Skalengrößen, sondern als Grundtonfelder behandelt sind; daß aber ein einmal erreichter Grundton automatisch in seiner Höhe konstant sei, nämlich eine Gruppenfolge gleich langer Grundphasen. Die einzelne mikrozeitliche Grunddauer wäre somit eine Feldgröße, aber die Grundphasen in einer Gruppe wären exakt eine wie die andere. Daß demnach im Verlauf einer Tondauer die Tonhöhe konstant bleibt, wäre eine Ausnahme in der Feldkomposition. Sie trifft nur dann zu, wenn in einer Phasengruppe keine Feldproportionen ins Spiel kommen, sondern alle Phasen gleich groß sind, kein Spielraum für *Phasenverschiebungen* vorhanden ist. Was folgt aus alledem?

Man müßte ein *neues Instrument* bauen, bei dem zum Beispiel der unterschiedliche Druck auf ein kontinuierliches Spielband bewirkt, daß die erzeugte

seule absence de certains harmoniques au sein de spectres périodiques ne suffit pas dans tous les cas à la formation de formants. Selon la définition de la « phase fondamentale » proposée en note 5 (1.), le concept de « formant » tel qu'il est utilisé ici correspondrait, en termes d'acoustique, à la durée de la période ou au numéro d'ordre des harmoniques d'un son.

11. La durée de la « phase fondamentale » (= durée de la période) ne définit *stricto sensu* que la *fréquence* du son fondamental ou du premier harmonique. La « hauteur » en tant que perception ne coïncide pas obligatoirement avec cela ou n'en dépend pas nécessairement. — La couleur sonore d'un timbre est effectivement largement déterminée par les formants, mais non pas au sens de la définition utilisée ici. La couleur sonore résulte du nombre et, avant tout, des rapports d'*intensité* entre les *harmoniques*. Selon la définition acoustico-phonétique des formants, certains harmoniques (« sons partiels ») ou groupes d'harmoniques se détachent du spectre par leur intensité.

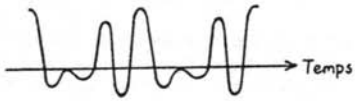
12. Pour être précis, un « son pur » ou « son sinusoïdal », n'exige pas seulement un maximum d'amplitude par « phase » (= durée de période), mais également un parcours d'amplitude sinusoïdal, comme ceci :



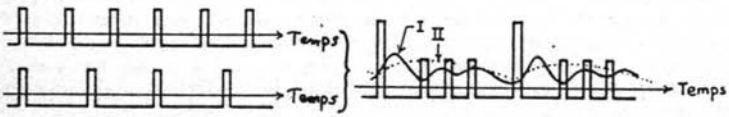
13. Le son fondamental ainsi défini ne peut être mis en équivalence avec le terme « premier harmonique » (cf. note 9), étant donné qu'il n'est pas réellement présent en tant que composante sinusoïdale (conformément à l'analyse de Fourier). Il est cependant perçu auditivement. On le désigne également comme « son fondamental virtuel » ou « son résiduel » dans le cas de spectres harmoniques où la première harmonique est objectivement absente. Sa « hauteur » correspond à la fréquence du plus grand diviseur commun des composantes sinusoïdales en présence (son des quotients).

14. On obtient également la période du « son fondamental » lorsque les maxima des « formants » ne tombent pas ensemble, mais sont en décalage les uns par rapport aux autres (décalages de *phase,* au sens de la définition physique de la « phase »).

15. Ce parcours d'amplitude qui en résulte ne survient que lorsque quelques maxima d'oscillations tombent ensemble. Si cela n'est pas le cas — comme cela peut se produire de façon incontrôlable avec des sons instrumentaux, en fonction par exemple des diverses conditions d'émission, ou avec la génération de sons électroniques lors du mixage de signaux sinusoïdaux —, bien d'autres types de courbes sont théoriquement possibles (cf. aussi note 14), p. ex. :



On obtient d'autres rapports lorsque l'on superpose non pas des « sons purs » (oscillations sinusoïdales), mais des structures en forme d'impulsions, comme celles que présentent p. ex. les attaques de xylophone ou d'autres sons semblables de durée extrêmement brève. La superposition d'impulsions idéalisées avec une fréquence en série d'impulsions de rapport 3:2, conformément à l'exemple 6, donnerait l'image suivante :



Schwingung mehr oder weniger phasenkonstant ist. Die Druckstelle bestimmt die Tonhöhe. Drückt man nur leicht, so bleibt die Schwingung phasenkonstant, man hört eine gleichbleibende Tonhöhe. Je stärker der Druck wird, um so unregelmäßiger werden die Phasenverhältnisse, um so unbestimmter die Tonhöhe. Das bedeutet aber nichts anderes, als daß eine derart kontinuierliche *Phasenmodulation* den *Ton* kontinuierlich *zum Geräusch* werden läßt. Die Stärke des Druckes entspricht dabei der spektralen Breite (der Feldgröße) des Geräusches. Der stärkste Druck löscht schließlich die Tonhöhenempfindung vollständig aus: man erzeugt ein ›weißes Rauschen‹; der schwächste Druck erzeugt einen ›reinen Ton‹. Das würde aber erst eine Feldregulierung der Grundphasen ermöglichen.

Wie bei der Feldkomposition von Formantspektren makrozeitlicher Dauern hätten wir ebenso mikrozeitliche Feldgrößen simultaner Phasenverhältnisse zu fordern. Also muß es möglich sein, Lage und Anzahl der Formanten eines Zeitspektrums und damit den Formantrhythmus (›Klangfarbe‹) eines Grundtones ebenso kontinuierlich zu verändern. Der geringste Druck auf das Spielband bringt also nicht allein eine phasenkonstante ›reine‹ Schwingung hervor, sondern ebenso ein ›*Klangfarben*‹-*Kontinuum* über dem gleichen Grundton. Das läßt sich leicht vorstellen. Je nachdem, ob man – immer ausgehend vom Prinzip einer kontinuierlichen Bandklaviatur – vorne oder weiter hinten niederdrückt, und bei mehrformantigen Klängen mit wieviel Fingern zugleich und mit welchem Fingerabstand, würden zu der Grundschwingung ihre Teilschwingungen hinzugefügt. Auch diese wären dann, je nach verschiedenem Druck der einzelnen Finger, mehr oder weniger phasenkonstant. Die Intensität der hervorgebrachten Schwingungen wäre endlich durch Pedal kontinuierlich zu verändern.

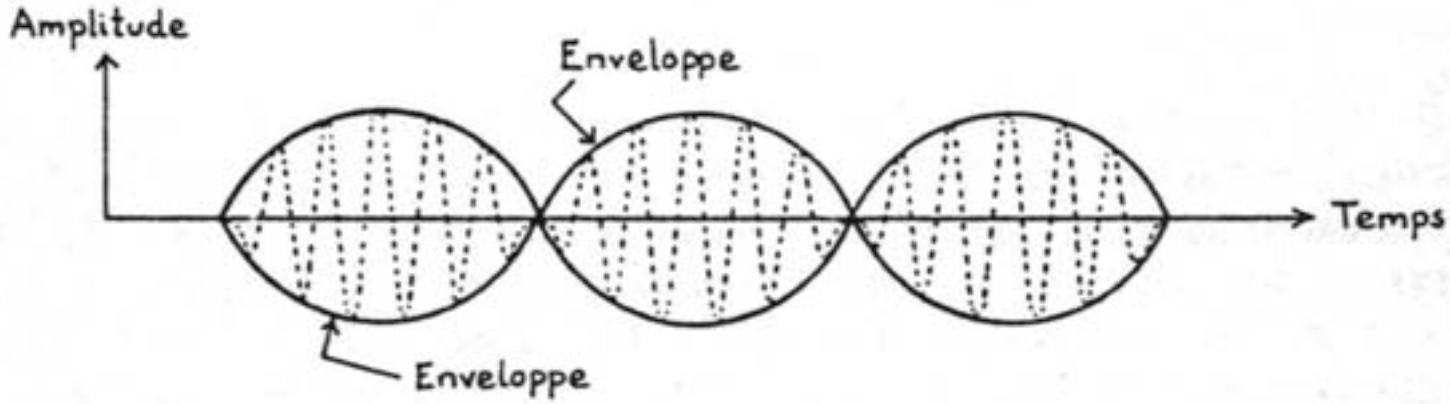
Ein solches Idealinstrument vereinigte in sich alle Erfordernisse einer kontinuierlichen Veränderung von Zeitproportionen: für die makrozeitlichen Grundphasen – Dauern – durch die Dauer der Aktion; für die mikrozeitlichen Grundphasen – Höhen – durch die Lage auf der kontinuierlichen Bandklaviatur; für die mikrozeitlichen Phasenverhältnisse – Übergang vom ›Ton‹ zum ›Geräuschband‹ – durch den unterschiedlichen Druck auf das Spielband; für die mikrozeitlichen Formantrhythmen – ›Klangfarben‹ – durch die Weite der Druckstelle beziehungsweise durch Anzahl und Abstand mehrerer Druckstellen in Querrichtung zur Klaviatur; für die Intensität der Schwingungen durch Pedal-

On obtient la courbe I (appelée également enveloppe) lorsque la série d'impulsions est portée sur un membre tendant à l'inertie (p. ex. un passe-bas) qui opère une intégration. Elle est semblable d'un point de vue formel à l'exemple 6, à cette différence près qu'il s'agit-là d'une tension alternative et ici d'un flux égal de pulsions. Elle n'est donc pas objectivement présente dans le signal de sortie mais elle résulte d'une valorisation du temps. Cette valorisation du temps peut être réalisée à l'aide de différentes valeurs (constantes de temps). La courbe II résulte d'une constante de temps relativement grande.

16. Voir les observations de la note 13.

17. Voir cependant les observations relatives à l'intensité (note 11).

18. On saisira mieux la différence qu'il y a pour l'oreille entre l'enveloppe et la courbe d'intensité (il est probablement question du parcours de la pression acoustique ou de l'amplitude) en prenant l'exemple d'oscillations de deux signaux sinusoïdaux de fréquence voisine en superposition :



La capacité de résolution temporelle de l'oreille, vers 1/16e de sec. environ, décide si la fréquence d'oscillation objectivement absente en tant que composante est perçue comme rythme des variations de la puissance sonore (« zone des durées ») ou comme son (« zone des hauteurs »). Il est impossible cependant de représenter le parcours de la pression acoustique objective et une enveloppe formée par appréciation, par le même courant d'oscillations. L'enveloppe peut cependant être rendue visible sur un oscillographe après que l'on ait réalisé successivement l'unidirectionnalité et l'intégration des oscillations alternatives.

19. Gottfried Michael Koenig a publié dans *die Reihe* 8, 1962, un commentaire de « ...Wie die Zeit vergeht... » avec des exemples extraits de *Gruppen für drei Orchester*.

druck. Formantspektren der Dauern – gleichzeitige Überlagerung verschiedener Zeit- und Klangvorgänge – würden durch das Zusammenspiel mehrerer solcher Instrumente erreicht.

Es ist nicht zu erwarten, daß ein Instrumentenbauer heute eine Vorstellung davon hat, was für ein Instrument der Musiker braucht: der Musiker muß es ihm sagen. Wie lange darauf noch zu warten ist, weiß man nicht. Daß es aber ein solches Instrument geben wird, ist zu erwarten.

Denn es scheint wenig fruchtbar zu sein, in einem Widerspruch zwischen dem sinnlos gewordenen Material, den sinnlos gewordenen Instrumenten einerseits und der kompositorischen Vorstellung andererseits steckenzubleiben. Statt gegen Windmühlen anzurennen oder die ganze Arbeit auf einem Kompromiß aufzubauen, versucht manch einer lieber, sein Handwerk in Einklang mit einer neuen musikalischen Zeit zu bringen. Dann braucht er keine Regeln und Verbote, kein System, keine Theorie und keinen Zwang mehr zu fürchten; denn er lebt in dieser Zeitordnung, und seine Musik gibt Antwort auf die Klangnatur, wenn sie sich ihm auftut: wenn er ahnt, . . .

(» . . . wie die Zeit vergeht . . .« bezieht sich im besonderen auf die Kompositionen 'Zeitmaße', 'Gruppen für drei Orchester'[19] und 'Klavierstücke V-XI'.)

[19] Gottfried Michael Koenig schrieb in 'die Reihe 8', Wien 1962, einen Kommentar zu » . . . wie die Zeit vergeht . . . « mit Beispielen aus 'Gruppen für drei Orchester'.

Freenet in Sympathy
for woMankind Knowledge
2016