

1. Experimentelle Tempogestaltung: Emmanuel Ghent und das Coordinome

Rhythm has been a most unyielding problem in recent music, as viewed from the difficulties it presents in notation, performance, and perception, not to mention the very process of composition itself.

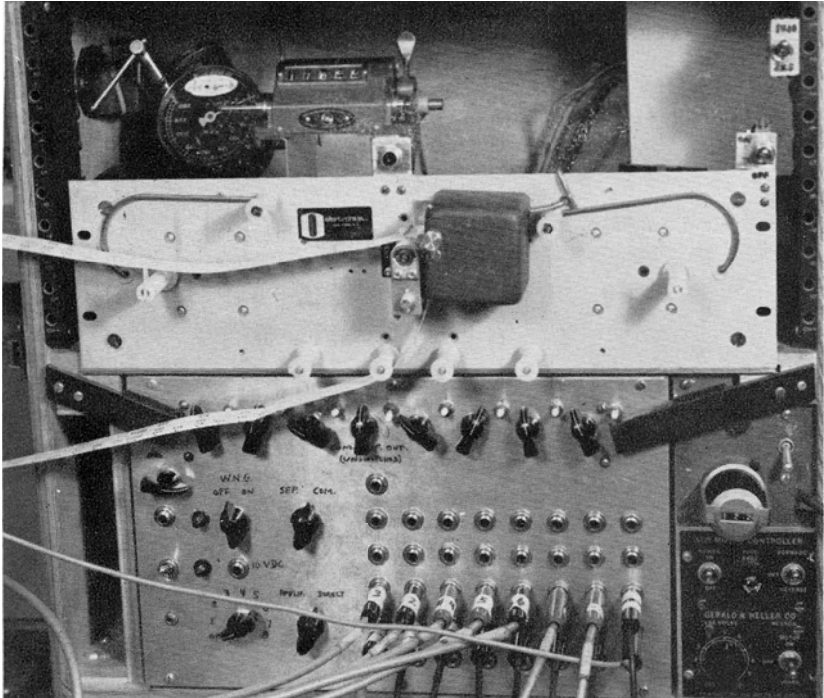
*Emmanuel Ghent*¹

Am 15. Januar 1966 wurde in der Konzertreihe *Composers Forum* in New York Emmanuel Ghents Blechbläserquintett *Dithyrambos* uraufgeführt. Weil die Instrumente in diesem Werk über weite Strecken gleichzeitig in verschiedenen Tempi zu spielen haben, musste ein technisches Hilfsmittel zur zeitlichen Koordination verwendet werden. Ghent hatte dazu ein eigenes Verfahren entwickelt: Mit einem lochkartengesteuerten Apparat, dem sogenannten Coordinome (Abb. 1.1), erzeugte er Metronomsignale, die auf Tonband aufgezeichnet und den fünf Musikern bei der Aufführung über Ohrhörer zugespielt wurden.² Anhand dieses Beispiels soll der Frage nachgegangen werden, welche Abhängigkeit zwischen tempopolyphoner Musik und technikgestützter Tempovermittlung besteht. Dazu werden die technischen Details des Coordinome beschrieben und die Arbeitsschritte geschildert, die zur Herstellung der Metronomsignale nötig waren. Zudem werden anhand von *Dithyrambos* sowie zwei weiteren Werken, die ebenfalls mit dem Coordinome und Ghents Denkweise in Zusammenhang stehen, verschiedene tempopolyphone Kompositionskonzepte betrachtet.

1 Emmanuel Ghent: *Programmed Signals to Performers. A New Compositional Resource*, in: *Perspectives of New Music* 6 (1967), S. 96–106, hier S. 96.

2 Man könnte auch von einem Click-Track sprechen. Ghent verwendet jedoch überall und ausschließlich die Bezeichnung »Signale«.

Abbildung 1.1: Das Coordinome.



Quelle: Ghent, *The Coordinome in Relation to Electronic Music*, S. 33.

Ghent wurde 1925 in Montreal, Kanada, geboren.³ Er betätigte sich seit seiner Jugend als Komponist, schrieb aber insgesamt nur wenige, meist kammermusikalische Werke.⁴ Trotz dieses früh erwachten Interesses für die kreative Beschäftigung mit Musik begann Ghent erst im Alter von 36 Jahren, privaten Kompositionsunterricht bei Ralph Shapey in New York zu nehmen. Dieser Kompositionsunterricht dauerte von 1961 bis 1963 und scheint Ghent musikalisch stark geformt zu haben. Erst in dieser Zeit begann seine eigentliche Karriere als Komponist und entsprechend ist das erste in seinem offiziellen Werkverzeichnis aufgeführte Werk *Entelechy* für Viola und Klavier aus dem Jahre 1963. Schon in diesem Werk zeigt sich Ghents kompositorisches Interesse an der Gleichzeitigkeit von regelmäßigen, aber verschieden schnellen Rhythmen. Man kann aber

3 Alle biografischen Angaben in diesem Text sind folgendem Lexikonartikel entnommen: David Ewen: Art. Ghent, Emmanuel, in: *American Composers. A Biographical Dictionary*, London: Robert Hale 1983, S. 253–256.

4 Die frühesten Werke, die er schon während seiner Zeit an der High School komponierte, sind verschollen.

noch nicht von ›echter‹ Tempopolyphonie sprechen, weil er diese Rhythmen mit entsprechenden Notenwerten in einem gemeinsamen Tempo notierte. Um dieses Interesse weiterzuverfolgen, entwarf Ghent eine mechanische Vorrichtung, die er Polynome nannte. Es handelte sich dabei um eine Art tempopolyphones Metronom, das er auch gleich für seine nächsten Kompositionen *Triality* und *Triality II* (1964) für Violine, Trompete und Fagott verwendete. In den *Performance notes* schreibt Ghent bei *Triality*: »It is intended that this music be played with the assistance of a polynome [...] an instrument which can simultaneously beat up to 7 different tempi«, und bei *Triality II*: »Although it is not absolutely required, the polynome will greatly facilitate the performance of this work. The polynome is an instrument that can maintain multiple separate beats each in fixed relation to each other, at the same or different tempi«.⁵ Erst nachdem er mit dem Polynome Erfahrungen in der Praxis gesammelt hatte, entwickelte Ghent das Coordinome.

Es war die Kombination von zwei Gegebenheiten, die Ghents Erfindergeist anspornte. Einerseits sein Interesse an tempopolyphoner Musik und andererseits sein Wille, das Mittel, um die Aufführbarkeit einer solchen Musik zu ermöglichen, in einer technischen Lösung zu suchen. Nach einigem Experimentieren war das Coordinome funktionsfähig und Ghent konnte es in der Folge für die Aufführung seiner Werke nutzen. Es wäre aber zu einseitig, im Coordinome bloß das Werkzeug zur Realisierung von komplexen kompositorischen Konzepten zu sehen. Ebenso kann man annehmen, dass Ghent diese kompositorischen Konzepte auch gerade deshalb entwickelte, weil er das Potenzial des technischen Systems ausschöpfen wollte. Es ist also von einer Wechselbeziehung auszugehen: Kompositorische Ideen führten zur Entwicklung einer technischen Lösung, die Verfügbarkeit dieser Technik ihrerseits zu kompositorischen Ideen. Da Ghent in einer Person der Komponist der Werke und der Entwickler des technischen Systems war, führte diese Gegenseitigkeit besonders schnell zu Ergebnissen.

1.1 Programmierbare Signale

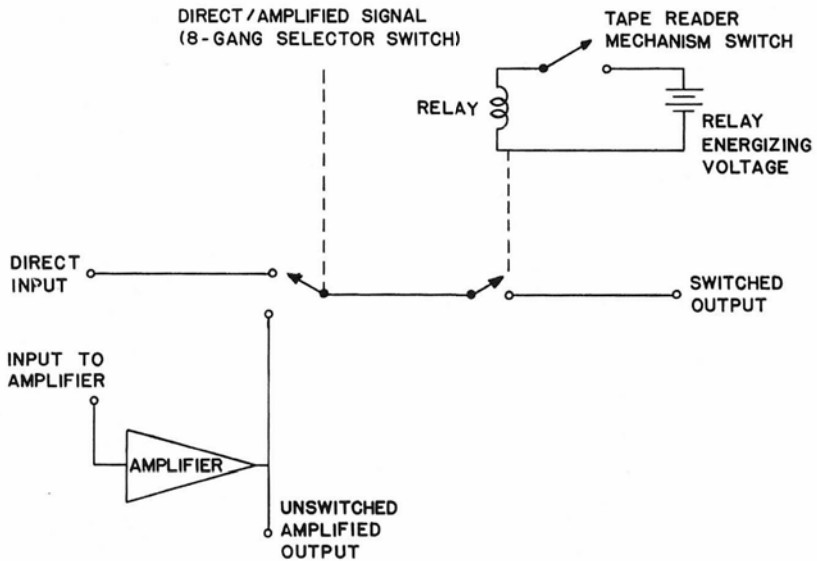
Ghent publizierte 1967 zwei wissenschaftliche Artikel. Im ersten, *Programmed Signals to Performers*, schildert er die Anwendung des Coordinome aus der Perspektive der Aufführungs- und Kompositionspraxis von Instrumentalmusik,⁶ im anderen, *The Coordinome in Relation to Electronic Music*, erläutert er eine völlig andere Verwendung des Coordinome – nämlich als ein Kompositionswerkzeug für elektro-

5 Vgl. Bibliothekskatalog der University of Chicago, <http://pi.lib.uchicago.edu/1001/cat/bib/3121543> (*Triality*) und <http://pi.lib.uchicago.edu/1001/cat/bib/8441942> (*Triality II*).

6 Siehe Fußnote 1.

akustische Musik –, beschreibt aber die technischen Funktionen viel detaillierter.⁷ Das Coordinome war im Wesentlichen ein Apparat, der einen Lochstreifen abtastete und akustische Signale ausgab. Ghent entwickelte es zusammen mit Stein G. Raustein an der New York University. Beim Lesen des Lochstreifens wurde bei jedem Loch ein Mechanismus aktiviert, der mittels eines Relais das Eingangssignal für eine kurze Zeit zum Ausgang durchschaltete. Lag also am Eingang ein kontinuierliches Signal an, war das Ausgangssignal nichts anderes als eine rhythmisierte Form dieses Eingangssignals (Abb. 1.2). Ein solcher Schaltmechanismus lag achtmal vor und damit konnte das Coordinome acht verschiedene Signalwege parallel steuern, war also – musikalisch gesprochen – achttimmig polyphon.

Abbildung 1.2: Blockschaltbild des Coordinome (eine von acht Einheiten).



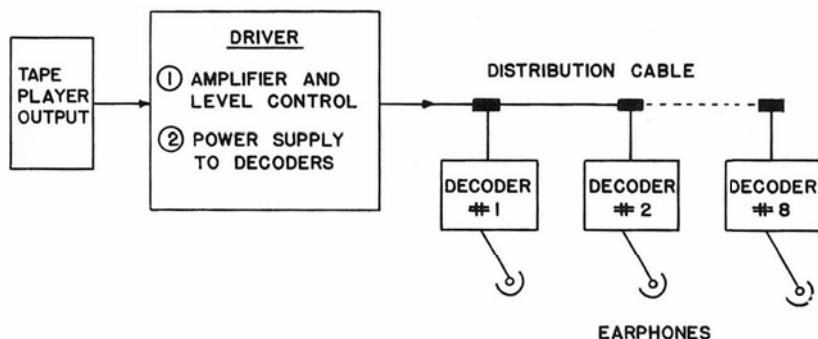
Quelle: Ghent, *The Coordinome in Relation to Electronic Music*, S. 34.

Um kurze, geräuschhafte Metronomsignale zu erzeugen, verwendete Ghent in einer frühen Version dieses Signalsystems zunächst für alle Kanäle weißes Rauschen als Eingangssignal und die einzelnen Ausgangssignale wurden den Musiker:innen individuell zugeführt. Dies bedeutete jedoch, an allen Proben und Konzerten auf das Coordinome und eine Person, die es bedienen kann, angewiesen zu sein. Das war offensichtlich zu umständlich, ließ sich aber vermeiden, indem die Ausgangssignale des Coordinome auf Tonband aufgezeichnet wurden. War dieses Tonband ein-

7 Emmanuel Ghent: *The Coordinome in Relation to Electronic Music*, in: *Electronic Music Review* 1(1967), S. 33–43.

mal produziert, benötigte es für die Wiedergabe bloß eine Bandmaschine und einen Tontechniker und damit eine viel weniger spezialisierte Ausrüstung und Expertise. Da aber für die damaligen Verhältnisse eine achtkanalige Aufzeichnung zu aufwendig gewesen wäre, fand Ghent folgende Lösung: Jeder Kanal erhielt ein eigenes sinusoidales Eingangssignal mit einer bestimmten Frequenz und die rhythmisierten Ausgangssignale wurden zusammengemischt und monophon auf einer einzigen Tonbandspur aufgezeichnet. Um das für die einzelnen Musiker:innen relevante Metronomsignal wieder aus dieser Mischung zu extrahieren, wurden Decoder genannte Bandpassfilter verwendet (Abb. 1.3). Damit die Decodierung mit der nötigen Trennschärfe vorgenommen werden konnte, war es wichtig, dass die Frequenzen genügend Abstand voneinander hatten; Ghent verwendete Frequenzen im Abstand von halben Oktaven, d. h. 250, 350, 500, 700, 1000 Hz usw.

Abbildung 1.3: Blockschaltbild der Signalübertragung zu den Interpreten.



Quelle: Ghent, *The Coordinome in Relation to Electronic Music*, S. 35.

Für die Übermittlung der Metronomsignale an die Musiker:innen war folgende Infrastruktur nötig: Das Ausgangssignal des Tonbandgeräts wurde durch ein Gerät geführt, das das Signal aufbereitete und von Störgeräuschen befreite, indem erstens alle nicht benötigten Frequenzen herausgefiltert und zweitens nur Signale über einem bestimmten Pegel verstärkt wurden. Gleichzeitig funktionierte dieses Gerät auch als Stromversorgung für die Decoder. Das Kabel zu den Interpreten musste lang genug sein, damit es bis zur Hinterbühne reichte.⁸ In regelmäßigen Abständen entlang dieses Kabels gab es Anschlüsse, an denen die Interpret:innen ihre Decoder, Apparate etwa von der Größe eines Transistorradios, anschließen konnten.⁹

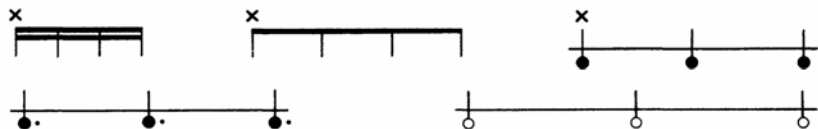
8 Das Kabel war bis zu 150' (= 45 m) lang; vgl. Ghent: *Programmed Signals to Performers. A New Compositional Resource*, S. 103.

9 Ghent fügt im Sinne eines Ausblicks noch die Bemerkung an, dass dieses Verbindungskabel ohne Weiteres auch durch eine Nahbereichsfunkstrecke ersetzt werden könnte, vgl. ebd., S. 98.

Notation der Signalrhythmen

Mit dem Coordinome hatte Ghent einen Apparat entwickelt, um die für die Aufführung seiner Musik benötigten, rhythmisierten Signale zu erzeugen. Doch bevor er das Coordinome überhaupt in Betrieb nehmen konnte, musste er noch etliche Arbeitsschritte ausführen, bis schließlich der benötigte Lochstreifen hergestellt war. Der erste Schritt bestand darin, für alle Instrumente an jeder Stelle der Partitur die Rhythmen der Metronomsignale festzulegen. Dazu mussten die passenden Notenwerte gefunden und das ihnen überlagerte Akzentmuster bestimmt werden, wobei die hier zu treffenden Entscheidungen umso leichter fielen, je eindeutiger sich in der Musik bereits eine bestimmte Metrik finden ließ. Anschließend trug Ghent in der Partitur über dem Notensystem jedes Instruments die rhythmische Struktur des entsprechenden Metronomsignals ein. Dafür verwendete er folgende Schreibweise: Er fasste die Noten mit einem Balken oder mit einer Linie mitten durch die Notenhälsen zu Gruppen zusammen und setzte auf die jeweils erste Note einer Gruppe das Zeichen x, womit er bezeichnete, dass dieses Metronomsignal durch einen Akzent hervorgehoben werden sollte. Dadurch schaffte er eine metrische Gliederung, die es den Ausführenden ermöglichte, die Gruppen auch bei der akustischen Wiedergabe der Metronomsignale gut identifizieren zu können (Abb. 1.4).

Abbildung 1.4: Notation der Signalrhythmen.



Quelle: Ghent, *Programmed Signals to Performers. A New Compositional Resource*, S. 98.

Für die Signale wählte Ghent möglichst einfache Rhythmen aus lauter gleichen Notenwerten. An Stellen mit einem plötzlichen Tempowechsel fügte er entweder vor dem Tempowechsel ein paar vorbereitende Taktschläge im neuen Tempo hinzu, oder er wählte nach dem Tempowechsel eine Schlagunterteilung in kleineren Notenwerten, um das neue Tempo gut zu stützen. Für Abschnitte, bei denen ein neues Tempo mit einer ausgehaltenen Note oder einer Pause beginnt, waren solche vorbereitenden Taktschläge natürlich nicht nötig. Ein weiteres akustisches Zeichen waren sogenannte Tripelsignale, drei schnell aufeinanderfolgende Signale, mit denen wichtige Orientierungspunkte im Stück angezeigt werden konnten, z. B. das Ende einer längeren Pause.

In der Notation des Signalrhythmus gab es weder Taktarten noch Taktstriche; eine metrische Gliederung war jedoch durch die Gruppierung der Taktschläge und die Betonungen gegeben. An gewissen Stellen in der Partitur zog Ghent

schraffierte Linien durch alle Notensysteme, um damit zu bezeichnen, wo an den Proben eingesetzt werden kann (Abb. 1.5).

Abbildung 1.5: Ausschnitt aus *Dithyrambos*: Notensystem mit hinzugefügtem Rhythmus für die Metronomsignale, eine schraffierte Linie, die eine Studiennummer anzeigt, und ein Tripelsignal.



Quelle: Ghent, *Dithyrambos*, S. 20.

Herstellung des Lochstreifens

Auf das Einrichten der Partitur folgten die Arbeitsschritte, die zur Herstellung des Lochstreifens für das Coordinome und schließlich zur Produktion der Tonbandspur mit den Metronomsignalen führten. Ghent nannte diese Tätigkeiten eine mühselige Fleißarbeit, was sich gut nachvollziehen lässt, da sie tatsächlich ziemlich aufwendig sind und kaum etwas mit Musik, sondern viel mehr mit Mathematik und Technik zu tun haben. Nachdem alle Taktschläge, Akzente und Tripelsignale in der Partitur bezeichnet worden waren, mussten für alle Noten dieses Signalarhythmus die absoluten Zeiten berechnet werden, wozu sich die Verwendung einer Rechenmaschine anbot. Die nunmehr ausgerechneten Zeiten wurden dann von einem professionellen Locher (*keypunch operator*) oder einem Assistenten manuell auf Lochkarten übertragen. Dafür wurden sogenannte Port-A-Punch-Lochkarten im 40-Spalten-Format verwendet (Abb. 1.6).¹⁰ Eine einzelne Karte entsprach einer Sekunde, durch die vorhandene Anzahl an Spalten konnte diese Sekunde in Zeiteinheiten von 1/40-Sekunden (0.025 Sekunden) unterteilt werden. Die Zeilen der Lochkarte entsprachen den einzelnen Stimmen, d. h. den einzelnen Signalkanälen des Coordinome. Ein einzelnes Loch in der Lochkarte erzeugte ein Signal von 0.025 Sekunden Dauer, vier Löcher direkt hintereinander resultierten in einem längeren Signal, was dazu verwendet wurde, die akzentuierten Taktschläge anzugeben. Die Tripelsignale wurden x-x-x gelocht. Nachdem – Karte für Karte, Sekunde für Sekunde – ein Kartensatz für das ganze Stück gelocht worden war, wurde die Information des Kartensatzes in einem sogenannten Stapelverarbeitungsprozess auf einen Lochstreifen übertragen.

10 Die IBM Supplies Division führte 1958 den Port-A-Punch ein. Es war ein handliches Gerät, mit dem Löcher in spezielle vorperforierte IBM-Lochkarten gestanzt werden konnten. Es diente der schnellen Datenerfassung vor Ort, weil es das vorherige Schreiben oder Abtippen von Quelldokumenten überflüssig machte.

Abbildung 1.6: Eine IBM Port-A-Punch-Lochkarte im 40-Spalten-Format.



Quelle: Wikimedia, gemeinfrei.

Dieser Lochstreifen konnte nun vom Coordinome gelesen werden. Da das Coordinome einen Antriebsmotor mit variabler Geschwindigkeit besaß, konnte der Lochstreifen auch so abgetastet werden, dass sich ein anderes Gesamttempo ergab, während die einzelnen Tempi untereinander in derselben Relation blieben. Um die Musik auch in einem gemächlicheren Tempo üben zu können, bot es sich an, für die Probe immer auch ein zweites Tonband vorzubereiten, auf dem die Signalmustern in verlangsamt Tempo aufgezeichnet wurden. Zuletzt mussten auf dem Tonband noch an den entsprechenden Stellen mit einem Klebeband Markierungen angebracht werden, um die ›Studienziffern‹ zu bezeichnen. Damit konnte der Tontechniker, der die Bandmaschine bediente, an den Proben die richtigen Stellen schnell finden und die Wiedergabe präzise starten.

Synchronisationspunkte

Es gibt verschiedene Strategien und Vorgehensweisen beim Komponieren tempopolypheoner Musik. Es kann eine Tempostruktur im Vorhinein entworfen werden und die Koinzidenzen, d. h. die Stellen, wo die Taktschläge der verschiedenen Tempi zusammenfallen, so wie sie sich ergeben, können akzeptiert und kompositorisch genutzt werden. Es kann aber auch sein, dass im Prozess der kompositorischen Ausarbeitung der Wunsch aufkommt, das Zusammentreffen der Taktschläge an einer anderen Stelle künstlich zu erzeugen. In seinem Artikel *Programmed Signals to Performers* spricht Ghent genau diesen Sachverhalt an. In einem Notenbeispiel zeigt er eine kurze Passage für Violine und Cello (Abb. 1.7). Beide Instrumente spielen in verschiedenen Tempi und beide Stimmen sind mit einem

Signalrhythmus verstehen. Die in dem Notenbeispiel eingetragenen gestrichelten Linien bezeichnen Koordinationspunkte, d. h. Stellen, an denen – aus Gründen, die nicht weiter ausgeführt werden – die beiden Instrumente rhythmisch zusammentreffen *müssen*. Dies führt jedoch zu folgendem Problem: Zwischen dem zweiten und dritten Koordinationspunkt vergehen vier Sekunden, was sich leicht an der Violinstimme ablesen lässt (vier Viertel im Tempo $\text{♩} = 60$). In der Cellostimme ist Tempo $\text{♩} = 100$ vorgegeben und in diesem Tempo lassen sich vier Sekunden nicht mit einer ganzzahligen Anzahl Viertelnoten ausfüllen.¹¹ Zudem findet genau an dieser Stelle auch ein Tempowechsel von $\text{♩} = 100$ zu $\text{♩} = 84$ statt. Dass das neue Tempo mit vier vorbereitenden Metronomsignalen, die die Sechzehntel des neuen Tempos anzeigen, auch noch vorweggenommen werden soll, macht die Sache erst recht kompliziert.¹²

Abbildung 1.7: Synchronisation durch das Einsetzen eines ›unbestimmten‹ Notenwerts.



Quelle: Ghent, *Programmed Signals to Performers. A New Compositional Resource*, S. 101.

Die Lösung, die Ghent für dieses Problem vorschlägt, ist einfach, aber elegant. Mit dem Notenkopf *w* wird ein Notenwert von ›unbestimmter‹ Dauer angezeigt. Dies gilt auch für den Signalrhythmus, wo in dieser Weise ein um einen nicht näher bestimmten Wert verlängerter Taktschlag angezeigt wird. Damit umgeht Ghent die Notwendigkeit, eine zwar rechnerisch korrekte, aber umständliche und schwer leserliche rhythmische Notation verwenden zu müssen. Weil es sich zudem nicht um ein Zeichen aus der traditionellen Notation handelt (z. B. eine Fermate, ein Atemzeichen oder ein Zäsurzeichen), ist es auch frei von jeglichen ungewollten Konnotationen. Diese notationstechnische Lösung erlaubt eine große Freiheit in der Gestaltung von Tempopolyphonien. Weil die Regelmäßigkeit des Taktschlags kurz unterbrochen und (ggf. in einem neuen Tempo) wieder aufgenommen wer-

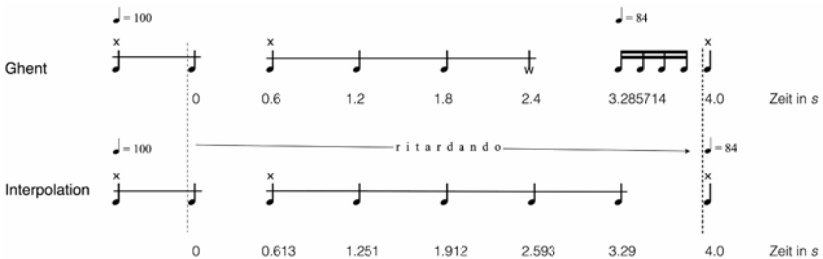
11 Eine Viertelnote in $\text{♩} = 100$ dauert 0.6 Sekunden, folglich benötigte man sechs Viertelnoten sowie eine einzelne hinzugefügte Triolen-Viertelnote, um die vier Sekunden auszufüllen.

12 Mit vier Viertelnoten in $\text{♩} = 100$, einer einzelnen Quintolen-Achtelnote in $\text{♩} = 84$ und vier Sechzehnteln (dem Einzähler) in $\text{♩} = 84$ könnten die vier Sekunden ausgefüllt werden.

den kann, bietet sich die Möglichkeit, alle aus der Tempodisposition entstehenden Diskontinuitäten des Taktschlags in einfacher Weise darzustellen.

Der Lösung von Ghent soll hier noch eine alternative Möglichkeit gegenübergestellt werden: Statt einen abrupten Tempowechsel vorzunehmen und einen »unbestimmten« Notenwert bezeichnen zu müssen, könnte das Tempo auch interpoliert werden. Dazu müsste zwischen dem zweiten und dritten Koordinationspunkt in der Cellostimme das Tempo allmählich von $\text{♩} = 100$ nach $\text{♩} = 84$ verlangsamt werden, und zwar in einer Art und Weise, dass sich der dritte Koordinationspunkt wieder an der gewünschten Stelle ergibt. Eine Gegenüberstellung mit Ghents Lösung findet sich in Abb. 1.8. Es zeigt sich, dass bei der Variante mit der Tempointerpolation auch die Sechzehntelunterteilung des Signalmusikrhythmus nicht mehr nötig ist, weil das neue Tempo durch den allmählichen Übergang vorbereitet wird. Die »unbestimmte« Zeitdauer, die Ghent auf eine einzige Note legt, wird durch die Interpolation auf mehrere Noten verteilt, wie sich aus der Zeitangabe ablesen lässt.

Abbildung 1.8: Gegenüberstellung von zwei Lösungen für ein Synchronisationsproblem: Ghents Variante mit abruptem Tempowechsel und einem »unbestimmten« Notenwert sowie eine alternative Variante mit einer Interpolation des Tempos.



Man mag darüber spekulieren, weshalb Ghent sich nicht selbst für die Lösung mit einer Interpolation entschied. Verschiedene Gründe könnten ausschlaggebend sein: Ghent wollte nicht mit allmählichen Tempoänderungen (accelerando und ritardando) komponieren, sondern bevorzugte das klare Nebeneinander von konstanten, eindeutig zueinander proportionierten Tempi. Zudem sind die Berechnungen, die nötig werden, solche Tempoänderungen zu koordinieren, mathematisch anspruchsvoll und gehen weit über das bloße Aufaddieren von Schlagdauern, wie es Ghent zur Vorbereitung seiner Lochkarten benötigte, hinaus.¹³

13 Mehr zur präzisen Koordination von allmählichen Tempoänderungen in Kapitel 6.

Mensch und Maschine

Die Auflistung der vielen, teilweise langwierigen Arbeits- und Denkschritte bei der Einrichtung der Partitur, der Berechnung der Signalmustern und der Herstellung des Lochbandes macht eine Sache klar: Diese Art der technikgestützten Aufführungspraxis war mit viel Arbeit verbunden und Ghent konnte seine komplexe tempopolyphone Musik nur realisieren, weil er bereit war, diese Arbeit in Kauf zu nehmen. An dieser Stelle soll nochmals ein Blick auf Ghents Biografie geworfen werden, wobei jetzt besonders seine Ausbildung interessiert. Ghent studierte 1942–46 Biochemie an der McGill University in Montreal. Sein Hauptfach war also ein naturwissenschaftliches und seine Beschäftigung mit Musik, so vielfältig sie auch war, fand nebenbei statt. Er besuchte Musikkurse bei diversen Lehrern am McGill Conservatory, lernte Fagott und spielte es im McGill Orchestra. Er komponierte Kammermusik und spielte Sousaphon in der McGill Canadian Officers' Training Corps Military Marching Band. Nachdem Ghent sein Grundstudium mit einem Bachelor of Science abgeschlossen hatte, studierte er weitere vier Jahre an der medizinischen Fakultät von McGill und erreichte 1950 den Hochschulabschluss Doctor of Medicine. Darauf übersiedelte er 1951 nach New York, besuchte während der nächsten vier Jahre das W. A. White Institute of Psychoanalysis und erhielt 1956 sein Diplom in Psychoanalyse. Trotz seiner offensichtlichen musikalischen Begabung entschied sich Ghent für einen Bildungsweg, der mit einem naturwissenschaftlichen Grundstudium begann.¹⁴ Es liegt nahe, eine Verbindung zwischen seinem naturwissenschaftlichen und seinem musikalischen Denken anzunehmen. Man kann eine solche Verbindung einerseits in den konstruktiven und mathematischen Aspekten seiner tempopolyphonen Kompositionskonzepte sehen, andererseits in der Tatsache, dass er die Lösung des Synchronisationsproblems in einem technischen Verfahren suchte und auch bereit war, die ›nicht-musikalischen‹ Arbeitsschritte, die dieses Verfahren mit sich bringt, auf sich zu nehmen.

Nach *Dithyrambos* verwendete Ghent das Coordinome noch ein zweites Mal als Hilfsmittel zur Koordination verschiedener Tempi. Am 27. September 1966, im selben Jahr, in dem die Premiere von *Dithyrambos* stattfand, wurde in New York auch Ghents Werk *Hex, an Ellipsis* für Trompete, elf Instrumente und Tonband uraufgeführt. Hier wurden die Metronomsignale nicht nur dazu verwendet, die Interpret:innen untereinander zu koordinieren, sondern auch, um das gesamte Ensemble mit einem elektroakustischen Zuspiel zu synchronisieren. Dazu kam ein vierspüriges Tonbandgerät zum Einsatz: Eine Spur enthielt die Signale für die

14 Den naturwissenschaftlichen Hintergrund teilt Ghent auch mit den beiden Pionieren der computerunterstützten Komposition: Lejaren Hiller (Chemie) und Iannis Xenakis (Naturwissenschaft und Architektur).

Interpret-innen, die restlichen drei Spuren das Zuspield. Die damit erreichte Präzision im zeitlich koordinierten Zusammenspiel von akustischen Instrumenten und Tonband war bestechend und ließ einen Kritiker der *New York Times* schreiben: »This wild excursion into the beyond of electronic music, may be the most successful combination of live musicians and tape so far.«¹⁵ Bei *Hex, an Ellipsis* setzte Ghent das Coordinome aber nicht nur dafür ein, die Metronomsignale für die Musiker-innen zu erzeugen, sondern verwendete es auch als Arbeitsgerät für die Herstellung der elektroakustischen Klänge. Er ließ das Coordinome den zeitlichen Ablauf der Klangsynthese kontrollieren, indem er die Ausgangssignale durch einen Digital-analog-Wandler führte und zur Steuerung der spannungsabhängigen Parameter eines Moog-Synthesizers verwendete.¹⁶ Hier bahnte sich ein neues Interesse an, dem Ghent sich nun vermehrt zuwandte: die Klangsynthese.

Das nächste Werk, das Ghent komponierte, *Helices* (1969) für Violine, Klavier und Tonband, ist ebenfalls tempopolyphon, bei etlichen Abschnitten sind zwei verschiedene Metronomzahlen angegeben und manchmal kommen sogar allmähliche Tempoänderungen (*accelerando* oder *ritardando*) vor, die nur von einem Instrument ausgeführt werden, während das andere ein konstantes Tempo beibehält. Überraschenderweise ließ Ghent aber für dieses Werk das Coordinome als Mittel zur Tempokoordination weg und versuchte, die Synchronisation durch andere Mittel zu erreichen. So gibt er z. B. an einer Stelle, wo das Klavier ♩ = about 64 und die Violine ♩ = 116 spielt, die Anweisung: »Piano: Play even sixteenths at MM quarter note = about 64 attacca into the next measure. If too soon, cut a few sixteenths; if late, repeat as required.« An einer anderen Stelle, wo die Violine ♩ = 96 und das Klavier Septolen in ♩ = 109,7 spielt, steht der Hinweis: »The tempo and note placement are intended as guides and need not be slavishly followed.« Außerdem wird der Umblätterer an einer Stelle angewiesen, während einer 16 Sekunden dauernden Tonbandsequenz eine Stoppuhr zu verwenden, um den Einsatz des Klaviers anzuzeigen. Weshalb setzte Ghent das Coordinome hier nicht mehr ein, obwohl die Musik nach wie vor tempopolyphon ist? War der Produktionsprozess, der mit der Verwendung des Coordinome zusammenhängt, schließlich auch für Ghent zu aufwendig? Zeigt sich darin, dass Ghent zwar Interesse an der rhythmischen Mehrschichtigkeit und der Unabhängigkeit der Instrumente hatte, aber keinen Mehrwert in der präzisen Synchronisation erkannte? Oder war sein Interesse am ursprünglichen Zweck des Coordinome geschwunden, weil eine ungleich größere Faszination von der Verwendung zur Synthesizer-Steuerung ausging?

Im Laufe der späten 1960er Jahre wandte sich Ghent immer mehr der elektronischen Musik zu. Er war assoziiert mit dem Columbia-Princeton Electronic Music Center in New York und arbeitete ab 1968 am Computer-Controlled Elect-

¹⁵ Zit. nach Ewen: Art. *Ghent, Emmanuel*, S. 254.

¹⁶ Beschrieben in Ghent: *The Coordinome in Relation to Electronic Music*, S. 3 ff.

ronic Music Studio der Bell Telephone Laboratories. Ghent war auch mit den neuesten Entwicklungen der Computermusik durchaus vertraut: Zur Herstellung des Lochstreifens hielt er einen Computer gegenüber seinem manuellen Verfahren für »[v]astly more elegant, and conservative of time and effort«.¹⁷ Ebenso erwähnt er, dass sich ein Computer als Alternative zum Coordinome anbieten würde, und verweist auf den amerikanischen Mathematiker und Computerwissenschaftler George Logemann, der mithilfe des Computerprogramms *MUSIC IVB* ein Tonband mit Metronomsignalen hergestellt hatte. Ferner erwähnt Ghent, dass Logemann auch eine symbolische Notation entwickelte, die es dem Komponisten ermögliche, über die Computertastatur mit dem Computer zu kommunizieren und damit entweder ein vollständig synthetisiertes Tonband oder ein entsprechendes Lochband für das Coordinome zu produzieren.¹⁸ Ab 1968 entwickelten Max Mathews und Richard Moore an den Bell Telephone Laboratories das System *GROOVE* (*Generated Real-time Output Operations on Voltage-controlled Equipment*), ein digitales Steuersystem für analoge Synthesizer.¹⁹ Ghent machte extensiven Gebrauch von diesem Computersystem und arbeitete sich immer weiter in das Feld der algorithmischen Komposition vor.²⁰

Ghents Verwendung von technischen Systemen für musikalische Zwecke begann in den frühen 1960er Jahren. Ausgehend von seinem kompositorischen Interesse an rhythmischer Komplexität und Mehrschichtigkeit suchte er eine technische Lösung zur Koordination der Musiker:innen, was zur Entwicklung des Polynome und des Coordinome führte. Daraufhin verwendete er den Lochstreifen des Coordinome als »digitale Partitur« für die Parametersteuerung von analogen Synthesizern und kam damit schließlich zur algorithmischen Klang- und Partitursynthese. Der rote Faden, der sich durch diese Entwicklung zieht, ist Ghents Interesse an »Mensch-Maschine-Systemen«.

17 Ebd., S. 42.

18 In einer Fußnote verweist Ghent auf Logemanns Artikel *A Symbolic Notation for Electronic Music Synthesis*, der in einer der kommenden Ausgaben von *Electronic Music Review* erscheinen sollte, wozu es aber offensichtlich nie kam; Ghent: *Programmed Signals to Performers. A New Compositional Resource*, Fußnote 5, S. 102.

19 M. V. Mathews/F. R. Moore: *Groove – A Program to Compose, Store, and Edit Functions of Time*, in: *Communications of the ACM* 13 (1970), S. 715–721.

20 Vgl. Emmanuel Ghent: *Interactive Compositional Algorithms*, in: *Proceedings of the International Computer Music Conference*, 1977; Emmanuel Ghent: *Further Studies in Compositional Algorithms*, in: *Proceedings of the International Computer Music Conference*, 1978.

1.2 Elliott Carters *Double Concerto*

Einige Takte des ersten Teils (*Introduction*) von Elliott Carters *Double Concerto for Piano and Harpsichord* aus dem Jahre 1961 erscheinen in Ghents Artikel *Programmed Signals to Performers* als Beispiel für eine Musik, für die sich technikgestützte Tempovermittlung gut eignen würde. Dass sich Ghent auf Carter bezieht, erstaunt wenig, denn Carter gilt als einer der wichtigsten amerikanischen Komponisten des 20. Jahrhunderts und sein Personalstil, der sich in den 1950er Jahren herausbildete, zeichnet sich aus durch eine hohe rhythmische und formale Komplexität, die durch die polyphone Überlagerung verschieden charakterisierter musikalischer Schichten entsteht. Carter selbst blieb Zeit seines Lebens bei der traditionellen Aufführungspraxis, für ihn kam es nie in Frage, ein technisches System zur Tempovermittlung zu verwenden. Ghent argumentiert, dass sich beim *Double Concerto* – möglicherweise stellvertretend für weitere, nach 1950 komponierte, rhythmisch anspruchsvolle Kompositionen Carters – bei der Verwendung von technikgestützter Tempovermittlung das Schriftbild drastisch vereinfachen ließe und die Musik den Interpret:innen viel leichter zugänglich gemacht werden könne. Um diese Argumentation zu diskutieren, wird zunächst das rhythmische Verfahren, das Carter in der *Introduction* des *Double Concerto* anwendet, erläutert und danach Ghents Gegenvorschlag betrachtet.

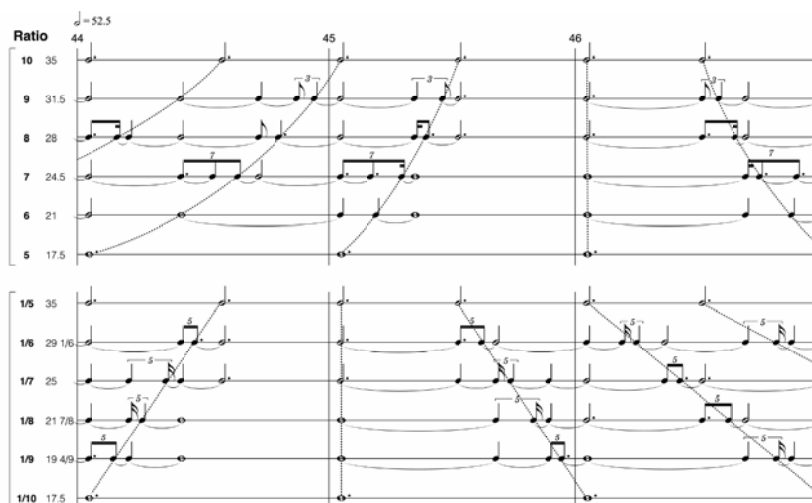
Die Soloinstrumente des *Double Concerto* sind zwar beide Tasteninstrumente, unterscheiden sich aber ganz wesentlich im Klang. Die Idee des klanglichen Kontrasts findet auch in der Disposition dieses Werkes Entsprechungen: Erstens ist das Orchester in zwei Hälften geteilt und auf der Bühne räumlich getrennt aufgestellt und zweitens unterscheidet Carter die Partien der zwei Soloinstrumente sowie der beiden begleitenden Orchesterhälften durch die Wahl der harmonischen und rhythmischen Mittel. Zudem verwendet er in der *Introduction* einen ›strukturellen Polyrhythmus‹. Damit bezeichnet man eine (meist sehr langsame) Tempopolyphonie, die das zugrunde liegende zeitliche Gerüst bietet, auf dem die rhythmische Ausgestaltung der Musik beruht.²¹ In der *Introduction* besteht der strukturelle Polyrhythmus aus zehn Pulsationen, deren Tempoproportionen Carter numerisch konstruierte, wie er in seinem Aufsatz *The Orchestral Composer's Point of View*²² darlegt. Zwei verschiedene Proportionenreihen (10 : 9 : 8 : 7 : 6 : 5 und

21 Vgl. die Definition des Begriffs ›structural polyrhythm‹ im *Technical Glossary* bei David Schiff: *The Music of Elliott Carter*, Cornell University Press 1998, S. 46; eine ausführliche Beschreibung von strukturellen Polyrhythmen findet sich zudem bei John F. Link: *Long-Range Polyrhythms in Elliott Carter's Recent Music*, Diss., The City University of New York, 1994.

22 Elliott Carter: *The Orchestral Composer's Point of View* (1970), in: Jonathan W. Bernard (Hg.): *Elliott Carter. Collected Essays and Lectures, 1937–1995*, New York: University of Rochester Press 1997, S. 235–250.

$1/5 : 1/6 : 1/7 : 1/8 : 1/9 : 1/10$) werden auf das Tempo MM 35 angewendet und dadurch zehn verschiedene Tempi berechnet. Alle diese Tempi lassen sich durch die Wahl der entsprechenden Notenwerte in dem gemeinsamen metronomischen Tempo $\text{♩} = 52.5$ darstellen: Eine regelmäßige Abfolge von punktierten Halben entspricht dem Tempo MM 35 ($52.5 \times 2/3 = 35$), eine regelmäßige Abfolge des Notenwerts mit einer Länge von zehn Achteltriolen dem Tempo MM 31.5 ($52.5 \times 6/10 = 31.5$) usw., wie sich in Abb. 1.9 sehen lässt.²³ So wie diese Tempi zu zwei verschiedenen Proportionenreihen gehören, sind sie auch den beiden Orchesterhälften zugeordnet. Die regelmäßigen Pulse, die sich aus diesen Tempi ergeben, sind in einer Art und Weise gegeneinander versetzt, dass im Takt 45 diejenigen der zweiten und im Takt 46 diejenigen der ersten Proportionenreihe zusammenfallen. In diesen Takten liegt auch der dynamische Höhepunkt der *Introduction*. Dadurch dass Carter die Koinzidenzpunkte in den Takten 45 und 46 auch zur Platzierung eines wichtigen formalen Ereignisses verwendet, bekommt der strukturelle Polyrhythmus eine zusätzliche Funktion.²⁴

Abbildung 1.9: Elliott Carter, *Double Concerto*, T. 44 ff., *rhythmisches Gerüst*.



23 Für eine ausführlichere Darstellung von Elliott Carters Tempotechniken vgl. Philippe Kocher: *Rhythmische Techniken in der Musik von Elliott Carter*, in: Benjamin Lang (Hg.): *Lost in Contemporary Music? Neue Musik analysieren*, Regensburg: ConBrio 2017, S. 11–54; Jonathan W. Bernard: *The Evolution of Elliott Carter's Rhythmic Practice*, in: *Perspectives of New Music* 26 (1988), S. 164–203.

24 Etliche weitere Beispiele für die formale Funktion von solchen Koinzidenzpunkten lassen sich auch in Conlon Nancarrow's *Studies for Player Piano* finden, vgl. Julie A Nemire: *Convergence Points in Conlon Nancarrow's Tempo Canons*, in: *Music Theory Online* 20 (2014) und Kyle Gann: *The Music of Conlon Nancarrow*, Cambridge: Cambridge University Press 1995, S. 21.

Der notationstechnische Kunstgriff, den Carter hier anwendet, um die verschiedenen Tempi in einem gemeinsamen *Referenztempo* darzustellen, führt zu komplizierten Rhythmen und meistens auch zu polyrhythmischen Notenwerten. Gerade darauf richtet Ghent seine Kritik, wenn er erstens darauf hinweist, dass ein solches Schriftbild die zugrunde liegende musikalische Intention verschleierte, und zweitens befürchtet, dass dies insbesondere auch die Qualität der Ausführung in Mitleidenschaft ziehe, weil es wegen der Komplexität der Notation zwangsläufig zu rhythmischen Ungenauigkeiten komme. Entsprechend schlägt er vor, Carters Notation zu vereinfachen und die zugrunde liegende Temposchichtung explizit im Schriftbild erscheinen zu lassen. Dazu stellt er exemplarisch einigen Takten von Carters originaler Notation seine eigene für eine hypothetische Aufführung mit dem Coordinome eingerichtete Notation gegenüber (Abb. 1.10).

Abbildung 1.10: Gegenüberstellung: Carters originale Notation, T. 12–16 (oben), Ghents Notation für eine hypothetische Aufführung mit dem Coordinome (unten). Der Übersichtlichkeit halber werden nur die Schlaginstrumente dargestellt.

Quelle: Ghent, *Programmed Signals to Performers. A New Compositional Resource*, S. 100.

In Ghents Notation finden sich tatsächlich einige Vereinfachungen. Insbesondere wurden etliche polyrhythmische Notenwerte (Quintolen und Septolen) eliminiert. Bloß die 14-fache Schlagunterteilung, die neuerdings in Perc. 3 erscheint, widerspricht diesem Konzept des Vereinfachens. Viel gewichtiger ist jedoch, dass es in Ghents Notation keine synkopischen Aktionen mehr gibt, weder synkopische Einzelnoten wie z. B. in Perc. 1 noch synkopische Akzente in Figurationen wie z. B. in Perc. 4. Dies macht Ghents Argumentation, dass eine solche Notation zu einer höheren aufführungspraktischen Präzision führe, durchaus nachvollziehbar.

Eine Eigenschaft von Carters Musik wird von Ghents Notation offengelegt, nämlich, dass es keine direkte Zuordnung von einzelnen (Perkussions-)Instrumen-

ten zu bestimmten Tempi des strukturellen Polyrhythmus gibt. Wie sich an den vielen Tempowechseln v. a. in *Perc. 1* sehen lässt, beteiligt sich jedes Instrument an mehreren Schichten der Tempostruktur. Was jedoch die von Ghent angegebenen Tempi angeht, lassen sich die Tempi von Carters strukturellem Polyrhythmus nicht unmittelbar ablesen. Erst durch die Gruppierung von Taktschlägen und die Berechnung der daraus resultierenden Tempi findet man die entsprechenden Zahlen.²⁵

Instrument	Notiertes Tempo	Gruppierung	Resultierendes Tempo
Perc. 1	 = 140	4	MM = 35
	 = 84	4	MM = 21
	 = 140	4	MM = 35
	 = 87.5	4	MM = 21 7/8
Perc. 2	 = 73.5	3	MM = 24.5
Perc. 3	 = 75	3	MM = 25
Perc. 4	 = 105	5	MM = 21
	 = 58 1/3	2	MM = 29 1/6

Es fällt auf, dass zur Angabe der Tempi die unüblichen Zeichen  und  verwendet werden. Ghent erläutert dies folgendermaßen: Unsere Notation basiert auf der Verdoppelung von Notenwerten (eine Achtelnote verdoppelt eine Sechzehntelnote usw.), die Verdreifachung eines Notenwertes lässt sich durch eine Punktierung erreichen (eine punktierte Achtelnote entspricht drei Sechzehntelnoten), für eine Verfünffachung jedoch fehlt ein einfaches Zeichen, hier muss man einen Haltebogen verwenden (eine Viertelnote mit angebundener Sechzehntelnote entspricht fünf Sechzehntelnoten). Um diese Verkomplizierung des Schriftbildes zu vermeiden, führt Ghent analog zur Punktierung, die einen Notenwert um seine Hälfte verlängert, das nachgestellte Zeichen + ein, das einen Notenwert um ein Viertel verlängert. Damit verfolgt Ghent sein Ansinnen, ein möglichst schlankes und einfaches Schriftbild zu erreichen, bei dem keine unnötigen Synkopierungen von der eigentlichen Regelmäßigkeit eines Rhythmus ablenken und damit möglicherweise die Genauigkeit der Ausführung beeinträchtigen.

25 Beim letzten Tempo in Perc. 4 ist Ghent ein Rechenfehler unterlaufen: Es muss 58 1/3 statt 62 lauten.

1.3 Emmanuel Ghents *Dithyrambos*

Auch Ghents *Dithyrambos* liegt ein anspruchsvolles tempopolyphones Konzept zugrunde, das die Verwendung von technikgestützter Tempovermittlung notwendig macht. Im Gegensatz zu Carters *Double Concerto* ging Ghent schon bei der Konzeption des Werks von einer technikgestützten Aufführungspraxis aus. Diese Tatsache äußert sich in verschiedener Hinsicht. Zum einen in einer Notation, die nicht erst für die Signalmustern eingerichtet werden musste, sondern diese von Anfang an enthielt, zum anderen in der Wahl von Tempoproportionen, die sich – anders als bei Carter – in einem gemeinsamen Tempo mittels Notenwerten kaum noch darstellen ließen.

Der Partiturausschnitt in Abb. 1.11 zeigt eine Stelle, an der alle fünf Instrumente in verschiedenen Tempi spielen, wie an den Tempoangaben am Anfang der Zeile zu sehen ist. Dass es sich dabei um einen kontrapunktisch durchstrukturierten Tonsatz handelt, zeigt sich an den vertikalen Linien in der Partitur, mit denen der Komponist zusammentreffende Töne explizit bezeichnet. Dass ein solches Gerüst von Koinzidenzen nicht nur der harmonischen Kontrolle dient, sondern auch der Ausgangspunkt für eine gestische Gestaltung sein kann, zeigt dieser Partiturausschnitt ebenfalls: Auffallend oft beginnen die Instrumente bei den Koinzidenzen nach einer Pause eine neue Aktion. Über der Akkolade steht eine Zeitleiste mit Angaben in Minuten-Sekunden (oberhalb) und Sekunden (unterhalb, eingeklammert). Ebenso ist die schraffierte Linie zu sehen, mit der die Stellen bezeichnet sind, an denen bei der Probearbeit eingesetzt werden kann. Die eingerahmten Sekundenangaben übernehmen dabei die Funktion von Studienziffern. Auf dem Tonband mit den Metronomsignalen sind die entsprechenden Stellen ebenfalls markiert, damit der Tontechniker sie schnell finden und die Wiedergabe präzise einstarten kann. Ferner gibt es weder Takte noch Taktarten.

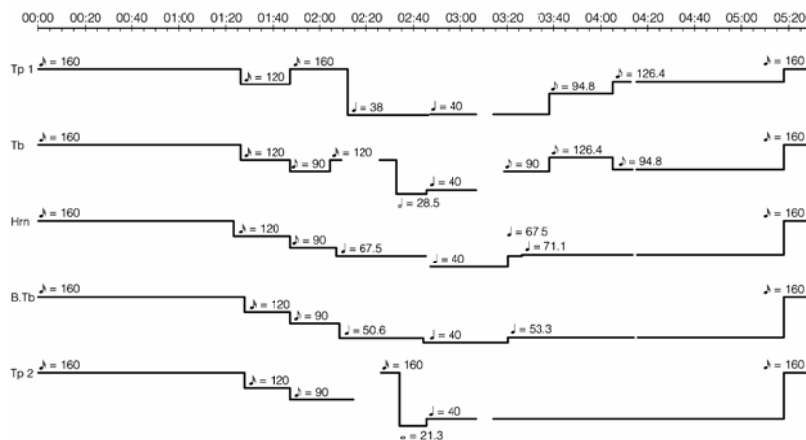
Abbildung 1.11: *Dithyrambos*, Partitur S. 10 (erste Akkolade).

Da in tempopolyphoner Musik die Taktstriche sowieso bei allen Instrumenten anders zu liegen kommen und damit ihre ordnende Funktion in der Partiturdarstellung verlieren, scheint es naheliegend, sie wegzulassen. Dennoch ist das Konzept der Metrik nicht gänzlich aus dieser Musik verschwunden, sondern zeigt sich in den Akzenten (mit x bezeichnet) der Signalrhythmen.

Der Verlag stellt die für eine Aufführung benötigte Infrastruktur – »a small amount of equipment« – zusammen mit den Einzelstimmen als Leihmaterial zur Verfügung, wie sich dem Vorwort zur Partitur entnehmen lässt.²⁶ Die Musiker:innen können sich für dieses Stück entweder als geschlossenes Ensemble aufstellen oder sich im Raum verteilen. Durch die räumliche Aufstellung wird der polyphone Charakter der Musik unterstrichen. Falls die Aufstellung sich über die Front einer breiten Bühne erstreckt, sollten Trompete I und Trompete II an den beiden Extrempositionen sein. Daraus erklärt sich auch die symmetrische Anordnung der Instrumente in der Partitur.

Da es bei der Verwendung von technikgestützter Tempovermittlung möglich ist, verschiedene Tempi genau zu koordinieren, bietet es sich in besonderer Weise an, die polyphone Disposition dieser Tempi zu einem gestalterischen Element zu erheben. Abb. 1.12 zeigt für den ersten Satz von *Dithyrambos* die Abfolge der Tempi in allen Stimmen. Es fällt auf, dass alle Instrumente zu Beginn des Stücks für eine Weile in demselben Tempo $\text{♩} = 160$ spielen. Erst nach rund eineinhalb Minuten finden die ersten Tempowechsel statt, die aber wiederum zu einem gemeinsamen Tempo führen. Es scheint, dass Ghent sich behutsam an diese Art der Tempogestaltung herantasten wollte. Denn erst nach guten zwei Minuten ist der Punkt erreicht, an dem sich die Tempopolyphonie erstmals vollständig aufgefächert hat.

Abbildung 1.12: Abfolge der Tempi in allen Stimmen im ersten Satz von *Dithyrambos*.



26 Emmanuel Ghent: *Dithyrambos*, New York: Oxford University Press 1976, S. 2.

Die Auswahl und Abfolge der Tempi sind nicht gänzlich frei, sondern einer spekulativen mathematischen Organisation unterworfen. Dies lässt sich in folgendem Gedankengang herleiten: Ausgangspunkt sei das Symbolsystem unserer Notenschrift, dessen Darstellung von Notenlängen auf dem Zahlenverhältnis 1 : 2 beruht (Abb. 1.13). Der Versuch, in derselben Weise Notenwerte im Zahlenverhältnis 3 : 4 zu verlängern oder zu verkürzen, führt bald – schon nach zweimaliger Anwendung der Proportion auf einen einfachen Notenwert – zu einer ziemlich komplizierten Notation (Abb. 1.14). Diese Komplizierung kann vermieden werden, wenn dasselbe mit verschiedenen Tempi statt mit verschiedenen Notenwerten dargestellt wird (Abb. 1.15).

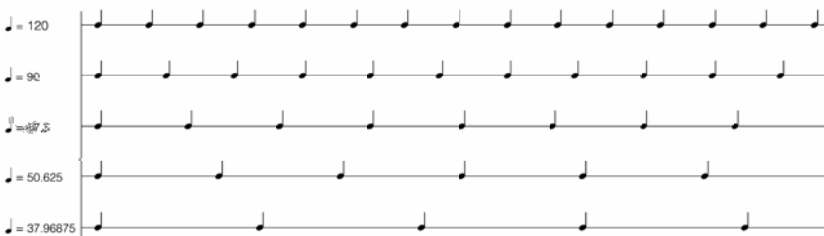
Abbildung 1.13: Eine Hierarchie von Notenwerten im Verhältnis 1 : 2.



Abbildung 1.14: Eine Hierarchie von Notenwerten im Verhältnis 3 : 4.

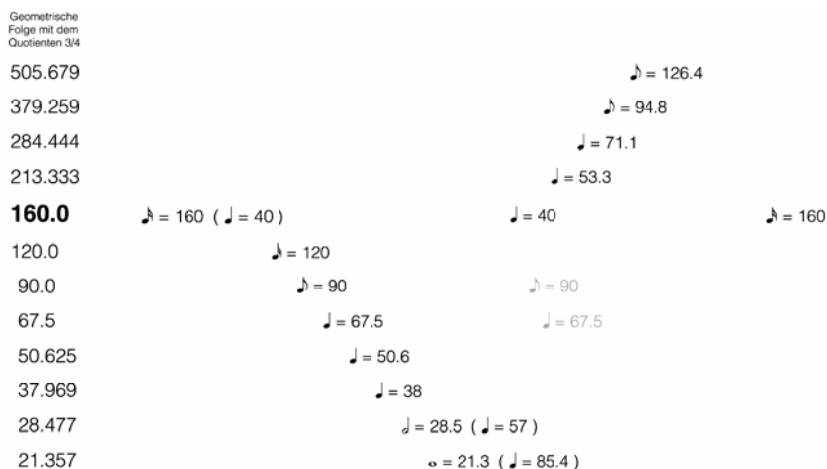


Abbildung 1.15: Eine Hierarchie von Tempi im Verhältnis 3 : 4.



Die Tempostruktur von *Dithyrambos* basiert auf ebendiesem Verhältnis 3 : 4. In der tempopolyphonen Darstellung kann dieses Verhältnis ohne Weiteres über mehrere Ebenen ausgebaut werden. In Abb. 1.16 sind lauter Tempi aufgelistet, die zueinander im Verhältnis 3 : 4 stehen. Diese Liste stellt den Möglichkeitsraum dar, in dem sich die Tempi der Komposition bewegen. Für den ersten Satz von *Dithyrambos* erstellt Ghent die folgende Tempodisposition: Zu Beginn spielen alle Instrumente in demselben Tempo ♩ = 160, dann kommen allmählich weitere Tempi dazu (in der Partitur erscheinen sie alle auf eine Stelle nach dem Komma gerundet). Diese neu hinzutretenden Tempi bewegen sich schrittweise in der Tempoliste abwärts. Damit steht jedes neu einsetzende Tempo in einem Verhältnis 3 : 4 zu einem bereits erklingenden Tempo. Je langsamer das Tempo ist, desto größer ist der zugeordnete Notenwert. Dies ist eine notationstechnische Maßnahme, um langsame Tempi besser unterteilen zu können.

Abbildung 1.16: Möglichkeitsraum der Tempi und Abfolge der tatsächlichen Tempoangaben im ersten Satz von *Dithyrambos*.

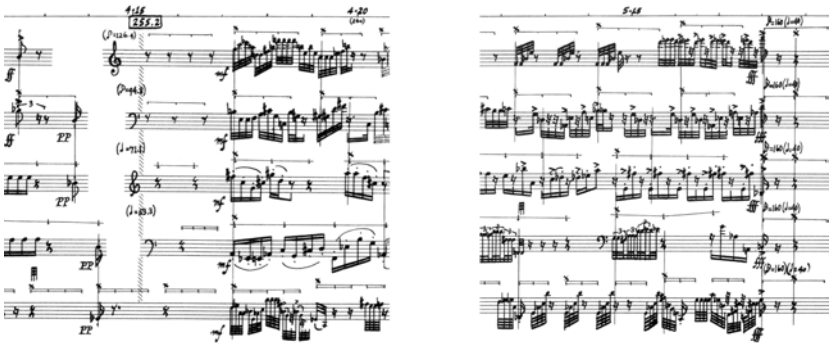


In der Mitte des Satzes treffen sich alle Stimmen wieder in einem gemeinsamen Tempo. Es beträgt ♩ = 40 und entspricht damit dem Anfangstempo ♩ = 160. Dieses »Herunterrechnen« des Tempos von der Sechzehntelnote auf die Viertelnote wird nun beibehalten; es folgen lauter Tempi, für die eine Zahl aus der Tempoliste durch vier geteilt werden muss (z. B. $213.333 \div 4 = 53.333$ oder $284.444 \div 4 = 71.111$). Diese neuen Tempi bewegen sich in der Tempoliste schrittweise aufwärts. Nur die beiden Tempi ♩ = 90 und ♩ = 67.5 entziehen sich dieser Systematik; sie sind Rückgriffe auf zwei bereits zuvor etablierte Tempi. In der symmetrischen Anlage der Tempodisposition zeigt sich, dass das Tempo in *Dithyrambos* ein strukturell-gestalterisches Element ist. Der Satz teilt sich in zwei Hälften, die je mit einem

gemeinsamen Tempo beginnen ($\text{♩} = 160$ bzw. $\text{♩} = 40$). Basierend auf dem Verhältnis 3 : 4 wird in der ersten Hälfte das Tempo nach unten, in der zweiten nach oben aufgefächert.

Gegen Ende des ersten Satzes wird die Tempostruktur zudem noch in besonderer Weise offengelegt. Alle Instrumente spielen in verschiedenen Tempi, d. h. in fünf benachbarten Tempi der Tempoliste. Dann wird während einer Generalpause bei allen Instrumenten außer der zweiten Trompete der Signalmusik unterbrochen und derart »zurechtgerückt«, dass sich unmittelbar anschließend bei 4'17" für alle Instrumente eine Koinzidenz ergibt. Dort beginnt ein Abschnitt, der genau so lange andauert, bis wieder ein gemeinsamer Taktschlag erreicht ist, d. h. bis alle Tempi wieder »in Phase« sind und ein vollständiger Zyklus dieser fünffachen Überlagerung von Tempi im Verhältnis 3 : 4 durchlaufen ist. Am Ende dieses Abschnitts, der auch der Höhepunkt einer großen dynamischen Steigerung ist, wechselt das Tempo aller Instrumente unmittelbar zu $\text{♩} = 160$ und der Satz endet in demselben Tempo, wie er begonnen hat (Abb. 1.17).

Abbildung 1.17: Anfang und Ende des Zyklus mit der fünffachen Überlagerung der Tempoproportion 3 : 4 im ersten Satz von Dithyrambos.



Quelle: Ghent, *Dithyrambos*, S. 9 und 11.

1.4 Henry Cowells *Quartet Romantic*

Bei dem dritten Werkbeispiel, das hier besprochen wird, ist das Verhältnis zwischen kompositorischer Intention und tatsächlicher Realisierung noch einmal anders gelagert. Es handelt sich um das *Quartet Romantic*, das erste der beiden *Rhythm-Harmony-Quartets*, die Henry Cowell in den Jahren 1915–17 komponierte. Mit diesem Werk wollte Cowell seine Rhythmustheorien exemplifizieren, eine Aufführung hielt er, angesichts der enormen rhythmischen Schwierigkeiten dieser Musik, für unmöglich. »These first two quartets were considered unperfor-

mable by any known human agency and I thought of them as purely fanciful.«²⁷ Mithilfe eines von Ghent produzierten »click-track tape« konnte dieses Werk 1978 schließlich doch von menschlichen Musiker:innen aufgeführt werden.²⁸

Cowell verfasste 1916–19, noch während seines Studiums bei Charles Seeger, den bemerkenswerten Text *New Musical Resources*, den er 1930 in überarbeiteter Form als Buch publizierte.²⁹ Es handelt sich um eine Sammlung von originellen, teils spekulativen, aber oft visionären Kompositionskonzepten. Die *New Musical Resources* wurden von der nachfolgenden Generation amerikanischer Komponisten rezipiert und gelten als eine der einflussreichsten Schriften für die amerikanische experimentelle Musik.³⁰ Rund die Hälfte des Textes ist den zeitbezogenen Aspekten der Musik gewidmet, d. h. kompositorischen Verfahren zur Organisation von Tondauern, Metren und Tempi. Ausgehend von einem »holistischen« Musikverständnis³¹ stützt er sich auf die Partialtonreihe, um sämtliche musikalischen Phänomene zu begründen. Die Verhältniszahlen der Partialtonreihe werden auf alle musikalischen Parameter angewendet und bieten so auch das rechnerische Mittel, um diese Parameter zueinander in Beziehung zu setzen.

It is also discovered that rhythm and tone, which have been thought to be entirely separate musical fundamentals (and still may be considered so in many ways) are definitely related through overtone ratios. Therefore the theory proposed may be termed a theory of musical relativity.³²

Diese Sichtweise auf die Musik ist auch der Ausgangspunkt für den bemerkenswerten Brückenschlag, den Cowell vornimmt: Er postuliert ein Kontinuum zwischen

27 Henry Cowell, June 1939, Letter to Joseph Schillinger, New York, NY. Schillinger Collection. Baltimore: Arthur Friedheim Library, The Peabody Conservatory of the Johns Hopkins University. Zit. nach Margaret Schedel: *Anticipating Interactivity: Henry Cowell and the Rhythmicon*, in: *Organised Sound* 7 (2002), S. 247–254, hier S. 250.

28 New World Records: Catalog #80285, *Producer's Note* in Liner Notes: »Thanks to Emmanuel Ghent for preparing the click-track tape for Quartet Romantic«; vgl. auch: William Lichtenwanger: *The Music of Henry Cowell. A Descriptive Catalog*, New York: Institute for Studies in American Music 1986, S. 58.

29 Henry Cowell: *New Musical Resources*, hg. von David Nicholls, Cambridge: Cambridge University Press 1996.

30 Vgl. John Rockwell: Art. *Experimental music*, in: H. Wiley Hitchcock/Stamley Sadie (Hg.): *The New Grove Dictionary of American Music*, Bd. 2, S. 91–95.

31 Cowell war stark beeinflusst von theosophischen Lehren, er stand in den Jahren 1913–1931 im engem Kontakt zur theosophischen Kolonie Halcyon in Kalifornien. Diese Phase von Cowells Leben wird ausführlich beleuchtet von Steven Johnson: *Henry Cowell, John Varian, and Halcyon*, in: *American Music* 11 (1993), S. 1–27.

32 Cowell: *New Musical Resources*, S. xi.

Tonhöhen (Frequenzen) und Dauern. An einer anderen Stelle, im Vorwort zu seinen *Rhythm-Harmony-Quartets*, beschreibt Cowell, wie er zu dieser Erkenntnis kam:

Our experiments with two simultaneous sirens showed that if they are tuned in the relationship 3:2, they will sound the interval of a perfect fifth; if they are both slowed down, keeping the same 3:2 relationship, they arrive at a rhythm of 3 against 2, heard as gentle bumps but also visible in tiny puffs of air through the holes in the sirens, and so easily confirmed. Tuned to any other harmonic ratio, of course, the same thing happens proving that these ratios express a single physical relationship which is heard as rhythm when slow and as pitch when fast.³³

Das *Quartet Romantic* ist ein zweisätziges Werk für die unübliche Quartettbesetzung von zwei Flöten, Violine und Viola. Nur der erste Satz ist rhythmisch anspruchsvoll und exemplifiziert Cowells Theorie, polyrhythmische Proportionen und intervallische Proportionen aufeinander zu beziehen. Ein großer Teil dieses Satzes wird mit einem *da capo* wiederholt, am Ende ist eine kurze Coda angehängt. Bei einer weiteren Gliederung finden sich drei Abschnitte (Teil A, B, C), die sich alle satztechnisch voneinander unterscheiden.

Teil	A	B	C	A	B	Coda
Takte	1-56	57-129	130-167	1-56	57-129	168-175

Analog dazu, dass ein Zusammenklang von drei oder mehr Tönen Akkord genannt wird, bezeichnet Cowell eine Schichtung von mehreren Polyrhythmen in den *New Musical Resources* als rhythmische Harmonie (»rhythmic harmony«).³⁴ Dieses Konzept bildete die Grundlage des Kompositionsprozesses, der in drei Arbeitsschritten ablief, wie Cowell selbst auf den Seiten vor dem Notentext in der Partitur erläutert.³⁵ In einem ersten Schritt komponierte Cowell einen vierstimmigen Satz, den er als harmonisches Thema (»harmonic theme«) bezeichnete. Der vierstimmige Satz, der das harmonische Thema für den Teil A bildet, ist tonal, choralartig, in der ersten Hälfte schlicht, in der zweiten mit Achtelbewegungen figuriert. Er ist keinem historischen Stil zuzuordnen und ist, was die Akkordprogression und die Satztechnik angeht, nicht besonders elegant (Abb. 1.18).

33 Henry Cowell: *Quartet Romantic. Quartet Euphometric*, New York: C. F. Peters Corporation 1964.
34 Cowell: *New Musical Resources*, S. 53.
35 *Composer's Working Notes on the Quartet Romantic*, in: Cowell: *Quartet Romantic. Quartet Euphometric*.

Abbildung 1.18: Das harmonische Thema (»harmonic theme«) des ersten Teils von Henry Cowells Quartet Romantic.



Abbildung 1.19: Die aus dem harmonischen Thema hergeleitete rhythmische Struktur, T. 1–8.



Im zweiten Arbeitsschritt wurden die Tonhöhen dieses harmonischen Themas in Notenwerte übersetzt und eine rhythmische Struktur erzeugt (Abb. 1.19). Dazu nahm Cowell das C als Grundton und kann damit jeder Tonhöhe gemäß ihres Index in der Partialtonreihe eine polyrhythmische Unterteilung der ganzen Note zuweisen. Für jede Viertelnote des harmonischen Themas steht ein ganzer Takt in der rhythmischen Struktur. Deshalb wird beispielsweise der vier Viertel dauernde erste Akkord in eine Folge von vier rhythmisch identischen Takten überführt. Für Töne, die nicht in der Partialtonreihe über C vorkommen, errechnet sich das rhythmische Äquivalent wie folgt: Das f , das beispielsweise im zweiten Takt des harmonischen Themas in der Bassstimme vorkommt, steht eine Undezime über dem Grundton. Das Intervall der Undezime findet sich auch zwischen dem dritten Partialton g und dem achten Partialton c'' und damit errechnet sich die Proportion $8/3$, bzw. $2 \frac{2}{3}$. Diese Proportion ergibt einen Rhythmus, der den Takt (die ganze Note) mit drei ungleich langen Notenwerten füllt: Die Dauer des dritten Notenwertes beträgt nur $2/3$ der Dauer der anderen beiden Notenwerte. Da sich

Abbildung 1.20: Henry Cowells Quartet Romantic, Takt 1–3.

Abbildung 1.20 shows the first three measures of Henry Cowell's Quartet Romantic. The score is for four instruments: Flute 1, Flute 2, Violin, and Viola. The tempo is marked $\text{♩} = 100$. The key signature has one sharp (F#). The time signature is common time (C). The Flute 1 part features sixteenth-note runs with slurs and fingerings (6, 6, 6). The Flute 2 part has eighth-note runs with slurs and fingerings (5, 5, 5). The Violin and Viola parts provide a harmonic accompaniment with longer note values and slurs.

Quelle: Cowell, *Quartet Romantic*. *Quartet Euphometric*, S. 1.

Abbildung 1.21: Das harmonische Thema des zweiten Teils von Henry Cowells Quartet Romantic, T. 1–12.

Abbildung 1.21 displays the harmonic theme of the second part of Henry Cowell's Quartet Romantic, measures 1 through 12. The score is for piano (piano). The key signature has one sharp (F#). The time signature is common time (C). The music is characterized by a steady, rhythmic accompaniment in the right hand, often using eighth or sixteenth notes, and a more melodic line in the left hand, featuring longer note values and slurs.

Abbildung 1.22: Henry Cowells Quartet Romantic, T. 134 f.

Abbildung 1.22 shows measures 134 and following of Henry Cowell's Quartet Romantic. The score is for four instruments: Flute 1, Flute 2, Violin, and Viola. The key signature has one sharp (F#). The time signature is common time (C). The Flute 1 part features complex rhythmic patterns with slurs and fingerings (2 2/3, 1 1/3, 1 7/8, 3, 2 1/2, 1 1/4, 2 1/3). The Flute 2 part has eighth-note runs with slurs and fingerings (4 1/2, 2 1/2, 5). The Violin and Viola parts provide a harmonic accompaniment with longer note values and slurs (2 1/4, 1 1/2).

Quelle: Cowell, *Quartet Romantic*. *Quartet Euphometric*, S. 18.

eine Zweidrittelnote in traditioneller Notation nicht darstellen lässt, verwendete Cowell hier eine alternative Notation mit dreieckigen Notenköpfen.

Im dritten Arbeitsschritt wurde die rhythmische Struktur mit Tonhöhen versehen. Die Tonhöhen sind frei gesetzt und atonal. Die harmonische Struktur des ursprünglichen Choralatzes ist vollständig in der Rhythmik aufgegangen, für die Tonhöhenordnung spielt sie keine Rolle, lediglich das tiefe *c* der Viola zu Beginn des Stückes ist als Relikt des harmonischen Themas erhalten geblieben (Abb. 1.20).

Auch im Teil B wurden die Rhythmen jeder einzelnen Stimme von einem harmonischen Thema abgeleitet, bei dem es sich um eine Fuge handelt (Abb. 1.21). Auch dieses harmonische Thema wird – nunmehr ausgehend von der Partialtonreihe über dem Ton *G'* – in einen Rhythmus übersetzt und dann mit freier Tonwahl ausgearbeitet. Ein harmonisches Thema für den Teil C ist – falls es je existierte – nicht erhalten. Es ist anzunehmen, dass Cowell, als er an diesem Abschnitt zu arbeiten begann, sich so weit in die komplexe rhythmische Sprache dieses Werkes eingearbeitet hatte, dass er es vorzog, seine Systematik aufzugeben und frei weiterzukomponieren. Zudem war er so nicht mehr an ein vorgefertigtes rhythmisches Gerüst gebunden, was ihm erlaubte, die Komplexität weiter auf die Spitze zu treiben. Die Polyrhythmen ändern sich hier viel rascher, manchmal gar mit jedem Viertel (Abb. 1.22).

Es war Cowell bewusst, dass das *Quartet Romantic* aufgrund seiner rhythmischen Komplexität nicht aufführbar war. Die Möglichkeit, technikgestützte Tempovermittlung einzusetzen, zog er nicht in Erwägung. Ein entsprechendes Verfahren stand damals noch nicht zur Verfügung, aber Cowell hätte sich – ebenso wie Ghent – selbst eines konstruieren (lassen) können. Dass ein solcher Gedanke nicht zu weit hergeholt ist und Cowell tatsächlich auch über Rhythmusmaschinen nachdachte, zeigt eine Stelle in den *New Musical Resources*:

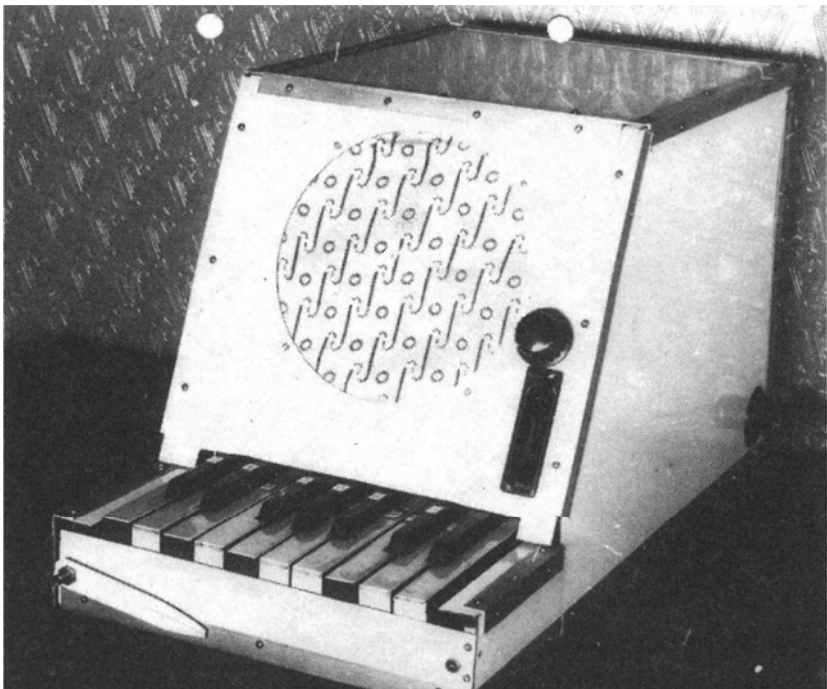
It is highly probable that an instrument could be devised which would mechanically produce a rhythmic ratio, but which would be controlled by hand and would therefore not be over-mechanical. For example, suppose we could have a keyboard on which when C was struck; a rhythm of eight would be sounded; when D was struck, a rhythm of nine; when E was struck, a rhythm of ten. By playing the keys with the fingers, the human element of personal expression might be retained if desired. It is heartily proposed that such an instrument [...] be constructed.³⁶

Cowell wurde im Jahr 1929 mit dem russischen Ingenieur, Erfinder und Musiker Lew Sergejewitsch Termen, auch bekannt unter seinem französisierten Namen Leon Theremin, in New York bekannt gemacht. Cowell hatte gerade für den dritten Satz seines *Concerto for Piano and Orchestra* eine Passage komponiert, die auf-

36 Cowell: *New Musical Resources*, S. 65 f.

grund ihrer rhythmischen Komplexität kaum von einer einzelnen Person akkurat spielbar war. Er trat mit der Idee an Termen heran, ein Instrument zu entwickeln, das die Ausführung von solchen komplizierten rhythmischen Kombinationen ermögliche. In den frühen 1930er Jahren arbeiteten sie zusammen an einer Rhythmusmaschine und am 19. Januar 1932 wurde das Resultat an der *New School for Social Research* vorgestellt. Die neue Erfindung wurde Rhythmicon genannt (auch bekannt als Polyrhythmphone) und war ein Instrument mit einer Klaviatur von 17 Tasten. Es konnte Polyrhythmen in den Proportionen der Partialtonreihe wiedergeben: Die erste Taste erzeugte einen regelmäßigen Puls, die zweite Taste einen doppelt so schnellen Puls mit einer um eine Oktave höheren Tonhöhe, die dritte Taste einen dreimal so schnellen Puls mit einer um eine Duodezime höheren Tonhöhe etc. Termen baute zwei Rhythmicons in Amerika und in den frühen 1960er Jahren noch ein drittes von kompakterer Bauweise, das sich heute am *Termen-Zentrum* in Moskau befindet und immer noch spieltauglich ist (Abb. 1.23).³⁷

Abbildung 1.23: Das dritte Rhythmicon, gebaut in den frühen 1960er Jahren in Moskau.



Quelle: Smirnov, *Sound in Z. Experiments in Sound and Electronic Music in Early 20th Century Russia*. S. 66.

³⁷ Vgl. Andrey Smirnov: *Sound in Z. Experiments in Sound and Electronic Music in Early 20th Century Russia*. London: Koenig Books 2013, S. 67.

Cowell schrieb, als das Rhythmicon schließlich zur Verfügung stand und seine Utopie einer Rhythmusmaschine verwirklicht zu sein schien, lediglich zwei Stücke für dieses Instrument. Danach gab er, obwohl seine kompositorische Beschäftigung mit Polyrhythmen andauerte, das Rhythmicon auf. Die Gründe dafür mögen in der technischen Instabilität und dem groben, unschönen Klang dieses Instruments gelegen haben, oder wie es Nicolas Slonimsky zusammenfasst: »Like many futuristic contraption, the Rhythmicon was wonderful in every respect, except that it did not work.«³⁸ Mit dem Rhythmicon konnten komplexe Polyrhythmen auf der Basis der ganzzahligen Proportionen der Partialtonreihe erzeugt werden, darin lag Cowells Interesse. Die Idee, diesen Apparat – in leicht modifizierter Form – zur Synchronisation von menschlichen Musiker:innen zu verwenden, indem die Signale an verschiedene Kopfhörer ausgegeben werden, schien sich ihm nicht aufzudrängen.

Trotz dem hohen Grad an spekulativer Konstruktion, der im *Quartet Romantic* zu finden ist, legt Cowell im Vorwort der Partitur auf geradezu romantische Ausdrucksqualitäten Wert und hofft, dass ein technisches Hilfsmittel – sollte eines verwendet werden – diese nicht zerstört:

In both quartets the musical intention was flowing and lyrical [...] I should like to point out that it was conceived as something human that would sound warm and rich and somewhat rubato. Whatever the electronic or other means used for it, its composer hopes that it need not sound icy in tone nor rigid in rhythm.³⁹

Diese Äußerung kann auch als ein Bekenntnis zu einer ›menschlichen‹ Aufführungspraxis verstanden werden. Die Verwendung eines technischen Hilfsmittels steht nicht im Zentrum von Cowells Interesse. Somit konnte diese Musik erst nach seinem Tod und mit der Hilfe von Emmanuel Ghent, den man als Spezialist für technische Tempovermittlung heranzog, aufgeführt werden.

* * *

Das Coordinome, seine Erfindung und seine Verwendung veranschaulichen beispielhaft, in welcher Weise sich Technik und Musik gegenseitig beeinflussen können. Dies zeigt sich in verschiedener Weise. Zum einen bezüglich der Aufführungspraxis: Kontrolliert tempopolyphone Musik kann ab einem gewissen Komplexitätsgrad nicht ohne die Hilfe von technischer Tempovermittlung realisiert werden. Zum anderen in den künstlerischen Denkprozessen: Die technikgestützte Tempovermittlung prägt die kompositorische Konzeption, die Notation

38 Nicolas Slonimsky: *Perfect Pitch. A Life Story*, Oxford: Oxford University Press 1988, S. 151 f.

39 Cowell: *Quartet Romantic. Quartet Euphometric*, Preface, o. S.

und die Wahl der musikalischen Mittel. Dies konnte am Beispiel von Emmanuel Ghents *Dithyrambos* gezeigt werden.

Elliott Carters *Double Concerto* und Henry Cowells *Quartet Romantic* sind zwei Werke, die ebenfalls in das thematische Feld von Musik mit komplexen Rhythmus- oder Tempostrukturen gehören, jedoch einen alternativen Zugang zeigen, da sie nicht für eine Aufführung mit technikgestützter Tempovermittlung konzipiert wurden. Was sie hingegen mit *Dithyrambos* verbindet, ist eine stark auf Zahlen und Berechnungen basierende Konzeption.

Technikgestützte Tempovermittlung löst die Synchronisationsprobleme, die tempopolyphone Musik mit sich bringt. Gleichzeitig schafft sie jedoch auch neue Probleme, indem sie Produktionsprozesse provoziert, die mit etlichen zusätzlichen Arbeitsschritten belastet sind. Zudem ist man beim Üben, Proben und Aufführen der Musik ständig von einer Maschine abhängig. Wie diese Aspekte zu gewichten sind und ob die präzise Synchronisation einen musikalischen Mehrwert bietet, der den technischen Mehraufwand aufwiegt, muss von Fall zu Fall entschieden werden.

Als Ghent sein Coordinome erfand, gehörte der Click-Track in der Filmmusik schon längst zur gängigen Praxis.⁴⁰ Er war – wenn auch nicht im Zusammenhang mit experimentellen Tempokonzepten – fast vier Jahrzehnte zuvor entwickelt worden. Es erstaunt, dass der Click-Track den Weg in die Musik der Avantgarde nicht fand. Ghent verweist in seinen Artikeln weder auf die Praxis der Filmmusik noch verwendet er den Begriff Click-Track (oder vermeidet ihn absichtlich, um sich abzugrenzen). Diese Ignoranz ist symptomatisch: Filmmusik wurde von der avancierten Neuen Musik nicht zur Kenntnis genommen. Mit der Filmmusik und ihren Entwicklungen zur technikgestützten Tempovermittlung befasst sich das nächste Kapitel.

40 Dies dokumentiert z. B. ein Handbuch zu Techniken und Praktiken der Filmmusik, das in demselben Jahr wie Ghents Artikel erschien: Robert Emmett Dolan: *Music in Modern Media. Techniques in Tape, Disc and Film Recording, Motion Picture and Television Scoring and Electronic Music*, New York: Schirmer 1967.