

Handwerklichen: musikalisches Material, Ordnung und Rechenschaft – die Notation wird man eben dieser letzten Dimension zurechnen müssen und das Messen verbindet die Ordnungs- mit der Rechenschaftsdimension. Es geht hier nicht um das exakte Reproduzieren eines Plans im Sinne einer Aufführungsvorschrift, sondern vielmehr um das Festhalten an einer Verantwortung für künstlerisches Handeln, die sich im über das Klangereignis hinausreichende Offenlegen der Kriterien zeigt. Dass Zimmermann die Notation von *Tratto* am Ende doch nicht realisierte, mag nicht nur pragmatische Gründe gehabt haben. Denn: Die Frage, ob und wie Notationen beziehungsweise Partituren dies leisten könnten, brachte nicht nur eine Konjunktur von Vorschlägen hervor, sondern war auch Gegenstand kontroverser Auseinandersetzungen, wie man am sicher provokant gemeinten pejorativen Resümee Eimerts und Humperts merken kann:

Der Begriff Elektronische P[artitur] ist neuerdings ständig erweitert worden, nicht im Sinne eines ausbreitungsfähigen Sachgebietes, sondern mehr als traditionsbeflissene und zugleich kommerziell sich auswirkende Ehrenrettung für das, was nur sehr bedingt noch oder überhaupt nicht mehr als P[artitur] bezeichnet werden kann.¹²

Decrypting *Tratto*. Untersuchungen zu Bernd Alois Zimmermanns *Komposition für elektronische Klänge in Form einer choreographischen Studie**

Felix Marzillier und Ole Jana

1. Einleitung

Felix Marzillier

Spätestens seit Irmgard Brockmanns grundlegendem Aufsatz »Das Prinzip der Zeitdehnung in ›Tratto‹, ›Intercomunicazione‹, ›Photoptosis‹ und ›Stille und Umkehr‹« (1986) ist die kompositorische Bedeutung von Bernd Alois Zimmermanns Tonbandstück *Tratto* (1966/67) in der Zimmermann-Forschung präsent.¹ So bemerkte etwa Jörn Peter Hiekel, die elektroakustische Komposition *Tratto* sei »ein für Zimmermanns Spätwerk außerordentlich wichtiges Stück«, da in dieser »das Zeitdehnungsprinzip erstmals kompositorisch umgesetzt wurde«.² Auch Heribert Henrich betonte: »In *Tratto* erprobte Zimmermann erstmals jene Kompositionstechnik, die in der Folge grundlegend für *Intercomunicazione*, *Photoptosis*, weite Teile des *Requiem*s und *Stille und Um-*

12 Eimert/Humpert: Art. »Partitur«, S. 245.

* Einige der in diesem Beitrag verwendeten Abbildungen liegen auch in höherer Auflösung vor. Diese Versionen der Abbildungen lassen sich über den Mouse-Over-Link an der jeweiligen Abbildung herunterladen. Eine Zusammenstellung aller Links findet sich im Anhang dieses Beitrags, S. 81 f.

1 Vgl. Irmgard Brockmann: »Das Prinzip der Zeitdehnung in ›Tratto‹, ›Intercomunicazione‹, ›Photoptosis‹ und ›Stille und Umkehr‹«, in: *Zeitphilosophie und Klanggestalt. Untersuchungen zum Werk Bernd Alois Zimmermanns*, hrsg. von Hermann Beyer, Siegfried Mauser, Mainz 1986, S. 20–69. In didaktischer Absicht hatte sich zuvor bereits Karl-Josef Müller dem Thema genähert (vgl. Karl-Josef Müller: »Erleben und Messen. Zu Bernd Alois Zimmermanns Anschauung der Zeit in seinen letzten Werken«, in: *Musik und Bildung. Zeitschrift für Theorie und Praxis der Musikerziehung* 9/10 [1977], S. 550–554).

2 Jörn Peter Hiekel: *Bernd Alois Zimmermanns »Requiem für einen jungen Dichter«*, Stuttgart 1995 (Beihefte zum Archiv für Musikwissenschaft 36), S. 238.

kehr werden sollte«.³ Dass trotz dieses Diskussionsstandes umfangreichere analytische Arbeiten zu *Tratto* bislang noch ausstehen, dürfte vor allem den diversen quellenbezogenen Herausforderungen geschuldet sein, die mit der Untersuchung der elektronischen Komposition einhergehen.

Eine erste Herausforderung stellt die Notation von *Tratto* dar – denn Zimmermann hat zwar eine Reihe von Skizzen und Materialien hinterlassen, aber keine umfassende Notation der elektronischen Komposition vorgenommen. Hinsichtlich der überlieferten Materialien stellen sich nun zahlreiche Fragen: Welche Informationen über die Genese und Faktur der Komposition enthalten die Dokumente? In welcher Phase des Kompositions- und Realisationsprozesses entstanden die Materialien? Welche Verbindungslinien bestehen zwischen den Skizzen? Inwiefern realisierte Zimmermann die in Skizzen festgehaltenen Überlegungen auch auf dem Tonband?⁴ Die Beantwortung dieser Fragen wird durch die von Zimmermann gewählte Form der schriftlichen Aufzeichnung erschwert. Dazu erklärte der Komponist:

Das Problem der Notation des ›Tratto‹ mußte aus zeitlichen Gründen zurückgestellt werden. Ich habe für die Realisierung des Stückes lediglich Tabellen mit den Frequenzzahlen der zu produzierenden Klänge und ihren Ableitungen benutzt, sowie die logarithmischen Werte für die Produktion der Schwebungen und Diagramme (in Stenogrammform), die faktisch nur von mir selbst entzifferbar waren. Die Zeitverläufe, soweit sie nicht aus dem Gedächtnis präzise angegeben werden konnten, wurden in besonderen fortlaufenden Rollen auf Millimeterpapier fixiert [...].⁵

Zahlreiche solcher Materialien finden sich heute im Bernd-Alois-Zimmermann-Archiv der Akademie der Künste in Berlin.⁶ Im Zimmermann-Werkverzeichnis werden diese unter den Siglen S1 bis S19 aufgeführt.⁷ Dass Zimmermann das Fehlen einer eigenständigen Notation von *Tratto* mit dem Verweis auf seine begrenzte Zeit begründete, ist durchaus nachvollziehbar, da andere Versuche aus seinem Umfeld zeigten,⁸ wie groß der zeitliche Aufwand war, eine Komposition beziehungsweise die zu ihrer Umsetzung nötigen Informationen beispielsweise in Form einer »Realisationspartitur«⁹ zu kommunizieren. Allerdings beruhte sein Verzicht noch auf einem wei-

3 Heribert Henrich: *Bernd Alois Zimmermann. Werkverzeichnis. Verzeichnis der musikalischen Werke von Bernd Alois Zimmermann und ihrer Quellen*, erstellt unter Verwendung von Vorarbeiten von Klaus Ebbeke, Berlin, Mainz 2013, S. 739.

4 Siehe hierzu auch den Text von Dörte Schmidt in dieser Ausgabe, S. 11–15.

5 Bernd Alois Zimmermann: »Gedanken über elektronische Musik. Einführung zu ›Tratto‹ [Oktober 1967]«, in: ders.: *Intervall und Zeit*, hrsg., eingeleitet und kommentiert von Rainer Peters, mit Fotografien von Bernd Alois und Sabine Zimmermann, zusammengestellt von Bettina Zimmermann und Peter Mischung, Hofheim, Mainz 2020, S. 127–134, hier S. 134.

6 Das Bernd-Alois-Zimmermann-Archiv der Akademie der Künste in Berlin (D-Bda) wird in den Quellenverweisen mit »AdK BAZ« bezeichnet.

7 Die Siglen und Quellenangaben von *Tratto* im vorliegenden Text folgen der Systematik von Henrich: *Werkverzeichnis*, S. 728–732. Zur Übersicht findet sich im Anhang eine Auflistung der in diesem Rahmen verwendeten musikalischen Quellen.

8 Siehe z. B. Karlheinz Stockhausen: *Studie II*, Partitur, London 1956 und Gottfried Michael König: *Essay. Komposition für elektronische Klänge*, Partitur zugleich technische Arbeitsanweisung, Wien 1960.

9 Der Begriff ›Realisationspartitur‹ bezeichnet nach Eimert und Humpert »die verbale oder skizzenhaft-schematische Beschreibung der technischen Vorgänge im Studio, die der Realisation einer elektronischen Komposition dienen. [...] In der Regel folgt einer Aufzählung der Studioapparaturen, die zur Realisation der Musik benutzt wurden, und einer Beschreibung ihrer Funktionen eine detaillierte Schilderung der Produktionsmethoden zur Herstellung des Klangmaterials unter genauer Angabe von Geräteeinstellungen und Übertragungswegen [...]. Die Aufzählung der Arbeitsgänge, die zur Verarbeitung des Materials und zum Entstehen verschiedener Schichten notwendig waren, stellt meist den Zentralteil einer R. dar [...]. Das zeitlich aufeinander abgestimmte Zusammenspielen von Einzelschichten (oft als Synchronisation bezeichnet) wird häufig

teren Gedanken. So erklärte Zimmermann: »Solange noch keine allgemeine und verbindliche Konvention für die Notierung elektronischer Musik auf einem dafür zu berufenden Kongreß mit gesetzgeberischer Wirkung geschlossen werden kann, wird es ohnehin nur unverbindliche Lösungen geben, [...] so daß ich mich für diesen Fall auf eine stenographische Notation beschränkt habe.«¹⁰ Zimmermanns Statement bezieht sich auf die zeitgenössisch vielfach und auch auf dem Kongress »Notation Neuer Musik« im Rahmen der 19. Internationalen Ferienkurse für Neue Musik von 1964¹¹ diskutierte Frage, wie klangliche Phänomene, wie etwa die mittels elektronischer Geräte und Transformationsprozesse erzeugten »neuen« Klangqualitäten, das große Frequenzspektrum (0–16000 Hz), Lautstärkeverläufe (Pegel) und Nachhalleffekte oder die Zuordnung von Klängen zu Raumrichtungen mithilfe der traditionellen Notationsformen nachvollziehbar innerhalb einer Partitur aufgezeichnet werden können.¹² Angesichts der Schwierigkeiten dieses Unterfangens, entschloss sich Zimmermann dazu, seine kompositorischen Überlegungen mithilfe einer stenographischen Notation aus mathematischen, schriftsprachlichen, musikalischen und visuell-graphischen Zeichen festzuhalten. Die Bedeutung dieser Niederschriften lässt sich heute nicht mehr in Gänze rekonstruieren. Zimmermann bediente sich jedoch nicht nur einer Kurzschrift, sondern notierte naturgemäß auch nur jene Teile seiner kompositorischen Ideen, die er nicht selbst »aus dem Gedächtnis präzise« angeben beziehungsweise bei der technischen Realisation nicht spontan umsetzen konnte. Durch diese Bedingungen ist die »Lesbarkeit« der Materialien heute etwas eingeschränkt. Für einen verbesserten Zugriff auf die in den Quellen überlieferten Informationen aus dem Kompositions- und Realisationsprozess von *Tratto* müssen daher weitere Ressourcen miteinbezogen werden. Dazu zählen insbesondere Zimmermanns eigene Aussagen zu *Tratto* und das Wissen über seine, in anderen Werken angewendeten Kompositionstechniken.¹³

Die Komposition *Tratto* entstand zwischen Juli 1966 und Februar 1967 im Elektronischen Studio der Kölner Musikhochschule und beruht maßgeblich auf der Verarbeitung von Sinustönen.¹⁴ Da die jeweilige Studioteknik eine zentrale Bedeutung für die Produktion von elektro-

am Schluß eines Abschnittes in der Art von Instrumentalpartituren aufgezeichnet: mit Symbolen bezeichnete Schichten werden über- bzw. untereinander angeordnet« (Herbert Eimert, Hans Ulrich Humpert: Art. »Realisationspartitur«, in: dies.: *Das Lexikon der elektronischen Musik*, Regensburg 1973, S. 275 f.). Siehe hierzu auch die Überlegungen von Dörte Schmidt in dieser Ausgabe, S. 11 f.

10 Zimmermann/Peters: »Gedanken über elektronische Musik«, S. 134.

11 Vgl. *Notation Neuer Musik*, hrsg. von Ernst Thomas, Mainz 1965 (Darmstädter Beiträge zur Neuen Musik IX).

12 Neben dem entsprechenden Band der *Darmstädter Beiträge* s. dazu bspw. auch Karlheinz Stockhausen, Herbert Eimert, Fritz Enkel: »Fragen der Notation elektronischer Musik«, in: *Technische Hausmitteilungen des Nordwestdeutschen Rundfunks* 6/1–2 (1954), S. 52–54 oder Herbert Eimert, Hans Ulrich Humpert: Art. »Notation«, in: *Das Lexikon der elektronischen Musik*, S. 225–232. Für Überblicksdarstellungen s. Marcus Erbe: *Klänge schreiben. Die Transkriptionsproblematik elektroakustischer Musik*, Wien 2009 (Signale aus Köln 15) oder Martin Supper, Elena Ungeheuer: Art. »Elektroakustische Musik«, in: *Die Musik in Geschichte und Gegenwart. Allgemeine Enzyklopädie der Musik begründet von Friedrich Blume*, Sachteil, Bd. 2, hrsg. von Ludwig Finscher, Kassel, Stuttgart 1995, Sp. 1717–1765, aber auch Matthias Pasdzierny: »Tonband, Partitur, Aufführung. Medien- und musikphilologische Überlegungen zur Edition von Bernd Alois Zimmermanns »Requiem für einen jungen Dichter«, in: *Aufführung und Edition*, hrsg. von Thomas Betzwieser, Markus Schneider, Berlin 2019 (Beihefte zu editio 46), S. 217–231.

13 Vgl. dazu vor allem Brockmann: »Das Prinzip der Zeitdehnung« und Ralph Paland: »*Work in Progress*« und *Werkindividualität. Bernd Alois Zimmermanns Instrumentalwerke 1960–1965*, Mainz 2006 (Kölner Schriften zur Neuen Musik 9) sowie Oliver Korte: *Die »Ekklesiastische Aktion« von Bernd Alois Zimmermann. Untersuchungen zu einer Poetik des Scheiterns*, Sinzig 2003 (Berliner Musik-Studien 29), S. 148–163.

14 Diese Datierung ergibt sich aus Zimmermanns Korrespondenz und entsprechenden Kalendereinträgen (vgl. Henrich: *Werkverzeichnis*, S. 732–739). Anfang Juli 1967 war Zimmermann zum Abhören der Ton-

nischer Musik hat, bedarf die Analyse von *Tratto* einer Kenntnis der studioteknischen Apparaturen, die Zimmermann zur elektronischen Klangerzeugung und -verarbeitung zur Verfügung standen. Die zweite Herausforderung besteht nun genau darin, dass der Komponist selbst nur ungefähre Angaben zu dem von ihm genutzten Studiosetting machte.¹⁵ Daher werden auch die Ausführungen des Toningenieurs Gerd Rautenbach miteinbezogen, der das Hochschulstudio als »Gründungstechniker« seit 1965 mit aufbaute und drei Jahre später gemeinsam mit Zimmermann *Tratto* realisierte.¹⁶ Zur Rekonstruktion der zeitgenössischen Studioausstattung wird außerdem auf die Hinweise der Tontechniker Marcel Schmidt,¹⁷ der ab 1973 im Kölner Hochschulstudio arbeitete, und Werner Scholz,¹⁸ der unter anderem an der Realisation von Zimmermanns *Requiem* mitwirkte, zurückgegriffen. Zur Eruierung der zeittypischen Verfahrensweisen wird mit dem *Lexikon der elektronischen Musik* von Herbert Eimert und Hans Ulrich Humpert eine weitere wichtige Informationsquelle herangezogen, die in Zimmermanns direktem Umfeld entstand.¹⁹ Die von den Zeitzeugen Rautenbach und Schmidt gemachten Angaben zur Studioteknik unterscheiden sich in einigen Punkten voneinander, was mit der zeitlichen Distanz zum betroffenen Zeitraum²⁰ und möglichen Veränderungen der verwendeten Studioteknik zwischen 1965 und 1973 zusammenhängen könnte.²¹ Allgemein feststellen lässt sich jedoch, dass Zimmermann während seiner Arbeit im Studio vermutlich über folgende Ausstattung verfügte: ein Mono-Mischpult, sechs Tongeneratoren und einen Rauschgenerator, mehrere Tonbandmaschinen – davon mindestens ein Vierkanal-Tonbandgerät – mit Vorrichtungen zur Erzeugung von Bandschleifen

bänder außerdem auch im Studio für Elektronische Musik des Westdeutschen Rundfunks in Köln (vgl. Brief von Bernd Alois Zimmermann an Karlheinz Stockhausen, Köln 6.7.1967, Typoskript-Durchschlag, AdK BAZ 1.62.169.163). Dass er die dort vorhandenen technischen Apparaturen auch zur Klangerzeugung oder -verarbeitung nutzte, ist bislang nicht belegbar.

15 Vgl. Zimmermann/Peters: »Gedanken über elektronische Musik«, S. 132–134.

16 Vgl. E-Mail von Gerd Rautenbach an Felix Marzillier, 27.3.2021, Bestand der Bernd Alois Zimmermann-Gesamtausgabe (im Folgenden: BAZ-GA).

17 Vgl. E-Mails von Marcel Schmidt an Felix Marzillier, 3.8.2020 und 31.8.2020, BAZ-GA.

18 Vgl. E-Mail von Werner Scholz an Matthias Pasdzierny, 24.9.2020, BAZ-GA.

19 Vgl. Eimert/Humpert: Das *Lexikon der elektronischen Musik*. Dieser Rückgriff bietet sich an, da die Autoren des Lexikons seit Mitte der 1960er Jahre im Elektronischen Studio der Kölner Musikhochschule tätig waren und die Komposition *Tratto* im Lexikon eigens erwähnen (vgl. Herbert Eimert, Hans Ulrich Humpert: Art. »Exposition«, in: ebd., S. 87). Zudem ist Herbert Eimert ein Widmungsträger der Komposition. Anzunehmen ist auch, dass Eimert Zimmermann zumindest temporär bei der Arbeit im Elektronischen Studio begleitete. So schrieb Zimmermann im Vorfeld seiner Studiotermine an Rudolf Petzold: »Herr Eimert hat freundlicherweise seine Gegenwart für die Dauer der Realisierung zugesagt, was ich dankbar begrüße« (vgl. Brief von Bernd Alois Zimmermann an Rudolf Petzold, [Rømø] 5.9.1966, Typoskript-Durchschlag, AdK BAZ 1.62.168.267). Dass Zimmermann mit den wesentlichen künstlerischen Positionen Eimerts vertraut gewesen sein dürfte, legt auch die im Nachlass Zimmermanns befindliche Schallplatte *Herbert Eimert. Elektronische Musik* (Wergo 60006, 1963, LP) nahe, die Ausführungen zu den Themen »Akustische und theoretische Grundbegriffe«, »Zur Geschichte und zur Kompositionstechnik« sowie zu »Musik und Sprache« enthält. Außerdem dürfte *Tratto* von Mitarbeitenden des Studios an der Kölner Musikhochschule am 29.11.1967 uraufgeführt worden sein (vgl. Henrich: *Werkverzeichnis*, S. 739).

20 So betont Gerd Rautenbach, dass, da »nun ca. 50 Jahre vergangen« seien, er »nur noch wenige Erinnerungen an [die] Realisierung des Stücks *Tratto* mit b.a. Zimmermann habe« (s. dazu E-Mail von Gerd Rautenbach an Felix Marzillier, 11.3.2021, BAZ-GA).

21 Marcel Schmidt relativiert diese Einschränkung durch seine Aussage, dass bei seinem Dienstantritt »noch sämtliche Geräte und Apparaturen aus den Anfangsjahren des Studios nicht nur betriebsbereit vorhanden, sondern auch noch täglich im Einsatz« waren (Schmidt an Marzillier, 3.8.2020, BAZ-GA).

und ein Transponiergerät. Detailliertere Angaben zur vorhandenen Studioteknik finden sich in Tabelle 6 im Anhang.

Die dritte Herausforderung betrifft die Wahl der geeigneten Tonbandquellen, denn die auf vierkanaligem Magnettonband produzierte Komposition ist in mehrfacher Ausführung überliefert.²² Da die zur Wiedergabe der Tonbänder nötigen Vierspur-Magnettonbandgeräte schwer zugänglich sind und sowohl die Nutzung als auch die Lagerung der Tonbänder deren klangliche Beschaffenheit negativ beeinflusst, wurden einige der *Tratto*-Tonbänder in den letzten Jahren digitalisiert. Dazu zählen die Tonbänder aus dem Archiv der Kölner Musikhochschule,²³ jene aus dem Bernd-Alois-Zimmermann-Archiv der Akademie der Künste in Berlin²⁴ und die vom Verlag Schott Music als Aufführungsmaterial zur Verfügung gestellten Tonbänder.²⁵ Vergleicht man die digitalisierten Tonbänder miteinander, fällt allerdings auf, dass die sich entsprechenden Spuren nicht nur leichte klangliche Unterschiede, sondern auch verschiedene Spieldauern aufweisen.²⁶ Diese reichen von ca. 14'58,2" (AdK-Spur 1–2: M2) über ca. 14'58,8" (Köln-Spuren 1–4 sowie Schott-Spuren 1–4) und ca. 14'59,6" (AdK-Spur 3–4: M3) bis zu ca. 15'03,1" (AdK-Stereo-Abmischung: M6)²⁷ und stehen damit faktisch im Widerspruch zu Zimmermanns selbstbewusst vorgetragener Behauptung: »Alle Bandschnitte wurden genauestens ausgemessen, und es ergab sich der bei der Produktion von elektronischer Musik gewiß nicht häufige Fall, daß die von mir projektierte Gesamtauführungsdauer von fünfzehn Minuten auf die Sekunde genau eingehalten werden konnte.«²⁸ Wenngleich die dargestellten Unterschiede auf den ersten Blick margi-

22 Siehe die grundlegende Debatte hierzu in *Sounds, Voices and Codes from the Twentieth Century. The Critical Editing of Music at Mirage*, hrsg. von Luca Cossettini, Angelo Orcalli, 2017 Udine.

23 Vgl. das Digitalisat des Kölner Vierspur-Magnettonbands von *Tratto* (bei Henrich: *Werkverzeichnis*, S. 732 als M4 geführt). Vielen Dank an Simon Spillner (Studio für Elektronische Musik, Hochschule für Musik und Tanz Köln) für die Überlassung der digitalisierten Bänder sowie einer restaurierten Fassung der Spuren.

24 Im Bestand der Akademie der Künste, Berlin sind mehrere digitalisierte Tonbandquellen von *Tratto* verfügbar: zwei Zweispur-Magnettonbänder (AdK, Medienarchiv, Sammlung Audiovisueller Medien [AVM], Tonbänder Bernd Alois Zimmermann, AVM-31 6229 [M2] und AVM-31 6230 [M3]) mit den Spuren 1–2 bzw. 3–4, eine Stereoabmischung (AVM-31 6179 [M6]) und ein Materialband (AVM-31 6178 [M1]). Die Vierspur-Magnettonbänder AVM-31 6235 [M7] und AVM-31 6224 [M5] liegen leider bislang noch nicht als Digitalisat vor und werden daher nicht miteinbezogen. An dieser Stelle sei dem Archiv der Akademie der Künste, Berlin und speziell Heribert Henrich für die freundliche Bereitstellung der Digitalisate herzlich gedankt.

25 Digitales Leihmaterial von Schott Music GmbH, Kanal 1–4. Herzlichen Dank an Schott Music GmbH und speziell an Andreas Krause für die Bereitstellung der Digitalisate.

26 Zurückführen lassen könnten sich diese Abweichungen u. a. auf die temperaturbedingte physische Ausdehnung der Magnettonbänder bei deren Nutzung und Lagerung sowie die ungleiche Einstellung der Bandgeschwindigkeiten verschiedener Magnetbandgeräte bei der Überspielung von Tonbändern, aber auch auf Phänomene wie die nicht immer mit konstanter Umlaufgeschwindigkeit laufende Antriebs- und Tonrolle des Magnetbandgeräts bzw. die Verstärkung dieser Effekte bei der Synchronschaltung mehrerer Bandmaschinen (vgl. Herbert Eimert, Hans Ulrich Humpert: Art. »Schwankungen«, in: *Das Lexikon der elektronischen Musik*, S. 301 f.). Wenngleich diese im Einzelnen eher geringen Abweichungsfaktoren erst bei längerer Wiedergabedauer wahrnehmbar werden – s. die Probleme bei der Uraufführung von Zimmermanns *Requiem* (vgl. Pasdzierny: »Tonband, Partitur, Aufführung«, S. 227–230) –, könnten sie sowohl im Prozess der Herstellung und Vervielfältigung als auch während der Digitalisierung Auswirkungen auf die Dauer der überlieferten Tonspuren gehabt haben. Zudem zeigen die im kommenden Kapitel näher untersuchten Skizzen, dass Zimmermann mit einer Bandgeschwindigkeit von 38 cm/1" rechnete, während die standardisierte Bandgeschwindigkeit seinerzeit 38,1 cm/1" betrug, woraus sich eine minimale, aber grundsätzliche Ungenauigkeit zwischen seinen Berechnungen und den im Studio realisierten Klangfolgen ergeben haben dürfte.

27 Als Vermessungsgrundlage dienen hier und im Folgenden nur die bespielten Passagen der Tonbänder. Die neutralen Vor- und Nachlaufbänder wurden in die Berechnung nicht miteinbezogen.

28 Zimmermann/Peters: »Gedanken über elektronische Musik«, S. 133. Die Aufnahmedauer der zu Zimmer-

nal wirken, ergeben sich aus ihnen nicht nur relevante Konsequenzen für die Aufführung der Komposition wie eine veränderte Aufführungsdauer, sondern auch Herausforderungen für die analytische Rekonstruktion von *Tratto*, da die Skizzen zeigen, dass Zimmermann mit Notendauern im Millisekunden-Bereich operierte. Da im Fall des Kölner Tonbands jedoch bislang angenommen werden kann, dass es sich bei diesem um ein Exemplar aus dem unmittelbaren Entstehungszusammenhang der Komposition handelt und das Tonband bei der Produktion der Wergo-Schallplatte 60031 von Zimmermann selbst verwendet worden sein dürfte,²⁹ wird die digitalisierte Fassung des Kölner Vierspurbands hier als zentrale Tonbandquelle herangezogen. Alle im Folgenden gemachten Angaben beziehen sich daher – sofern nicht anders angegeben – auf die Kölner Version von *Tratto*.

Die Analyse der Tonband-Digitalisate erfolgt mithilfe der Programme *Sonic Visualiser*, *iZotope* und *Audacity*. Diese bieten vielfältige Möglichkeiten der spektrographischen Visualisierung und zeitlichen Vermessung von Klangfolgen, wodurch die bisherigen analytischen Werkzeuge erheblich erweitert³⁰ und die meisten der vor allem im Schlussteil der Komposition vielfach überlagerten Klangfolgen relativ detailliert rekonstruiert werden können.³¹ Die spektrographischen Abbildungen beruhen ebenfalls auf dem Digitalisat des Kölner Tonbandes und wurden fast alle mit der Software *iZotope* erzeugt. Zur Veranschaulichung der Befunde in Abbildung 6 und

manns Lebzeiten veröffentlichten Wergo-Schallplatte (Wergo 60031, 1967) beträgt sogar ca. 15'11". Der Toningenieur Gerd Rautenbach erwähnt wiederum eine Dauer von 16' (vgl. Rautenbach an Marzillier, 27.3.2021, BAZ-GA).

29 Vgl. Brief von Bernd Alois Zimmermann an Werner Goldschmidt, Köln 18.6.1967, Typoskript-Durchschlag, AdK BAZ 1.62.169.147. Dies könnte eventuell auch erklären, weshalb die Digitalisate des Schott-Verlags, dem Rechtsnachfolger des Schallplatten-Labels Wergo, dieselben Spurdauern aufweisen wie das Kölner Digitalisat.

30 Tatsächlich konnten Frequenzanalysen mithilfe von Kathodenoszillographen bzw. dem Suchtonverfahren oder dem Visible-Speech-Verfahren bereits zur Entstehungszeit von *Tratto* durchgeführt werden (vgl. dazu Werner Meyer-Eppeler: »Statistische und psychologische Klangprobleme«, in: *die Reihe. Information über serielle Musik* Heft 1 (1955), S. 22–28, hier S. 28 sowie die Angaben bei Herbert Eimert, Hans Ulrich Humpert: Art. »Frequenzanalyse«, in: *Das Lexikon der elektronischen Musik*, S. 102). Zur Analyse von *Tratto* s. Müller: »Erleben und Messen«, S. 550–554, Brockmann: »Das Prinzip der Zeitdehnung«, S. 20–33 und Hiekel: »Requiem«, S. 238–246. Auch Christian Utz, Ralph Paland und Martin Straka beziehen in ihre Überlegungen zu *Tratto* bereits spektrographische Darstellungsmöglichkeiten mit ein (vgl. Christian Utz: »Paradoxien musikalischer Temporalität in der neueren Musikgeschichte. Die Konstruktion von Klanggegenwart im Spätwerk Bernd Alois Zimmermanns im Kontext der Präsenzästhetik bei Giacinto Scelsi, György Ligeti, Morton Feldman und Helmut Lachenmann«, in: *Die Musikforschung* 68/1 (2015), S. 22–52, hier S. 38, Ralph Paland: »La composition de l'espace chez Bernd Alois Zimmermann«, in: *Regards croisés sur Bernd Alois Zimmermann. Actes du colloque de Strasbourg 2010*, hrsg. von Pierre Michel, Heribert Henrich, Philippe Albèra, Genf 2012, S. 161–179, hier S. 171–177 und Martin Straka: *Bernd Alois Zimmermann: Tratto (1966), Komposition für elektronische Klänge in Form einer choreographischen Studie*, Studienarbeit, München 2005).

31 Als große Herausforderung erwies sich dabei jedoch die Überlagerung von Klängen in einem ähnlichen Frequenzbereich, weshalb in einigen Fällen bspw. die Bestimmung des genauen Anfangs- und Endpunkts eines Klangs bzw. die genaue Frequenzbestimmung nicht ohne Weiteres möglich war. Weiterhin führen lagerungsbedingte, magnetische Kopiereffekte (vgl. Herbert Eimert, Hans Ulrich Humpert: Art. »Kopiereffekt«, in: *Das Lexikon der elektronischen Musik*, S. 175) wie Vor- bzw. Nachechos auf benachbarten Tonbandwindungen und die gegenseitige elektromagnetische Beeinflussung benachbarter Magnet Spuren – das sogenannte »Übersprechen« – an einigen Stellen der *Tratto*-Tonbänder zu Verunklarungen des Klangbildes. Inwiefern diese, dem Komponisten und seinem Umfeld offensichtlich bekannten, Kopiereffekte von Zimmermann bewusst eingeplant wurden, lässt sich bislang nicht beantworten. In vielen Fällen können diese Effekte jedoch mittels eines Vergleichs mit benachbarten Spuren bzw. Klangfolgen als solche identifiziert werden, da diese meist eine sehr geringe Lautstärke aufweisen.

Abbildung 19 wurde hingegen auf die Software *EAnalysis*³² zurückgegriffen. Die ausschließliche Verwendung der digitalen Tonbandquellen geht jedoch mit einem Informationsverlust einher, da die bisher vorliegenden Digitalisierungen die physische Beschaffenheit der *Tratto*-Tonbänder wie die Schnitt- und Klebestellen oder etwaige Beschriftungen von Kartons, Bobbies usw. nicht oder nur unvollständig abbilden.³³ In einem nächsten Schritt wäre es daher sinnvoll, auch die analogen Tonbandquellen in die Untersuchung miteinzubeziehen.³⁴

Vor dem Hintergrund dieser herausfordernden Quellenlage rekonstruiert Felix Marzillier im ersten Hauptteil die zentralen kompositorischen Elemente von *Tratto*. Der analytische Fokus liegt dabei auf den Dauernstrukturen und der formalen Anlage der Komposition. Darauf aufbauend erweitert Ole Jana diese Perspektive durch eine Untersuchung zur Organisation der Tonhöhen und Klangfarben in *Tratto*. Abschließend ordnet Marzillier die in der elektronischen Studie angewandten Kompositionsverfahren in das Gesamtwerk Zimmermanns ein und zeichnet dabei einige kompositorische Bezüge zwischen *Tratto* und *Intercomunicazione* nach.

2. Genese und Faktur der kompositorischen Elemente

Felix Marzillier

Hinweise zu den in *Tratto* verwendeten kompositionstechnischen Verfahren finden sich in Zimmermanns Text »Gedanken über elektronische Musik. Einführung zu ›Tratto‹«, der im Oktober 1967 für die genannte Wergo-Schallplatte entstand. Wenngleich diese Ausführungen etwas vage bleiben und das Vorhandensein bestimmter kompositorischer Strukturen eher signalisieren als erklären, geben sie doch Einblicke in die Genese und Faktur der elektronischen Studie und können bei der Quellensichtung daher als analytische Orientierungshilfe dienen. Nach eigener Aussage verwendete Zimmermann für *Tratto* eine Reihe aus Intervallproportionen, in der entsprechend der Naturtonreihe »jeweils sechs verschiedene Verhältniszahlenpaare für den Tritonus gewählt«³⁵ und mittels sogenannter »Anschlussintervalle« derart aneinandergereiht wurden, dass sie im Ganzen ein chromatisches Total ergeben.³⁶ Zimmermann zufolge reguliert diese zentrale Proportionsreihe (s. Abbildung 1) »alle akustischen Phänomene«³⁷ der Komposition, das heißt diese Reihe wurde nicht nur »für sämtliche Zeitstrukturen herangezogen«,³⁸ sondern bestimmte auch die Proportionierung der »Schwebungen«, die der Komponist zur klanglichen Modellierung der Sinustongemische verwendete. Zudem verwies Zimmermann auf einen Zusammenhang zwischen der Proportionsreihe und den spiegelbildlich angelegten Sinuston-Frequenzgemischen Klang I und II (s. Abbildung 2) und gab an, aus diesen »im wesentlichen alle in

32 Für genauere Angaben zum Entstehungskontext der Software s.: <http://logiciels.pierrecouprie.fr>, abgerufen am 12.11.2021.

33 Auch einige Aussagen Gerd Rautenbachs bezüglich der technischen Realisationsbedingungen der Komposition können ohne Bandautopsie nur ansatzweise eingeordnet werden.

34 Im Zuge der Edition von *Tratto* im Kontext der BAZ-GA wird daher angestrebt, eine digitale Dokumentation der dafür erforderlichen Quellen zu erstellen und langfristig verfügbar zu halten.

35 Zimmermann/Peters: »Gedanken über elektronische Musik«, S. 130.

36 In der Funktion einer Tonhöhenreihe verwendet Zimmermann diesen Reihentypus bereits in seiner Oper *Die Soldaten*, III. Akt, 5. Szene.

37 Zimmermann/Peters: »Gedanken über elektronische Musik«, S. 132.

38 Ebd.

der Komposition vorkommenden Klänge entwickelt bzw. abgeleitet³⁹ zu haben. Daher handele es sich bei *Tratto* »um ein sehr geschlossenes, aus einem einzigen Ansatz entwickeltes Werk«.⁴⁰



Abbildung 1: Zentrale Proportionsreihe aus Tritonus- und Anschlussintervallen (angelehnt an Abbildung 1a in Utz: »Paradoxien musikalischer Temporalität«, S. 37).

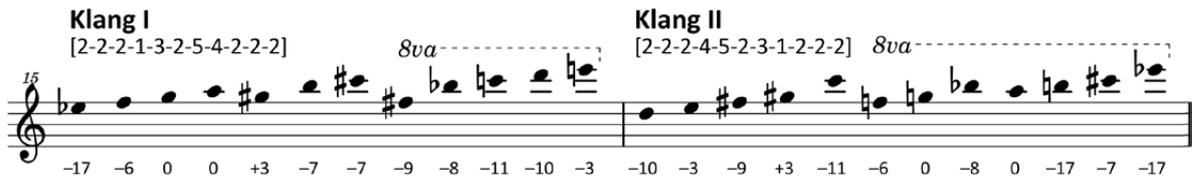


Abbildung 2: Darstellung von »Klang I« und »Klang II« mit Abweichung der Einzelfrequenzen von gleichstufig temperierter Stimmung (bei $a^1 = 440$ Hz) in Cent (angelehnt an Abbildung 1b in Utz: »Paradoxien musikalischer Temporalität«, S. 37).

Überdies erklärte Zimmermann, er habe in seiner Komposition mit sich »aus den verschiedensten Raum- und Zeitrichtungen überlagernden, sich verschlingenden und wieder lösenden Strecken« gearbeitet, sodass *Tratto* kompositionstechnisch gesehen »in beiden Zeitrichtungen zugleich« beziehungsweise »von hinten nach vorne und umgekehrt«⁴¹ komponiert worden wäre. Diese Techniken assoziierte Zimmermann wiederum mit dem zeitphilosophischen Topos der Erzeugung einer »gewissermaßen ständigen Gegenwart«⁴² und der Bezeichnung »Zeitstreckung«.⁴³ Später verwendete Zimmermann den Begriff »Zeitdehnung«⁴⁴ zur Kennzeichnung seiner Kompositionsmethode. Dieser schillernde Begriff wurde von der Zimmermann-Forschung aufgegriffen und fungiert, insbesondere seitdem Brockmann das »Prinzip der Zeitdehnung« allgemein als »Simultankonzeption zweier sich zueinander asynchron verhaltender Zeitverläufe«⁴⁵ definierte, als Synonym für die in *Tratto*, *Intercomunicazione*, *Photoptosis* und weiteren Werken verwendeten kompositorischen Techniken.⁴⁶

Kaum reflektiert wurde bisher jedoch die diskursive Verortung des Begriffs in den Praxen und Debatten der elektronischen Klangerzeugung (und der Kinematographie⁴⁷). Wichtige Anhalts-

39 Ebd.

40 Ebd.

41 Ebd., S. 131.

42 Ebd.

43 Ebd., S. 129.

44 Bernd Alois Zimmermann: »Photoptosis«, in: ders.: *Intervall und Zeit. Aufsätze und Schriften zum Werk*, hrsg. von Christof Bitter, Mainz 1974, S. 115–116, hier: S. 115.

45 Brockmann: »Das Prinzip der Zeitdehnung«, S. 27.

46 Vgl. dazu bspw. Müller: »Erleben und Messen« und Brockmann: »Das Prinzip der Zeitdehnung« sowie Utz: »Paradoxien musikalischer Temporalität«, S. 33–43.

47 Der Begriff »Zeitdehnung« – Stichwort »Zeitlupe« bzw. »Zeitraffer« – ist ein fester Bestandteil kinematographischer Techniken und Diskurse (vgl. dazu bspw. Andreas Becker: *Perspektiven einer anderen Natur. Zur Geschichte und Theorie der filmischen Zeitraffung und Zeitdehnung*, Bielefeld 2004). Da Zimmermann ab 1957 Seminare für Rundfunk- und Filmmusik an der Kölner Hochschule durchführte (vgl. Matthias Pasdzierny:

punkte zur Einordnung des Begriffs finden sich im *Lexikon der elektronischen Musik*. In ihrem Beitrag über die Techniken der Dehnung und Raffung von Schallereignissen verweisen Herbert Eimert und Hans Ulrich Humpert auf zwei grundlegende Verfahren. Einmal lassen sich derartige Transformationen durch gezielte Veränderungen der Bandgeschwindigkeit vornehmen. So führt beispielsweise die Verringerung der Abspielgeschwindigkeit zu einer Dehnung aller klanglichen Ereignisse auf dem Tonband, wobei die Tondauern verlängert und die Tonhöhen abwärts transponiert werden. Außerdem erwähnen die Autoren eine weitere Methode: »Zeitraffung wird auch durch Herausschneiden von Bandstücken aus einem besprochenen Tonband erreicht; [...] Zeitdehnung erhält man entsprechend durch Einfügen von Leerband [...].«⁴⁸ Einen weiteren praktischen Hinweis geben die Lexikon-Autoren durch die Erwähnung der in *Tratto* »vorherrschenden Kompositionsmethode [aus] zeitlicher Dehnung bzw. Raffung von Bandschleifen.«⁴⁹ Inwiefern sich Zimmermann dieser handwerklichen Techniken tatsächlich bediente, ist auf der Quellengrundlage bislang schwer zu beantworten – Gerd Rautenbach kann sich an Verfahren wie die genannten jedenfalls nicht erinnern.⁵⁰

Band I und Band II

Nähert man sich der Komposition in einem ersten Schritt mittels einer spektrographischen Darstellung der vier Tonspuren in ihrem Gesamtverlauf, wird deutlich, dass sich die ca. 15-minütige Komposition grob in zwei Teile gliedern lässt: einen langen ersten Teil – im Folgenden »Hauptteil« genannt, von 0'00"–ca. 11'36",⁵¹ zu dem ab ca. 6'23" als eine Art »Mittelteil« weitere Klangschichten (γ_1 und γ_2) hinzutreten – und einen kürzeren zweiten Teil, im Folgenden »Schlussteil« genannt, von ca. 11'36"–14'59", der mit einem ca. 45-sekündigen »Schlussklang« endet (s. Abbildung 3).⁵² Die Betrachtung zeigt außerdem, dass der Einsatz der Klangfolgen auf den vier Tonspuren nicht immer synchron erfolgt. So setzen die ersten Klänge auf Spur 4 im Hauptteil

»Endgültig, dynamisch oder ausgesteuert? Bernd Alois Zimmermanns Tonband-Kompositionen zwischen Aufführung, Klangregie und Edition«, in: *Man müßte nach Rom gehen*. Bernd Alois Zimmermann und Italien, hrsg. von Sabine Ehrmann-Herfort, Adrian Kuhl, Matthias Pasdzierny, Dörte Schmidt, Kassel 2020 [Analecta musicologica 55], S. 300–325, hier S. 311–316) und dabei York Höller zufolge einen Schwerpunkt auf die Frage »Wie hat der Regisseur die Zeit behandelt?« legte (vgl. Bettina Zimmermann: *Con tutta forza. Bernd Alois Zimmermann. Ein persönliches Portrait. Dokumente, Briefe, Fotos, Zeitzeugen*, begleitet von Rainer Peters, Hofheim 2018, S. 252 f.), könnten diese filmtheoretischen Reflexionen sein Begriffsverständnis durchaus mitgeprägt haben. Auch Brockmann bahnt einen Bezug zur Kinematographie bereits an (vgl. Brockmann: »Das Prinzip der Zeitdehnung«, S. 30).

48 Herbert Eimert, Hans Ulrich Humpert: Art. »Dehnung/Raffung«, in: *Das Lexikon der elektronischen Musik*, S. 58 f., hier S. 59. Im Kontext der Elektroakustik ist der Begriff »Zeitdehnung« bereits in den 1950er Jahren etabliert (s. dazu bspw. Herbert Lennartz: »Zeitdehnung und Zeitpressung mit Magnettongeräten«, in: *Radio-Magazin mit Fernseh-Magazin. Monatsschrift für Radiotechnik, Elektroakustik und Fernsehen* Heft 12 [1953], S. 431 f.).

49 Eimert/Humpert: Art. »Exposition«, S. 87.

50 Vgl. Rautenbach an Marzillier, 27.3.2021, BAZ-GA.

51 Diese und die folgenden Zeitangaben verstehen sich als Orientierungshilfe und erheben keinen Anspruch auf Exaktheit. Wie bereits erwähnt, dienen als Vermessungsgrundlage nur die bespielten Passagen der Tonbänder.

52 Der Begriff »Schlussklang« findet sich in bspw. in der Quelle S5 v (Bernd Alois Zimmermann: [Angabe zu Tonbandlängen und Materialband III], Autograph, AdK BAZ 1.62.14.2, fol. 7v). Im Folgenden weisen doppelte Anführungszeichen (») auf Begriffe hin, die aus den *Tratto*-Quellen übernommen sind. Von den Autoren gewählte Bezeichnungen sind demgegenüber in einfache Anführungszeichen gesetzt. In beiden Fällen entfallen die Anführungsstriche in der Regel nach der ersten Nennung.

beispielsweise erst bei ca. 0'58'' ein und auch im Schlussteil erfolgt der Einsatz neuer Klangfolgen in den vier Spuren zeitlich versetzt (s. Abbildung 4). Die Klangereignisse auf den vier Spuren erklingen zudem aus vier verschiedenen Raumrichtungen. Da Zimmermann als Ausgangspunkt

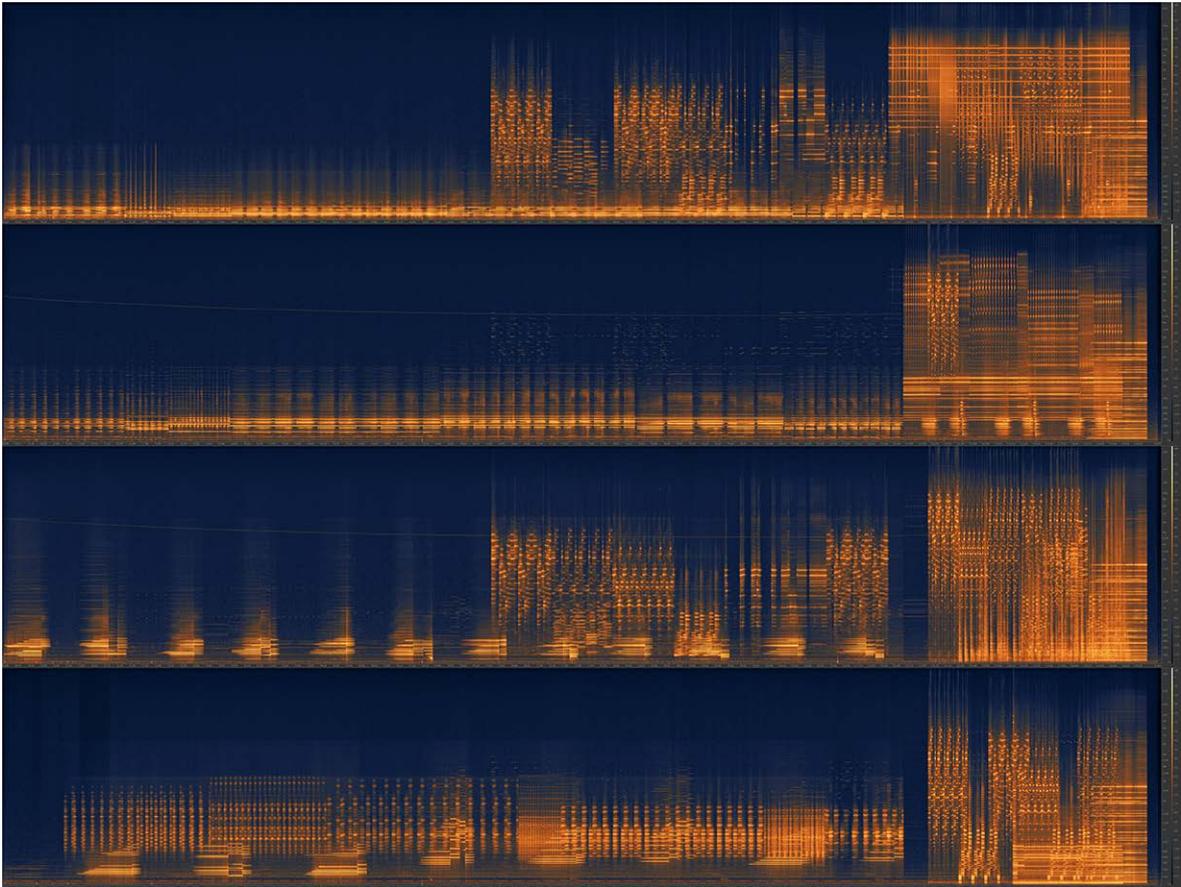


Abbildung 3: *Tratto*, Digitalisat des Kölner Tonbands, Spektrogramm des Gesamtverlaufs.

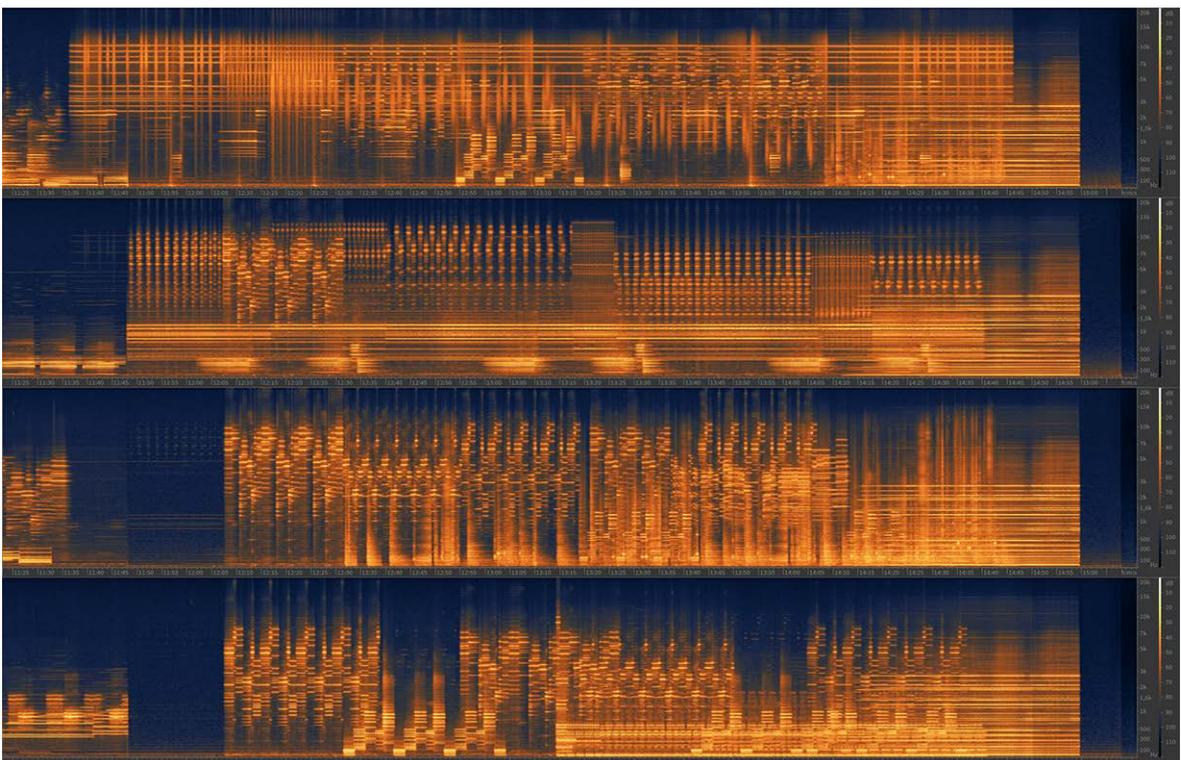


Abbildung 4: *Tratto*, Digitalisat des Kölner Tonbands, Spektrogramm des Schlussteils.

die Lautsprecherposition vorne links festlegte,⁵³ ergibt sich folgende Anordnung: Spur 1 soll von vorne links (FL), Spur 2 von vorne rechts (FR), Spur 3 von hinten rechts (RR) und Spur 4 von hinten links (RL) eingespielt werden.

Der Schlussteil ist der musikalisch dichteste Teil der Komposition und wird durch eine Überlagerung mehrerer Klangschichten mit jeweils eigenem Tempo gebildet. Trotz der Komplexität seines musikalischen Gefüges ist er der quellentechnisch am besten rekonstruierbare Abschnitt von *Tratto*. Dies hängt auch damit zusammen, dass dieser Formteil kompositionsgenetisch gesehen vermutlich den Ausgangspunkt von Zimmermanns Arbeit darstellte. Die Analyse folgt diesem Vorgehen und diskutiert die verschiedenen Aspekte der Komposition jeweils ausgehend vom Schlussteil. Die zentrale Quelle für diesen Abschnitt stellt die Quelle S9 dar,⁵⁴ bei der es sich um eine Art reduzierte Realisationspartitur auf einer Rolle aus Millimeterpapier handelt. In der Skizze visualisierte Zimmermann den Synchronisationsprozess und notierte neben Hinweisen zur Koordination der Tonbandeinsätze und Länge der Tonbandabschnitte auch Angaben zu den verwendeten Sinustongemischen und deren Transpositionen beziehungsweise den ihnen zugeordneten Schwebungsproportionen (s. Abbildung 5). Viele der in S9 »stenographisch« festgehaltenen Informationen erschließen sich nur durch die Kenntnis anderer Skizzen aus dem Entstehungsprozess von *Tratto*. Zugleich ermöglicht es die gebündelte Darstellung in S9 ihrerseits, die in den anderen Skizzen überlieferten Informationen besser einzuordnen. Die Millimeterpapier-Skizze stellt daher eine Art von Knotenpunkt dar, um den sich die anderen Skizzen und Materialien gruppieren. Gerd Rautenbach erwähnt eine »Partitur«, auf deren Grundlage Zimmermann und der Tontechniker bei der Aufnahme der »Klangblöcke« zugleich auch deren Frequenzen, Amplituden sowie Ein- und Ausschwingzeit live veränderten.⁵⁵ Vermutlich ist die erwähnte Partitur identisch mit der Quelle S9. Um eine Partitur im engeren Sinne handelt es sich bei S9 jedoch eher nicht, zumal sich die in ihr aufgezeichneten Informationen primär auf den Schlussteil von *Tratto* beziehen. Vielmehr bildet die Skizze eine Art kompositorisches »Gerüst« ab, an dem sich Zimmermann offensichtlich während des Realisationsprozesses orientierte und das er durch Eintragungen kontinuierlich ergänzte, ohne diese »Realisationspartitur« jedoch fertigzustellen.

Der obere linke Rand der 9 × 116 cm großen Skizze zeigt die Anlage von zwei kompositorischen Strukturen, die als »Band I« und »Band II« bezeichnet werden und eine voneinander abweichende Dauer aufweisen: Band I = 188'' beziehungsweise 180'' + 8'' und Band II = 176''. Beide Strukturen sind ihrerseits jeweils in sieben Abschnitte von unterschiedlicher Länge unterteilt,

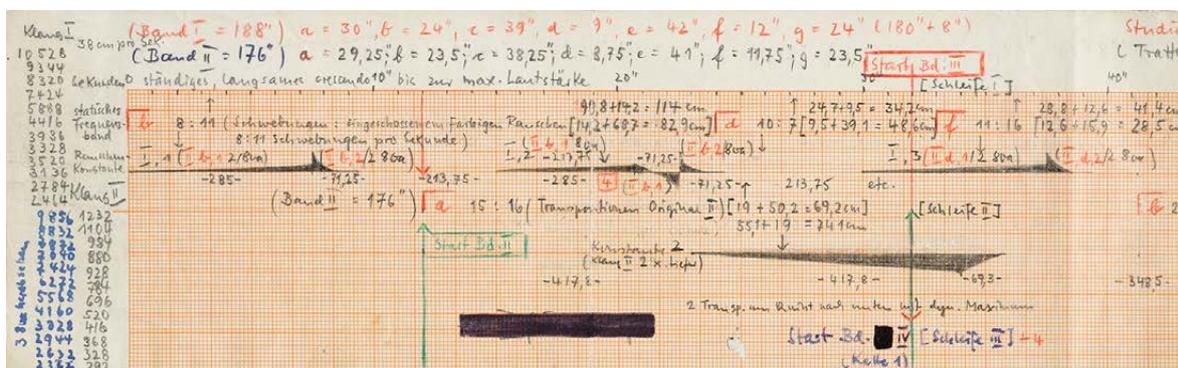


Abbildung 5: Ausschnitt aus Quelle S9 mit Überblick zur Planung des Schlussteils.

53 Vgl. Zimmermann/Peters: »Gedanken über elektronische Musik«, S. 132.

54 Bernd Alois Zimmermann: *Studie I (Tratto)* [Verlaufsplan des Schlussteils], Autograph, AdK BAZ 1.62.14.1, fol. 2r, Quelle S9.

55 Vgl. Rautenbach an Marzillier, 27.3.2021, BAZ-GA; s. auch Anm. 138.

denen die Buchstaben a–g zugewiesen sind. An dieser Stelle bedarf es einer terminologischen Klärung, denn Zimmermanns Verwendung des Begriffs »Band« ist mehrdeutig und kontextabhängig. Um größtmögliche Nachvollziehbarkeit zu gewährleisten, wird der Ausdruck »Band« im Folgenden ausschließlich zur Adressierung von kompositorischen Strukturen genutzt, während die überlieferten physischen Tonbänder als solche benannt und deren einzelne Tonkanäle als Spuren bezeichnet werden.⁵⁶

Untersucht man die Gliederung von Band I in die Abschnitte $a = 30''$, $b = 24''$, $c = 39''$, $d = 9''$, $e = 42''$, $f = 12''$, $g = 24''$ und den vorerst nicht näher bezeichneten Anhang von $8''$, zeigt sich, dass sich – entgegen der im Werkkommentar geschürten Erwartungen – diese Segmentierung keineswegs auf die oben beschriebene zentrale Proportionsreihe beziehen lässt, sondern einer anderen Proportionierung folgt. Reduziert man die einzelnen Werte mittels des Teilers 3, ergibt sich die Proportionsreihe $10 : 8 : 13 : 3 : 14 : 4 : 8$.⁵⁷ Dieser Befund ist auch deshalb interessant, weil die hier vorgenommene Gliederung von Band I nicht nur für die Anlage von *Tratto*, sondern auch für Kompositionen wie *Intercomunicazione* und *Photoptosis* eine zentrale Bedeutung besitzt.⁵⁸ Mithilfe der Quelle S2⁵⁹ lässt sich zeigen, dass Zimmermann die Gliederung der um vier Sekunden kürzeren kompositorischen Struktur Band II aus den Werten von Band I ableitete, indem er die Gesamtdauer von Band I (= $180''$, d. h. ohne Anhang) durch die jeweilige Dauer

56 Zimmermann greift bei der Benennung seiner eigenen kompositorischen Ideen auf technische Ausdrücke wie »Band« und »Schleife« aus dem Kontext der Elektronischen Musik zurück, was zu terminologischen Mehrdeutigkeiten führt. So sind die in Quelle S18 (Bernd Alois Zimmermann: *Tratto elettronico [Schleifen für Start III]*, Autograph, AdK BAZ 1.67.2) als »Schleifen« bezeichneten Klangstrukturen an sich noch nicht repetitiv angelegt, sondern werden erst durch die Anwendung der Bandschleifentechnik zu mehrfach wiederholten Klangsequenzen bzw. Schleifen. Ähnlich verhält es sich mit den in der Quelle S9 als »Band I« und »Band II« bezeichneten kompositorischen Strukturen. Diese wurden in der Entwicklungsphase des Klangmaterials vermutlich für die musikalische Gestaltung von Impulsschichten entworfen und sollten auf zwei konkreten Tonbändern im Schlussteil von *Tratto* zum Einsatz kommen. Zugleich dienten sie als Ausgangspunkt für die Anlage weiterer musikalischer Elemente, die wiederum auf anderen physischen Tonbändern umgesetzt wurden. Die Begrenztheit des verfügbaren Vierspurtonbands brachte es mit sich, dass Zimmermann zur Realisierung der von ihm musikalisch angestrebten Gleichzeitigkeit verschiedener Klangschichten in einem additiven Verfahren mehrere vorproduzierte Tonbänder auf einer Tonspur überlagern musste. Das Tonband »Band I« war am Ende des Kompositionsprozesses daher mit einer Vielzahl von musikalischen Elementen bespielt, die sich keineswegs alle aus der musikalischen Struktur »Band I« ergaben. Wenn Zimmermann bei der Planung der Gesamtform in der Quelle S5 v (AdK BAZ 1.62.14.2, fol. 7) die Bezeichnung »Bd. I« mit einer Dauer von $188''$ wählt, ist damit ein reales Tonband mit zahlreichen musikalischen Schichten gemeint, das im Schlussteil auf Spur 1 eingesetzt werden soll, während dieselbe Bezeichnung in Quelle S9 lediglich die Anlage der Dauernstruktur zweier überlagerter Impulsschichten dokumentiert. Die Bedeutung des Begriffs »Band« ist demnach kontextabhängig. Angesichts der dargestellten terminologischen Mehrdeutigkeiten dient die vorgenommene Unterscheidung zwischen »Band« und Tonband der einfacheren Beschreibung des komplexen Kompositionsprozesses und reagiert auf die fehlende Überlieferung weiterer Materialbänder, mit deren Hilfe sich der Sachverhalt noch präziser beschreiben ließe.

57 Siehe dazu auch Hiekel: »Requiem«, S. 239, Anm. 69. Möglicherweise ließe sich allerdings ein Zusammenhang zwischen dieser Proportionsreihe und der Zuweisung von rhythmischen Werten zu den einzelnen Abschnitten von Band I herstellen, die Zimmermann in der Quelle S2 (s. Anm. 59) vornimmt. Die gleichen Rhythmuswerte verwendete Zimmermann auch zur Darstellung der Impulsgrunddauern bzw. der Konstanten-Segmente.

58 Siehe den Abschnitt »Derivat des Pluralistischen« – Verbindungslinien zwischen *Tratto* und Zimmermanns Gesamtwerk unter besonderer Berücksichtigung von *Intercomunicazione*« in diesem Text, S. 64–73. Für die strukturellen Beziehungen der Kompositionen *Intercomunicazione* und *Photoptosis* s. auch Brockmann: »Das Prinzip der Zeitdehnung«, S. 54–57.

59 Vgl. Bernd Alois Zimmermann: *Tratto elettronico [Zeit- und Proportionsberechnungen]*, Autograph, AdK BAZ 1.62.14.2, fol. 1r–v, Quelle S2.

der Abschnitte teilte und dann diese teilweise gerundeten Werte⁶⁰ als Teiler auf die Gesamtdauer von Band II anwendete. So ermittelte er beispielsweise die Dauer von Band II, Abschnitt a = 29,25'' mittels folgender Rechnung: $180'' \div 30'' = 6$, angewandt auf Band II ergibt sich daraus: $176'' \div 6 = 29,33''$. Diesen Wert rundete er anschließend auf 29,25''. Da Zimmermann dementsprechend auch die anderen Abschnitte von Band II berechnete (a = 29,25'', b = 23,5'', c = 38,25'', d = 8,75'', e = 41'', f = 11,75'', g = 23,5''), gleichen sich die inneren Proportionen von Band I und Band II (s. Tabelle 1).⁶¹ Im Hinblick auf die Dauer ihrer Zeitverläufe stehen die beiden Klangstrukturen deshalb in einem Verhältnis zeitlicher Dehnung beziehungsweise Raffung zueinander.

In einem weiteren Schritt wies Zimmermann den einzelnen Abschnitten von Band I und Band II jeweils fortlaufend ein Intervallverhältnis aus der zentralen Proportionsreihe zu. Dabei wurden die Abschnitte von Band I jeweils mit den Proportionen der verschiedenen Tritonus-Intervalle und jene von Band II mit den Proportionen der sogenannten »Anschlussintervalle« verbunden (s. Tabelle 1). Wie insbesondere die Quelle S9 zeigt, gruppierte Zimmermann diese Abschnitte außerdem in sogenannte »Ketten«. Die Kette der Band-II-Abschnitte legte Zimmermann dabei alphabetisch, von a bis g verlaufend, an. Die Abschnitte von Band I brachte er hingegen in die zyklisch angelegte Folge b–d–f–e–c–a–g.⁶²

Anlage der Abschnitte von Band I und Band II			
Band	Abschnitt	Dauer	Proportion
I	a	30''	7 : 5
I	b	24''	8 : 11
I	c	39''	9 : 13
I	d	9''	10 : 7
I	e	42''	14 : 10
I	f	12''	11 : 16
I	g	24''	11 : 16
II	a	29,25''	15 : 16
II	b	23,5''	25 : 20
II	c	38,25''	16 : 15
II	d	8,75''	16 : 18
II	e	41''	20 : 30
II	f	11,75''	11 : 16
II	g	23,5''	25 : 20

Tabelle 1

60 Zimmermann notierte auf der Quelle S2 auch die rechnerisch korrekten Werte der aus Band I abgeleiteten Abschnittsdauern von Band II (a = 29,33'' – b/g = 23,46'' – c = 38,26'' – d = 8,8'' – e = 40,92'' – f = 11,73'').

61 Außerdem ordnete Zimmermann jedem der Abschnitte einen Dauernwert aus einer Art rhythmischen Reihe zu, die sich aus Vielfachen von Sechzehntel- bzw. Triolenachtelnoten zusammensetzt (Viertel-, punktierte Achtel-, Triolenviertel-, Achtel-, punktierte Sechzehntel-, Triolenachtel-, Sechzehntelnoten). Obwohl sich einige Gemeinsamkeiten zwischen den inneren Proportionen der rhythmischen Reihe und jenen der Abschnittsgliederungen der Bänder I und II nachweisen ließen, ist die Funktion dieser Zuordnung bisher nicht geklärt.

62 Diese Disposition lässt sich als zyklisch bezeichnen, da in ihr an eine Folge von in Zeitrichtung »progressiv« fortschreitenden Abschnitten (b–d–f) eine Folge »regressiv« verlaufender Abschnitte (e–c–a) anschließt, auf die ein Sprung vom ersten Abschnitt a zum letzten Abschnitt g = 24'' erfolgt, welcher wiederum dieselbe Dauer aufweist wie der real zuerst erklingende Abschnitt b = 24'', sodass diese Verkettung eine Art von konzeptionellem Kreislauf darstellt.

Impulsstrecken und statische Frequenzbänder

Die Untersuchung des Klangmaterials zeigt, dass die mit Proportionen versehenen Abschnitte der kompositorischen Strukturen Band I und Band II auf dem Tonband durch eine kompositorische Struktur realisiert wurden, die im Folgenden als ›Impulsstrecke‹ bezeichnet wird. Jede Impulsstrecke besteht dabei aus zwei Schichten von sich innerhalb derselben Abschnittsdauer unterschiedlich oft wiederholenden Klangimpulsen, deren Impulsanzahl in einem jeweils spezifischen Proportionsverhältnis zueinander steht. So wurde die Impulsstrecke von Band I, Abschnitt d = 9'' beispielsweise durch die Überlagerung einer Schicht aus zehn Impulsen mit einer zweiten Schicht aus sieben Impulsen gebildet (s. Abbildung 6).

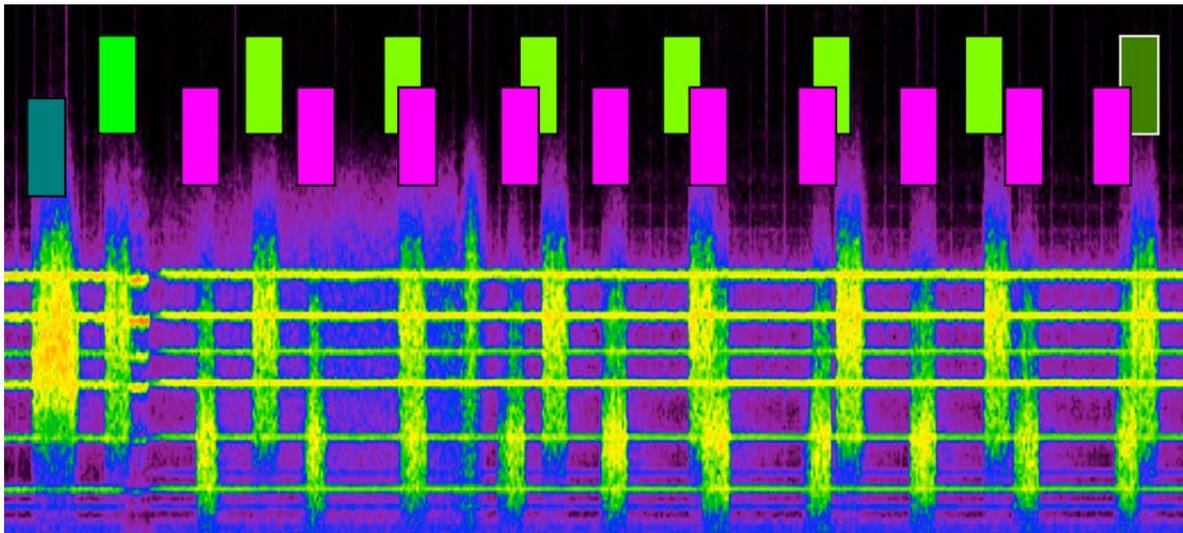


Abbildung 6: *Tratto*, Digitalisat des Kölner Tonbands, Spektrogramm mit Visualisierung von Band-I-Impulsstrecke d mit Schicht 1 (magenta) und Schicht 2 (grün) im Schlussteil von *Tratto*.

Klangliche Grundlage dieser Impulsstrecken sind hochfrequente Zischlaute (Spur 1) beziehungsweise Sinustongemische (Spur 2 und 4), die vermutlich mithilfe von Sinuston- beziehungsweise Rauschgeneratoren und Ringmodulatoren⁶³ produziert und anschließend durch Bandschnitt und Bandschleifentechnik zu den entsprechenden Klangrepetitionen zusammengefügt wurden. Wieso sich Zimmermann in diesem Fall auf das eher aufwendige Bandschnittverfahren stützte, ist nicht ganz klar. Denn tatsächlich wäre es technisch möglich gewesen, impulsartige Folgen dieser Klangqualität mithilfe der Zerhackerfunktion eines Impulsgenerators zu erzeugen, indem man den Generator als Transformationsgerät verwendet. In Bezug auf die Anwendung dieses Verfahrens im Elektronischen Studio des Westdeutschen Rundfunks erklärt Marietta Morawska-Büngeler: »Ein Impulsgenerator wurde häufig in Verbindung mit anderen Schallquellen als Transformationsgerät eingesetzt. Ein Impulsgenerator erzeugt eine Folge von Rechteckimpulsen, wobei Impulsdauer und Impulsfolge einstellbar sind. Steuert man mit dieser Impulsfolge eine Torschaltung an und gibt auf den Eingang der Torschaltung den Dauerklang einer anderen Schallquelle, so hört man als Ergebnis nur Ausschnitte dieses Klanges – entsprechend der Steuerimpulsfolge – der Klang wird zerhackt.«⁶⁴ Wenngleich ein entsprechender Impuls- beziehungs-

63 »Die Klänge setzten sich aus einem Gemisch tieffrequenter Sinustöne und ebensolchem Rauschen zusammen [...] Zur Herstellung der Impulse kam der Ringmodulator hinzu« (Rautenbach an Marzillier, 27.3.2021, BAZ-GA).

64 Marietta Morawska-Büngeler: *Schwingende Elektronen. Eine Dokumentation über das Studio für Elektronische Musik des Westdeutschen Rundfunks in Köln 1951–1986*, Köln 1988, S. 41, Anm. 23.

weise Rechteckgenerator mit Zerhackerfunktion Zimmermann zur Verfügung gestanden haben dürfte,⁶⁵ verweisen die Quellen S2 und S9 darauf, dass sich der Komponist allem Anschein nach dafür entschied, die Funktionsweise eines Impulsgenerators kompositorisch nachzubilden. Diese Entscheidung könnte laut Marcel Schmidt auch damit zusammenhängen, dass »bei Nutzung des Impulsgenerators aufgrund der Flankensteilheit seines Rechtecksignals beim Ein- und Ausschalten des Audiosignals im Zerhacker sehr laute und störende Knackse entstehen, da es ja nicht über eine Hüllkurve mit kurzer Ein- und Ausschwingzeit gesteuert wurde, wie es beispielsweise bei den späteren Synthesizern möglich wurde, sondern hart geschaltet wurde. Mittels Bandschnitt konnte ein ›weiches‹ Ein-/Ausschalten ohne störende Knackse durch einen mehr oder weniger schräg angesetzten Schnitt erzeugt werden.«⁶⁶ Gerd Rautenbach wiederum begründet den Verzicht auf die Verwendung eines Impulsgenerators folgendermaßen: »Zimmermann wollte selbst die Zeitenfolge und deren Festlegung nach seiner Komposition bestimmen.«⁶⁷ Die Entscheidung, die kompositorische Idee der Impulsstrecke mittels Bandschnitt herzustellen, dürfte demnach vor allem in den technischen Beschränkungen des Elektronischen Studios begründet gewesen sein.

Konkret gestaltete der Komponist die Anlage der Impulsstrecken, indem er sieben unterschiedliche Impulsdauern (s. Tabelle 2 sowie Quelle S2) festlegte und jedem Abschnitt von Band I und Band II zwei Impulsfolgen zuordnete, deren jeweilige Impulsanzahl er aus der zentralen Proportionsreihe ableitete.⁶⁸

Impulsdauern		
Notenwert	Tonbandlänge	Zeitdauer
Viertel	38 cm	1''
punktierte Achtel	28,5 cm	0,75''
Triolenviertel	25,2 cm	0,66''
Achtel	19 cm	0,5''
punktierte Sechzehntel	14,2 cm	0,37''
Triolenachtel	12,66 cm	0,33''
Sechzehntel	9,5 cm	0,25''

Tabelle 2

Mithilfe der Quellen S2 und S9 lässt sich die rechnerische Konstruktion dieser Impulsstrecken – mitsamt ihrer Ungenauigkeiten – im Detail nachvollziehen. Zimmermann ging dabei wie folgt vor: Zuerst teilte er die Abschnittsdauer durch die jeweilige Impulsanzahl der beiden Impulsschichten, wodurch er für jede Schicht eine bestimmte ›Impulsphasendauer‹ (Impulsdauer + Pau-

65 Vgl. die Angaben von Marcel Schmidt zur Studioausrüstung im Anhang, S. 75 f.

66 Marcel Schmidt gibt weiterhin an: »So wird bei einer Bandgeschwindigkeit von 38,1 cm/s eines ¼''-Tonbandes eine Monoaufzeichnung bei einem üblichen 45-Grad-Schnitt über eine Zeit von rund 17 ms ›eingelendet‹. Etwa 5 ms würden schon ausreichen, um Knackse zu vermeiden« (E-Mail von Marcel Schmidt an Felix Marzillier, 23.1.2021, BAZ-GA).

67 Rautenbach an Marzillier, 27.3.2021, BAZ-GA.

68 Bei der Berechnung dieser Grunddauern orientierte Zimmermann sich offenbar an den traditionell üblichen Unterteilungen von Notenwerten: Ausgehend von 38 cm = Viertelnote = 1'' bilden die Werte (jeweils in cm) 28,5 – 19 – 14,2 – 9,5 jeweils Verkürzungen um eine Sechzehntelnote und die Werte (jeweils in cm) 12,66 und 25,2 folgen aus einer triolischen Unterteilung der Sekunde.

sendauer) ermittelte. Entsprechend der vorgesehenen Bandgeschwindigkeit (1'' = 38 cm) errechnete er dann die jeweiligen Tonbandlängen. Anschließend legte er eine gemeinsame Dauer⁶⁹ für die Einzelimpulse beider Schichten fest, zog diese von der jeweiligen Impulsphasendauer ab und erhielt eine entsprechende Pausendauer für jede Schicht. Anders ausgedrückt: Zimmermann definierte für jede Schicht ein spezifisches Tastverhältnis. So berechnete er beispielsweise die Anlage der Impulsstrecke von Band I, Abschnitt d = 9'' mit der zugewiesenen Proportion 10 : 7 folgendermaßen:

$$\text{Schicht 1: } 9'' \div 10 = 0,9'' \rightarrow 0,9'' \times 38 \text{ cm} \div 1'' = 34,2 \text{ cm} \rightarrow 34,2 \text{ cm} - 9,5 \text{ cm} = 24,7 \text{ cm}$$

$$\text{Schicht 2: } 9'' \div 7 = 1,2857'' \rightarrow \text{gerundet zu } 1,28'' \text{ [sic]}^{70} \times 38 \text{ cm} \div 1'' = 48,64 \text{ cm} \rightarrow \\ \text{gerundet zu } 48,6 \text{ cm} - 9,5 \text{ cm} = 39,1 \text{ cm}$$

Die Dauern der sich zehner- beziehungsweise siebenfach wiederholenden Impulsphasen betragen demnach 34,2 cm (= 0,9'') beziehungsweise 48,6 cm (= 1,28'') und setzen sich jeweils aus einer gleichen Impulsdauer von 9,5 cm (= 0,25'') sowie einer jeweiligen Pausendauer von 24,7 cm (= 0,65'') beziehungsweise 39,1 cm (= 1,03'') zusammen (s. Abbildung 7). Der Logik der mathematischen Berechnung folgend stehen die Dauern der beiden Impulsphasen im Tritonus-Verhältnis zueinander: $48,6 \text{ cm} \div 34,2 \text{ cm} = 1,421 \approx 10 : 7$.⁷¹ Zugleich legte Zimmermann fest, dass die Impulsphase der ersten Schicht jeweils mit einer Pause beginnt, auf die ein Impuls folgt, während die Impulsphase der zweiten Schicht aus einem Impuls mit anschließender Pause gebildet wird. Die beiden Schichten einer Impulsstrecke sind daher invers angelegt beziehungsweise – wie Zimmermann es selbst formulierte – »in beiden Zeitrichtungen zugleich komponiert«.⁷²

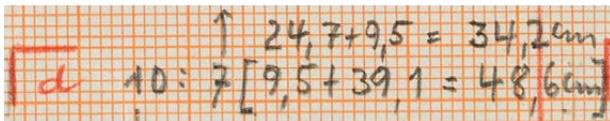


Abbildung 7: Ausschnitt aus Quelle S9, Anlage von Band-I-Impulsstrecke d mit Angaben zu Impuls-, Pausen- und Impulsphasendauer sowie der zugewiesenen Proportion.

Die Kette der von Band I abgeleiteten Impulsstrecken findet sich auf Spur 1 (ca. 11'38,8''–14'45,5'').⁷³ Die entsprechend aus Band II abgeleitete Kette von Impulsstrecken setzt zwölf Sekunden später ein als Band I und ist auf Spur 2 (11'47,2''–14'39,4'') überliefert.⁷⁴ In Abbildung 8 sind diese Klangstrukturen visualisiert. Trotz der insgesamt klaren Entsprechungen zwischen Skizzen und Tonband fällt bei der spektrographischen Untersuchung auf, dass die in den Skizzen S2 und S9 geplanten Idealwerte auf dem Tonband nicht alle umgesetzt wurden. Dabei lassen sich neben unregelmäßigen Impulsphasendauern auch veränderte Abschnittsdauern und ungewöhnliche Impulsproportionen feststellen. Diese Feststellung gilt auch für die besprochene Band-I-Impulsstrecke d auf Spur 1 (ca. 12'06,8''–12'16,3''). Die Betrachtung dieser Impulsstrecke auf dem Tonband zeigt zum Beispiel, dass die Impulsphasendauer von Schicht 2 eher 1,3'' statt

69 Entgegen Jörn Peter Hiekels Vermutung erweist sich diese Angabe demnach nicht als Pause, sondern als Impulsdauer (vgl. Hiekel: »Requiem«, S. 240). Im Hauptteil kehrte Zimmermann das Verhältnis von Pause und Impulsdauer jedoch um.

70 Vgl. Quelle S2, obere Hälfte links. Rechnerisch korrekt wäre: $1,2857'' \times 38 \text{ cm} \div 1'' = 48,86 \text{ cm}$.

71 Eine rechnerische Ableitung ohne Rundungsfehler käme dem Tritonusverhältnis natürlich noch näher: $48,86 \text{ cm} \div 34,2 \text{ cm} = 1,429 = 10 : 7$.

72 Zimmermann/Peters: »Gedanken über elektronische Musik«, S. 131. Vgl. dazu auch Brockmann: »Das Prinzip der Zeitdehnung«, S. 27 f.

73 Für genauere Angaben s. die Tabelle 7 »Impulsstrecken« im Anhang des Textes, S. 76–78.

74 Vgl. ebd.

1,28'' beträgt. Zudem weist dieselbe Schicht am Ende einen zusätzlichen achten Impuls mit stark verkürzter Pausendauer auf, der möglicherweise den Einsatz der folgenden Band-I-Impulsstrecke f koordinierte und versehentlich beibehalten wurde. Da Zimmermann immer wieder die »Strenge«⁷⁵ seiner kompositorischen Planung betonte, ist ein Teil dieser Unregelmäßigkeiten sicherlich auf technische Herausforderungen, Informationsverluste bei der Kollaboration mit dem Studiotechniker und auf Zeitdruck bedingtes ungenaues Arbeiten zurückzuführen.⁷⁶ Zugleich ist davon auszugehen, dass Zimmermann bei der Realisation seiner Planungen bewusste Änderungen vornahm und gewisse »Unschärfen« gezielt miteinkalkulierte.⁷⁷

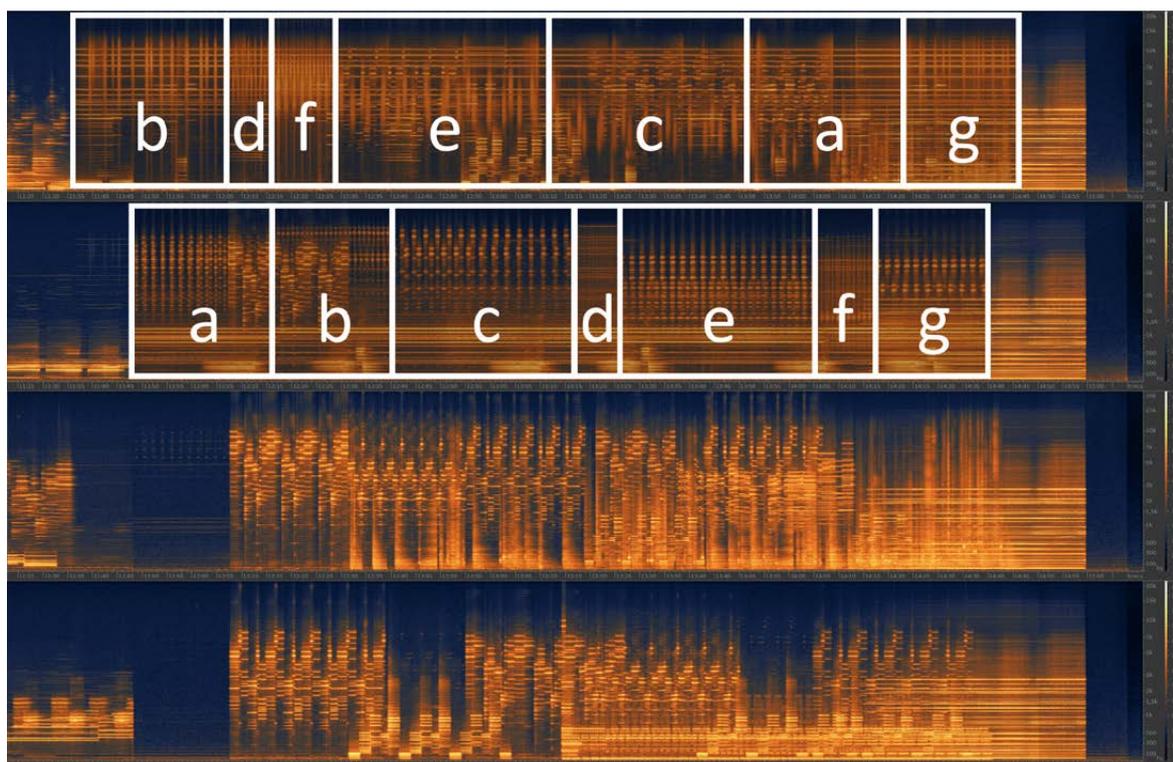


Abbildung 8: *Tratto*, Digitalisat des Kölner Tonbands, Spektrogramm des Schlussteils mit Visualisierung der »Ketten« aus den Impulsstrecken nach Band I und Band II.

Zimmermann verwendete die Anlage von Band II auch zur Gestaltung einer weiteren Passage des Schlussteils. So findet sich auf Spur 4 (13'13''–14'40'') eine Klangstruktur aus überlagerten Impulsstrecken, die sich auf die Quelle S11⁷⁸ beziehen lässt, wo sie als »Kette 2« bezeichnet wird.⁷⁹ Bei näherer Betrachtung zeigt sich, dass Zimmermann diese Kette aus einer Überlagerung der Abschnitte d, e, f und a, b, c bildete, jedoch immer nur eine Schicht jeder Impulsstrecke klanglich realisierte (in Abbildung 9 ist die entsprechende Impulsanzahl unterstrichen).

75 Zimmermann an Stockhausen, 6.7.1967, AdK BAZ 1.62.169.163.

76 Vgl. Zimmermann an Petzold, 5.9.1966, AdK BAZ 1.62.168.267.

77 So kalkulierte Zimmermann bspw. bei der Arbeit am »Instrumentalcharakter« der Sinustongemische die Momente des »Ungesteuerten« bewusst mit ein (vgl. Zimmermann an Stockhausen, 6.7.1967, AdK BAZ 1.62.169.163).

78 Bernd Alois Zimmermann: *IV Tratto* [Verlaufsplan für Band IV im Schlussteil], Autograph, AdK BAZ 1.62.14.1, fol. 1r, Quelle S11.

79 Diese Kette aus Impulsstrecken war wohl ursprünglich auf dem Materialtonband »Band IV« aufgezeichnet. In der Quelle S9 findet sich der entsprechende Verweis auf Band IV und die »Kette 2« bei der Zeitangabe 100''.

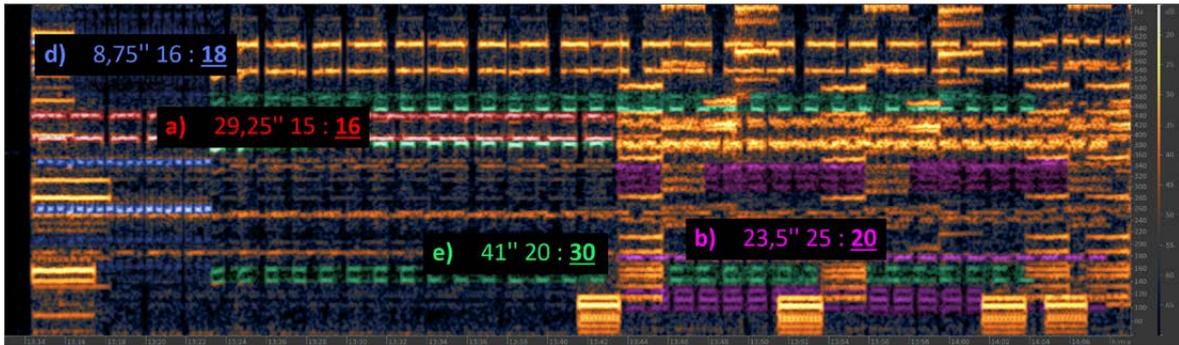


Abbildung 9: *Tratto*, Digitalisat des Kölner Tonbands, Spektrogramm mit Visualisierung der Band-II-Impulsstrecken auf Spur 4 im Schlussteil.

Begleitet werden die Impulsstrecken von »statischen Frequenzbändern«. ⁸⁰ Dabei handelt es sich um relativ konstante Flächen aus Liegeklängen, die die Wahrnehmung des Schlussteils von *Tratto* stark prägen. Im Verlauf des Schlussteils weist diese Schicht auf Spur 1 (11'35,8''–14'45,5'') beziehungsweise Spur 2 (11'47''–14'39,7'') einige Bandunterbrechungen auf, die jeweils mit Veränderungen innerhalb ihrer Frequenzgemische einhergeht. ⁸¹ Die zeitliche Abfolge dieser Strukturwechsel ähnelt der Gliederung der Abschnitte von Band I beziehungsweise Band II, ⁸² entspricht ihr aber nicht genau. Es kann angenommen werden, dass Zimmermann die Frequenzbänder ursprünglich zur stärkeren Konturierung der durch die Impulsstrecken markierten zeitlichen Abschnitte vorsah, diese Überlegung aber nicht präzise umsetzte.

Zimmermann zog die aus Band I und II abgeleiteten Impulsstrecken auch für die Gestaltung des Hauptteils von *Tratto* heran, indem er deren Dauernproportionen vierfach dehnte. So dokumentiert die Quelle S14 ⁸³ die Planung einer als Band »α« bezeichneten Klangschicht im Hauptteil, deren Gliederung in sieben Abschnitte (96'', 36'', 48'', 168'', 156'', 120'', 96'') einer vierfachen Dehnung der Band-I-Abschnitte entspricht ($b = 24'' \times 4 = 96''$, $d = 9'' \times 4 = 36''$ usw.). Auch die Berechnungen auf der Quelle S12 v ⁸⁴ belegen, dass Zimmermann die Vervielfachung der Impuls- und Pausendauern plante. Ein Vergleich zwischen Skizzen und Tonband macht deutlich, dass die derart gedehnten Impulsstrecken die Grundlage für die meisten der eher tieffrequenten Klangstrukturen des Hauptteils bilden. Dabei realisieren die Spuren 1 und 2 in 0'00''–11'47,5'' gemeinsam die Kette aus den Band-α-Impulsstrecken, wobei die Spuren jeweils eine der beiden Impulsschichten α1 und α2 wiedergeben (s. Abbildung 10). ⁸⁵ Eine Kette aus von Band II abgeleiteten Impulsstrecken – in der Quelle S15 ⁸⁶ von Zimmermann als Band »β« bezeichnet – findet sich auf Spur 4 in 0'47,5''–11'47,5''. ⁸⁷ Die Analyse der Impulsstrecken des Hauptteils zeigt auch in

80 Vgl. Quelle S9.

81 Vgl. den Abschnitt »Analyse der Sinustongemische«, S. 49–64.

82 Für genauere Angaben s. die Tabelle 8 »Frequenzbänder« im Anhang des Textes, S. 78 f.

83 Bernd Alois Zimmermann: α,, (Konstante 2) *Einsatz 92'' nach α,,*, [Frequenztable und Angaben zur Aussteuerung], Autograph, AdK BAZ 1.62.14.2, fol. 10r, Quelle S14.

84 Bernd Alois Zimmermann: *Tratto, III* [Planung der »Ketten« auf Band III und Berechnung der Konstanten- und Impulsschichten im Hauptteil], Autograph, AdK BAZ 1.62.14.2, fol. 6v, Quelle S12.

85 Für genauere Angaben s. die Tabelle 7 »Impulsstrecken« im Anhang des Textes, S. 76–78. Die beiden Impulsschichten wurden vermutlich jeweils auf eigenen Tonbändern mit den Bezeichnungen α1 und α2 produziert.

86 Bernd Alois Zimmermann: *Tratto (Zeitplan)* [Verlaufsplan und Angaben zur Aussteuerung], Autograph, AdK BAZ 1.62.14.2, fol. 11r, Quelle S15.

87 In der Quelle S15 verwendet Zimmermann die redundante Angabe »β0«, auf die er in anderen Skizzen wie S5 v (AdK BAZ 1.62.14.2, fol. 7v) zugunsten der ausreichenden Bezeichnung »β« verzichtet.

diesem Fall zahlreiche Abweichungen von den vierfach gedehnten Idealproportionen (s. Tabelle 7 im Anhang). Der gegenüber dem Band α verspätete Einsatz von Band β bei ca. 0'48'' leitet sich aus der Disposition der beiden Schichten im Schlussteil ab, in dem Band II ebenfalls erst zwölf Sekunden nach Band I einsetzt. Anlage und Funktion der beiden musikalischen Strukturen Band α und Band β im Hauptteil orientiert sich demnach an der Disposition von Band I und Band II im Schlussteil von *Tratto*.

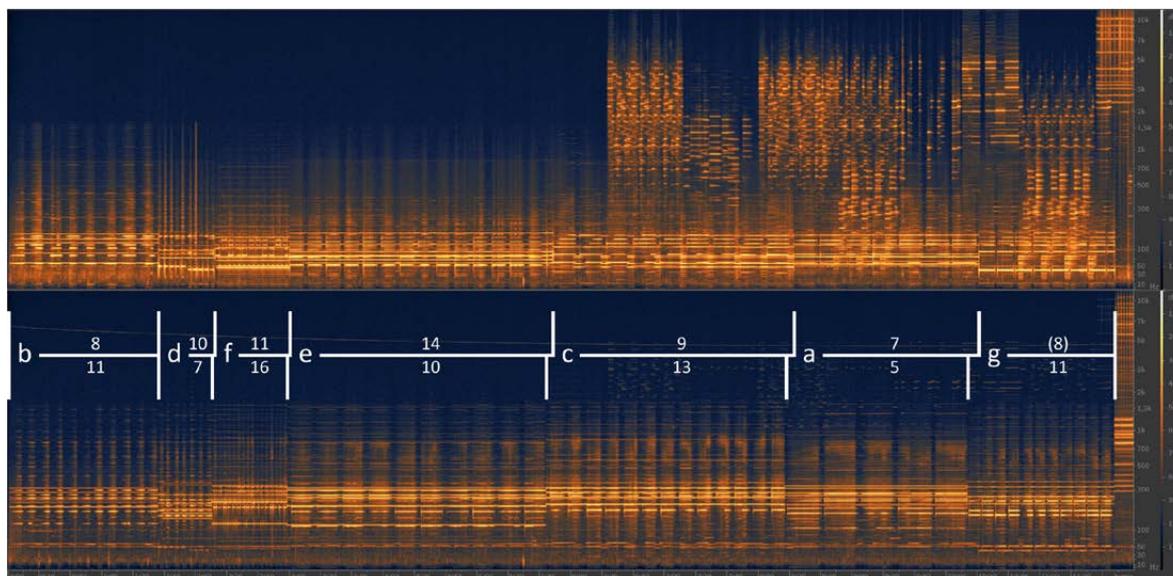


Abbildung 10: *Tratto*, Digitalisat des Kölner Tonbands, Spektrogramm mit Visualisierung der Band- α -Impulsstrecken auf Spur 1 und 2 im Hauptteil.

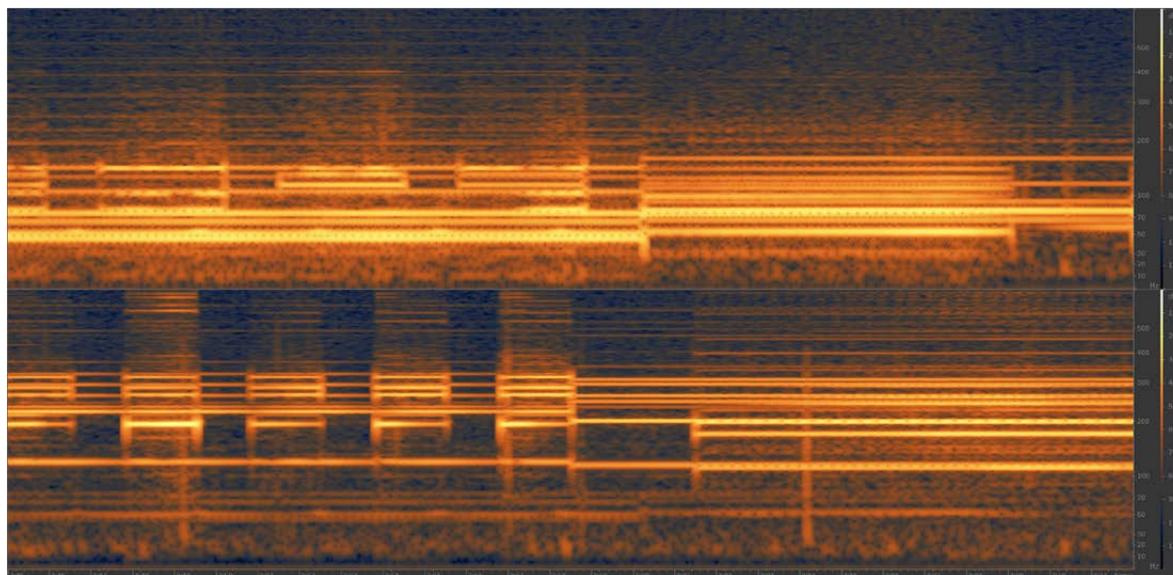


Abbildung 11: *Tratto*, Digitalisat des Kölner Tonbands, Spektrogramm mit Detailausschnitt mehrerer statischer Frequenzbänder auf Spur 1 und 2 im Hauptteil.

Auffällig ist, dass der Komponist den Aufbau der Impulsstrecken von Band α 1–2 gegenüber der Anlage von Band I strukturell umgekehrt hat. Während im Hauptteil jeweils ein langer Liegeklang mit einer kurzen Pause verbunden wird, werden im Schlussteil ein kurzer Klangimpuls mit einer langen Pause kombiniert. So wird beispielsweise die Band- α -Impulsstrecke d mit einer Dauer von 36'' und der zugewiesenen Proportion 10 : 7 im Hauptteil durch eine Schicht aus zehn

Impulsphasen – jeweils ca. 3,125'' Ton + ca. 0,475'' Pause⁸⁸, in ca. 1'35,5''–2'11,9'' (= 36,4'') – auf Spur 1 und eine zweite Schicht aus sieben Impulsphasen – jeweils ca. 4,6'' Ton + ca. 0,4'' Pause, in ca. 1'35,2''–2'10,7'' (= 35,5'') – auf Spur 2 gebildet. Im Gegensatz dazu behielt Zimmermann beim Aufbau der Impulsstrecken von Band β , die im Hauptteil auf Spur 4 realisiert werden, das Verhältnis von Pausen- und Impulsdauer aus dem Schlussteil bei.⁸⁹ Zudem fällt auf, dass die Schwingungsverläufe der Liegetöne innerhalb der Impulsstrecken des Hauptteils hinsichtlich ihrer Lautstärke und Klangfarbe stärker variieren als jene im Schlussteil. Ähnlich der Anlage des Schlussteils werden die Impulsstrecken von Band α – nicht jedoch jene von Band β – von statischen Frequenzbändern begleitet (s. Abbildung 11).⁹⁰ Diese sind eng mit den Impulsstrecken verzahnt und verändern ihre Strukturen synchron mit dem Wechsel der Bandabschnitte.

Schlussklang

Eine besondere Form der statischen Frequenzbänder stellt der »Schlussklang«⁹¹ dar, mit dessen plötzlichem Abbruch die Komposition endet. Der Schlussklang wird aus lang gehaltenen Sinustongemischen auf allen vier Spuren gebildet (Spur 1: ca. 14'16''–14'58,8''; Spur 2: ca. 14'10,8''–14'58,8''; Spur 3 und 4: ca. 14'14,6''–14'58,8'') und – mit leicht versetztem Einsatz der Einzelspuren – für eine Dauer von ca. 42–48''⁹² gehalten, wobei die anderen Klangelemente des Schlussteils vorerst weiterhin hörbar bleiben. Ab ca. 14'45,7'' ist das vielschichtige Frequenzgemisch auf allen Spuren als alleiniges Klangphänomen zu hören.⁹³ Dass Zimmermann diesen Schlussklang separat produziert und anschließend den vier Spuren 1 bis 4 hinzugefügt haben dürfte, wird durch das Materialband M1⁹⁴ nahegelegt, auf dem die entsprechenden Spuren noch keinen Schlussklang aufweisen. Die Befunde der Tonbandanalyse decken sich allerdings kaum mit dem in der Quelle S9 angelegten Schlussverlauf von *Tratto*, dessen dynamisches Profil offenbar ebenfalls durch eine Tritonus-Proportion (8:11'') gesteuert werden sollte. So sieht die Skizze beim Zeitpunkt 180'' nach Start von Band I (ca. 11'35,5''), das heißt bei ca. 14'35,5'' auf Spur 1 und 3, ein Schluss-Crescendo von 8'' und beim Zeitpunkt 177'' nach Start von Band II (ca. 11'47,5''), das heißt bei ca. 14'44,5'' auf Spur 2 und 4, ein Schluss-Crescendo von 11'' vor. Spuren der skizzierten Planung spiegeln sich jedoch in der dynamischen Gliederung des Schlussklangs auf den Spuren 1 bis 4. So endet Spur 1 mit einem mittels einer dynamischen Zäsur hervorgehobenen Klangsegment von ca. 8,4'', das heißt ungefähr 8'', während der dynamisch markierte Teil des Schlussklangs auf Spur 2 ca. 10,8'', das heißt ungefähr 11'' beziehungsweise auf den Spuren 3 und 4 ca. 10,2'' umfasst. Das angedachte Tritonus-Verhältnis von 8 : 11 wurde zwar in der Aussteuerung nicht präzise realisiert, Bestandteile einer derartigen Konstruktion bleiben jedoch erkennbar. Weitere Untersuchungen zur Beschaffenheit des Schlussklangs finden sich im Abschnitt »Analyse der Sinustongemische«.

88 Da den beschriebenen Impulsstrecken in den meisten Fällen ein statisches Frequenzband zugrunde liegt, ist die Pause akustisch eher als etwas abgeschwächter Klangverlauf wahrnehmbar.

89 Es ist zu vermuten, dass hier auch dieselbe Tonbandquelle zugrunde lag, die in 0,25-facher Geschwindigkeit abgespielt wurde (vgl. die Ausführungen im Abschnitt »Analyse der Sinustongemische«, S. 58 f.).

90 Für genauere Angaben s. die Tabelle 8 »Statische Frequenzbänder« im Anhang des Textes, S. 78 f.

91 Vgl. Quelle S5 v.

92 Zeitweilig scheint Zimmermann offenbar auch eine Dauer von 32'' vorgesehen zu haben (vgl. ebd.).

93 Zimmermanns Schüler York Höller bezieht sich in seiner Komposition *Horizont. Elektronische Musik in Form eines Essays über logarithmische Gefühle* zitierend auf die Anlage des Schlussklanges, indem er sein Stück – ähnlich *Tratto* – mit einem erst kontinuierlichen und dann plötzlich abreißen den Schlussklang enden lässt (vgl. Höller: *Horizont* [1971/72, rev. 1975], Wiesbaden 1984).

94 Vgl. Zimmermann: *Tratto*, AdK, Medienarchiv, Tonbänder BAZ, AVM-31 6178.

Konstanten

Neben den Impulsstrecken ist *Tratto* von zwei weiteren Typen von Klangelementen geprägt, für deren Anlage der Modus der Wiederholung konstitutiv ist: die sogenannten »Konstanten« beziehungsweise »Klangkonstanten« und die »Schleifen«.⁹⁵ Die in den Skizzen meist als Konstanten bezeichneten Klangfolgen hat Zimmermann in der langen Millimeterpapier-Skizze S9 graphisch notiert (s. Abbildung 12). Die Analyse zeigt, dass Zimmermann zwei Schichten aus Konstanten konstruierte, die wiederum jeweils zwei verschiedene Typen aufweisen, welche im Folgenden Typ 1 beziehungsweise Typ 2 genannt werden. Da Zimmermann die beiden Konstanten-Schichten aus den Strukturschichten Band I und II ableitete, werden diese im Folgenden als Band-I beziehungsweise Band-II-Konstanten bezeichnet. Die Band-I-Konstanten besitzen eine Dauer von ca. 15", die Band-II-Konstanten eine Dauer von ca. 22". Beide Typen einer Schicht weisen dieselbe Dauer auf.

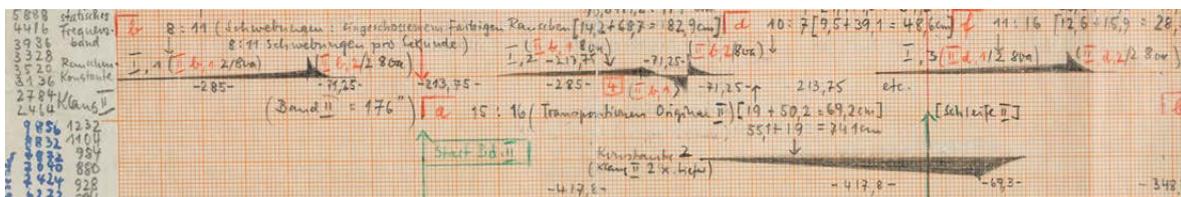


Abbildung 12: Ausschnitt aus Quelle S9 mit detaillierten Angaben zur Anlage der Konstanten-Schichten.

Die Konstanten basieren grundsätzlich auf einem Verbund aus Liegeklängen mit anschließender Pause und folgen in regelmäßigem Abstand aufeinander, wobei die Konstanten von Typ 1 und Typ 2 alternieren. Die sich daraus ergebende relativ regelmäßige Klangschiicht dürfte der Anlass für ihre Namensgebung gewesen sein. Alle Konstanten einer Schicht werden aus einem gemeinsamen Repertoire von Dauernsegmenten gebildet. Ähnlich der Berechnung der Impulsgrunddauer leitete Zimmermann diese Segmente aus der regelmäßigen Teilung einer Grundlänge ab und stellte sie in den Skizzen mithilfe von Rhythmuswerten dar. Die Segmentgliederung für die Band-I-Konstanten konstruierte Zimmermann der Quelle S2 v zufolge, indem er die Dauer von Abschnitt $a = 30''$ als ganze Note deutete und anschließend die Werte für Viertelnote, Achtelnote, Sechzehntelnote und punktierte Achtelnote in Sekunden beziehungsweise Zentimeter berechnete (s. Abbildung 13). Eine ähnliche Rechenoperation nahm Zimmermann auch für die Konstanten von Band II vor, wobei er in seinen Berechnungen zwar von der Abschnittsdauer $a = 29,33''$ ausging, letzten Endes jedoch leicht abweichende Werte verwendete.⁹⁶

Die Band-I-Konstante Typ 1 setzt sich nach der Quelle S9 aus zwei Liegeklängen ($7,5'' + 1,87''$ bzw. Viertelnote + Sechzehntelnote) mit anschließender Pause ($5,62''$ bzw. punktierte Achtelnote) zusammen, während Typ 2 aus drei Liegetönen ($5,62'' + 1,87'' + 1,87''$ bzw. punktierte Achtelnote + Sechzehntelnote + Sechzehntelnote) mit anschließender Pause ($5,62''$ bzw. punktierte

⁹⁵ Die Bezeichnungen »Konstante« und »Schleife« finden sich u. a. in S9 (AdK BAZ 1.62.14.1, fol. 2). Der Begriff »Klangkonstante« wird in der Quelle S6 v (Bernd Alois Zimmermann: *Frequenztabelle für Klang II* [und Planungen zu Band I–IV], Autograph, AdK BAZ 1.62.14.2, fol. 9v) überliefert.

⁹⁶ Im Gegensatz zum Vorgehen bei der Anlage der Impulsschichten griff Zimmermann bei der Berechnung der Konstanten-Segmente von Band II auf die rechnerisch korrekte Dauer von Band II, Abschnitt $a = 29,33''$ zurück (s. den Abschnitt »Band I und Band II« in diesem Beitrag, S. 23–28) und kam zu den korrekt berechneten Werten (jeweils in cm): 69,6 – 139,3 – 278,5 – 417,8 (vgl. Quelle S2 v). In der Quelle S9 verwendete er demgegenüber jedoch die abweichenden Werte (jeweils in cm): 69,3 – 138,6 – 279,2 – 348,5 – 417,8. Die Ursache hierfür kann vorerst nicht ermittelt werden.

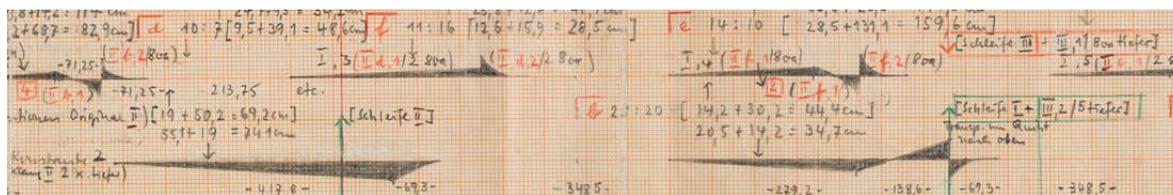


Abbildung 15: Ausschnitt aus Quelle S9 mit spiegelbildlicher Anlage der zwei Konstanten-Schichten.

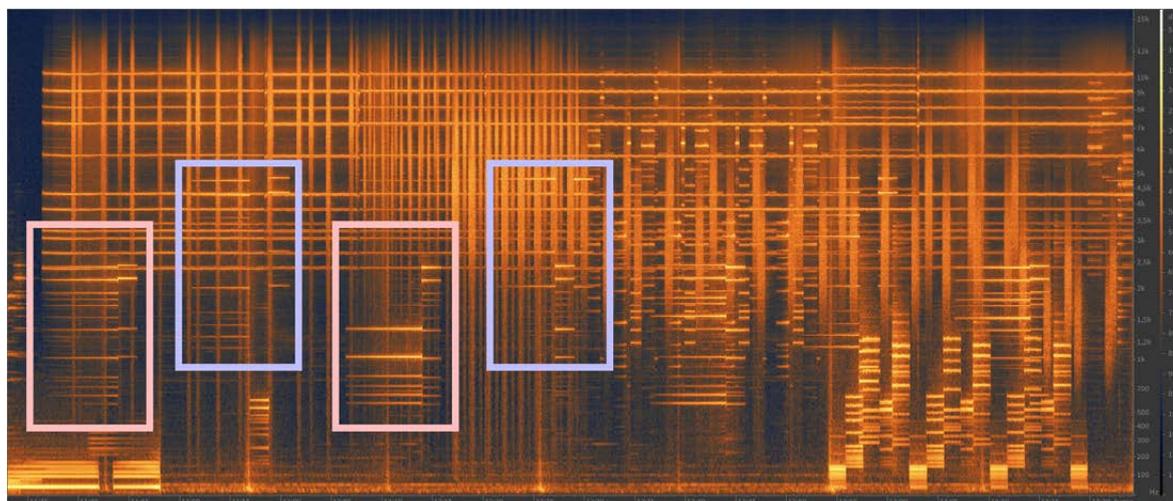


Abbildung 16: *Tratto*, Digitalisat des Kölner Tonbands, Spektrogramm des Schlussteils mit Visualisierung der zwei Typen von Band-I-Konstanten auf Spur 1.

ten Endes aufgezeichneten Klangstrukturen bestehen. Während Spur 1 der Idealkonstruktion entsprechend zwölf Konstanten von jeweils ca. 15'' Dauer aufweist, deren innere Proportionen den skizzierten Idealproportionen weitestgehend entsprechen, ist die Anordnung der Band-II-Konstanten unregelmäßiger gestaltet. Da sich Zimmermann bei der Anlage der beiden Konstanten-Schichten in den Skizzen offenbar an einer regelmäßigen Segmentierung der Dauer von Band I (180'') beziehungsweise Band II (176'') orientierte und für die Band-II-Konstanten in den Skizzen eine Dauer von 22'' vorsah, hätte Band II theoretisch in gleichmäßige Abschnitte gegliedert ($8 \times 22'' = 176''$) werden können. Allerdings sieht bereits die Quelle S9 nur sieben Konstanten vor, da die Schicht der Band-II-Konstanten entsprechend der Disposition der Band-II-Impulstrecken erst 12'' nach den entsprechenden Klangfolgen von Band I einsetzt. Auf Spur 2 finden sich sogar nur sechs derartige Klangstrukturen, wobei deren Abfolge eine den Skizzen gegenüber deutlich veränderte proportionale Gliederung aufweist. Zimmermann verlängerte dabei die Pausen der Typ 2-Konstanten jeweils von ca. 9'' auf ca. 22'', sodass die Band-II-Konstanten auf dem Tonband eine alternierende Dauer von ca. 22'' beziehungsweise ca. 35'' besitzen.

Auch im Hauptteil von *Tratto* finden sich Klangstrukturen, die sich auf die Konstanten im Schlussteil beziehen lassen, diesen gegenüber jedoch eine vierfache Dehnung aufweisen (s. Abbildung 17). Eine Schicht von zwölf, nach den Proportionen von Band I gebildeten Konstanten, die ebenfalls durch zwei Gestalttypen gleicher Dauer (ca. 57''–60'' $\rightarrow 60'' = 4 \times 15''$) geprägt ist, lässt sich auf Spur 3 (0'00''–11'47,5'') nachweisen und wird in den Skizzen als Schicht »a3« beziehungsweise »Konstante a« bezeichnet.¹⁰² Die Berechnung ihrer gedehnten Segmente – 1140 cm = 30'', 285 cm = 7,5'', 855 cm = 22,5'' (Pause) – ist in der Quelle S12 v überliefert. Eine Schicht aus ent-

¹⁰² Vgl. Quelle S15 bzw. Quelle S13 (Bernd Alois Zimmermann: *Band a* [Frequenztabellen zum Hauptteil], Autograph, AdK BAZ 1.62.14.2, fol. 8r).

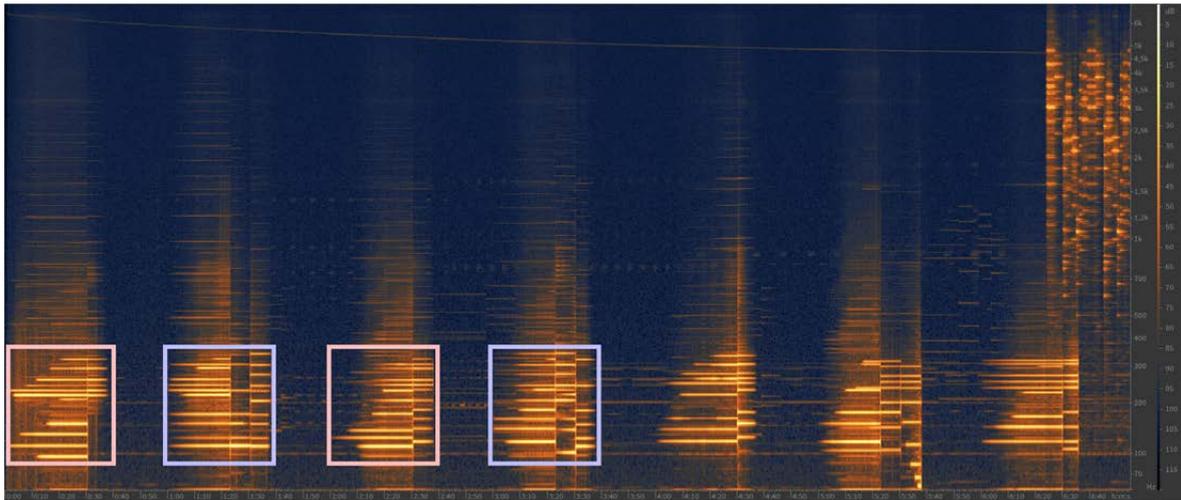


Abbildung 17: *Tratto*, Digitalisat des Kölner Tonbands, Spektrogramm des Hauptteils mit Visualisierung der zwei Typen von Band-I-Konstanten auf Spur 3.

sprechend den Band-II-Konstanten strukturierten Klangelementen wird im Hauptteil auf Spur 4 in 0'00''–11'47,5'' verwendet. Dabei handelt es sich um acht Konstanten, die jeweils mit einer Pause beginnen und deren Gesamtdauer im Verlauf zwischen ca. 72,5'' und 97'' ($\approx 22 \times 4 = 88$) schwankt und sukzessive abnimmt.¹⁰³ Der Einsatzpunkt des ersten Klangsegments der Band-II-Konstanten bei 0'57,5'' beziehungsweise ca. 10'' nach Einsatz von Band β bei 0'47,5'' entspricht konzeptuell grob der entsprechenden Disposition der Band-II-Konstanten im Schlussteil.

Schleifen

Eine weitere Gruppe sich wiederholender Klangelemente stellen die sogenannten »Schleifen« dar.¹⁰⁴ Im Gegensatz zu den Konstanten zeichnen sich diese Bandschleifen dadurch aus, dass eine bestimmte Klangfolge mehrfach identisch aneinandergereiht wird, weshalb Zimmermann sie auch als »Kreisel-Klänge«¹⁰⁵ bezeichnete. Die Quelle S18 zeigt, dass der Komponist grundsätzlich von vier verschiedenen Klangsequenzen beziehungsweise Schleifen-Modellen mit unterschiedlicher Binnengliederung und Dauer ausging, die jedoch mittels Wiederholung jeweils zu einer Gesamtdauer von 24'' gereiht wurden (s. Abbildung 18 und Tabelle 3).¹⁰⁶ Dass Zimmermann die Gesamtdauer von 24'' wählte, könnte mit Band-I-Abschnitt b in Verbindung stehen.

103 Für genauere Angaben s. die Tabelle 9 »Konstanten« im Anhang des Textes, S. 79 f.

104 Bereits im Rahmen von früheren Hörspielmusiken wie *Schmetterlingslegende* bzw. *Festianus, Märtyrer* verwendete Zimmermann Bandschleifen, über deren technische Herstellung allerdings nichts Näheres bekannt ist (vgl. Silke Hilger: *Autonom oder angewandt? Zu den Hörspielmusiken von Winfried Zillig und Bernd Alois Zimmermann*, Mainz 1996 [Kölner Schriften zur Neuen Musik 5], S. 78–82 und S. 200–214).

105 Vgl. Bernd Alois Zimmermann: »Tratto«, in: Beiheft zu *Bernd Alois Zimmermann. Die Befristeten. Improvisationen. Tratto*, Wergo 60031, 1967, LP, [o. S.], Bsp. 4 (*Schema für die Koordinierung der »Kreisel-Klänge»*), Quelle S19.

106 Bernd Alois Zimmermann: *Tratto elettronico (Schleifen für Start III)*, Autograph, AdK BAZ 1.67.2r, Quelle S18. Anmerkung zu Typ 4: Dass das Schleifen-Modell 4 eine Gesamtdauer von 8'' umfasst, hat Zimmermann durch die Angabe »305« – d. h. $305 \text{ cm} \div 38 \text{ cm} \div 1'' = \text{ca. } 8''$ – unter der graphischen Darstellung deutlich festgehalten. Die letzten beiden Segmente hat Zimmermann dynamisch gegliedert (45 cm + 15 cm) und überlagert. Vermutlich aufgrund von Platzmangel am rechten Rand hat er die graphische Darstellung nicht ganz zu Ende geführt.

Schleifen-Modelle		
Modelltyp	Dauer	Teilsegmente
1 (7-teilig)	4''	1'' + 0,25'' + 0,75'' + 0,75'' + 0,25'' + 0,25'' + 0,75''
2 (8-teilig)	7,5''	1,5'' + 1,5'' + 0,5'' + 1'' + 1'' + 0,5'' + 0,5'' + 1''
3 (7-teilig)	5,37''	1,33'' + 0,33'' + 1'' + 1'' + 0,33'' + 0,33'' + 1''
4 (5-teilig)	8''	1,6'' + 1,6'' + 1,6'' + ca. 1,6'' + ca. 1,6''

Tabelle 3

Die vier Modelle weisen einige Gemeinsamkeiten untereinander sowie mit anderen Elementen der Komposition auf. So entspricht die Anlage von Modell 3 (5,37'') in seinen Proportionen dem Modell 1 (4'') gedehnt um einen Faktor von ca. 1,3. Auch ist es sicherlich kein Zufall, dass drei der vier Schleifen-Modelle in ihrer Gestalt starke Ähnlichkeiten mit den beschriebenen Konstanten aufweisen (s. Abbildung 13). So entspricht die Skizze der Modelle 1 und 3 visuell und in ihren Proportionen der Folge der beiden Band-I-Konstanten Typ 1 und Typ 2 mit dem Dehnungsfaktor 7,5 beziehungsweise ca. 5,6. Außerdem ähnelt die Anlage von Modell 2 den skizzierten Schichten der Band-II-Konstanten.¹⁰⁷ Diese Befunde dürften sich mit Eimerts und Humperts Aussage in Verbindung bringen lassen, dass *Tratto* maßgeblich auf der »Dehnung bzw. Raffung von Bandschleifen«¹⁰⁸ beruhe. Ein direkter Bezug zur zentralen Proportionsreihe lässt sich für die Anlage der Schleifen-Modelle bislang nicht nachweisen.

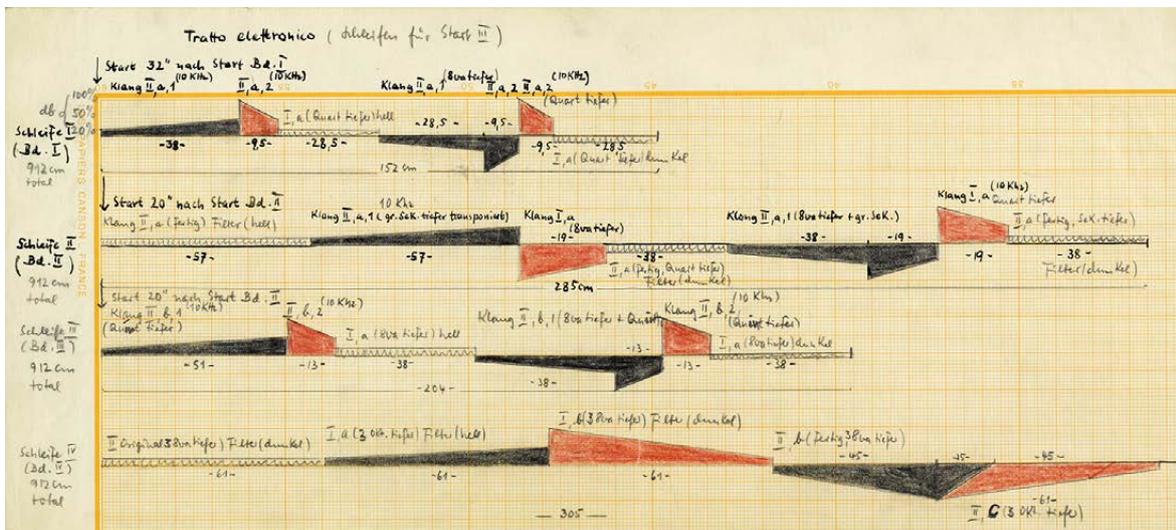


Abbildung 18: Quelle S18 mit graphischer Darstellung der vier Schleifen-Modelle.

Die Analyse des Tonbandes und Zimmermanns eigene Aussagen legen nahe, dass der Komponist die einzelnen Klangfolgen mithilfe der »Anwendung von Bandschleifen«¹⁰⁹ – vermutlich durch das Führen des an seinen Enden zusammengeklebten Magnettonbandes über eine mobile Umlenkrolle, die an einem Schleifenständer befestigt war (zur Verdeutlichung dieses Verfah-

107 Das Schleifen-Modell 4 lässt sich bisher jedoch nicht auf andere Strukturen aus *Tratto* beziehen.

108 Eimert/Humpert: Art. »Exposition«, S. 87.

109 Zimmermann/Peters: »Gedanken über elektronische Musik«, S. 133.

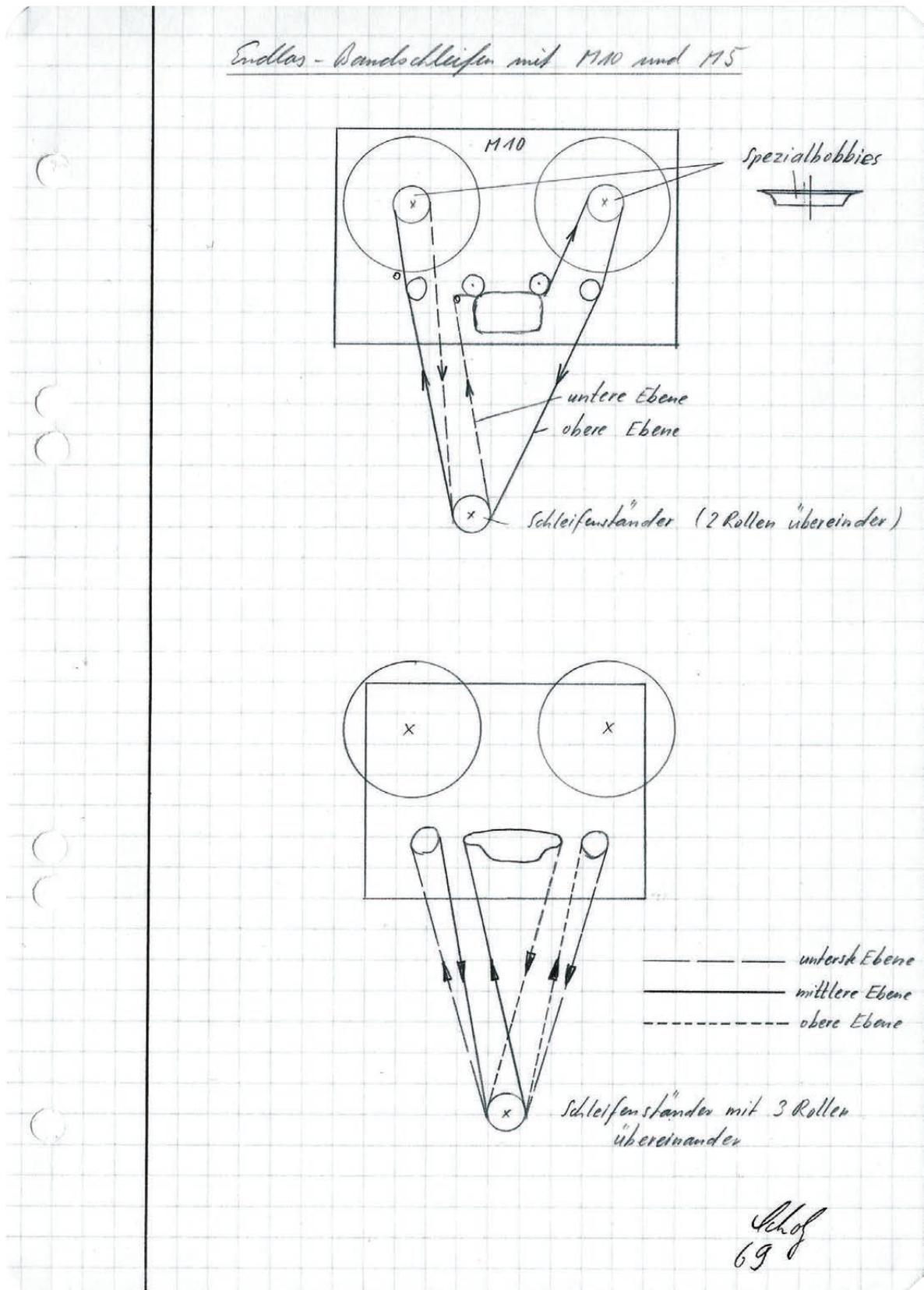


Abbildung 19: © Werner Scholz: Skizze zu »Endlos-Bandschleifen« an den Bandmaschinenmodellen M10 und M5 (1969).

rens s. Abbildung 19)¹¹⁰ – mehrfach wiederholte und nötigenfalls durch das Anfügen einer Segmentwiederholung auf eine Gesamtdauer von 24'' verlängerte. Aus der vorgesehenen Verarbeitungsweise dürfte sich die Bezeichnung der Klangsequenzen erklären, die in sich selbst noch nicht repetitiv angelegt sind. So wurde beispielsweise die Modell-2-Schleife (= 7,5'') auf Spur 3 in 12'06,6''–12'30,7'' dreifach gereiht ($3 \times \text{ca. } 7,5''$) und mit der abschließenden Wiederholung des ersten Segments zur Gesamtdauer von ca. 24'' ergänzt (s. Abbildung 20).

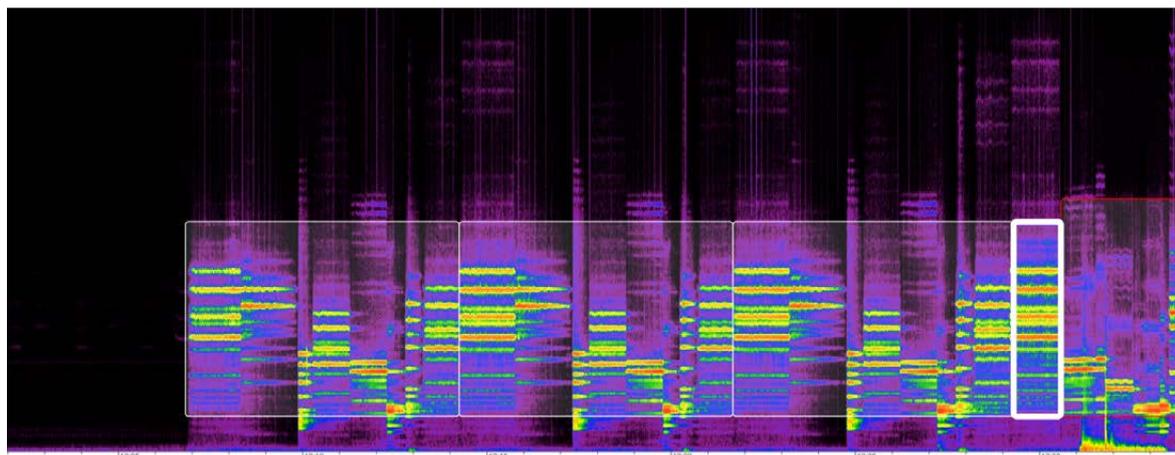


Abbildung 20: *Tratto*, Digitalisat des Kölner Tonbands, Spektrogramm mit Visualisierung der Schleifen-Strukturen auf Spur 3 im Schlussteil (das breitere Kästchen markiert die abschließende Wiederholung des ersten Klangsegments).

Zugleich zeigt die Tonband-Analyse, dass Zimmermann teilweise sogar die Modell-1-Schleifen (= 4'') – die durch sechsfache Wiederholung an sich problemlos zu einer Gesamtdauer von 24'' hätten gereiht werden können – mittels Segmentwiederholung ergänzte, da er ihre Dauer an einigen Stellen offenbar auf ca. 3,9'' statt 4'' verkürzte.¹¹¹ Im Schlussteil von *Tratto* finden sich auf allen vier Spuren Verkettungen solcher Schleifen, weshalb in diesem Rahmen von einer eigenständigen, jedoch spurübergreifenden Schleifen-Schicht gesprochen wird. In Übereinstimmung mit den Planungen in der Quelle S9 setzen diese Bandschleifen zwischen ca. 12'06''–14'34'' re-

110 Gerd Rautenbachs Aussagen zufolge kam eher diese einfache Form der Bandschleifentechnik und kein Bandschleifenbrett oder gar das Wickelsynchronverfahren mithilfe von externen Bandführungsrollen zum Einsatz (vgl. Rautenbach an Marzillier, 27.3.2021, BAZ-GA). Marcel Schmidt wiederum führt an, dass die technischen Mittel für das Wickelsynchronverfahren vorhanden gewesen seien (vgl. Schmidt an Marzillier, 3.8.2020, BAZ-GA). Werner Scholz erklärt zu seiner Skizze der »Endlos-Bandschleifen«: »In unserem Studio gab es Schleifenständer, ähnlich Mikrofonständern, die damals teilweise schwere Füße hatten, in denen ein senkrecht stehendes Rohr befestigt war, auf dessen oberem Ende sich übereinander 3 oder 4 kugelgelagerte Rollen befanden. Jede dieser Rollen hatte eine Rille in der Breite des Tonbandes und konnte sich unabhängig von den anderen Rollen drehen« (Scholz an Pasdzierny, 24.9.2020, BAZ-GA). Siehe dazu auch Hans Ulrich Humpert: *Elektronische Musik. Geschichte – Technik – Kompositionen*, Mainz 1987, S. 65 f. Eimert und Humpert zufolge wird zur Herstellung von Bandschleifen ein »Magnetband [...] in gewünschter Länge am Anfang und Ende in Kreisform zusammengeklebt und zum Abspielen über eine eigene federnde Umlenkrolle geführt. [...] Als zweckmäßiger erwies sich ein unmittelbar hinter den Magnetbandgeräten angebrachtes B.-Brett mit verstellbaren Umlenkrollen[.] Solche endlosen B. erlauben auch die sukzessive Aufnahme von Klängen ohne Löschung der bereits aufgesprochenen Klänge. Das geschieht durch Vertauschung von Hörkopf und Sprechkopf im Kopfträger oder durch Abheben des Magnetbandes vom Löschkopf« (Herbert Eimert, Hans Ulrich Humpert: Art. »Bandschleifen«, in: *Das Lexikon der elektronischen Musik*, S. 39 f.).

111 So wird auf Spur 3 (12'30,6''–12'54,6'') die Modell-1-Schleife sechsmal wiederholt ($6 \times \text{ca. } 3,9''$) und durch die Anfügung eines Teils des ersten Segments von ca. 0,5'' zur Gesamtdauer von 24'' ergänzt.

regelmäßig alle 24" ein.¹¹² Auffällig ist dabei, dass sich die Anzahl und Reihung der Schleifen zwischen den vier Tonspuren unterscheidet und auf einigen Spuren mehrere Schleifen überlagert werden. Zudem fällt auf, dass die Anlage der Schleifen auf Tonspur 4 mit einer Grunddauer von ca. 32" von den skizzierten Modellen 1–4 abweicht, wenngleich hier mithilfe der Überlagerung mehrerer Klangschichten ebenfalls alle 24" eine neue Bandschleife einsetzt.

Die »Kreisel-Klänge« prägen auch den Hauptteil von *Tratto*. Gegenüber den Bandschleifen des Schlussteils weisen jene im Hauptteil eine zweifache Dehnung (= ca. 48") auf, sodass Zimmermann bei der Übertragung der Strukturen des Schlussteils in den Hauptteil offenkundig unterschiedliche Dehnungsfaktoren verwendete (s. Abbildung 21). Derart gedehnte Schleifen treten im Mittelteil der Komposition zwischen 6'23" und 11'35" in Spur 1 und 3¹¹³ auf, wobei auch hier Unterschiede zwischen den auf dem Tonband realisierten Dauern einerseits und den in den Skizzen geplanten Dauern andererseits festzustellen sind.¹¹⁴ Auffällig ist, dass sich die Proportionen der Schleifen-Modelle auf den beiden Spuren leicht unterscheiden. Inwiefern dies mit der von Zimmermann in einigen Skizzen vorgenommenen Differenzierung des Mittelteils (ca. 6'22"–11'35") in die Schichten γ_1 und γ_2 ¹¹⁵ zusammenhängt, lässt sich bislang nicht endgültig klären. Die innerhalb des Bandschleifen-Verbundes eingefügten und im Folgenden diskutierten unregelmäßigen Klangstrukturen legen jedoch nahe, dass Zimmermann im Mittelteil von *Tratto* tatsächlich zwei verschiedene Klangschichten (γ_1 und γ_2) konzipiert haben könnte.

Band III, Kette 1a, Kette 2a – unregelmäßige Strukturschichten

Ein Großteil der Klangfolgen in *Tratto* ist durch Symmetrie und das Prinzip regelmäßiger Wiederholung geprägt. Einige Passagen der Komposition sind aber auch als unregelmäßige Klangstrukturen gestaltet. So finden sich in den ca. 80" langen Abschnitten auf Spur 1 (9'27"–10'45,5") beziehungsweise Spur 3 (9'23,8"–10'46,8") asymmetrisch angelegte musikalische Strukturen. Dabei handelt es sich um nicht antizipierbare Klangfolgen, die stark an die als »Kette 1a« beziehungsweise »Kette 2a« bezeichneten Strukturen erinnern, die Zimmermann in Abschnitt 24–33 der Quelle S10¹¹⁶ skizzierte und der Klangschicht »Band III« zuordnete (s. Abbildung 22). Die Planung und Anlage der einzelnen Kettensegmente wird in der Quelle S12 r überliefert.

Die vergleichende Rekonstruktion dieser Klangstrukturen zeigt, dass die in der Quelle S10 angegebenen Dauernwerte auf dem Tonband in etwa zweifacher Dehnung realisiert wurden. Auf Spur 1 (9'27"–10'45,5") findet sich die Kette 1a wieder, wenngleich sich der Beginn der Passage auf Spur 1 von dem skizzierten Verlauf leicht unterscheidet (s. Abbildung 23). Die Kette 2a wiederum entspricht im Ganzen den Klangfolgen auf Spur 3 (9'24"–10'47"). Allerdings weicht diese Tonspur von der Quelle S10 nach Abschnitt 29 ab und weist Klänge mit längeren Dauern auf. Im Einführungstext für die genannte Wergo-Schallplatte bezeichnete Zimmermann die beiden Ketten als »Korrespondenz-Klänge«¹¹⁷ und stellte deren Koordinierung mittels einer schemati-

112 Für genauere Angaben s. die Tabelle »Schleifen« im Anhang des Textes, S. 80 f.

113 Vgl. ebd. Die entsprechenden Klänge auf Spur 2 dürften auf Übersprecheffekte zurückzuführen sein.

114 So weist bspw. die Modell-1-Schleife auf Spur 3 (7'58,5"–8'48,7") ebenfalls eine verkürzte Grunddauer von 7,9" statt 8" auf und wurde von Zimmermann daher mittels einer Segmentwiederholung ergänzt.

115 Vgl. die Quellen S15 und S5.

116 Bernd Alois Zimmermann: [Verlaufplan für Band III und Abschnitt γ_1 des Hauptteils u. a.], Autograph, AdK BAZ 1.62.14.1, fol. 3r, Quelle S10.

117 Zimmermann: »Tratto«, in: Beiheft zu *Zimmermann. Die Befristeten. Improvisationen. Tratto*, Wergo 60031, [o. S.], Bsp. 3 (*Schema für die Koordinierung der »Korrespondenz-Klänge«*), Quelle S17.

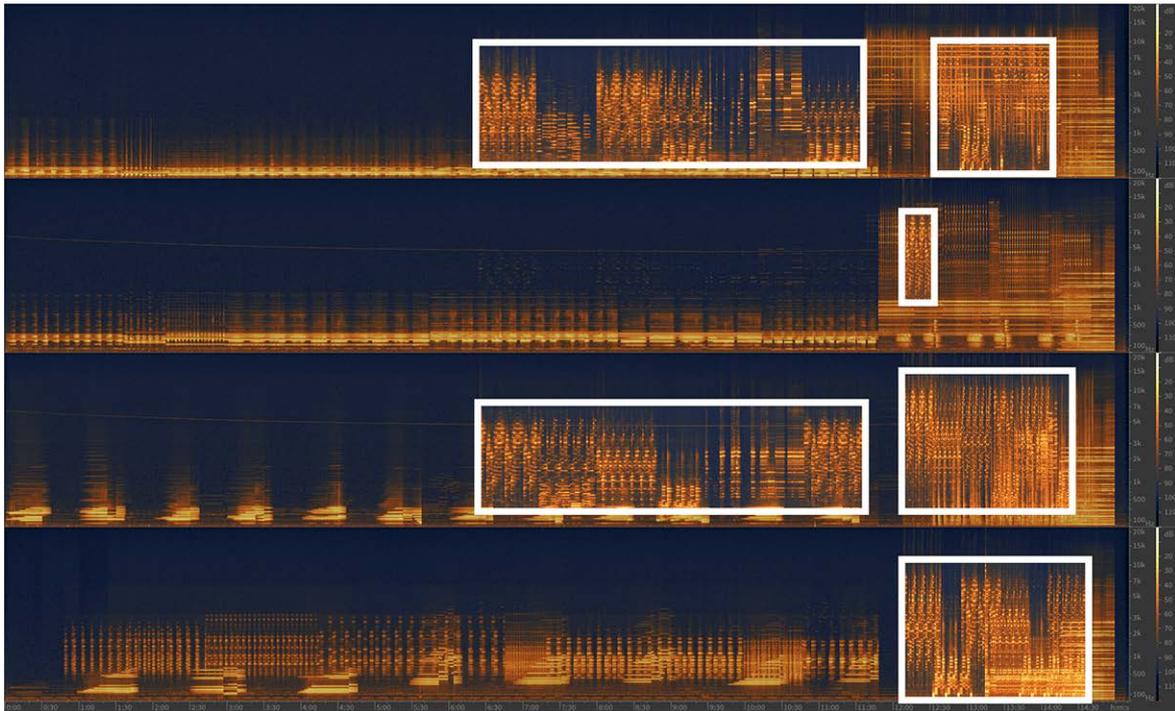


Abbildung 21: *Tratto*, Digitalisat des Kölner Tonbands, Spektrogramm des Gesamtverlaufs mit Hervorhebung der Schleifen-Klänge im Haupt- und Schlussteil.

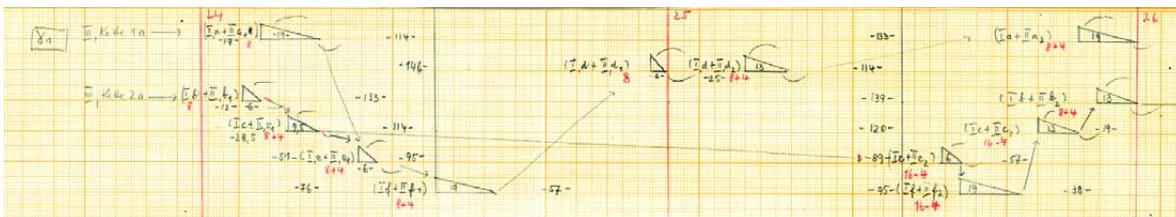


Abbildung 22: Ausschnitt aus Quelle S10 mit Planungen zur Anlage von »Band III«.

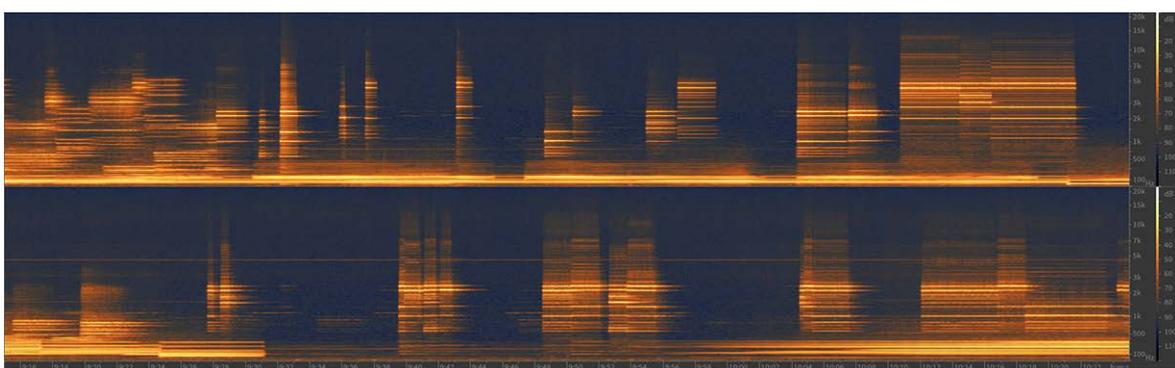


Abbildung 23: *Tratto*, Digitalisat des Kölner Tonbands, Spektrogramm der Band-III-Strukturen im Mittelteil auf Spur 1 und 3.

schen Skizze dar. Worin die »Korrespondenz« der verwendeten Klänge im Einzelnen besteht, lässt sich bisher nicht sagen. Innerhalb des minutiös voneinander abgeleiteten Strukturgefüges der Komposition erfüllen diese Klänge akustisch jedoch die Funktion einer strukturellen Öffnung, da sie mit dem ansonsten allgegenwärtigen Prinzip der Wiederholung brechen. Ein Bezug zur Proportionsreihe lässt sich bisher nicht herstellen. Ungeklärt ist bislang auch, inwiefern es

sich bei den unregelmäßigen Klangfolgen auf Spur 1 (ca. 7'11"–7'59,5") sowie jenen Klangfolgen im Schlussteil auf Spur 3 (13'36"–14'12") um ähnliche oder gar strukturell verbundene, weitere »Ketten« von Band III handelt.¹¹⁸

Detonationen und Impulsketten

In einem Brief an Karlheinz Stockhausen berichtete Zimmermann 1967 über seine Arbeit an *Tratto*: »Bei meinem ersten elektronischen Stück habe ich mich auf ein Arbeitsmaterial beschränkt [...]. Es handelt sich dabei vorwiegend um Sinustongemische [...]; nur an einer einzigen Stelle, kurz vor Schluss, wird eine Impulskette eingeführt, der dann Rückkoppelung [sic] und eine Reihe von elektronisch verarbeiteten Umschaltknacksen zur Seite gestellt werden.«¹¹⁹ Zur technischen Handhabung dieser Umschaltknackse erklärt Gerd Rautenbach: »Die »Knackse« [...] wurden aufgenommen, in genauer Zeitachse geschnitten und als Trigger zur Ansteuerung des Ringmodulators eingesetzt.«¹²⁰ Auf dem Tonband finden sich Klangphänomene, die zu diesen Aussagen in Bezug gesetzt werden können. So lassen sich – unter Rückgriff auf das Materialband M1 – auf Spur 1 zwischen ca. 14'07,5"–14'43,5" ungefähr zehn detonationsartige Klänge und zwischen ca. 14'14,3"–14'36" ungefähr zehn Klanggestalten aus schnellen Impulsfolgen identifizieren.¹²¹ Auf Spur 3 können ähnliche Klangelemente in deutlich größerer Anzahl zwischen ca. 12'31"–14'46,5" (Detonationen) beziehungsweise ca. 12'45"–14'42" (schnelle Impulsfolgen) ausgemacht werden. Die Disposition dieser Klangelemente konnte bisher jedoch nicht rekonstruiert werden.¹²² Die in ihrer Klanggestalt – Dauer, Frequenzen, Nachhall-Zeiten, Verlaufsrichtung usw. – sehr verschiedenen detonationsartigen Klänge dürften sich auf die von Zimmermann in der Quelle S5 v angeführten 18 Typen von Klang-»Schlägen« beziehen lassen.¹²³ Zudem ist davon auszugehen, dass Zimmermann die derart erzeugten Klänge in Form von Ketten disponierte, da er in der Quelle S6 v¹²⁴ bezüglich der Arbeit an Band III explizit eine »Schlagkette 1« anführte.

118 Die genannten Passagen lassen sich jeweils grob in sieben Teile gliedern und weisen eine Entwicklung von kurzen Kettengliedern hin zu längeren auf.

119 Zimmermann an Stockhausen, 6.7.1967, AdK BAZ 1.62.169.163.

120 Rautenbach an Marzillier, 27.3.2021, BAZ-GA.

121 Dass Zimmermann diese eher unscheinbaren Impulsketten Stockhausen gegenüber erwähnte, wirkt auf den ersten Blick ungewöhnlich. Entsprechend der zeitgenössischen Diskussion zum Thema Zeit und Musik wäre es denkbar, dass er diesen, sich im Grenzbereich von Einzelimpuls und Impulskontinuum bzw. Ton bewegenden, Klangfolgen demonstrative Bedeutung für seine und Stockhausens kompositorischen Ansätze zum Maß. Denn ähnlich wie Stockhausen begründete auch Zimmermann seine Kompositionstechnik auf der Annahme enger struktureller und physikalischer Zusammenhänge zwischen der Mikrozeit der Tonhöhen und der Makrozeit der Tondauern (vgl. dazu z. B. Brief von Bernd Alois Zimmermann an Heinz Martin Lonquich, Rømø 2.6.1966, Typoskript-Durchschlag, AdK BAZ 1.62.168.187, auszugsweise publiziert in: Klaus Ebbecke: *Bernd Alois Zimmermann (1918–1970). Dokumente zu Leben und Werk. Ausstellung der Akademie der Künste. 17. September bis 10. Dezember 1989*, Berlin 1989 (Akademie-Katalog 152), S. 95 f. Zum zeitgenössischen Diskurs s. auch Herbert Eimert, Hans Ulrich Humpert: Art. »Impulse«, in: *Das Lexikon der elektronischen Musik*, S. 142–144 sowie Marion Rothärmel: *Der musikalische Zeitbegriff seit Moritz Hauptmann*, Regensburg 1963 [Kölner Beiträge zur Musikforschung 25]).

122 Möglicherweise liefert die Quelle S10 weitere Hinweise zum Verständnis dieser Klangelemente, da Zimmermann in dieser bspw. einige mehrgliedrige Impulsketten notiert hat (vgl. Quelle S10, Abschnitt 20–22 sowie 33–36).

123 Die Quelle S5 v legt auch nahe, dass Zimmermann die mit Hall belegten Umschaltknackse in sechs verschiedenen Transpositionen (a–f) verwendet hat.

124 AdK BAZ 1.62.14.2, fol. 9.

Überlegungen zum Formverlauf

Mithilfe der bis hierher rekonstruierten kompositorischen Elemente (Impulsstrecken, Konstanten, Schleifen, Frequenzbänder, unregelmäßige Klangfolgen) lässt sich ein Großteil der musikalischen Strukturen in *Tratto* detailliert beschreiben. Die folgenden Graphiken fassen diese überblicksartig zusammen. Abbildung 24 stellt die Disposition der verschiedenen musikalischen Elemente im Hauptteil und Schlussteil von *Tratto* abstrakt dar. In Abbildung 25 ist diese Visualisierung in reduzierter Form auf die spektrographische Darstellung übertragen.

Unter Bezug auf die aus dem Umfeld des Komponisten stammende Darstellung von Eimert und Humpert lässt sich hinsichtlich der Dramaturgie des Formverlaufs argumentieren, dass Zimmermann *Tratto* mit einer Art »Exposition« beziehungsweise Präsentation der »für das ganze Stück verbindlichen ›Instrumentalität‹, bestehend aus charakteristischen Tongemischen, und gleichzeitig der vorherrschenden Kompositionsmethode zeitlicher Dehnung bzw. Raffung von Bandschleifen«¹²⁵ beginnen ließ. Der Komponist stellte auf den Spuren 1–3 sowohl sein Klangmaterial (die Sinustongemische Klang I und II) als auch dessen Disposition in Form von Impulsschichten vor. In welchem Ausmaß er dabei tatsächlich auf die Arbeit mit Bandschleifen zurückgriff, lässt sich zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht abschließend klären.¹²⁶ Mit dem verspäteten

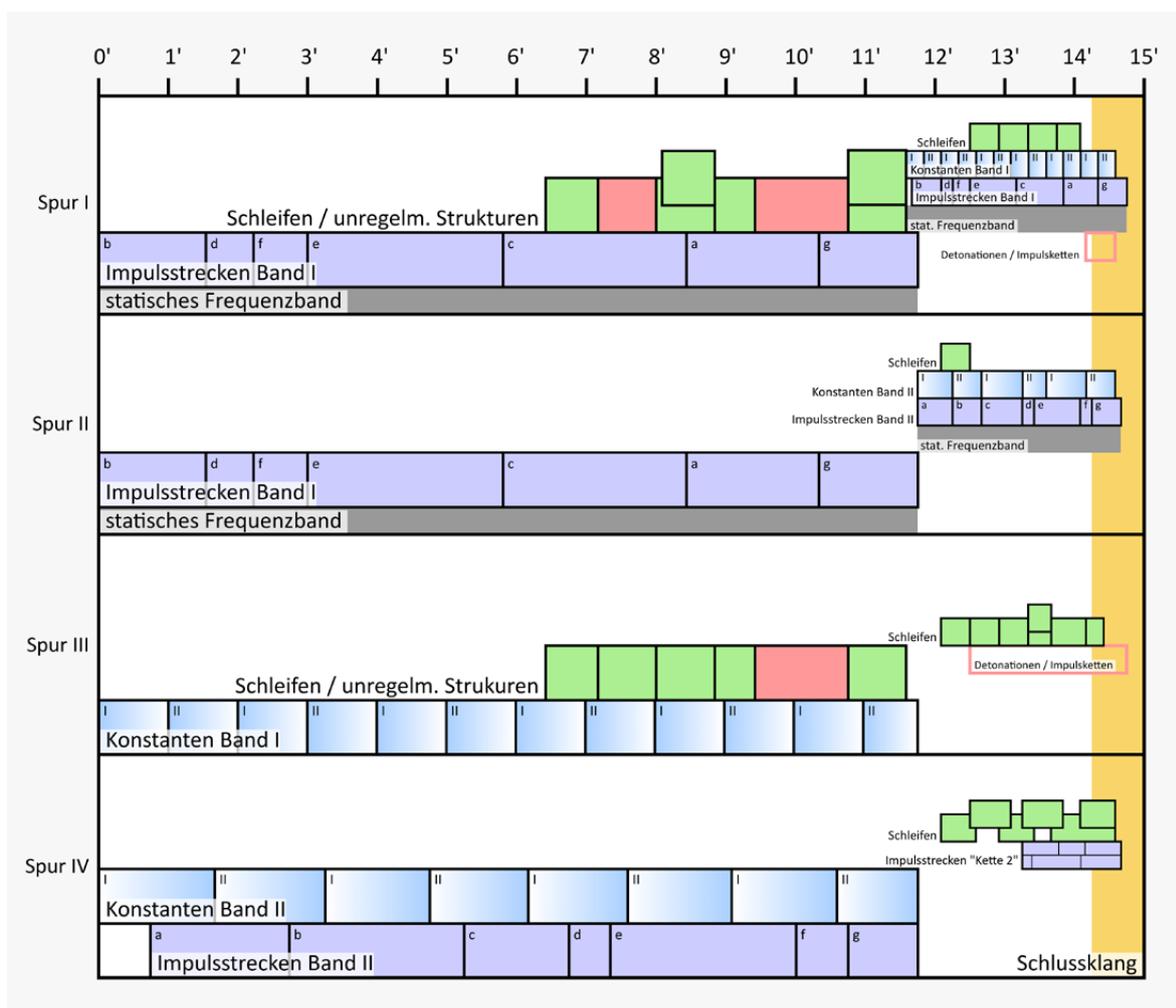


Abbildung 24: Überblicksdarstellung zum musikalischen Verlauf von *Tratto*.

125 Eimert/Humpert: Art. »Exposition«, S. 87.

126 So dürfte z. B. bei der Produktion der eher unregelmäßig gestalteten Konstanten im Hauptteil die Band-

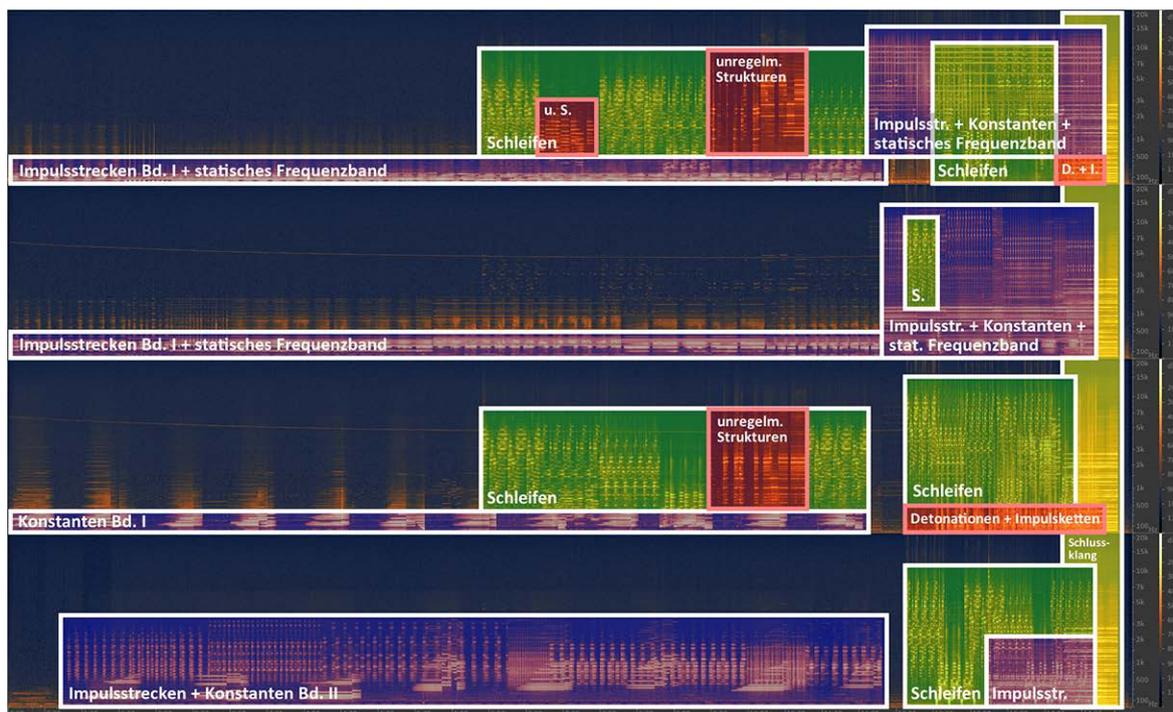


Abbildung 25: *Tratto*, Digitalisat des Kölner Tonbands, Spektrogramm des Gesamtverlaufs mit Visualisierung wichtiger musikalischer Strukturen.

Einsatz der Klangfolgen auf Spur 4 bei 0'47,5'' führte Zimmermann eine weitere unabhängige Strukturschicht ein, wodurch das für *Tratto* charakteristische Prinzip der Gleichzeitigkeit mehrerer Strukturschichten etabliert wird. Der Einsatz der Schleifen-Schichten bei ca. 6'23'' markiert den Beginn des Mittelteils, in dem einerseits das Prinzip der Bandschleife noch stärker in den Vordergrund rückt und andererseits die ersten unregelmäßigen Strukturschichten einsetzen. In dem bei ca. 11'35,5'' beginnenden Schlussteil werden die bis dahin exponierten Klangfolgen und Kompositionsverfahren dann in verdichteter Form zusammengefasst und durch detonationsartige Geräuschklänge ergänzt, bevor sie in den Schlussklang münden. Der Verlauf von *Tratto* weist demnach durchaus Züge traditioneller musikalischer Formmodelle auf.

Während die dramaturgischen Funktionen von Haupt-, Mittel- und Schlussteil bereits näher bestimmt werden können, besteht in Bezug auf die Anlage der Formteile noch Forschungsbedarf. Denn obwohl mithilfe einiger Skizzen gezeigt werden kann, dass Zimmermann die Zeitproportionen vieler Elemente des Hauptteils tatsächlich aus einer »Vervielfachung«¹²⁷ der Strukturen des Schlussteils entwickelte, liegt bisher weder eine Erklärung für die spezifische Dauer der einzelnen Formteile noch für deren Disposition vor. Einerseits kann man eine konzeptionelle Ambivalenz in der Konstruktion der kompositorischen Gesamtanlage feststellen. Geht man aufgrund einiger Skizzen davon aus, dass Zimmermann den Hauptteil und Schlussteil der auf exakt 15' beziehungsweise 900'' angelegten Komposition in ein Verhältnis von 4 : 1 bringen wollte, dann müsste der Hauptteil theoretisch den Zeitraum 0'00''–12'00'' (720'') und der Schlussteil den Zeitraum 12'00''–15'00'' (180'') umfassen. Die Analyse der Tonbänder zeigt demgegenüber bereits bei ca. 11'35,5'' (Spur 1) beziehungsweise bei ca. 11'47,5'' (Spur 2) einen deutlichen Strukturwechsel,

schleifentechnik nicht oder nur partiell zur Anwendung gekommen sein. Zudem weisen die einzelnen Klangimpulse auf Spur 1 und 2 teilweise ganz unterschiedliche Schwingungsverläufe auf, was die Arbeit mit Bandschleifen eher unwahrscheinlich erscheinen lässt.

127 Henrich: *Werkverzeichnis*, S. 739.

der den Beginn eines neuen Formteils markiert. Da die Skizzen nahelegen, dass Zimmermann bei seiner Planung tatsächlich mit den Werten der vierfachen Dehnung kalkulierte, wäre zu vermuten, dass er die ursprünglich entsprechend den Idealproportionen produzierten Klangfolgen im Hauptteil – mittels Bandschnitt oder minimaler Erhöhung der Bandgeschwindigkeit – sukzessive verkürzte, um den Einsatz des Schlussteils bei ca. 11'35,5" beziehungsweise ca. 11'47,5" sozusagen ›rechtzeitig‹ zu erreichen.¹²⁸ Andererseits ist es genauso denkbar, dass Zimmermann die Überlappung der Formteile von Anfang an bewusst einplante. So verweist die Quelle S5 v darauf, dass er – zumindest in einer Phase des Kompositionsprozesses – die Anlage des Formverlaufs nicht nur genau berechnete, sondern auch einen mehrfach gestuften Wechsel der Formteile ab 11'40" (Spur 1) beabsichtigte (s. Abbildung 26).¹²⁹ Die auf Tonband realisierte Komposition unterscheidet sich jedoch auch von diesen Planungen.¹³⁰ Zudem lassen sich – abweichend von den Planungen in S5 – in den Quellen S14 beziehungsweise S15 weitere Planungen identifizieren, die darauf hindeuten, dass Zimmermann zwischenzeitlich auch den Zeitpunkt 11'50" beziehungsweise 11'56" als Ende des ersten beziehungsweise Beginn eines neuen Formteils bestimmt haben könnte.¹³¹ Eine Überlagerung von Formteilen war in diesem Planungsstadium nicht vorgesehen.

Auf dem Tonband hat Zimmermann eine Überlagerung von Formteilen realisiert. Ausgehend von den durch Band I und II regulierten Klangelementen können die Grenzen dieser Formteile entlang der strukturellen Veränderung ihrer Dauernproportionen bestimmt werden.¹³² Nimmt

128 So werden auf Spur 1–2 (0'00"–11'47,5") die von Band I (= 180") abgeleiteten Impulsstrecken-Ketten (Band $\alpha 1$ –2) um insgesamt ca. 12,5" verkürzt, um trotz der Idealdauer von 12' ($4 \times 180" = 720"$) bereits bei 11'47,5" (= 707,5") ihren Abschluss erreichen zu können. Ähnlich verhält es sich mit der aus Band II (= 176") entwickelten Impulsstrecken-Kette (Band β) auf Spur 4 (0'48"–11'47,5"), deren ideale Gesamtlänge von 704" (= $176" \times 4$) auf dem Tonband auf ca. 660" verkürzt wurde.

129 Heribert Henrichs Gliederungsvorschlag dürfte maßgeblich auf Quelle S5 beruhen (vgl. Henrich: *Werkverzeichnis*, S. 727).

130 Mithilfe des Materialbands M1 lässt sich die Länge der dem Schlussteil ursprünglich zugrundeliegenden Tonbänder 1–4 relativ gut bestimmen. Die realisierten Dauern der vier Tonbänder entsprechen allerdings nur in einem Fall den nach Quelle S5 v rekonstruierten Idealwerten: Tonband 1: ca. 11'35,9"–14'45,7" → 3'09,8" ≠ 3'08"; Tonband 2: ca. 11'47,5"–14'42,5" → 2'55" = 2'55"; Tonband 3: ca. 12'07,2"–14'47,5" → 2'40,3" ≠ 2'46"; Tonband 4: ca. 12'07,2"–14'40,3" → 2'33,1" ≠ 2'35". Entsprechend der in der Skizze angedachten Überlagerung einiger Formteile lässt sich beim Übergang der Formteile tatsächlich eine Überlagerung von allerdings ca. 12" statt 18" auf Spur 1 – die Impulsstrecke g von Band $\alpha 1$ verläuft bis 11'47,6" – sowie eine Pause von ca. 0,4" statt 2" auf Spur 2 nachweisen. Die genauere Kenntnis der vier Spuren des Schlussteils ermöglicht es im Umkehrschluss auch den jeweiligen Umfang der Schichten des Hauptteils besser einzugrenzen. Auch hier fördert der Vergleich zwischen Tonbändern und Skizze eine Reihe von Abweichungen zutage: Band $\alpha 1$ (11'47,5" statt 11'58"), Band $\alpha 2$ (11'47,5" statt 11'50"), Band $\alpha 3$ (ca. 11'36" statt 11'53") und Band β (ca. 11'00" statt 11'02").

131 Die in diesem Kontext vorgenommenen Additionsrechnungen widersprechen jedoch mehrfach der mathematischen Logik. Während Zimmermann in der Quelle S14 auf den ersten Blick lediglich die Abschnittsdauern von Band $\alpha 1/\alpha 2$ bzw. Band β festhielt, weisen die vorgenommenen Rechnungen offenbar bewusst korrigierte, jedoch mathematisch fehlerhafte Additionsergebnisse auf (Band $\alpha 1/\alpha 2$: $2'12" + 48" = 3'20"$ [sic] bzw. Band β : $2'07" + 94" = 3'51"$ [sic]), weshalb die Einsatzpunkte der entsprechenden Abschnitte um 10" bzw. 20" verspätet notiert sind. Hinzukommt für Band $\alpha 1$ –2 die abschließende, ebenfalls fehlerhafte Rechnung $10'44" + 96" = 11'50"$ [sic]. Dieselben fehlerhaften Werte für die Abschnittsdauern von Band $\alpha 1$ finden sich auch im unteren Teil der Quelle S15.

132 So umfasst bspw. die Band-I-Impulsstrecke d im Hauptteil ca. 36" und im Schlussteil ca. 9". Eine ähnliche Dehnung der Dauernproportionen konnte für die Grundmodelle der Schleifen-Schicht nachgewiesen werden (s. dazu die Abschnitte »Schleifen«, S. 38–42).

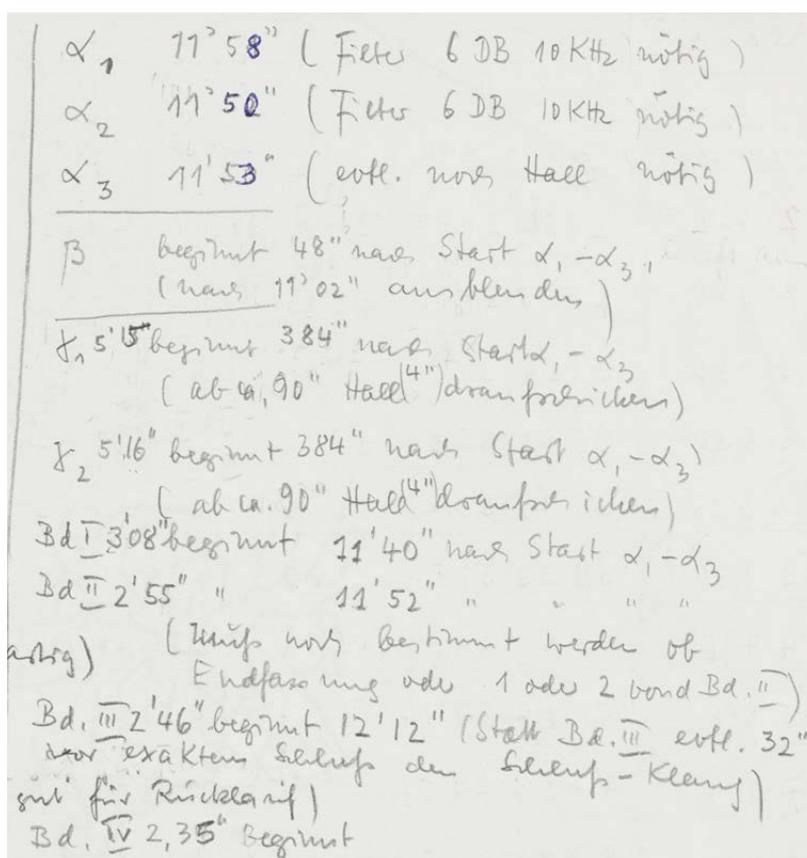


Abbildung 26: Ausschnitt aus Quelle S5 mit Planungen zum Gesamtverlauf von *Tratto*.

man an, dass Zimmermann die einzelnen Strukturschichten zwar teilweise voneinander ableitete, aber zugleich als selbstständige Klangschichten konzipierte, ließe sich argumentieren, dass jede der Strukturschichten einen »eigenen« Haupt- beziehungsweise Schlussteil besitzt. Demnach würde sich die Idee der Pluralität von Zeitverläufen auch auf der Ebene der Gesamtform niederschlagen. Da sich ein Umbruch der Dauernproportionen für Band I ab ca. 11'35,5" beziehungsweise für Band II ab ca. 11'47,5" auf dem Tonband beobachten lässt, markiert dieser Zeitraum den zeitlichen Grenzbereich, in dem sich für die genannten Schichten der Übergang der Formteile vollzieht, während die Schicht der Schleifen nach ihrem Abbruch bei ca. 11'35" erst ab ca. 12'07" (Spur 2–4) in den Schlussteil übergeht. Der gesamte musikalische Verlauf in ca. 11'35,5"–14'59" wäre aus dieser Perspektive als ein aus mehreren parallel verlaufenden Formverläufen bestehender Schlussteil zu deuten.

Doch inwiefern stehen die Längen der einzelnen Formabschnitte von *Tratto* in sinntragenden, proportionalen Verhältnissen zueinander? Da ein Bezug zur zentralen Proportionsreihe bisher nicht hergestellt werden konnte, bleibt diese Frage vorerst offen. Zur Beantwortung könnten sich nicht nur die Proportionsangaben von Quellen aus dem Bestand von Zimmermanns *Requiem* für einen jungen Dichter als hilfreich erweisen,¹³³ sondern auch der Ansatz, die Kompositionen *Intercomunicazione* oder *Photoptosis* in die Analyse von *Tratto* miteinzubeziehen. Überhaupt besteht hinsichtlich des Verhältnisses von Skizzen und Tonband noch einiger Klärungsbedarf. Angesichts der Divergenzen zwischen Planung und Umsetzung stellt sich die Frage, in welchem Maße und mit welchen Motivationen Zimmermann bei der Realisation von *Tratto* bewusst von

133 Siehe z. B. Bernd Alois Zimmermann: [Rhythmuskizze und Zeitplanung zu Band I–V], Autograph, AdK BAZ 1.62.52.16, fol. 2r.

seinen Vorüberlegungen abwich. Daran knüpft sich die noch grundsätzliche Frage danach, in welchen konzeptuellen Verhältnissen die kompositorische Planung, die handwerkliche Realisation des Klangmaterials, die abschließende Realisation des Tonbandes und die spätere Aufführung des fertigen Tonbandes zueinander stehen. Überliefert das Köln-Tonband die authentische Werkgestalt von *Tratto*? Oder handelt es sich bei dieser Realisation lediglich um eine unter Zeitdruck entstandene »Uraufführung« der vor allem in den Skizzen manifesten Komposition? Mit Mauricio Kagel gefragt: In welchem konzeptuellen Verhältnis standen »akustische Vorstellung (Komposition)«, »Niederschrift« (Notation), »akustische Aufzeichnung« (Tonband) und »akustischer Vorgang« (Interpretation)« im Fall von *Tratto* zueinander?¹³⁴

3. Analyse der Sinustongemische

Ole Jana

Bei der Produktion von *Tratto* nutzte Zimmermann, wie er selber aussagt, »lediglich Sinustöne als akustisches Ausgangsmaterial«¹³⁵ – abgesehen von Aufzeichnungen des Umschaltknackses einer Bandmaschine.¹³⁶ Für die Herstellung der Klänge standen ihm sechs Sinustongeneratoren zur Verfügung,¹³⁷ von denen jeweils drei von Zimmermann und Rautenbach bedient wurden. Dabei wurden sowohl Frequenz als auch Intensität und Dauer jedes Tones »[l]aut Partitur und mit Hilfe einer Stoppuhr«¹³⁸ gesteuert. Verwendung fanden dabei offenbar auch die Tabellen in Quelle S7¹³⁹, die Aufschluss über die einzustellenden Frequenzen der beiden Grundklänge geben. In zurückliegenden Publikationen zu *Tratto* kamen zum Teil bereits Spektraldarstellungen der aus diesem Arbeitsprozess hervorgegangenen Klangstrukturen zum Einsatz,¹⁴⁰ allerdings wurden die Frequenzen der Sinustongemische bislang nicht im Detail analysiert und ihr Bezug zu den Frequenztabellen nachvollzogen, weshalb dies an dieser Stelle exemplarisch vorgenommen

134 Mauricio Kagel: »Komposition – Notation – Interpretation«, in: *Notation Neuer Musik*, S. 55–63, hier S. 59–63. Siehe hierzu auch den Text von Dörte Schmidt in dieser Ausgabe, S. 11–15.

135 Zimmermann/Peters: »Gedanken über elektronische Musik«, S. 127.

136 Vgl. ebd., S. 127 sowie Rautenbach an Marzillier, 27.3.2021, BAZ-GA.

137 Siehe die Angaben zur technischen Ausstattung des Studios in Tabelle 6 im Anhang, S. 75 f.

138 Die Produktion dieser Frequenzgemische beschreibt Gerd Rautenbach wie folgt: »Hauptbestandteil waren 4 Klangblöcke – realisiert mit jeweils 3 Generatoren – bedient von Zimmermann (2 Generatoren) – Rautenbach (1 Generator). Es gab einen Versuch, alle 6 Generatoren pro Block einzusetzen – dieser scheiterte jedoch, da er nicht gehandelt werden konnte. Jede Angehens Weise [sic], auch diese mit 3 Generatoren, musste wieder von Beginn gestartet werden, wenn ein Fehler während des Aufnahme Prozesses auftrat. Ein sehr konzentriertes und langwieriges Verfahren, da nicht umkehrbar. Verändert wurden während der Aufnahmen der Blöcke folgende Parameter: 1) Veränderung der Frequenz 2) Veränderung der Amplitude 3) Dauer / Ein-Aus-schwingen. Laut Partitur und mit Hilfe einer Stoppuhr – Veränderung der Frequenzen und Amplituden über eine Zeitdauer von 16min« (Rautenbach an Marzillier, 27.3.2021, BAZ-GA). Zur zentralen Bedeutung der Stoppuhr im Kompositionsprozess von *Tratto* s. auch: »dass es in beiden Zeitrichtungen zugleich komponiert wurde« Bernd Alois Zimmermanns *Tratto*. Komposition für elektronische Klänge in Form einer choreographischen Studie, Feature zum Salon Sophie Charlotte der BBAW 2021, <https://salon.bbaw.de/de/hoerraeume/kunst-5>, abgerufen am 15.8.2022.

139 Bernd Alois Zimmermann: *Klang I und II – Schwebungen* [Frequenztabellen], Typoskript-Durchschlag mit hs. Eintragungen, AdK BAZ 1.62.14.2, fol. 2r–5v, Quelle S7.

140 Vgl. die aufgeführten Publikationen in Anm. 30.

wird. Zur Ermittlung der exakten Tonhöhen der einzelnen Sinustöne wurden die vier Spuren des digitalisierten Kölner Tonbandes¹⁴¹ mithilfe des Computerprogrammes *Sonic Visualiser* zunächst in einem Spektrogramm und einem Frequenzspektrum dargestellt und die daraus abgelesenen Werte für Dauer, Frequenz und Pegel der einzelnen Sinustöne anschließend in Tabellenform festgehalten, um sie den Frequenztabellen und Skizzen Zimmermanns gegenüberzustellen.

Bei der Spektralanalyse begegnet man störenden Signalanteilen wie Kanalübersprechen, Vor- und Nachecho und breitbandigem Rauschen sowie technisch bedingten Tonhöhenveränderungen, nicht linearen Verzerrungen und Modulationsrauschen.¹⁴² Im Vergleich zu den über einen längeren Zeitraum andauernden und in der Regel nicht wahrnehmbaren Geschwindigkeitsveränderungen einer Bandmaschine erschweren eher die kurzzeitigen Tonhöhenänderungen (Flutter) sehr präzise Frequenzangaben.¹⁴³ Die Möglichkeiten der Analyse heute bieten trotz allem eine weit größere Genauigkeit als zu Zeiten der Entstehung der Komposition selbst. Mithilfe der Spektraldarstellung in *Sonic Visualiser* wurden die Frequenzwerte von Sinustönen an fünf der zuvor beschriebenen Klangelemente der Komposition bestimmt. Es wurde dabei folgende Auswahl getroffen:

- statisches Frequenzband (Band I) – Spur 1 (11'35,8'')
- Konstanten (Band I) – Spur 3 (0'00'')
- Impulsstrecken (Band II) – Spur 4 (0'47,5'') / Spur 2 (11'47,2'')
- Schleife II – Spur 3 (12'07'') / Spur 3 (6'23,3'')
- Schlussklang – Spuren 1–4 (ca. 14'15'')

Anhand der Frequenzanalyse dieser Klangelemente wird in diesem Abschnitt der Versuch unternommen, mithilfe der genannten Darstellungsmethoden neue Perspektiven auf Zimmermanns Aufzeichnungen und Aussagen zur Klangstruktur von *Tratto* zu eröffnen.

Die zentralen Grundbausteine von *Tratto* bilden, wie Zimmermann in seiner Werkeinführung schreibt, die Klänge I und II – Schichtungen von je zwölf Sinustönen, aus denen »im wesentlichen alle in der Komposition vorkommenden Klänge entwickelt bzw. abgeleitet [wurden], und zwar durch Transposition mit Hilfe eines Transponiergerätes oder durch Geschwindigkeitstransposition«. ¹⁴⁴ Die vermeintliche Allgegenwart der beiden Grundklänge in *Tratto* soll im Fol-

141 Vgl. die Quellenangabe in Anm. 23.

142 Vgl. *Handbuch der Tonstudiotchnik*, Bd. 1, hrsg. von Michael Dickreiter, Volker Dittel, Wolfgang Hoeg u. a., München 2008, S. 385–392. Es stellt sich die Frage, wo genau sich die Grenze zwischen musikalisch verbindlichen Strukturen und unabsichtlich entstandenen technischen Artefakten ziehen lässt, wobei letztere möglicherweise vom Komponisten ästhetisch akzeptiert wurden. Eine genauere Analyse der Artefakte, insbesondere der Rauschanteile, die sich mit jeder Tonbandkopie verstärken (Kopierrauschen), könnte auch über werkgenetische Aspekte Aufschluss geben.

143 Zur Zeit der Entstehung von *Tratto* wurde der Standard DIN 45 511 eingeführt, der für den Studiobetrieb eine länger andauernde Geschwindigkeitsabweichung vom Sollwert (Bandschlupf) von $\pm 0,2\%$ zulässt. Für kurzzeitige Geschwindigkeitsschwankungen liegt die Vorgabe bei $\pm 1\%$. Vgl. Friedrich Engel: *Schallspeicherung auf Magnetband*, Leverkusen 1975, S. 138.

144 Zimmermann/Peters: »Gedanken über elektronische Musik«, S. 132. Wie genau die Transpositionen der Klänge technisch realisiert wurden, ist zu diesem Zeitpunkt noch unklar. Zimmermann unterscheidet hier zwischen der Verwendung eines Transponiergerätes einerseits und der Geschwindigkeitstransposition andererseits, wobei er »die an der Hörgrenze in der Höhe und Tiefe liegenden Klänge« von diesem Verfahren ausnimmt, »die gesondert produziert werden mußten, da das Transponierverfahren dafür nicht angewendet werden konnte« (ebd.). Für die Erzeugung tempounabhängiger Tonhöhenveränderungen und tonhöhenunabhängiger Tempoveränderungen stand im Studio der Musikhochschule spätestens ab etwa 1973 ein Tempophon der Firma Eltro Automation aus Heidelberg zur Verfügung. Laut Aussage von Gerd Rautenbach kam jedoch

genden geprüft und die Systematik der angedeuteten Transpositionen genauer nachvollzogen werden. Dabei wird zum einen der Frage nachgegangen, inwiefern die betrachteten Klangstrukturen von der auf dem Tritonus basierenden und »alle akustischen Phänomene bestimmenden Proportionsreihe«¹⁴⁵ abgeleitet worden sind. Zum anderen wird versucht, den scheinbaren Widerspruch zwischen der Verwendung ganzzahliger, harmonischer Proportionen, wie sie in der zentralen Proportionsreihe enthalten sind, und einer gleichstufig temperierten zwölfstönigen Reihentechnik, wie sie sich in der Konstruktion der Klänge I und II zeigt und sich in der von Zimmermann verwendeten Begrifflichkeit des »chromatische[n] Total[s]«¹⁴⁶ ausdrückt, aufzulösen. Nicht zuletzt ist im Zusammenhang mit der zentralen Proportionsreihe die Konstruktion der Schwebungen zu betrachten, da er explizit darauf hinweist, er habe »die Proportionsreihe [...] für die Proportionierung der Schwebungen herangezogen«.¹⁴⁷

Klang I und Klang II

Zimmermann zufolge werden »alle Töne, Klänge, wie alle Aggregate überhaupt aus zwei spiegelbildlich sich ergänzenden Klängen abgeleitet, bzw. hingeführt, die zum Schluß des Werkes unwandelbar das Erscheinungsbild des Stückes bestimmen«.¹⁴⁸ Übersetzt man die Frequenztabellen für Klang I und Klang II in Quelle S7 in eine an die spektrographische Darstellung angelehnte Graphik, wird diese spiegelbildliche Ergänzung der beiden Klänge deutlich (s. Abbildung 28). Um die gedachte Mittelachse *dis*⁵ (4.928 Hz) herum gruppieren sich die jeweils zwölf Töne der beiden Grundklänge in je zwei außen liegende Ganztonfolgen und eine innen liegende Konstruktion, in der alle übrigen chromatischen Intervalle von der kleinen Sekunde bis zur Quarte je einmal vorkommen. Bezieht man die zugehörigen Komplementärintervalle mit ein, stellt sich der Tritonus – laut Zimmermann »einziges Ausgangsintervall für die Komposition«¹⁴⁹ – als das einzige nicht in einer der Reihen enthaltene Intervall heraus. Überlagert man beide Klänge, greifen deren ganztönige Abschnitte chromatisch ineinander, was ihren komplementären Charakter verdeutlicht. Lediglich die Töne *gis*⁴ (3.328 Hz) und *b*⁴ (7.424 Hz) sind sowohl in Klang I als auch in Klang II vorhanden.

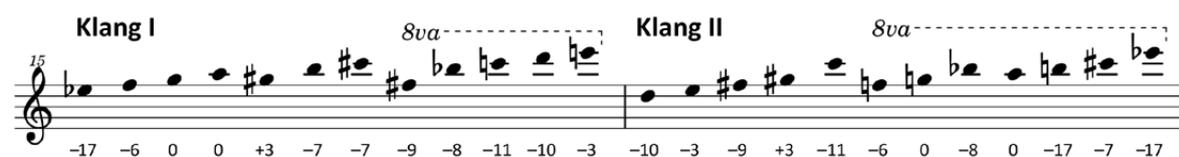


Abbildung 27: Klang I und Klang II – Tonhöhenstruktur (mit einer Quantisierung auf Halbtönschritte). Die Cent-Werte unterhalb der Notenköpfe geben die Abweichungen zur gleichstufig temperierten chromatischen Skala relativ zu $a^1 \cong 440$ Hz an (angelehnt an Abbildung 1b in Utz: »Paradoxien musikalischer Temporalität«, S. 37).

1966–1967 während der Produktion von *Tratto* kein Tempophon zum Einsatz (vgl. Rautenbach an Marzillier, 27.3.2021, BAZ-GA).

145 Zimmermann/Bitter: »Gedanken über elektronische Musik«, S. 132.

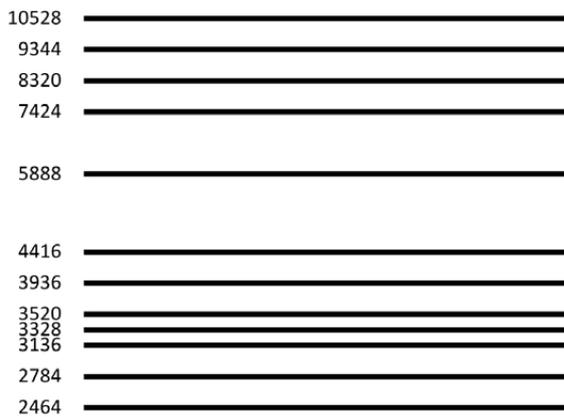
146 Ebd., S. 130.

147 Ebd., S. 131.

148 Ebd.

149 Ebd., S. 130.

Klang I



Klang II

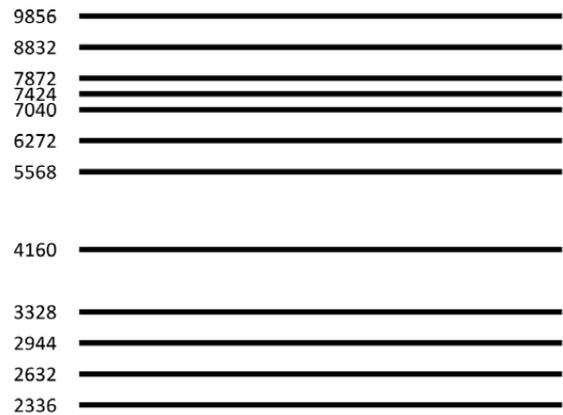


Abbildung 28: Graphische Repräsentation der Klänge I und II, angelehnt an die spektrographische Darstellung (mit Angabe der Frequenzen in Hertz).

Grund- frequen- zen	Klang I Schwebungen										f1 : f2	
	a1 7	a2 5	b1 8	b2 11	c1 9	c2 13	d1 10	d2 7	e1 14	e2 10	11	16
2 464	2 457	2 469	2 456	2 475	2 455	2 477	2 454	2 471	2 450	2 474	2 353	2 480
2 784	2 776	2 790	2 775	2 796	2 774	2 799	2 773	2 792	2 768	2 795	2 772	2 802
3 136	3 127	3 142	3 126	3 150	3 125	3 153	3 123	3 145	3 118	3 149	3 122	3 156
3 520	3 510	3 527	3 509	3 536	3 507	3 539	3 506	3 530	3 500	3 534	3 504	3 543
3 328	3 319	3 336	3 317	3 343	3 316	3 346	3 315	3 337	3 309	3 341	3 313	3 350
3 936	3 925	3 944	3 923	3 954	3 922	3 956	3 920	3 947	3 914	3 952	3 918	3 962
4 416	4 403	4 425	4 402	4 436	4 400	4 439	4 398	4 429	4 391	4 434	4 401	4 445
5 888	5 871	5 900	5 869	5 914	5 867	4 919	5 864	5 905	5 855	5 912	5 862	5 926
7 424	7 403	7 439	7 400	7 457	7 397	7 463	7 394	7 445	7 382	7 454	7 391	7 472
8 320	8 296	8 337	8 293	8 357	8 290	8 364	8 286	8 344	8 273	8 354	8 283	8 374
9 344	9 318	9 363	9 314	9 386	9 310	9 393	9 306	9 370	9 291	9 382	9 302	9 405
110 528	10 498	10 549	10 494	10 575	10 490	10 584	10 485	10 558	10 468	10 571	10 481	10 596

Grund- frequen- zen	Klang II Schwebungen										f1 : f2	
	a1 15	a2 16	b1 25	b2 20	c1 16	c2 15	d1 16	d2 18	e1 20	e2 30	11	16
2 336	2 321	2 352	2 311	2 356	2 320	2 351	2 320	2 354	2 316	2 366	2 325	2 352
2 632	2 615	2 650	2 604	2 654	2 614	2 649	2 614	2 652	2 610	2 666	2 620	2 650
2 944	2 925	2 964	2 913	2 969	2 924	2 963	2 924	2 967	2 919	2 982	2 930	2 964
3 328	3 307	3 351	3 292	3 356	3 305	3 349	3 305	3 354	3 300	3 371	3 312	3 351
4 160	4 133	4 188	4 116	4 196	4 123	4 187	4 132	4 192	4 124	4 213	4 140	4 188
5 568	5 532	5 606	5 509	5 616	5 530	5 604	5 530	5 611	5 520	5 640	5 542	5 606
6 272	6 232	6 315	6 205	6 326	6 229	6 312	6 229	6 320	6 218	6 352	6 242	6 315
7 424	7 376	7 475	7 345	7 487	7 374	7 472	7 374	7 481	7 361	7 519	7 309	7 475
7 040	6 995	7 088	6 965	7 100	6 992	7 085	6 992	7 094	6 980	7 130	7 007	7 088
7 872	7 821	7 926	7 788	7 939	7 818	7 923	7 818	7 933	7 805	7 973	7 835	7 926
8 832	8 775	8 892	8 738	8 908	8 772	8 889	8 772	8 899	8 756	8 945	8 790	8 892
9 856	9 793	9 923	9 751	9 940	9 789	9 919	9 789	9 932	9 771	9 983	9 809	9 923

Abbildung 29: Frequenztabellen für Klang I und Klang II (Ausschnitt aus Quelle S7).

Irgard Brockmann ging in ihrem Aufsatz von 1986¹⁵⁰ auf die nicht temperierten Tonhöhen ein, die sich aus den Hertz-Zahlen der Frequenztabellen zu Klang I und II ergeben, und sah hierin einen möglichen Zusammenhang oder zumindest eine Gemeinsamkeit mit der zentralen Proportionsreihe und deren ganzzahligen Zahlenverhältnissen. Die im Bereich von 0 bis 17 Cent gelegenen Abweichungen von der gleichstufig temperierten Stimmung rühren allerdings von Rundungsungenauigkeiten her. Zur Ermittlung der ganzzahligen Frequenzwerte, die der handschriftlichen chromatischen Frequenztafel in Quelle S1¹⁵¹ (s. Abbildung 30) zugrunde liegen, wurde vermutlich der tiefste Ton mit einer Frequenz von 32,5 Hz zur Bildung einer chromatischen Skala elfmal hintereinander mit der auf zwei Nachkommastellen genauen Annäherung $12\sqrt{2} \approx 1,06$ multipliziert und die resultierenden Frequenzwerte dann durch Verdopplung nach oben oktaviert. Die anschließenden Rundungen auf ganzzahlige Werte lassen sich nur so nachvollziehen. Dass mit mehr Nachkommastellen gerechnet wurde oder aber anstelle des konstanten Faktors 1,06 die im oberen Bereich der Tabelle für jeden Ton angegebenen ganzzahligen Zahlenverhältnisse zur Berechnung verwendet wurden – was belegen würde, dass Zimmermann nicht gleichstufig temperierte Intervalle benutzen wollte –, lässt sich ausschließen, da sich sonst abweichende Hertz-Zahlen ergäben.

	1/4	16/15	9/8	6/5	5/4	4/3	7/5	3/2	8/5	5/3	9/5	15/8
$\sqrt[12]{2}$	32,5	34,5	36,5	38,5	41	43,5	46	49	52	55	58	61,5
C ¹	♯	♯	♯	♯	♯	♯	♯	♯	♯	♯	♯	♯
C ²	65	69	73	77	82	87	92	98	104	110	116	123
C ³	130	138	146	154	164	174	184	196	208	220	232	246
C ⁴	260	276	292	308	328	348	368	392	416	440	464	492
C ⁵	520	552	584	616	658	696	736	784	832	880	928	984
C ⁶	1040	1104	1168	1232	1316	1392	1472	1568	1664	1760	1856	1968
C ⁷	2080	2208	2336	2464	2632	2784	2944	3136	3328	3520	3712	3936
C ⁸	4160	4416	4672	4928	5264	5568	5888	6272	6656	7040	7424	7872
C ⁹	8320	8832	9344	9856	10528	11136	11776	12544	13212	14080	14848	15744

Abbildung 30: Chromatische Frequenztafel (Quelle S1). Aus dieser oktavweise angeordneten, über gut acht Oktaven vom Kontra-C (32,5 Hz) bis h⁶ (15.744 Hz) aufsteigenden Frequenzaufstellung stammen die in Klang I und Klang II vorkommenden Frequenzen.

150 Brockmann: »Das Prinzip der Zeitdehnung«, S. 20–69.

151 Bernd Alois Zimmermann: [Chromatische Frequenztafel für *Tratto*], Autograph, AdK BAZ 1.62.52.16, fol. 2v.

	2080		4160		8320
	2208		4416		8832
	2336		4672		9344
	2464		4928		9856
2624	2632	5248	5264	10496	10528
	2784		5568		11136
	2944		5888		11776
	3136		6272		12544
	3328		6656	13312	13212
	3520		7040		14080
	3712		7424		14848
	3936		7872		15744

Abbildung 31: Klang I und Klang II als Teilmenge der gleichstufig temperierten chromatischen Skala gemäß der Frequenztafel in Quelle S1.

Blau: Klang I, rot: Klang II, grün und links daneben: gemäß der Berechnungsvorschrift korrekt berechneter Wert.

Zusätzlich zu den beschriebenen Rundungsabweichungen lassen sich Rechenfehler feststellen, die bei der Verdopplung von Frequenzwerten zur Bildung der Oktavierungen entstanden sind und die sich als Folgefehler in den unteren Zeilen fortsetzen (s. Abbildung 31). Die dadurch irrtümlich ermittelten Werte wurden auch in die Tabelle in Quelle S7 übertragen. Es kann davon ausgegangen werden, dass Zimmermann zumindest einen Teil der Berechnungen in Quelle S1 selbst durchführte.¹⁵² Eine sehr ähnliche Abbildung findet sich aber auch abgedruckt im *Lexikon der elektronischen Musik* von Herbert Eimert und Hans Ulrich Humpert, was auf eine gemeinsame Vorlage hindeuten könnte.¹⁵³

Das Konzept der Schwebungen

Zur klanglichen Anreicherung der Sinustongemische wendete Zimmermann an vielen Stellen in *Tratto* das Verfahren der Erzeugung von Schwebungen an, dem folgende physikalische Gesetzmäßigkeit zugrunde liegt: Interferieren zwei eng benachbarte Sinustöne bei annähernd gleicher Amplitude miteinander, resultiert daraus ein Ton mit der Frequenz des arithmetischen Mittels beider Stammtöne $(f_1 + f_2) \div 2$, dessen Amplitude sich periodisch verändert. Die Zahl der dadurch pro Sekunde hörbaren Lautstärkeschwankungen wird als »Schwebungsfrequenz« $f_1 - f_2$ bezeichnet.¹⁵⁴ Die Schwebung kann, je nach Höhe der Schwebungsfrequenz, als ein zusätzlich erklingender tiefer Kombinationston (oberhalb von ca. 20 Hz), als Rauigkeit im Klang (zwischen ca. 10 und 20 Hz) oder als periodische Lautstärkeschwankung (unterhalb von ca. 10 Hz) wahrgenommen werden.¹⁵⁵ Zudem ändert sich der Höreindruck je nach Frequenzbereich des Klanges,

152 Radierungen bei den höheren Frequenzen sind deutlich erkennbar, was vermuten lässt, dass es sich nicht um eine einfache Abschrift handelt.

153 Vgl. Herbert Eimert, Hans Ulrich Humpert: Abbildung zum Art. »Temperierte Frequenztafel«, in: *Das Lexikon der elektronischen Musik*, S. 350. Die unterste und oberste Oktave ist hier nicht ausgeführt und die beschriebenen Rechenfehler, die bei der Bildung der Oktavierungen entstanden sind, treten nicht auf. Viele der Frequenzwerte dieser Aufstellung finden sich im Übrigen auch in den Frequenztabellen der Sinustongemische von Zimmermanns *Requiem für einen jungen Dichter* wieder, allerdings nicht alle. Zudem ergibt sich das im *Requiem* verwendete Sinustongemisch 2 aus einer sechsfachen Oktavierung nach unten von Klang II aus *Tratto*.

154 Vgl. Thomas Görne: *Tontechnik. Hören, Schallwandler, Impulsantwort und Faltung, digitale Signale, Mehrkanaltechnik, tontechnische Praxis*, München 42015, S. 49 f.

155 Vgl. Herbert Eimert, Hans Ulrich Humpert: Art. »Schwebungen«, in: *Das Lexikon der elektronischen Musik*, S. 302 f.

wodurch die Schwebungen in Zimmermanns Worten »in der Tiefe leicht etwas technisch Geräuschhaftes, Motorenartiges oder in der Höhe Schrilles bekommen«. ¹⁵⁶ Unter Berücksichtigung dieses Phänomens nahm er sich vor, die Schwebungen »in ein genau kalkuliertes Verhältnis zwischen Anzahl derselben und Lage des jeweiligen Klanges, dem sie appliziert werden«, ¹⁵⁷ zu bringen. Für die Berechnungen bat er den Mathematikstudenten Georg Kniebe ¹⁵⁸ im August 1966 in einem Brief mit einer beigefügten Frequenzaufstellung der Klänge I und II und einer Liste von Gruppen mit Frequenzdifferenzen (s. Abbildung 32) darum, »dass Sie mir freundlicherweise die logarithmische Progression bis zur obersten Frequenz [...] mitteilen«. ¹⁵⁹ Das geplante Verfahren erläutert er wie folgt: »Produziert man auf dem Sinustongenerator einmal die Frequenztafel, so, wie sie da steht, ein andermal die gleiche Tabelle mit Abzug von acht Hertz (entsprechend nach oben proportioniert), ein weiteres Mal mit Zunahme von elf (wieder entspr. nach oben proportioniert), und lässt die drei so entstandenen Frequenztürme gleichzeitig erklingen, dann erhält man ein Schwebungsverhältnis von -8 zu $+11$ und damit die Gruppe I.« ¹⁶⁰ Die Zahlenverhältnisse der zentralen Proportionsreihe nutzte Zimmermann also nicht nur für die Bestimmung der Dauernverhältnisse von musikalischen Abschnitten und für die Proportionierung von Klangfolgen, sondern auch zur Festlegung der Schwebungsverhältnisse. Zur Erzeugung eines Pulsationsmusters, in dem sich unterschiedliche Dauern überlagern, musste er nicht nur zwei, sondern drei eng benachbarte Sinustöne erzeugen, die als Stammtöne der Schwebungen miteinander interferieren. Drei oder mehr Schwingungen eng benachbarter Frequenzen zu überlagern war damals ein bekanntes Verfahren, um »dichte, sich reibende, rauhe, geschärfte Klänge« ¹⁶¹ zu erzeugen. Physikalisch betrachtet ergibt sich bei der Überlagerung dreier Stammtöne annähernd gleicher Amplitude eine Überlagerung dreier periodischer Amplitudenschwankungen. Dies lässt an das Konzept von »Zeitschichten« beziehungsweise »Zeitstrecken« ¹⁶² denken, welches Zimmermann beispielsweise in den Impulstrecken auf makroskopischer Ebene umsetzt. In Zimmermanns zuvor angeführtem Beispiel mit den Summanden -8 und $+11$ stehen die Schwebungsfrequenzen, also die Frequenzen der überlagerten Amplitudenschwankungen, im Verhältnis $19 : 11 : 8$. ¹⁶³

Kniebe erstellte für Zimmermann zunächst eine Tabelle von Logarithmen zur Basis 10 von Frequenzwerten, die durch einfache Subtraktion beziehungsweise Addition der angegebenen Werte aus der zentralen Proportionsreihe ermittelt worden waren, allerdings ohne die von Zimmermann gewünschte Proportionierung der Summanden entsprechend der jeweiligen Größe der Frequenzwerte. ¹⁶⁴ Diese erste Tabelle fand keine weitere Verwendung. Zwei später entstan-

156 Zimmermann/Peters: »Gedanken über elektronische Musik«, S. 131.

157 Ebd.

158 Georg Kniebe war der Sohn einer befreundeten Familie: Die Kinder der Familien Zimmermann und Kniebe hatten zeitweise denselben Schulweg, zudem waren Gereon und Bettina Zimmermann in Abwesenheit der Eltern bisweilen bei Kniebes zu Gast (vgl. E-Mail von Maria Kniebe-Sohni an Matthias Pasdzierny, 25.11.2020, BAZ-GA).

159 Brief von Bernd Alois Zimmermann an Georg Kniebe, Rømø 22.8.1966, Typoskript-Durchschlag, AdK BAZ 1.62.168.254.

160 Ebd.

161 Eimert/Humpert: Art. »Schwebungen«, S. 303.

162 Zimmermann benutzt beide Begriffe in einem Gespräch mit Jens Wendland. Vgl. ders.: »Musik und Ballett auf dem Prüfstand. Gespräch mit Bernd Alois Zimmermann«, in: *Ballett 1968. Chronik und Bilanz des Ballettjahres*, hrsg. von Horst Koegler, unter Mitarbeit von Hartmut Regitz, Jens Wendland, Velber 1968, S. 29–36, hier S. 34.

163 Zur Verdeutlichung des Schwebungseffektes wurden mehrere Klangbeispiele überlagerter digital erzeugter Sinustöne erstellt. Siehe dazu die Übersicht im Anhang des Textes, S. 82.

164 Vgl. Georg Kniebe: *Logarithmen der Frequenzen von Tabelle 1 und 2*, Manuskript, AdK BAZ 1.62.14.3, fol. 3r–6r, Quelle S3.

Nun, unten links die Frequenztafel, rechts davon die einzelnen Gruppen mit den Frequenzdifferenzen.

10 528	Gruppe	I	- 8	+ 11
9 344	" "	II	- 10	+ 7
8 320	" "	III	- 11	+ 16
7 424	" "	IV	- 14	+ 10
5 888	" "	V	- 9	+ 13
4 416	" "	VI	- 7	+ 5
3 936				
3 328				
3 520				
3 136				
2 784				
2 464				

Abbildung 32: Frequenztafel und Gruppen mit Frequenzdifferenzen in einem Brief von Zimmermann an Kniebe, 22.8.1966, AdK BAZ 1.62.168.254.

dene Frequenztafeln¹⁶⁵ zeigen, wie Zimmermann sich das Verfahren zur Proportionierung der Summanden tatsächlich vorstellte: Zur Ermittlung der zur Erzeugung von Schwebungen nötigen Frequenzen wurden die in den Gruppen I–VI beziehungsweise I–VII zusammengefassten Frequenzdifferenzen (z. B. –8 und +11) mit dem Verhältnis der entsprechenden Frequenz zur tiefsten Frequenz (für Klang I 2.464 Hz) multipliziert.¹⁶⁶ Im genannten Beispiel betragen die Schwebungsfrequenzen nur für diese tiefste Frequenz genau 19 Hz, 11 Hz und 8 Hz. Bei Einhaltung des Frequenzverhältnisses 19 : 11 : 8 erhöhen sich die Schwebungsfrequenzen proportional zur Höhe der Frequenz eines der zwölf Sinustöne des Klanges. Die Amplitudenschwankungen werden also gegen die hohen Frequenzen der Sinustongemische hin schneller und gegen deren tiefe Frequenzen hin langsamer. Durch die zwölffache Überlagerung dieser Vielzahl an Schwebungsfrequenzen wäre das grundlegende Zahlenverhältnis 19 : 11 : 8 im genannten Beispiel hörend keinesfalls als solches wahrnehmbar. Die Schwebungen waren für Zimmermann wohl auch weniger eine abstrakte musikalische Idee als vielmehr ein Mittel, um, wie er schreibt, »die ›Klangoberfläche‹ der Sinustongemische besser modellieren zu können.«¹⁶⁷ Gleichwohl betonte der Komponist die Tatsache, dass auch »das Verhältnis der Schwebungen zu dem jeweiligen Grundklang«¹⁶⁸ sich aus der zentralen Proportionsreihe ableiten lässt.

165 Vgl. Georg Kniebe: *Frequenztafeln I und II*, Manuskript mit hs. Eintragungen von Bernd Alois Zimmermann, AdK BAZ 1.62.14.3, fol. 1r–2v, Quelle S4.

166 So ergeben sich bspw. die Frequenzen für Gruppe I für den höchsten Ton von Klang I (10.528 Hz) durch die Rechnung: $10.528 - (10.528 \div 2.464) \times 8 \approx 10.528 - 34,2 \approx 10.498$.

167 Zimmermann/Peters: »Gedanken über elektronische Musik«, S. 131.

168 Ebd., S. 132.

Statisches Frequenzband (Band I)

Anhand einer Betrachtung des statischen Frequenzbandes in Spur 1 (11'35,8'') kann nachvollzogen werden, wie sich dieser theoretische Ansatz der Proportionierung der Schwebungen auf dem Tonband widerspiegelt. Die materielle Grundlage für das Frequenzband bildet Klang I, in der Form wie Zimmermann sie in der Frequenztafel für Klang I und Klang II (Quelle S7) festlegte: ein Gemisch aus zwölf im Frequenzbereich zwischen 2,4 kHz und 11 kHz¹⁶⁹ gelegenen Sinustönen. Das Sinustongemisch wurde hier zu einem mehr als drei Minuten andauernden Liegeklang verschnitten, für den der Komponist unter anderem im Verlaufsplan für Band I und II (Quelle S9)¹⁷⁰ die Bezeichnung »statisches Frequenzband« verwendet. Zu gleicher Zeit erklingt in Spur 2 ein Liegeklang aus Klang II, dreifach nach unten oktaviert. Die beiden statischen Frequenzbänder bestehen jeweils aus einzelnen Klangsegmenten, die in etwa synchron zu den Begrenzungen der zu gleicher Zeit erklingenden Impulsstrecken miteinander verschnitten sind.¹⁷¹ Diese einzelnen Segmente unterscheiden sich voneinander durch leichte Verstimmungen der Tonhöhen und Lautstärkeveränderungen einzelner Töne und insbesondere im Ausprägungsgrad von Schwebungen (s. Abbildung 33). Die Frequenzverhältnisse im ersten Abschnitt zeigen eine recht genaue Deckung mit der Frequenztafel in Quelle S7,¹⁷² wobei Schwebungen hier nur sehr schwach zu erkennen sind.¹⁷³ In den Segmenten 2, 4, 5 und 6 sind hingegen sehr deutlich Zweier- oder Dreiergruppen von Sinustönen im Spektrogramm zu erkennen, die jeweils zu deutlich ausgeprägten Schwebungen führen.

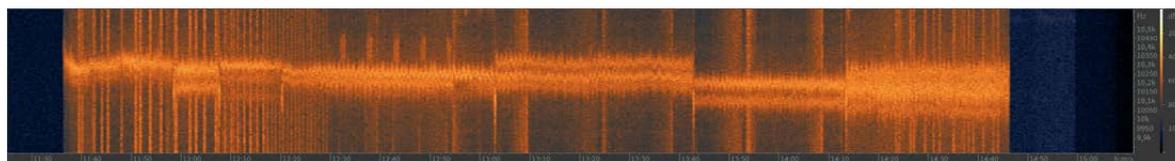


Abbildung 33: *Tratto*, Digitalisat des Kölner Tonbands, Spektrogramm des höchsten Tones von Klang I im statischen Frequenzband in Spur 1 des Schlussteils. Zu sehen ist eine Segmentierung des Frequenzbands und damit einher gehende Tonhöhenveränderungen und unterschiedliche Ausprägungen von Schwebungen.

Für das sechste Segment wurden mittels der spektrographischen Analyse beispielhaft die Schwebungsfrequenzen ermittelt. Diese sind in etwa gemäß dem Zahlenverhältnis 25 : 13 : 12 proportioniert.¹⁷⁴ Da sich an dieser Stelle keine Aussage über die mögliche Genauigkeit bei der technischen Realisierung der Schwebungen treffen lässt, bleibt zunächst unklar, ob ein direkter Zusammenhang zur zentralen Proportionsreihe vorgesehen war oder nicht. Allerdings scheint die Tatsache, dass diese Proportion nicht in der zentralen Proportionsreihe auftaucht und auch

169 Zimmermann schreibt dazu, dieser Frequenzbereich habe sich als »außerordentlich praktisch für die Produktion der Schwebungen« erwiesen (ebd., S. 131).

170 Vgl. die Quellenangabe in Anm. 54.

171 Vgl. die Ausführungen im Abschnitt »Impulsstrecken und statische Frequenzbänder«, S. 28–34.

172 Alle Töne sind zwar im ersten Abschnitt um ca. 40 Cent nach unten transponiert, dies wird jedoch nicht weiter berücksichtigt, da überall in der Komposition derartige Tonhöhenabweichungen auftreten, die möglicherweise auf das Verfahren des Transponierens zurückzuführen sind.

173 Es erwies sich als schwierig, diese Frequenzgruppen im Tonband eindeutig nachzuweisen, denn die Frequenzanalyse und deren Interpretation wurde durch die zuvor genannten technischen Faktoren, wie Bandrauschen, Modulationsrauschen und Kanalübersprechen, erschwert.

174 Nach Mittelung der Frequenzverhältnisse der Dreiergruppen von Sinustönen konnten die theoretischen Ausgangssummanden -12 und $+13$ ermittelt werden, die zur tiefsten Frequenz von Klang I addiert werden müssen. Aus diesen ergibt sich das Proportionsverhältnis 25 : 13 : 12 der Schwebungen.

nicht das Frequenzverhältnis des Tritonus umfasst, im Widerspruch zu stehen mit der Feststellung im Werkkommentar, die Proportionierung der Schwebungen folge den Tritonusproportionen der zentralen Proportionsreihe.¹⁷⁵ Nimmt man an, dass Zimmermann vorhatte, die bei der Proportionierung der gleichzeitig ablaufenden Impulsstrecken von Band I zugrundeliegenden ganzzahligen Zahlenverhältnisse, wie sie im Verlaufsplan für Band I und II in Quelle S9 notiert sind, auch für die Proportionierung der Schwebungen zu nutzen, so hätten sich – entsprechend der Segment c¹⁷⁶ zugeordneten Proportion 9 : 13 – Schwebungsfrequenzen im Verhältnis 22 : 13 : 9 ergeben müssen, entsprechend den Frequenzdifferenzen –9 und +13. Es ist aber denkbar, dass die Schwebungsverhältnisse bei der Arbeit im Studio nicht hinreichend genau produziert wurden, um eine zweifelsfreie rückwirkende Festlegung der angestrebten Proportionen in der Analyse zu erlauben. Möglicherweise könnte dies durch die Betrachtung der Schwebungsmuster anderer Klänge geklärt werden. Bis dahin besteht Unklarheit darüber, an welchen Stellen der statischen Frequenzbänder des Schlussteils Zimmermann genau welche Schwebungsproportionen einsetzen wollte.

Impulsstrecken (Band II)

47,5'' nach dem Beginn von *Tratto* ertönt aus dem linken hinteren Lautsprecher (Kanal 4) eine Kette von Impulsstrecken, die Zimmermann als Band »β« bezeichnete. Jede Impulsstrecke wurde aus der Überlagerung zweier Impulsschichten gebildet, deren Impulsdauernverhältnis gemäß der zentralen Proportionsreihe bemessen ist.¹⁷⁷ Die diesem Abschnitt zugrundeliegende Tonbandquelle wurde wohl auch an späterer Stelle in Spur 2 verwendet (11'47,2''), an der hier besprochenen Stelle im Hauptteil aber viermal so langsam abgespielt, wodurch die Sinustongemische zwei Oktaven tiefer erklingen. Zusätzlich besitzen die Klänge im Hauptteil eine dunklere und weniger durchdringende Klangfärbung als im Schlussteil. Das Verfahren der veränderten Abspielgeschwindigkeit wurde bei den gleichzeitig erklingenden, Band I zugeordneten Impulsstrecken in den Spuren 1 und 2 am Beginn von *Tratto* nicht angewendet: Die entsprechende spätere Parallelstelle in Spur 1 (11'38,5'') unterscheidet sich deutlich: Sie besteht aus Rauschklängen, die mit einem Rauschgenerator hergestellt worden sein dürften.

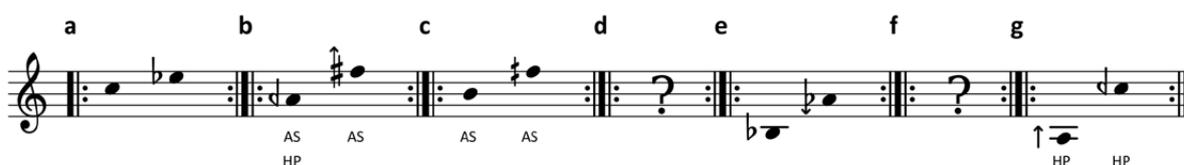


Abbildung 34: Transpositionsfolge von Klang II. Auf diesen Transpositionen basieren die Impulsstrecken von Band II. Dargestellt ist jeweils der tiefste Ton von Klang II (mit einer Quantisierung auf Achteltonschritte). HP = Hochpass (Töne im unteren Bereich des Klanges abgeschwächt), AS = Absenkung (Töne im mittleren Frequenzbereich des Klanges abgeschwächt).

Das Ausgangsmaterial für die Impulsstrecken von Band II bildet Klang II in unterschiedlichen Transpositionen. Für jede Impulsstrecke wurde je eine Transposition einer der beiden rhythmischen

175 Vgl. Zimmermann/Peters: »Gedanken über elektronische Musik«, S. 132.

176 Vgl. die Bezeichnung der Frequenzgruppen mit den Kleinbuchstaben a–f in der Frequenztafel in Quelle S7 (s. Abbildung 29).

177 Vgl. die Erläuterungen im Abschnitt »Band I und Band II«, S. 23–27, sowie im Abschnitt »Impulsstrecken und statische Frequenzbänder«, S. 28–34.

schen Schichten zugeordnet. Die Transpositionen können in Form einer Folge von Intervallen dargestellt werden, wobei zu beachten ist, dass diese Intervallfolge nicht unbedingt hörend mitverfolgt werden kann, da sie die Transposition komplexer Klänge beschreibt, auf die teils unterschiedliche Filterungen angewendet wurden.¹⁷⁸ Die Klänge der Modelle d und f besitzen zudem einen so starken Rauschanteil, dass nicht eindeutig feststellbar ist, um welches Intervall transponiert wurde. Die Intervalle der Modelle a–g reichen der Größe nach in etwa von der kleinen Terz (Modell a) bis zur großen None (Modell g), wobei die Modelle e und g in einem ungefähr eine Oktave tiefer liegenden Frequenzbereich als a–c angesiedelt sind (s. Abbildung 34). Die Intervalle wurden – im Gegensatz zu jenen in Klang I und Klang II – nicht von einer gleichstufig temperierten Skala abgeleitet, sondern weisen zum Teil eine größere Ähnlichkeit mit einfachen Proportionen der Partialtonreihe auf: So entspricht die kleine Terz in Modell a in etwa dem Frequenzverhältnis 6 : 5 und die kleine Septime in den Modellen b und e in etwa dem Frequenzverhältnis 7 : 4. Für die restlichen Impulsstrecken würden sich aber, suchte man auch hier nach entsprechenden Proportionen aus der Partialtonreihe, komplexere Zahlenverhältnisse ergeben: zum Beispiel 22 : 15 für Modell c oder 22 : 10 für Modell g. Ein Zusammenhang der Transpositionsfolge mit der zentralen Proportionsreihe ist somit nicht festzustellen.

Konstanten (Band I)

Wie im Abschnitt »Konstanten« bereits näher erläutert, handelt es sich bei den »Konstanten« um Klangelemente, die – ebenso wie die Impulse – miteinander verkettet sind und entweder aus zwei (Typ 1) oder drei (Typ 2) Segmenten mit jeweils unterschiedlichen Klangkonfigurationen bestehen, ergänzt durch eine Pause von einheitlich definierter Länge. Sie erklingen sowohl im Hauptteil als auch im Schlussteil zu gleicher Zeit wie die Impulsstrecken und sind – ebenso wie diese – am Beginn von *Tratto* gegenüber der Parallelstelle vierfach gedehnt: Die Länge der Band-I-Konstanten in Spur 3 ab 0'00" beträgt 60", in Spur 1 ab 11'35,5" hingegen nur 15".

Einen Hinweis auf die Tonhöhenstruktur der Konstanten liefert die Betrachtung der Millimeterpapier-Skizze in Quelle S9 (s. Abbildung 12). Hier notierte Zimmermann oberhalb der beiden Segmente der zuerst erklingenden Konstante mit Rotstift »II b, 1« und »II b, 2«. Damit scheint ein Zusammenhang einerseits zu Klang II zu bestehen, andererseits zu den vom Komponisten zur Erzeugung von Schwebungen herangezogenen Frequenzgruppen, die in der Frequenztafel in Quelle S7 (s. Abbildung 29) unter einer ähnlichen Benennung mit Kleinbuchstaben geführt sind (»b1« und »b2«). Das Auftreten von Klang II lässt sich im Schlussteil in Spur 1 (11'35,5") durch die Frequenzanalyse ohne Zweifel bestätigen, jedoch ist die Tonhöhenstruktur an der vierfach gedehnten Parallelstelle in Spur 3 am Beginn von *Tratto* nicht identisch mit Klang II. Die Konstanten in diesem niedrigen Frequenzbereich zwischen 95 Hz und 343 Hz mögen einer Transposition von Klang II zwar zunächst ähneln, aber durch die genauere Analyse lassen sich deutliche Unterschiede feststellen: Die Tonhöhen der Klänge wurden hier scheinbar nicht so exakt reproduziert wie an späterer Stelle, was möglicherweise auf technische Gegebenheiten zurückzuführen ist. Statt aus einer Ganztonstruktur, wie in Klang II, wurde der untere Bereich dieses Klages aus einer an eine Terzschichtung erinnernden Struktur gebildet. Die oberste der drei übereinander geschichteten kleinen Terzen ist allerdings um 61 Cent verkleinert und anstatt der in Klang II darüber liegenden großen Terz bildet hier eine um 26 Cent vergrößerte Quarte

178 Für die Messung der Transpositionsintervalle wurde aus diesem Grund ein in Klang II relativ mittig liegender Ton herangezogen, da die außen liegenden Töne mitunter abgefiltert wurden.

das größte Intervall des Klanges. Darüber schließen sich, ebenfalls abweichend von Klang II, vier kleine Sekunden und zwei große Sekunden an (s. Abbildung 35).¹⁷⁹

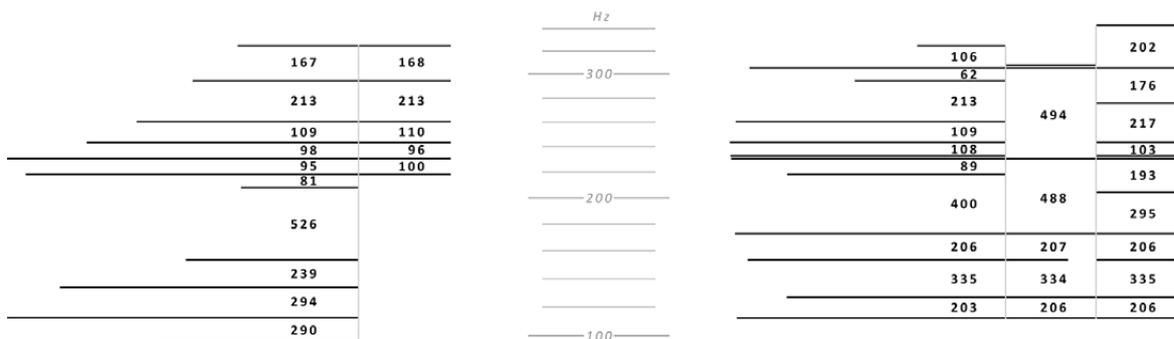


Abbildung 35: Vereinfachte Darstellung der ersten beiden Konstanten in Spur 3 zu Beginn von *Tratto* mit relativen Cent-Angaben innerhalb eines jeden Klangsegments.

Die durch die Angaben »II b, 1« und »II b, 2« in Quelle S9 suggerierte Zuordnung von Schwebungsproportionen, die auf den in der Frequenztafel in Quelle S7 mit »b1« und »b2« bezeichneten Varianten von Klang II beruhen, wirft zudem Fragen auf. Denn in keinem der beiden hier betrachteten Zeitabschnitte sind deutliche Schwebungen bei den Konstanten erkennbar. Allerdings sind die einzelnen Klangsegmente der Konstante im Schlussteil leicht gegeneinander verstimmt. Die Tonhöhenabweichung zwischen den Segmenten entspricht ziemlich genau der Abweichung zwischen den beiden Varianten b1 und b2 von Klang II. Es könnte sein, dass Zimmermann hier die zuvor produzierten Varianten der Sinustongemische mit leichten Tonhöhenunterschieden nutzte, allerdings ohne durch deren Übereinanderschichtung Schwebungen zu erzeugen. Am Beginn von *Tratto* lassen sich keinerlei Bezüge zu den Klangvarianten b1 und b2 erkennen. Die sehr geringen Tonhöhenabweichungen zwischen den Konstantensegmenten bewegen sich hier in einem Bereich unterhalb von 10 Cent und scheinen gegenüber den in der Tabelle in Quelle S7 angegebenen Frequenzunterschieden nicht signifikant. Die in Quelle S9 mit dem Kürzel »8va« gekennzeichneten Oktavierungen lassen sich im Schlussteil nachweisen, nicht jedoch am Beginn von Spur 3.

Schleife II

In der Schleifen-Skizze (Quelle S18, s. Abbildung 18)¹⁸⁰ sind die vier unterschiedlich langen Schleifen-Modelle (1–4) dargestellt.¹⁸¹ Diese untergliedern sich jeweils in fünf, sieben oder acht Segmente, die als Flächen unterschiedlicher Form und Farbgebung oder Schraffur dargestellt sind. Schleife II erklingt am Beginn des Schlussteils in Spur 3 (12'07'') und – in halber Geschwin-

179 Im tiefen Frequenzbereich können die Intervalle allerdings weniger präzise hörend bestimmt werden als im hohen Frequenzbereich. Kleine Terz und große Sekunde wären an dieser Stelle kaum unterscheidbar.

180 Die Trapezformen in Quelle S18 ergeben sich aus einer hüllkurvenartigen Abtragung der Aussteuerung zwischen 20 % und 100 % über der Zeit, wobei Zimmermann die Lautstärkeveränderungen durch Anschlägen der Flächenoberkanten vorgegeben hat. Durch die unterschiedliche Ausfüllung der Flächen werden die jeweiligen oberhalb oder unterhalb des Graphen angegebenen Klangtypen zusätzlich hervorgehoben: schraffiert = »Klang II, a«; schwarz = »Klang II, a, 1«; rot = »Klang I, a«.

181 Vgl. die Ausführungen im Abschnitt »Schleifen« auf S. 38 f.

digkeit wiedergegeben und somit auf die doppelte Dauer von 15 Sekunden gedehnt¹⁸² – an der Parallelstelle in Spur 3 (6'23,3"). Zimmermann griff bei der Konstruktion, wie es die handschriftlichen Eintragungen in Quelle S18 vermuten lassen, sowohl auf Klang I als auch auf Klang II als Ausgangsmaterial zurück. Hinweise auf die gewünschten Transpositionen sind dort in Angaben wie »gr. Sek. tiefer« oder »Quart tiefer« ebenfalls zu finden (s. Abbildung 36).



Abbildung 36: Transpositionsfolge von Schleife II, mit einer Quantisierung auf Achteltonschritte. Dargestellt ist jeweils die Transposition relativ zu $c^2 \triangleq$ Klang II (die Cent-Abweichungen beziehen sich auf die chromatischen Tonstufen der temperierten Stimmung relativ zu $a^1 \triangleq 440$ Hz), mit Angaben zu den Klangtypen entsprechend der Darstellung in Quelle S18: I = Klang I, II = Klang II, schwarz = vollständiger Klang ohne Schwebungen, grau = vollständiger Klang mit Schwebungen, rot = unvollständiger Klang (die untersten vier Töne fehlen).

Die durch die Frequenzanalyse ermittelten Transpositionsintervalle entsprechen, abgesehen von mikrotonalen Abweichungen, fast alle den Intervallangaben in Quelle S18. Die Intervallik erinnert etwas an eine Partialtonreihe, hier mit dem zweiten, vierten, sechsten, siebenten und achten Partialton. Quantisiert man auf gleichstufig temperierte Halbtönschritte – was entsprechend der Formulierung der Intervallangaben in Quelle S18 möglicherweise eher dem Ansatz Zimmermanns entspricht – ergeben sich Tonhöhen, die sich größtenteils innerhalb der Folge wiederholen.¹⁸³ Warum das sechste Klangsegment um eine Doppeloktave nach unten transponiert wurde, obwohl Zimmermann in der Skizze die große Sekunde als Transpositionsintervall vorsah, ist unklar.

Die Segmente 1, 4 und 8 (in Quelle S18 schraffiert) sind aus Klang II gebildet, der ab dem fünften Ton aufwärts mit Schwebungen angereichert ist.¹⁸⁴ Die Abstände zwischen den benachbarten, jeweils gemeinsam eine Schwebung erzeugenden Sinustönen betragen im Durchschnitt ca. 25 Cent und sind gemäß der Größe der Frequenzen proportioniert, wie dies beim statischen Frequenzband in Spur 1 des Schlussteils zu sehen war. In den Segmenten 2, 5 und 6 (in der Skizze schwarz) findet sich Klang II ohne Schwebungen in einer unvollständigen, achttönigen Form, in der nur der obere Bereich ab dem fünften Ton aufwärts vorhanden ist. Die Segmente 3 und 7 (in der Skizze rot) bestehen aus Klang I mit allen zwölf Tönen und ohne Schwebungen. Die unterschiedlichen Filterungen begünstigen zum Teil einen von der Intervallik der Transpositionsfolge abweichenden Höreindruck.

182 Es wurde allerdings nicht die gesamte Schleifen-Kette auf die doppelte Dauer gedehnt, sondern nur das hier betrachtete Schleifen-Modell 2.

183 Es lassen sich dann Übereinstimmungen feststellen zwischen den Segmenten 1, 2 und 8, den Segmenten 3 und 5 und den Segmenten 4 und 7.

184 Vgl. hier die Angabe »Klang II, a, 1« in Quelle S18. Vermutlich sollte mit der arabischen Ziffer der Einsatz von Schwebungen kenntlich gemacht werden. »Einfach« sind die Schwebungen hier insofern, als dass die Sinustöne in den beschriebenen Bereichen nur paarweise, nicht aber in Dreiergruppierungen auftreten, wodurch keine Proportionen zwischen den Schwebungsfrequenzen ermittelbar sind, da überhaupt nur eine Schwebungsfrequenz entsteht.

Schlussklang

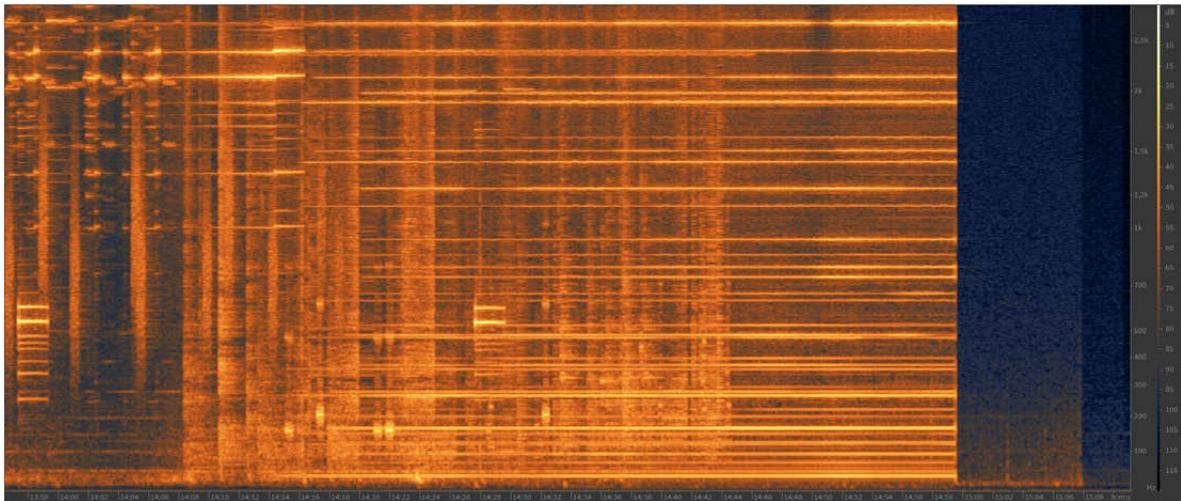


Abbildung 37: *Tratto*, Digitalisat des Kölner Tonbands, spektrographische Darstellung des Schlussklanges (Ausschnitt aus Spur 1).

Der Schlussklang, der ungefähr bei 14'15'' einsetzt, wurde als einziger musikalischer Abschnitt in *Tratto* gleichmäßig auf alle vier Spuren gemischt und umfasst einen Frequenzbereich von 36 Hz bis 2.690 Hz (s. Abbildung 37). Die ca. 43 Sinustöne¹⁸⁵ werden über einen Zeitraum von etwa 13'' nach und nach eingeblendet und besitzen zu großen Teilen nicht gleichstufig temperierte Tonhöhen. Betrachtet man die Töne im oberen Bereich des Schlussklanges genauer, fallen Bezüge zu den beiden Grundklängen von *Tratto* auf: So sind die beiden höchsten Tonhöhen des Schlussklanges – d^4 (2.395 Hz) und e^4 (2.696 Hz) – sehr ähnlich zu den beiden tiefsten Tonhöhen von Klang II (2.336 Hz und 2.632 Hz, Abweichung ca. 42 Cent) beziehungsweise Klang I (2.464 Hz und 2.784 Hz, Abweichung ca. 53 Cent; s. Abbildung 38). Ausgehend von dieser gedachten Mittelachse füllt der Schlussklang den gesamten Frequenzbereich unterhalb von Klang I und Klang II aus. Einige Töne lassen sich in einen genetischen Zusammenhang bringen, da sich aufgrund einheitlicher Verstimmung vermuten lässt, dass sie einer gemeinsamen Tonbandquelle entstammen: Ergänzt man zu den beiden höchsten Tönen des Schlussklanges all diejenigen Töne im oberen Frequenzbereich mit annähernd derselben Abweichung von der temperierten gleichstufigen Stimmung, ergibt sich in Abwärtsrichtung eine Intervallfolge von drei großen Sekunden (e^4 , d^4 , c^4 und ais^3), einer großen Terz (ais^3 und fis^3), und einer Quarte (fis^3 und cis^3),¹⁸⁶ die identisch ist mit der oberen Hälfte von Klang I.

Bei den Tönen dis^3 , b^2 , fis^2 , e^2 und c^2 (mit Abweichungen von der gleichstufig temperierten chromatischen Skala im Bereich von –2 bis +14 Cent) könnte es sich um eine Transposition der unteren Hälfte von Klang II handeln, unter Auslassung von d^2 . Fraglich ist, ob sich die übrigen Abschnitte des Schlussklanges ebenfalls über das Prinzip der Betrachtung gemeinsamer Tonhöhenabweichungen einordnen ließen. Im tiefen Frequenzbereich lassen die Cent-Abweichungen aber scheinbar nicht auf eine genetische Zusammengehörigkeit bestimmter Töne schließen. Bei Quantisierung auf gleichstufig temperierte Halbtonschritte lässt sich als zusätzliches strukturel-

185 Die Anzahl der Sinustöne ist nicht eindeutig festzustellen, denn durch Verzerrung entstandene Obertöne sind nicht klar von gemäß den Frequenztabellen geplanten und produzierten Sinustönen zu unterscheiden.

186 Berücksichtigt man aber auch das f^3 , so ergeben sich zwischen fis^3 und cis^3 zwei Intervalle: eine kleine Sekunde und eine große Terz.



Abbildung 38: Schlussklang, Tonhöhen mit einer Quantisierung auf Achteltonschritte. Die angegebenen Cent-Abweichungen beziehen sich auf die chromatischen Tonstufen der gleichstufig temperierten Stimmung relativ zu $a^1 \triangleq 440$ Hz. Unterstrichen: Gruppe von Tönen mit ähnlichen Tonhöhenabweichungen im oberen Frequenzbereich, Asterisk: Weitere Gruppe von Tönen mit ähnlichen Tonhöhenabweichungen.

les Merkmal eine angenäherte Spiegelsymmetrie um die kleine Terz aus g^3 (1.607 Hz) und ais^3 (1.901 Hz) feststellen. Um diese sind jeweils nach unten wie nach oben zwei kleine Sekunden und darauf folgend zwei große Sekunden angeordnet. Die resultierenden beiden zueinander symmetrischen Tonfolgen lauten aufsteigend $ais^3, h^3, c^4, d^4, e^4$ und absteigend $g^3, fis^3, f^3, dis^3, cis^3$.

Zusammenfassung der Ergebnisse

Ausgangspunkt für die Betrachtung der Sinustongemische in diesem Abschnitt waren die Aussagen Zimmermanns zu den Tonhöhenstrukturen in *Tratto*. Unter anderem gab er an, dass im Wesentlichen alle Klänge darin aus den Grundbausteinen Klang I und Klang II entwickelt worden seien. Als ein Ergebnis der Frequenzanalyse lässt sich hierzu festhalten, dass zwar die meisten, aber nicht alle betrachteten Sinustongemische eindeutig Klang I oder II zuzuordnen sind: Bei den statischen Frequenzbändern verwendete Zimmermann zum Beispiel Klang I in seiner Grundposition oder Klang II in dreifach abwärts oktavierter Form, bei den Band II zugeordneten Impulsstrecken tritt ausschließlich Klang II in verschiedensten Transpositionen auf, wohingegen sich Schleife II aus Segmenten sowohl von Klang I als auch von Klang II zusammensetzt. Zudem findet sich Klang II bei den Band I zugeordneten Konstanten in Spur 1. In Spur 3 am Anfang von *Tratto* stößt man allerdings auf eine Tonhöhenstruktur, die weder Klang II noch Klang I entspricht. Beim Schlussklang lassen sich die beiden Grundklänge zwar im oberen Frequenzbereich nachweisen – strukturell gesehen ergibt sich dort zudem ein weiterer Bezug zu Klang I und Klang II: die beiden höchsten Frequenzen des Schlussklanges entsprechen gleichzeitig den beiden niedrigsten Frequenzen von Klang II –, für weite Teile des Schlussklanges bleibt allerdings fraglich, ob und wie sie sich aus den Grundklängen ableiten lassen.

Dass die zentrale Proportionsreihe alle akustischen Phänomene in *Tratto* bestimme, wie Zimmermann behauptete, kann aufgrund der Frequenzanalyse der fünf Ausschnitte nicht belegt werden. Weder konnte eine Argumentation für einen Bezug zwischen Reihe und Grundklängen aufgestellt werden, noch zeigte sich ein Zusammenhang zwischen der zentralen Proportionsreihe und den Intervallverhältnissen der Transpositionsfolgen oder zur Tonhöhenstruktur derjenigen Klänge, deren Ableitbarkeit von Klang I oder Klang II infrage steht. Die zentrale Proportionsreihe scheint sich daher im Wesentlichen auf die Zeitproportionen der Klangelemente in *Tratto* zu beziehen.

Sowohl bei den betrachteten Transpositionsfolgen als auch beim Schlussklang wurden Tonhöhenfolgen ermittelt, die viele nicht gleichstufig temperierte Intervalle beinhalten. Die bis zu vierteltönigen Abweichungen von der chromatischen Skala bilden ein besonderes Klangcharakteristikum der Komposition. Ob Zimmermann sich für die Verwendung dieser Intervalle ausschließlich aufgrund ästhetischer Überlegungen entschloss oder ob hierbei die technischen Gegebenheiten eine signifikante Rolle gespielt haben, kann an dieser Stelle nicht abschließend beurteilt werden, da die Skizzen hierüber keine Auskunft geben. Es ist denkbar, dass die Einstellungen am Transponiergerät nicht genau genug vorgenommen werden konnten, um eine möglicherweise ursprünglich geplante gleichstufig temperierte Intervallik, wie sie durch Angaben in den Skizzen suggeriert wird, präzise abzubilden. Das Vorgehen Zimmermanns bei der Konstruktion von Klang I und Klang II zeugt allerdings von seinem Bestreben, die berechneten Frequenzwerte möglichst genau mit den zur Verfügung stehenden technischen Geräten umzusetzen. Einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf die Tonhöhen haben zudem die in einem früheren Stadium des Arbeitsprozesses entstandenen Rundungen. Diese wirken sich im Resultat merklich – bis hin zu einer Verstimmung um etwa einen Achtelton – auf die Tonhöhen der Grundklänge aus. Da sich auch bei den Schwebungen durch die Frequenzanalyse kein eindeutiger Zusammenhang mit der Proportionsreihe feststellen lässt, obwohl hierfür klare Indizien in den Skizzen vorliegen, ist davon auszugehen, dass die technischen Gegebenheiten in hohem Maß die musikalische Arbeit Zimmermanns beeinflussten und das Skizzenmaterial eher als Abbildung der gedanklichen Prozesse bei der Arbeit des Komponisten zu verstehen ist als eine endgültige strukturelle Beschreibung der musikalischen Elemente der Komposition.

4. ›Derivat des Pluralistischen‹ – Von *Tratto* zu *Intercomunicazione*

Felix Marzillier

Neben allerlei Neuem und Unerwartetem zeigen die Untersuchungsergebnisse auch, dass die in *Tratto* erprobte Kompositionstechnik für Zimmermann keine künstlerische Neuorientierung, sondern ein »Derivat des Pluralistischen«¹⁸⁷ beziehungsweise eine Weiterentwicklung seiner »pluralistischen« Verfahrensweise darstellte und mitunter nachhaltigen Einfluss auf die Konzeption seiner späteren Werke ausübte.¹⁸⁸ Einige Beobachtungen mögen diese These bekräftigen.

Die in *Tratto* angewandte Kompositionstechnik beruht grundsätzlich auf der koordinierten Überlagerung mehrerer Klangschichten mit eigenem Tempo. Dieses Kompositionsprinzip teilt die elektronische Studie mit vielen »pluralistischen« Kompositionen Zimmermanns. Dies gilt zum Beispiel für die *Dialoge*, die sich hier als Vergleichsfall anbieten, da sie von Ralf Paland bereits ausführlich besprochen wurden. In beiden Fällen entwickelte Zimmermann das kompo-

187 Interview Kagel–Zimmermann, vermutl. Manuskript zur Sendung »Musik unserer Zeit« vom 5.9.1967, Deutsche Welle, AdK BAZ 1.62.252.1, publiziert als »Derivat des Pluralistischen. Bernd Alois Zimmermann im Gespräch über ›Intercomunicazione‹ mit Mauricio Kagel«, in: *Musik-Konzepte. Neue Folge, Sonderband: Bernd Alois Zimmermann*, hrsg. von Ulrich Tadday, München 2005, S. 66 f., hier S. 67.

188 Diese Einschätzung deckt sich insgesamt mit dem bisherigen Stand der Zimmermann-Forschung (vgl. Korte: *Die »Ekklesiastische Aktion«*, S. 151 f., Utz: »Paradoxien musikalischer Temporalität«, S. 34, Henrich: *Werkverzeichnis*, S. 739 und Jörn Peter Hiekel: »Auskomponierte Widersprüchlichkeit. Bernd Alois Zimmermanns Zeitauffassung und deren historischer Ort«, in: *Musik-Konzepte. Sonderband: Bernd Alois Zimmermann*, S. 5–23, hier S. 10 sowie Hiekel: »Requiem«, S. 237).

positorische Gerüst seiner Komposition aus einer Zwölftonreihe, die er mit verschiedenen Dauern- und Tempowerten verknüpfte. Im Detail unterscheidet sich Zimmermanns Vorgehen bei *Tratto* jedoch von dem in früheren pluralistischen Werken. Während sich die Materialdisposition im Fall der *Dialoge* maßgeblich an den in Karlheinz Stockhausens Aufsatz »... wie die Zeit vergeht...« dargestellten Verfahren orientierte,¹⁸⁹ wählte Zimmermann für *Tratto* eine bestimmte Zwölftonreihe beziehungsweise die zwischen ihren Tönen bestehenden Intervallproportionen und wies jeder Proportion eine Grunddauer zu, indem er ihnen jeweils einen der Abschnitte a–g von Band I beziehungsweise Band II zuordnete. Durch diese Zuordnung wurde jeder der Abschnitte zugleich mit zwei Tempowerten verbunden (z. B. Band I, Abschnitt d = 9'' mit $10 : 7 \rightarrow 60'' \div 9'' \times 10 \approx 66,7$ bpm bzw. $60'' \div 9'' \times 7 \approx 46,7$ bpm). Die Einsatzabstände der auf diese Art gebildeten Abschnitte regulierte Zimmermann nun nicht seriell mithilfe ihrer Intervallproportionen, sondern, indem er sie in Ketten gruppierte und in mehreren Schichten parallel zueinander verlaufen ließ. Ähnlich den minutiös geplanten Zeitproportionskizzen der *Dialoge*¹⁹⁰ visualisierte er die Disposition dieser Ketten in der Quelle S9.¹⁹¹ Während er im Fall der *Dialoge* hinsichtlich der Umsetzung seiner Idee eigenständig verlaufender Temposchichten letztlich Rücksicht auf die aufführungspraktische Realisierbarkeit durch Musizierende Rücksicht nehmen musste,¹⁹² eröffneten ihm die Möglichkeiten des elektronischen Studios auf den ersten Blick größere Freiheiten. In der Interaktion mit dem elektronischen Instrumentarium und dem Toningenieur Gerd Rautenbach wurde Zimmermann nun allerdings selbst zum Aufführenden und die Realisation von *Tratto* zu einem performativen Akt, in dem die kompositorischen Planungen auf die durch technische Probleme, Zufälle und anderer Unwägbarkeiten geprägte Realität der manuellen Studiotätigkeit trafen.¹⁹³

Ferner wurde festgestellt, dass Zimmermann einen Großteil der Klangelemente von *Tratto* aus der Anlage von Band I ableitete, welche wiederum teilweise auf der im Werkkommentar angeführten Proportionsreihe beruhte.¹⁹⁴ Wenngleich er mit dieser Reihe letztlich wohl nur einen Teil der musikalischen Parameter regulierte,¹⁹⁵ knüpfte er in seiner Konzeption von *Tratto* offensichtlich an einen Gedanken an, den er so ähnlich bereits 1957 in seinem Text *Intervall und Zeit* formulierte: die Idee, »alle musikalischen Verhältnisse in einer zusammenfassenden Grundstruktur«¹⁹⁶ zu verankern. Als eine weitere Strategie zur Herstellung einer formalen Einheit nutzte Zimmermann in *Tratto* das Prinzip der Wiederholung. Dieses manifestiert sich in mehrerer

189 Vgl. Paland, »Work in Progress«, S. 34–43.

190 Vgl. Bernd Alois Zimmermann: *Zeitproportionen*, Autograph, AdK BAZ 1.62.51.16, fol. 1–7.

191 Vgl. dazu auch das für das Beiheft der Schallplatte Wergo 60031 produzierte Bsp. 2 (*Schema von Grund-Zeitverläufen*, Quelle S16), in dem Zimmermann den mehrschichtigen musikalischen Verlauf – konkret jenen von Band I, Abschnitt e mit der Proportion 14 : 10 bzw. Band II, Abschnitt b mit der Proportion 20 : 25 sowie den der beiden Konstanten von Band I und Band II – graphisch ausnotiert hat.

192 Anlässlich des Umstands, dass das Orchester Schwierigkeiten mit der Aufführung verschiedener, gleichzeitig erklingender Tempi zeigte, erarbeitete Zimmermann 1965 eine zweite Fassung der *Dialoge*, deren Partitur er in einheitlichem Metrum notierte und in welcher er die Beziehungen der verschiedenen Temposchichten in rhythmische Relationen überführte (vgl. Henrich: *Werkverzeichnis*, S. 358).

193 Siehe dazu die Überlegungen von Dörte Schmidt in dieser Ausgabe, S. 11–15.

194 Vgl. Zimmermann/Peters: »Gedanken über elektronische Musik«, S. 132.

195 So reguliert die Proportionsreihe zwar das Verhältnis der Impulsanzahl innerhalb einer Impulsstrecke, nicht aber Phänomene wie die Anlage der Abschnitte von Band I und II, das Verhältnis von Klang und Pause innerhalb einer Impulsschicht oder die zeitliche Gliederung von Haupt-, Mittel- und Schlussteil. Auch für die Gestaltung der Tonhöhen und Klangfarben scheint die Proportionsreihe nach bisherigem Stand keine Bedeutung gehabt zu haben (vgl. den Abschnitt »Zusammenfassung der Ergebnisse«, S. 63 f.).

196 Bernd Alois Zimmermann: »Intervall und Zeit«, in: ders./Peters.: *Intervall und Zeit*, S. 38.

Hinsicht: Erstens sind fast alle Klangfolgen in *Tratto* bereits in sich repetitiv strukturiert. Dies gilt sowohl für die Impulsstrecken als auch für die Anlage der Konstanten und Schleifen. Zweitens nutzte Zimmermann viele Strukturen des Schlussteils auch zur Gestaltung des Hauptteils, indem er ihre Dauernwerte dehnte, die entsprechenden Proportionsverhältnisse aber beibehielt, sodass der Schlussteil als eine geraffte Wiederholung des Hauptteils erscheint. Ein ähnliches Verfahren findet sich wenige Jahre später im »Prolog« des *Requiem*s, wo Zimmermann die Sinustongemische der ersten zwölf Minuten bei 13'00'' in auf vier Sekunden gestauchter Form noch einmal verwendete.¹⁹⁷ Drittens weisen viele der Klangelemente in *Tratto* eine ähnliche Gestaltung auf. Dazu zählen sowohl die starke Ähnlichkeit zwischen den einzelnen Schleifen-Modellen beziehungsweise den beiden Konstanten-Schichten als auch die Entsprechungen zwischen den Schleifen-Modellen 1–3 und der Anlage der Konstanten. Außerdem stellt die Kette der Band-I-Konstanten als Ganzes betrachtet eine Art von »Impulsstrecke« dar, das aus einem mehrfach wiederholten Liegeklangverbund mit anschließender Pause gebildet wird. Ole Jana verfolgt das Prinzip der Überlagerung repetierter Klangschichten mit unterschiedlicher Impulsanzahl sogar bis in die innerste Gestaltung der Sinusklänge mithilfe von Schwebungen.¹⁹⁸

Eine weitere Verbindungslinie zu seinen »pluralistischen« Kompositionen besteht darin, dass Zimmermann auch in *Tratto* die Dimension des Raums explizit in seine kompositorischen Überlegungen miteinbezog. Während er in Werken wie den *Dialogen* oder den *Antiphonen* mit einer im Raum verteilten Instrumentenaufstellung arbeitete, nutzte Zimmermann in *Tratto* die Möglichkeit der Quadrophonie beziehungsweise Vierkanalstereophonie zur räumlichen Projektion von Klängen.¹⁹⁹ Grundsätzlich ordnete er die einzelnen Klangschichten dabei den vier Raumrichtungen zu.²⁰⁰ Zugleich aber sorgte er mithilfe einer spurübergreifenden Disposition von Klangelementen für eine akustische Verflechtung der räumlich getrennten Klangquellen.²⁰¹ Diese Koordination von Klangbewegungen im Raum stellte einen zentralen Aspekt in der Konzeption von *Tratto* dar, worauf Zimmermann auch in seinem Untertitel aufmerksam machte: »Komposition für elektronische Klänge in Form einer choreographischen Studie«. Unter Bezug auf diese »tänzerische« Dimension erfolgte am 22. Juni 1968 die szenische Uraufführung der Komposition durch den Choreographen Gerhard Bohner unter dem Titel »»Tratto«. Ballett für zwei Solopaare« an der Akademie der Künste in West-Berlin.²⁰²

197 Vgl. Bernd Alois Zimmermann: *Requiem für einen jungen Dichter*, Partitur, Mainz 1977, S. 77.

198 Vgl. den Abschnitt »Das Konzept der Schwebungen«, S. 54–56.

199 Zuvor hatte Zimmermann bereits in der Oper *Die Soldaten* Erfahrungen mit Quadrophonie gemacht und im später komponierten *Requiem* verdoppelte er die Anzahl der Lautsprecher bzw. Raumrichtungen.

200 Für den Hauptteil von *Tratto* gilt dabei: Lautsprecher vorne links (FL): Band $\alpha 1$ und γ ; vorne rechts (FR): Band $\alpha 2$; hinten rechts (RR): Band $\alpha 3$ und γ ; hinten links (RL): Band β .

201 Beispiele für diese spurübergreifende Disposition sind die gemeinsame Realisierung der Band-I-Impulsstrecken durch Spur 1 und 2 im Hauptteil sowie die Verknüpfung der Korrespondenz-Klänge im Mittelteil auf Spur 1 und 3. In den Skizzen finden sich interessanterweise kaum Hinweise auf die räumliche Konzeption der Komposition. Dies mag mit Zimmermanns Aversion gegen die serielle Ableitung der »Schallrichtungen aus den Klang- und Zeitproportionen« (Zimmermann/Peters: »Gedanken über elektronische Musik«, S. 132) zusammenhängen.

202 Vgl. Henrich: *Werkverzeichnis*, S. 732 und Dörte Schmidt: »»C'est ma façon de faire du Pop Art«. Zimmermann et le ballet dans les années 1960«, in: *Regards croisés sur Bernd Alois Zimmermann*, S. 143–157. Zuvor hatte Zimmermann die szenische Realisierung der Komposition bereits John Cranko angeboten (vgl. Brief von Bernd Alois Zimmermann an John Cranko, Köln 4.10.1966, Typoskript-Durchschlag, AdK BAZ 1.62.168.324). Harry Halbreich gibt an, dass auch in Schweden eine szenische Aufführung von *Tratto* erfolgt sei (vgl. ders.: »Bernd Alois Zimmermann«, in: *Festschrift für einen Verleger. Ludwig Strecker zum 90. Geburtstag*, hrsg. von Carl Dahlhaus, Mainz 1973, S. 242–258, hier S. 254).

Zur Assoziation von Ballett und elektronischer Musik könnte die in seinem Kölner Umfeld vertretene Auffassung beigetragen haben, die meisten elektronischen Kompositionen würden kein festes metrisches Zeitmaß aufweisen, sondern seien durch eine »improvisatorisch-choreographische Bewegung des Tempos«²⁰³ geprägt. Überhaupt stellte Zimmermann wiederholt Bezüge zwischen seinen zeitphilosophischen Überlegungen und dem Medium Tanz her.²⁰⁴

Zimmermann assoziierte die in *Tratto* verwendeten Kompositionstechniken immer wieder mit zeitphilosophischen Überlegungen, die sich zum Teil bereits in seinem Aufsatz *Intervall und Zeit* finden. Eine zentrale Rolle spielt dabei der Wunsch der »Gewinnung einer gewissenmaßen ständigen Gegenwart«²⁰⁵ mithilfe musikalischer Mittel. Im Hinblick auf die mit dieser utopischen Vorstellung verbundenen kompositorischen Praktiken führte Zimmermann im Kontext von *Tratto* verschiedene Ansätze an. Dazu zählt unter anderem die Technik der »Zeitstreckung«²⁰⁶ beziehungsweise der »Zeitdehnung«.²⁰⁷ Da auch der an der Produktion von *Tratto* vermutlich beteiligte Herbert Eimert²⁰⁸ die Komposition mit der Dehnung von Bandschleifen in Verbindung brachte,²⁰⁹ ist anzunehmen, dass sich Zimmermann dieser Technik tatsächlich bediente. Nachweisen lässt sich eine direkte Wiederverwendung von Klangfolgen in gedehnter Form bisher jedoch nur für das Verhältnis der Band-II-Impulsstrecken im Schluss- und Hauptteil beziehungsweise für den Beginn einer Schleifen-Kette im Schluss- und Hauptteil,²¹⁰ da sich die genaue Rekonstruktion der verwendeten Frequenzen als äußerst aufwendig erweist. Denkbar ist aber, dass Zimmermann einen Großteil der für den Schlussteil produzierten Klangfolgen in gedehnter Form kopierte und zur Gestaltung des Hauptteils verwendete, wobei er sie mithilfe von Filtern, Transpositionen etc. klanglich weiter modellierte.²¹¹ In einem konzeptionellen Sinne spiegeln sich die Prinzipien der Dehnung und Raffung auch in der oben genannten starken strukturellen Ähnlichkeit einzelner Klangelemente, sodass beispielsweise Band I und Band II oder auch die Schleifen-Modelle 1 und 3 zueinander in einem Verhältnis der zeitlichen Dehnung beziehungsweise Raffung stehen. Im Kontext seiner Idee der »Gewinnung einer gewissenmaßen ständigen Gegenwart« schrieb Zimmermann in seinem Werkkommentar außerdem, dass er dem »nicht wiederholbaren und nicht umkehrbaren Ablauf« in *Tratto* »ein beharrendes Moment entgegengesetzt«²¹² hätte.²¹³ Dieser kompositorische Ansatz manifestiert sich in der Verwendung sich wiederholender Klangstrukturen, da dem Prinzip der Wiederholung ein Moment

203 Herbert Eimert, Hans Ulrich Humpert: Art. »Zeitmaß«, in: *Das Lexikon der elektronischen Musik*, S. 398 f., hier S. 399.

204 Siehe dazu insbesondere Zimmermann/Wendland: »Musik und Ballett auf dem Prüfstand«.

205 Zimmermann/Peters: »Gedanken über elektronische Musik«, S. 131 bzw. vgl. dies.: »Intervall und Zeit«, S. 35.

206 Zimmermann/Peters: »Gedanken über elektronische Musik«, S. 129.

207 Zimmermann/Bitter: »Photoptosis«, S. 115.

208 Vgl. Zimmermann an Petzold, 5.9.1966, AdK BAZ 1.62.168.267.

209 Vgl. Eimert/Humpert: Art. »Exposition«, S. 87.

210 Vgl. die Abschnitte »Impulsstrecken (Band II)« und »Schleife II« S. 58 f. bzw. S. 60 f.

211 Gestützt wird diese Überlegung auch durch die Quellenlage. So ist zwar die Anlage des Schlussteils und die Übernahme der Dauernstrukturen gut belegbar, vergleichbare eigenständige Planungen für die Gestaltung des Hauptteils in den Skizzen sind aber kaum überliefert. Zur weiteren Klärung dieser Fragen müssten die Zwischenstadien des Kompositionsprozesses rekonstruiert und dafür wiederum die Materialbänder in die Analyse miteinbezogen werden.

212 Zimmermann/Peters: »Gedanken über elektronische Musik«, S. 131.

213 Möglicherweise wies Zimmermann vor dem Hintergrund dieser konzeptionellen Spannung auch auf die Mehrdeutigkeit des Titels *Tratto* hin, der sowohl die Bedeutung »Strecke« – hier im Sinne von zeitlichem Verlauf – als auch »Stelle« – hier im Sinne von zeitlichem Stillstand – impliziert (vgl. ebd., S. 130).

von Statik innewohnt. So entwickeln sich Klangstrukturen wie die Schleifen oder die Konstanten nicht langfristig in der Zeit, sondern kehren immer wieder zu ihrem Ausgangspunkt zurück. Die vielfach wiederholten Klangfolgen bilden in *Tratto* gewissermaßen »Repetitionsfelder«, denen Zimmermann im Kontext seiner Oper *Die Soldaten* die wahrnehmungspsychologische Funktion zuwies, beim Publikum einen Verlust beziehungsweise eine Veränderung der Zeitempfindung zu provozieren.²¹⁴ Ebenfalls im Kontext der Überlegungen zur »ständigen Gegenwart« beschrieb Zimmermann die sich »aus den verschiedensten Raum- und Zeitrichtungen überlagernden, sich verschlingenden und wieder lösenden ›Strecken« und gab an: »Das bedeutet kompositionstechnisch bei dem vorliegenden Stück, daß es in beiden Zeitrichtungen zugleich komponiert wurde: von hinten nach vorne und umgekehrt.«²¹⁵ Die Formulierung »von hinten nach vorne« könnte einerseits auf den kompositionsgenetischen Umstand aufmerksam machen, dass – entsprechend der Skizzenlage – der Schlussteil den eigentlichen Ausgangspunkt der Komposition gebildet haben dürfte. Andererseits spiegelt sich dieser Ansatz in der Anlage der zweischichtigen Impulsstrecken und Konstanten, in denen jeweils eine der Schichten mit einem Klang einsetzt, auf den eine Pause folgt, während die andere Schicht mit einer Pause einsetzt, der sich eine Klangfolge anschließt. Oliver Korte zufolge steht hinter diesem kompositorischen Prinzip die Idee, dass die beiden Schichten zwei entgegengesetzte Zeitpfeile repräsentieren, die einander aufheben und die Zeit symbolisch »still« stellen.²¹⁶ Genau genommen handelt es sich dabei jedoch keineswegs um eine eindeutig kreisförmige Anlage, da lediglich die Reihenfolge der kompositorischen Bausteine vertauscht ist, nicht aber die Klangfolge in sich rückwärts verläuft. Dass Zimmermann diesem Prinzip dennoch eine erhebliche Bedeutung beimaß, spiegelt sich in der Tatsache, dass er es zur Grundanlage von Kompositionen wie *Intercomunicazione* und *Photoptosis* machte. Die in *Tratto* konzipierte Kompositionstechnik stellt daher die Grundlage einer für das weitere Werk Zimmermanns folgenreichen Erweiterung seines bisherigen kompositorischen Grundrepertoires dar.

Ausblick

Mithilfe der analytischen Befunde dieser Untersuchung lässt sich nun auch detailliert zeigen, wie sehr Zimmermanns spätere Kompositionen durch *Tratto* geprägt sind. So kann man beispielsweise bezüglich der kompositorischen Anlage von *Intercomunicazione* feststellen: Die Zeiteinheiten (ZE) 1–504 dieser Komposition sind deutlich aus der Dauernstruktur von *Tratto* (0'00"–5'46") abgeleitet worden (s. Tabelle 4).²¹⁷ In den ZE 1–384 entsprechen die beiden Stimmen des Violoncellos den Impulsstrecken von Band I im Hauptteil bis ins Detail. Die Kette der gedehn-

214 Im Kontext der Uraufführung der *Soldaten* 1965 schrieb Zimmermann an den Dirigenten Michael Gielen: »Und dann, wenn der Hörer das Gefühl für die Zeit infolge der ständigen Repetition und der dafür herangezogenen Zeitschichten verloren hat, wird für ihn jene Ruhe eintreten, welche die Bereitschaft für das, was an Differenzierung für das Kommende aufgebracht werden muß, erst ermöglichen kann. Das ganze ›Repetitionsfeld‹ dient somit gewissermaßen nur der Erstellung des Raumes, in dem ein ganz bestimmtes Stück Zeit abläuft.« (Brief von Bernd Alois Zimmermann an Michael Gielen, Köln 21.1.1965, Typoskript-Durchschlag, AdK BAZ 1.62.167.30–31).

215 Zimmermann/Peters: »Gedanken über elektronische Musik«, S. 131.

216 Vgl. Korte: *Die »Ekklesiastische Aktion«*, S. 152.

217 Gerhard E. Winkler erkennt wie viele andere zwar die Gemeinsamkeit der Intervallproportionen zwischen *Tratto* und *Intercomunicazione*, bezieht die Anlage der Formteile jedoch nicht auf *Tratto* (vgl. ders.: »Zoom oder: Die Reise ins Innere eines Klanges. Zu ›Intercomunicazione‹ von Bernd Alois Zimmermann«, in: *Musik-Konzepte*. Sonderband: *Bernd Alois Zimmermann*, S. 65–82, hier S. 71).

ten Band-I-Abschnitte (b-d-f-c-e) reguliert dabei sowohl den Verlauf der Formteile der späteren Komposition als auch Teile von deren innerer Gestaltung.²¹⁸

Vergleich der Dauernstrukturen von *Intercomunicazione* und *Tratto*

<i>Intercomunicazione</i> (autographe Partitur P1)	<i>Tratto</i> , Hauptteil (idealtypische Rekonstruktion)
Einleitung, Teil 1 (T. 1–96 = 96 Takte)	Band-I-Impulsstrecke b (Dauer 96'' mit Proportion 8 : 11)
Vc. oben: 8 × (10,5 ZE Klang + 1,5 ZE Pause) Vc. unten: 11 × (1,5 ZE Pause + 7,25 ZE Klang)	Schicht 1: 8 × (10,5'' Klang + 1,5'' Pause) Schicht 2: 11 × (1,5'' Pause + 7,23'' Klang)
Einleitung, Teil 2 (T. 97–132 = 36 Takte)	Band-I-Impulsstrecke d (Dauer 36'' mit Proportion 10 : 7)
Vc. oben: 10 × (2,6 ZE Klang + 1 ZE Pause) Vc. unten: 7 × (1 ZE Pause + 4,1 ZE Klang)	Schicht 1: 10 × (2,6'' Klang + 1'' Pause) Schicht 2: 7 × (1'' Pause + 4,1'' Klang)
Einleitung, Teil 3 (T. 133–180 = 48 Takte) ²¹⁹	Band-I-Impulsstrecke f (Dauer 48'' mit Proportion 11 : 16)
Vc. oben: 11 × (3 ZE Klang + 1,33 ZE Pause) Vc. unten: 16 × (1,33 ZE Pause + 1,66 ZE Klang)	Schicht 1: 11 × (3'' Klang + 1,33'' Pause) Schicht 2: 16 × (1,33'' Pause + 1,66'' Klang)
Teil A (T. 181–348 = 168 Takte) ²²⁰	Band I–Impulsstrecke e (Dauer 168'' mit Proportion 14 : 10)
Vc. oben: 10 × (3 ZE Pause + 13,8 ZE Klang) Vc. unten: 14 × (9 ZE Klang + 3 ZE Pause)	Schicht 1: 10 × (3'' Pause + 13,8'' Klang) Schicht 2: 14 × (9'' Klang + 3'' Pause)
Teil B (T. 348–503 = 156 Takte)	Band-I-Impulsstrecke c (Dauer 156'' mit Proportion 9 : 13)
Kl. oben: 13 × (ca. 2,6 ZE Pause + ca. 9,2 ZE Klang) Kl. unten: 9 × (ca. 14,6 ZE Klang + 2,6 ZE Pause)	Schicht 1: 13 × (2,65'' Pause + 9,35'' Klang) Schicht 2: 9 × (14,7'' Klang + 2,65'' Pause)

Tabelle 4

Große Bereiche der Partitur von *Intercomunicazione* gestaltete Zimmermann mithilfe von Zeitstrecken-Notation, wobei er in Analogie zur Tonbandgeschwindigkeit eine Länge von 38 mm pro Zeiteinheit festlegte, wie sich durch eine Vermessung des Autographs nachvollziehen lässt.²²¹ In einem Brief an Siegfried Palm, den Cellisten der Uraufführung, erklärte Zimmermann im März 1967 die Funktionsweise dieser Notation: »Der einmal gewählte Zeitabstand zwischen den Ordnungszahlen soll genau eingehalten werden; dieser Abstand ist in vier gleiche Teile geteilt, die gegebenenfalls durch eine entsprechende Markierung (Punkte) kenntlich gemacht sind: an allen Stellen, wo sich diese Punkte befinden, müssen die Zeitstrecken genauestens bemessen werden; an den anderen Stellen geschieht die Bemessung nach ›Augenmass‹.«²²² Der Blick in das Autograph von *Intercomunicazione* zeigt jedoch, dass Zimmermann bereits im Teil 2 der Einleitung (d. h. ab ZE 97) die gleichmäßige Gliederung der graphischen Notation in vier Teile

218 Zur Gliederung der Formteile s. Brief von Bernd Alois Zimmermann an Siegfried Palm, Romø 22.3.1967, Typoskript-Durchschlag, AdK BAZ 1.62.169.86 bzw. die Angaben in: Henrich: *Werkverzeichnis*, S. 474 f.

219 Ab ZE 160 verschiebt sich der Einsatz der Cellostimmen minimal, die Struktur bleibt jedoch erkennbar.

220 Ab ZE 264 ist die Dauer der Strecken im oberen System des Vc. leicht unregelmäßig verschoben. Entgegen dem Schema der mehrfachen Wiederholung einer 16,8 ZE umfassenden Einheit aus Liegeklang und Pause bricht die in ZE 248,2 begonnene Strecke statt bei ZE 265 bereits bei ZE 264,8 ab. Auch die folgenden Strecken weisen leichte Abweichungen von der Idealdauer ab.

221 Vgl. dazu auch Brockmann: »Das Prinzip der Zeitdehnung«, S. 27.

222 Zimmermann an Palm, 22.3.1967, AdK BAZ 1.62.169.86.

zugunsten anderer Proportionierungen aufgab, wenngleich er die Länge der Zeitstrecken weiterhin mit gepunkteten Linien markierte.²²³ So ist beispielsweise der Liegeklang in der unteren Stimme des Cellos in ZE 98–102 offensichtlich etwas länger als 4 ZE, jedoch sicher nicht 4,25 ZE oder gar 4,5 ZE lang. Ähnlich verhält es sich mit dem Liegeklang in der oberen Cellostimme in ZE 97–99, der offensichtlich etwas länger als 2,5 ZE ist. Besser als durch die Annahme einer unsauberen oder intuitiven Arbeitsweise Zimmermanns lassen sich die besonderen Längen dieser Liegetöne unter Bezug auf *Tratto* erklären: Die Dauernstruktur der Cellostimmen in diesem Teil von *Intercomunicazione* beruht auf der idealtypischen Anlage der Band- α -Impulsstrecke d (Dauer = $4 \times 9'' = 36''$ mit der Proportion 10 : 7) im Hauptteil von *Tratto*. Die Dauernstruktur dieser Impulsstrecke ergibt sich aus der vierfachen Dehnung der in der Quelle S9 festgehaltenen ursprünglichen Anlage der Impulsfolgen (s. Abbildung 7).

Entsprechend dem Schema (Pausendauer + Impulsdauer = Impulsphasendauer) gilt daher für Schicht 1 (mit 10er-Proportion): $4 \times (24,7 \text{ cm} + 9,5 \text{ cm}) = 98,8 \text{ cm} + 38 \text{ cm} = 136,8 \text{ cm}$ und für Schicht 2 (mit 7er-Proportion): $4 \times (9,5 \text{ cm} + 39,1 \text{ cm}) = 38 \text{ cm} + 156,4 \text{ cm} = 194,4 \text{ cm}$. Die entsprechende Berechnung findet sich auch in einer Skizze aus dem Entstehungsprozess von *Intercomunicazione* (s. Abbildung 39).²²⁴ Durch die Umwandlung der Tonbandlänge in Sekunden ergeben sich folgende Dauernstrukturen: Schicht 1: $2,6'' + 1'' = 3,6''$ beziehungsweise Schicht 2: $1'' + 4,1'' = 5,1''$. Zimmermann ersetzte nur die Einheit der Sekunden durch abstrakte Zeiteinheiten (vgl. Tabelle 4). Entsprechend der Anlage im Hauptteil von *Tratto* kehrte er in *Intercomunicazione* außerdem das Verhältnis von Pause und Liegeklang um, sodass die Dauer des Liegeklangs nun durch den jeweils längeren Wert bestimmt wird. Mit Blick auf die Notation von *Intercomunicazione* ergibt sich daraus, dass Zimmermann für den Liegeton in ZE 97–99, obere Cellostimme, eine Dauer von 2,6 ZE beziehungsweise in ZE 98–102, untere Cellostimme, eine Dauer von ca. 4,1 ZE vorsah (s. Abbildung 40).

Auch der in sich stark repetitive Klavierpart in ZE 181–348 weist unübersehbare Gemeinsamkeiten mit der Struktur der Impulsstrecken aus *Tratto* auf (s. Abbildung 41).²²⁵ Die genaue Disposition der Klaviereinsätze in ZE 181–348 konnte bisher jedoch nicht eindeutig auf die Dauernverhältnisse in *Tratto* bezogen werden.

In den ZE 349–504 bestimmen die Dauernstrukturen des idealtypisch gedehnten Band- α -Abschnitts c (Dauer = $156''$ mit der Proportion 13 : 9) aus *Tratto* die Anlage der beiden Klavierstimmen. Die häufig in den Pausen der Klavierstimmen einsetzenden und unregelmäßig erscheinenden Klangstrukturen des Cellos in den ZE 349–504 lassen sich bislang nicht deutlich auf *Tratto* beziehen.²²⁶ Die komplexe Struktur des später entstandenen C-Teils (ZE 505–791) von

223 Bernd Alois Zimmermann: *Intercomunicazione per Violoncello e pianoforte* (1967), autographe Partitur, AdK BAZ 1.68.56.

224 Bernd Alois Zimmermann: [Reihenskizzen, Proportionsberechnungen], Autograph, AdK BAZ 1.62.11.5, fol. 1v.

225 So werden in den beiden Klaviersystemen meist zwei metrisch eigenständige Schichten überlagert, deren Proportionsverhältnisse größtenteils auf die Werte von Band I bezogen werden können, wobei einige der Impulse rhythmisch in Gruppen mit kleineren Notenwerten aufgespalten werden (z. B. ZE 231–234 \rightarrow 13 : 9) und Zimmermann teilweise sogar drei Impulsschichten miteinander kombiniert (z. B. ZE 214–217 \rightarrow 11 : 8 : 7). Zudem lässt die graphisch genau notierte Koordination der Klaviereinsätze mit den Cellostimmen vermuten, dass neben der Impulsdichte auch die restliche Anlage des Klavierparts von Zimmermann minutiös kalkuliert wurde.

226 Wenngleich die *Tratto*-Skizzen darauf hindeuten, dass Zimmermann hier eine der γ -Schicht analoge Struktur vorgesehen haben könnte – in der Quelle S15 plante Zimmermann den Einsatz der γ -Schicht anfänglich noch nach 348'' –, lassen sich die Cellostimmen vorerst weder mit den Schleifen noch mit der Schicht der unregelmäßigen »Korrespondenz-Klänge« aus *Tratto* identifizieren.

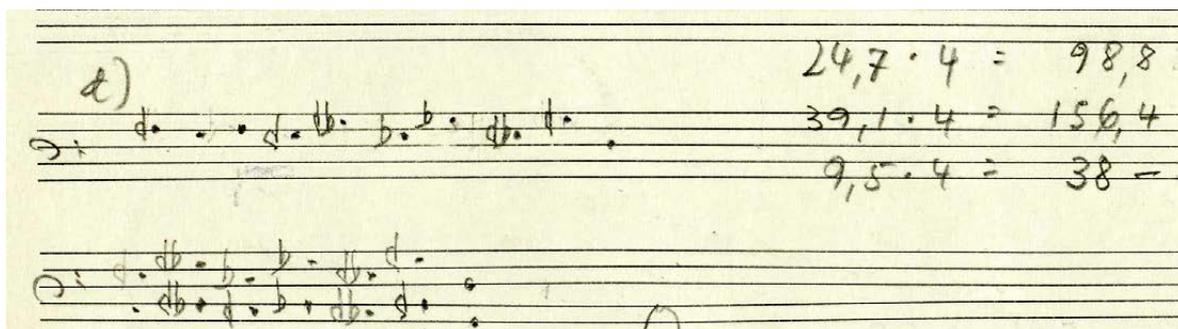


Abbildung 39: Ausschnitt aus AdK BAZ 1.62.11.5, fol. 1v, Reihenskizzen und Proportionsberechnungen zu *Intercomunicazione*.

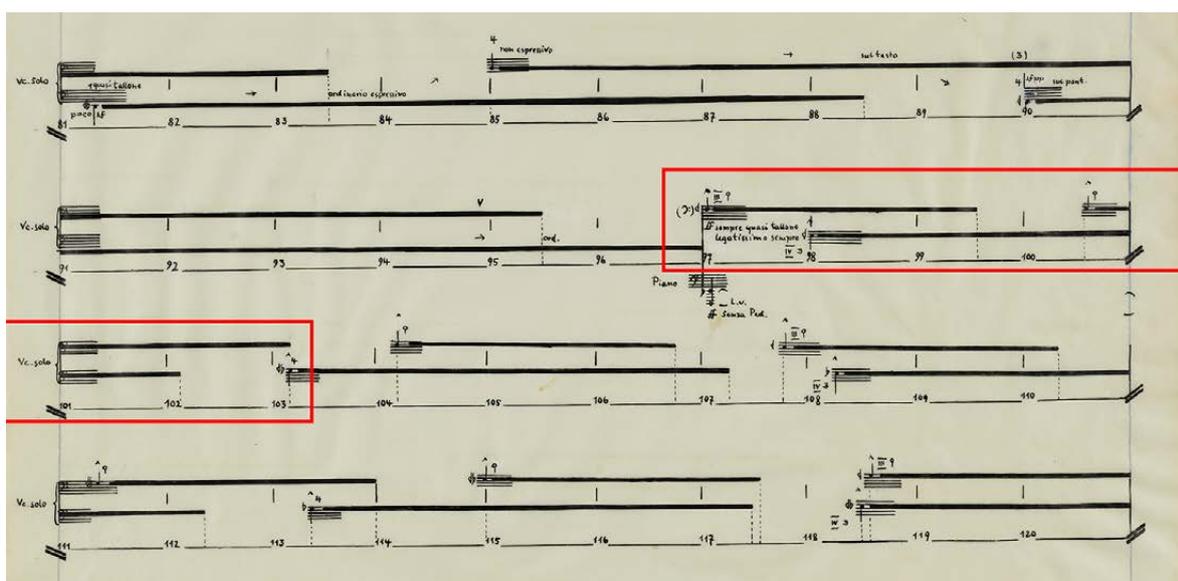


Abbildung 40: Ausschnitt aus der autographen Partitur von Bernd Alois Zimmermanns *Intercomunicazione*, ZE 97–103, AdK BAZ 1.68.56.



Abbildung 41: Ausschnitt aus der autographen Partitur von Bernd Alois Zimmermanns *Intercomunicazione*, ZE 214–217, AdK BAZ 1.68.56.

Intercomunicazione wurde in diesem Rahmen nicht näher untersucht, scheint aber von den Dauernstrukturen in *Tratto* abzuweichen.²²⁷

Diese ersten Befunde geben nicht nur wichtige Hinweise für das Verständnis der mitunter schwer quantifizierbaren Dauernverhältnisse in *Intercomunicazione*, sondern legen es auch nahe,

227 Die ZE 505–791 fügte Zimmermann erst nach dem vorläufigen Abschluss der Komposition und auf Anregung von Aloys Kontarsky dem Werk hinzu (vgl. Henrich: *Werkverzeichnis*, S. 482).

die Zeitstrecken-Notation in *Intercomunicazione* als Ausdruck eines durch die Erfahrungen der Tonbandtechnik geprägten kompositorischen Denkens zu begreifen und die damit verbundenen Transfereffekte noch stärker in den Blick zu nehmen. Wie *Tratto* beruht auch *Intercomunicazione* grundsätzlich auf der Überlagerung von zwei Schichten aus regelmäßig wiederholten Klangfolgen in unterschiedlichem Tempo, die dieselbe Abschnittsdauer beziehungsweise Zeitstrecke musikalisch gestalten. Die Funktion der unabhängig verlaufenden, aber miteinander koordinierten Tonbandspuren in *Tratto* wurde in *Intercomunicazione* auf die Instrumentalsolist:innen übertragen, deren Aufgabe es nun ist, in mehreren Temposchichten gleichzeitig zu spielen. Sie werden sozusagen zu ›menschlichen Impulsgeneratoren‹. Allerdings reduzierte Zimmermann die Anzahl der überlagerten Zeitstrecken in *Intercomunicazione* erheblich.²²⁸ Das vom Tonband herkommende Denken in Zeitstrecken schlug sich auch deutlich in der Notation von *Intercomunicazione* nieder, die eine Art Visualisierung oder Übersetzung der in *Tratto* entwickelten Ideen und Techniken darstellt. So erinnern die untereinander angeordneten schwarzen Balken am Anfang des Kammermusikwerks sicherlich nicht ohne Zufall an zwei parallel laufende Tonbandspuren.²²⁹ Während Zimmermann angesichts der Herausforderungen der Niederschrift elektronischer Musik keine eigenständige Partitur von *Tratto* anfertigte, war es ihm im Zuge von *Intercomunicazione* nun möglich, sein »Zeitstrecken«-Denken auch in der Notation abzubilden, was wohl auch damit zusammenhing, dass die übrigen musikalischen Parameter wie Tonhöhe, Klangfarbe usw. relativ problemlos mithilfe der traditionellen Notenschrift dargestellt werden konnten. Angesichts der bereits bekannten Werkvernetzungen zwischen Zimmermanns späten Kompositionen scheint sich außerdem die Vermutung zu erhärten, dass einige der im Umkreis von *Tratto* überlieferten Skizzen auch bei der analytischen Erschließung der Kompositionen *Phoptosis*, *Requiem für einen jungen Dichter* und *Stille und Umkehr* sozusagen als ›kryptologische Schlüssel‹²³⁰ fungieren könnten. Auf vergleichende Überlegungen zu den genannten Kompositionen wird an dieser Stelle jedoch zugunsten späterer Unternehmungen verzichtet.

228 Die These, dass Zimmermann die Funktion der beiden Instrumente in Analogie zu unabhängig voneinander laufenden Tonbändern verstanden haben könnte, wird auch durch eine Aussage aus dem Uraufführungskontext gestützt. So erklärte Zimmermann gegenüber Palm: »Die Instrumente spielen zwar zur gleichen Zeit, spielen aber doch nicht miteinander: eine der Grundideen von ›Présence‹. In dem neuen Stück gehe ich in dieser Tendenz noch einen Schritt weiter. Dabei wird sie, jedenfalls was das Klavier anbetrifft, überbetont: das Klavier wirkt peripher, gewissermaßen unerreichbar« (Zimmermann an Palm, 22.3.1967, AdK BAZ 1.62.169.86).

229 Die in *Intercomunicazione* verwendeten Pausen zwischen den Balken entsprechen in diesem Vergleich den Weißband-Abschnitten zwischen den wiederholten Klangfolgen auf den Materialbändern von *Tratto*.

230 Vgl. Pascal Decroupet: »Le rôle des clés et algorithmes dans le décryptage analytique. L'exemple des musiques sérielles de Pierre Boulez, Karlheinz Stockhausen et Bernd Alois Zimmermann«, in: *Revue de musicologie* 98/1 (2012), S. 221–246.

Anhang

Quellenübersicht zu *Tratto* [Tabelle 5]

Tabelle 5

Quellenübersicht zu *Tratto*

S1

Bernd Alois Zimmermann: [Chromatische Frequenztafel für *Tratto*], Autograph, AdK BAZ 1.62.52.16, fol. 2v

S2

Bernd Alois Zimmermann: *Tratto elettronico* [Zeit- und Proportionsberechnungen], Autograph, AdK BAZ 1.62.14.2, fol. 1r–v

S3

Georg Kniebe: *Logarithmen der Frequenzen von Tabelle 1 und 2*, Manuskript, AdK BAZ 1.62.14.3, fol. 3r–6r

S4

Frequenztafeln I und II, Manuskript mit hs. Eintragungen von Bernd Alois Zimmermann, AdK BAZ 1.62.14.3, fol. 1r–2

S5v

Bernd Alois Zimmermann: *Klang I* [Frequenztafel sowie Angabe zu Tonbandlängen und Materialband III], Autograph, AdK BAZ 1.62.14.2, fol. 7v

S6

Bernd Alois Zimmermann: *Frequenztafel für Klang II* [und Planungen zu Band I–IV], Autograph, AdK BAZ 1.62.14.2, fol. 9r–v

S7

Bernd Alois Zimmermann: *Klang I und II – Schwebungen* [Frequenztafeln], Typoskript-Durchschlag mit hs. Eintragungen, AdK BAZ 1.62.14.2, fol. 2r–5v

S8 [nicht verwendet]

Bernd Alois Zimmermann: *Klang I und II – Schwebungen* [Frequenztafeln], in: ders.: »Tratto«, in: Beiheft zu *Bernd Alois Zimmermann. Die Befristeten. Improvisationen. Tratto*, Wergo 60031, 1967, LP, [o. S.], Bsp. 1

S9

Bernd Alois Zimmermann: *Studie I (Tratto)* [Verlaufsplan des Schlussteils], Autograph, AdK BAZ 1.62.14.1, fol. 2r

S10

Bernd Alois Zimmermann: [Verlaufsplan für Band III und Abschnitt $\gamma 1$ des Hauptteils u. a.], Autograph, AdK BAZ 1.62.14.1, fol. 3r

S11

Bernd Alois Zimmermann: *IV Tratto* [Verlaufsplan für Band IV im Schlussteil], Autograph, AdK BAZ 1.62.14.1, fol. 1r

S12

Bernd Alois Zimmermann: *Tratto, III* [Planung der »Ketten« auf Band III und Berechnung der Konstanten- und Impulsschichten im Hauptteil], Autograph, AdK BAZ 1.62.14.2, fol. 6r–v

S13

Bernd Alois Zimmermann: *Band α* [Frequenztafeln zum Hauptteil], Autograph, AdK BAZ 1.62.14.2, fol. 8r–v

S14

Bernd Alois Zimmermann: $\alpha_{,,}$ (*Konstante 2*) *Einsatz 92'' nach $\alpha_{,,}$* , [Frequenztafel und Angaben zur Aussteuerung], Autograph, AdK BAZ 1.62.14.2, fol. 10r

S15

Bernd Alois Zimmermann: *Tratto (Zeitplan)*, [Verlaufsplan und Angaben zur Aussteuerung], Autograph, AdK BAZ 1.62.14.2, fol. 11r

S16

Bernd Alois Zimmermann: *Schema von Grund-Zeitverläufen*, in: ders.: »Tratto«, in: Beiheft zu *Bernd Alois Zimmermann. Die Befristeten. Improvisationen. Tratto*, Wergo 60031, 1967, LP, [o. S.], Bsp. 2

S17

Bernd Alois Zimmermann: *Schema für die Koordinierung der ›Korrespondenz-Klänge‹*, in: ders.: »Tratto«, in: Beiheft zu *Bernd Alois Zimmermann. Die Befristeten. Improvisationen. Tratto*, Wergo 60031, 1967, LP, [o. S.], Bsp. 3

S18

Bernd Alois Zimmermann: *Tratto elettronico (Schleifen für Start III)*, Autograph, AdK BAZ 1.67.2r

S19

Bernd Alois Zimmermann: *Schema für die Koordinierung der ›Kreisel-Klänge‹*, in: ders.: »Tratto«, in: Beiheft zu *Bernd Alois Zimmermann. Die Befristeten. Improvisationen. Tratto*, Wergo 60031, 1967, LP, [o. S.], Bsp. 4

Tonbandquellen

M1 [Digitalisat]

Bernd Alois Zimmermann: *Tratto* [Materialband], Tonband, Spuren 1–4, AdK Medienarchiv, Tonbänder BAZ, AVM-31 6178

M2 [Digitalisat]

Bernd Alois Zimmermann: *Tratto* [Spuren 1–2], Stereotonband, AdK Medienarchiv, Tonbänder BAZ, AVM-31 6229

M3 [Digitalisat]

Bernd Alois Zimmermann: *Tratto* [Spuren 3–4] Stereotonband, AdK Medienarchiv, Tonbänder BAZ, AVM-31 6230

M4 [Digitalisat und restaurierte Fassung]

Bernd Alois Zimmermann: *Tratto*, Vierspur-Tonband, Elektronisches Studio der Hochschule für Musik Köln B25, Digitalisat und restaurierte Fassung von Simon Spillner

M6 [Digitalisat]

Bernd Alois Zimmermann: *Tratto* [Stereoabmischung], Tonband, AdK Medienarchiv, Tonbänder BAZ, AVM-31 6179

Leihmaterial

Bernd Alois Zimmermann: *Tratto*, digitales Leihmaterial von Schott Music GmbH, Kanal 1–4

Angaben zur technischen Ausstattung des Elektronischen Studios der Musikhochschule Köln (Zeitraum 1966–1973) [Tabelle 6]

Tabelle 6

Angaben zur technischen Ausstattung des Elektronischen Studios der Musikhochschule Köln für den Zeitraum 1966–1973 mit Bezug auf die Realisation von *Tratto*

Ausstattung / Zeitzeuge	Gerd Rautenbach (für 1966/67)	Marcel Schmidt (für 1973)	Bernd Alois Zimmermann (für 1966/67)
Mischpult und Steckfeld	1 analoges 20-kanaliges Mischpult mit Steckfeld	1 Mono-Mischpult (12-4-1) mit integriertem Tief- und Hochpassmodul sowie ein Steckfeld mit Tuchel-Großklinken	[k. A.]
Generatoren	6 Generatoren (0 bis 20.000 Hz, fließend skalierbar) mit umschaltbarer Wellenform (Sinus, Sägezahn, Rechteck) 1 Rauschgenerator (weißes/rosa Rauschen)	4 Tonfrequenzgeneratoren mit umschaltbarer Wellenform (Sinus, Rechteck, Sägezahn, Dreieck) 1 Schwebungssummer (0 bis 20.000 Hz) 1 Sinustongenerator mit dekadischer Frequenzeinstellung 1 Rauschgenerator 1 Rechteckgenerator mit Zerhackerfunktion	6 Sinustongeneratoren
Modulatoren	3 Ringmodulatoren	[k. A.]	[k. A.]
Bandmaschinen	2 Bandmaschinen (Telefunken M5) 1 Vierspur-Bandmaschine (Telefunken M10)	3 Mono-Tonbandmaschinen (Telefunken M5) 1 Zweikanal-Tonbandmaschine (Telefunken M5) 2 Vierkanal-Tonbandmaschinen (Vollmer)	1 Vierspurmagnetophon
Filter	1 Multibandfilter	1 umschaltbarer Terz-/Oktavbandpass	[k. A.]
Abhöreranlage	Abhör-Anlage O85 – WDR-Monitor ²³¹	Abhörlautsprecher (Aktivmonitore) des Typs Klein & Hummel OY	[k. A.]
Hall	Hallplatte	[k. A.]	[k. A.]
Transponiergerät	kein Tempophon vorhanden	1 Tempophon (Eltro Automation Heidelberg) ²³² mit Adaption an eine Telefunken-M5-Bandmaschine zur Transposition ohne Laufzeitveränderung und zur Laufzeitveränderung ohne Transposition	1 nicht näher bestimmtes Transponiergerät
Bandschleifentechnik	nicht vorhanden	externe variable Bandführungsrollen zur Umsetzung des Wickelsynchronverfahrens und weiterer Bandschleifentechniken	Anwendung von Bandschleifen; keine technischen Einrichtungen zur Manipulation von Bandschleifen

231 Es dürfte sich um die verbreiteten Studiolautsprecher O85 der Firma Telefunken handeln.

232 Siehe zur Geschichte des Tempophons auch Maximilian Haberer: »Das Tempophon – Zur Medienkulturgeschichte eines akustischen Zeitreglers«, in: *Auditive Medienkulturen*, 16.11.2018, <http://www.auditive-medienkulturen.de/2018/11/16/das-tempophon-zur-medienkulturgeschichte-eines-akustischen-zeitreglers>, abgerufen am 12.11.2021.

Tabelle 6

Angaben zur technischen Ausstattung des Elektronischen Studios der Musikhochschule Köln für den Zeitraum 1966–1973 mit Bezug auf die Realisation von *Tratto*

weitere Ausstattung	[k. A.]	Mikrophon-Vorverstärker Aussteuerungsmessverstärker abstimmbarer Anzeigeverstärker ²³³ (bis 150 kHz)	[k. A.]
---------------------	---------	--	---------

Klangphänomene auf dem Kölner *Tratto*-Tonband [Tabellen 7–10]

Die folgenden Tabellen dienen der zeitlichen Verortung der im Text beschriebenen Klangphänomene und beziehen sich auf das Digitalisat des Kölner Vierspur-Magnettonbands. Die Zeitangaben beruhen auf einer spektrographischen Vermessung des Digitalisats mithilfe der Programme *Sonic Visualiser*, *iZotope* und *Audacity* und beziehen nur die bespielten Tonbandteile mit ein. Die Klangverläufe können teilweise nicht mit abschließender Sicherheit voneinander abgegrenzt werden, da Zimmermann die einzelnen Tonbandabschnitte beziehungsweise Klangstrukturen zum Teil sehr eng aneinanderfügte oder auch überlagerte. An anderen Stellen fügte Zimmermann Pausen zwischen den Abschnitten ein, was die Verortung jener Impulsschichten erschwert, die selbst mit einer Pause beginnen beziehungsweise enden. Da bisher keine kritische Edition von *Tratto* vorliegt, die die Komposition etwa auf der Ebene präziser Zeitangaben eindeutig referenzierbar machen würde, verstehen sich die folgenden Angaben als erste Orientierungshilfe und erheben keinen Anspruch auf Exaktheit.

Tabelle 7

Impulsstrecken im Schluss- und Hauptteil

Klangereignisse auf den Tonbandquellen | Idealtypische Rekonstruktion nach den Skizzen

Schlussteil

Spur	Zeitraum	Dauer	Impulsanzahl (Schicht 1: Schicht 2)	Band	Abschnitt	Dauer	Impulsanzahl (Schicht 1: Schicht 2)
1	11'38,5"– 12'06,8"	28,3"	8 : 11	I	b	24"	8 : 11
1	12'06,8"– 12'16,3"	9,5"	10 : 8	I	d	9"	10 : 7
1	12'16,3"– 12'28,9"	12,6"	8 : 16	I	f	12"	11 : 16

233 »Der A.A. hat die Eigenschaft, Frequenzen – Grundtöne wie Teiltöne – von eingespielten Klängen selektiv zu verstärken [...]. Die Verstärkung geschieht durch Rückkopplung, deren Intensität genau einstellbar und regelbar ist. Dazu wirkt der A.A. über und unter dem Rückkopplungsbereich als Filter. Große Bedeutung gewinnt das Gerät bei der Spreizung von Klängen, vor allem bei Sprachklängen. So können die Teiltöne eines Spektrums jeglicher (harmonischer oder unharmonischer) Zusammensetzung nahezu beliebig selektiv verstärkt werden, um später, nach der Synchronisierung, in vollständig neuen Proportionen zu erscheinen. [...] Bei sehr großer bis maximaler Intensitätseinstellung der Rückkopplung ist der A.A. auch als Tongenerator zu verwenden; er produziert dann äußerst scharfe, komprimiert wirkende Klänge [...]« (Herbert Eimert, Hans Ulrich Humpert: Art. »Abstimmbarer Anzeigeverstärker«, in: *Das Lexikon der elektronischen Musik*, S. 3 f., hier S. 3).

1	12'28,9''– 13'12,2''	43,3''	14 : 10	I	e	42''	14 : 10
1	13'12,3''– 13'51,8''	39,5''	9 : 13	I	c	39''	9 : 13
1	13'51,9''– 14'22,6''	31''	7 : 5	I	a	30''	7 : 5
1	14'22,6''– 14'45,5''	22,9''	5 : 8	I	g	24''	11 : 16
2	11'47,2''– 12'16,4'' ²³⁴	29,1''	15 : 16	II	a	29,25''	15 : 16
2	12'16,4''– 12'39,5''	23,1''	ca. 24 : 20 ²³⁵	II	b	23,75''	25 : 20
2	12'39,5''– 13'16,8''	37,3''	16 : 15	II	c	38,25''	16 : 15
2	13'16,8''– 13'25,2''	8,4''	16 : 18	II	d	8,75''	16 : 18
2	13'25,2''– 14'05''	39,8''	ca. 20 : 25	II	e	41''	20 : 30
2	14'05''– 14'16,8''	11,8''	11 : 17	II	f	11,75''	11 : 16
2	14'16,8''– 14'39,4''	22,6''	12 : 10	II	g	23,75''	25 : 20

Hauptteil

1	0'00''–1'35,4''	95,4''	8	α	b	96'' = (24» × 4)	8 : 11
2	0'00''–1'35,2''	95,2''	11				
1	1'35,5''– 2'11,9''	36,4''	10	α	d	36'' = (9» × 4)	10 : 7
2	1'35,2''– 2'10,7''	35,5''	7				
1	2'11,7''– 2'59,3''	47,6''	11	α	f	48'' = (12» × 4)	11 : 16
2	2'10,7''– 2'58,3''	47''	16				
1	2'59,3''–5'48''	168,7''	14	α	e	168'' = (42» × 4)	14 : 10
2	2'58,3''– 5'43,7''	165,5''	10				
1	5'48''–8'22,2''	154,2''	9	α	c	156'' = (39» × 4)	9 : 13
2	5'43,7''– 8'16,4''	152,7''	13				
1	8'22,2''– 10'20,2''	116''	7	α	a	120'' = (30» × 4)	7 : 5
2	8'16,4''– 10'13,2''	116,8''	5				

234 Ab ca. 12'06,5'' wird die Impulsstrecke von einer einsetzenden Schleifen-Schicht klanglich überdeckt.

235 Wegen klanglicher Überlagerung teilweise schwer identifizierbar.

Tabelle 7

Hauptteil							
1	10'20,2''– 11'47,7''	87,5''	7,5–8	α	g	96'' = (24'' × 4)	11 : 16
2	10'13,2''– 11'47,1''	93,9''	11				
4	0'47,5''–2'44''	115,5''	15 : 16	β	a	117'' = (29,25'' × 4)	15 : 16
4	2'42''–4'14,5''	92,5''	24 : 10 ²³⁶	β	b	95'' = (23,75'' × 4)	25 : 20
4	4'14,5''– 6'44,5''	150''	15 : 16 ²³⁷	β	c	153'' = (38,25'' × 4)	16 : 15
4	6'44,3''– 7'18,1''	33,8''	16 : 18	β	d	35'' = (8,75'' × 4)	16 : 18
4	7'18,2''– 9'57,7''	159,5''	20 : 25	β	e	164'' = (41'' × 4)	20 : 30
4	9'57,7''– 10'45,6''	47,9''	11 : 16/17	β	f	47'' = (11,75'' × 4)	11 : 16
4	10'45,2''– 11'47,5''	63''	7 : 9	β	g	95'' = (23,75'' × 4)	25 : 20

Tabelle 8

Statische Frequenzbänder im Schluss- und Hauptteil

Klangereignisse auf den Tonbandquellen

Idealtypische Rekonstruktion nach den Skizzen

Schlussteil

Spur	Zeitraum	Dauer	Band	Abschnitt	Dauer
1	11'35,8''–11'57,8''	22''	I	b	24''
1	11'57,8''–12'07''	9,2''	I	d	9''
1	12'07,1''–12'19,4''	12,3''	I	f	12''
1	12'19,5''–13'02,2''	42,1''	I	e	42''
1	13'02,4''–13'41,1''	39,7''	I	c	39''
1	13'41,3''–14'12,8''	30,5''	I	a	30''
1	14'12,8''–14'45,5''	32,7''	I	g	24''
2	11'47,3''–12'16,1''	28,8''	II	a	29,25''
2	12'16,1''–12'39,3''	22,2''	II	b	23,75''
2	12'39,3''–13'17,1''	37,8''	II	c	38,25''
2	13'17,15''–13'25,9''	8,75''	II	d	8,75''
2	13'25,9''–14'06,1''	40,2''	II	e	41''
2	14'06,1''–14'17,2''	11,1''	II	f	11,75''
2	14'17,2''–14:39,7''	22,5''	II	g	23,5''

236 Es sind nur Reste eines überlagerten 25. Impulses erkennbar.

237 Der 16. Impuls ist durch Bandschnitt leicht verkürzt.

Hauptteil					
1	0'00,7''–1'36''	95,3''	I	b	96'' = (24'' × 4)
2	0'00''–1'35,5''	95,5''	I	b	96'' = (24'' × 4)
1	1'36''–2'11,5''	35,5''	I	d	36'' = (9'' × 4)
2	1'35,5''–2'09,9''	34,4''	I	d	36'' = (9'' × 4)
1	2'11,9''–2'59,4''	47,5''	I	f	48'' = (12'' × 4)
2	2'09,9''–2'58''	48,1''	I	f	48'' = (12'' × 4)
1	2'59,4''–5'48,2''	168,8''	I	e	168'' = (42'' × 4)
2	2'58,1''–5'43,9''	166,8''	I	e	168'' = (42'' × 4)
1	[5'48,2''–8'22,2''] ²³⁸	[156'']	I	c	156'' = (39'' × 4)
2	5'43,5''–8'16,4''	152,9''	I	c	156'' = (39'' × 4)
1	8'22,2''–10'20,6''	118,4''	I	a	120'' = (30'' × 4)
2	8'16,4''–10'13''	116,6''	I	a	120'' = (30'' × 4)
1	[10'20,5''–11'47,5''] ²³⁹	[87'']	I	g	96'' = (24'' × 4)
2	10'12,6''–11'47,1''	94,5''	I	g	96'' = (24'' × 4)

Tabelle 9

Konstanten-Klänge im Schluss- und Hauptteil

Schlussteil

Spur	Typ	Zeitraum	Segmentierung	Dauer
1	1	11'35,5''–11'50,5''	9,6'' (Klang) + 5,4'' (Pause)	15''
1	2	11'50,5''–12'05,6''	9,7'' (Klang) + 5,4'' (Pause)	15,1''
1	1	12'05,6''–12'20,5''	9,6'' (Klang) + 5,3'' (Pause)	14,9''
1	2	12'20,5''–12'35,7''	9,7'' (Klang) + 5,5'' (Pause)	15,2''
1	1	12'35,7''–12'50,7''	9,6'' (Klang) + 5,4'' (Pause)	15''
1	2	12'50,7''–13'05,7''	9,7'' (Klang) + 5,3'' (Pause)	15''
1	1	13'05,7''–13'20,7''	9,7'' (Klang) + 5,3'' (Pause)	15''
1	2	13'20,7''–13'35,7''	9,7'' (Klang) + 5,3'' (Pause)	15''
1	1	13'35,8''–13'50,8''	ca. 9,6'' (Klang) + 5,4'' (Pause)	15''
1	2	13'50,8''–14'06,1''	9,7'' (Klang) + 5,6'' (Pause)	15,3''
1	1	14'06,1''–14'21''	9,6'' (Klang) + 5,3'' (Pause)	14,9''
1	2	14'21''–14'36,3''	9,9'' (Klang) + mindestens 14,7'' (Pause)	9,9'' + Pause bis Stückende

Konstanten auf Spur 2 (mit einer Pause beginnend)

2	1	11'47,2''–12'16,3''	13,5'' (Pause) + 15,6'' (Klang)	29,1''
2	2	12'16,3''–12'39''	6,3'' (Pause) + 16,4'' (Klang)	22,7''
2	1	12'39''–13'13,8''	19,2'' (Pause) + 15,7'' (Klang)	34,9''
2	2	13'13,8''–13'36,9''	6,3'' (Pause) + 16,8'' (Klang)	23,1''
2	1	13'36,9''–14'11,4''	18,6'' (Pause) + 15,9'' (Klang)	34,5''
2	2	14'11,4'' – ca. 14'33''	ca. 6,2'' (Pause) + ca. 15,4'' (Klang)	21,6''

238 Es liegt offenbar kein durchgängiges Frequenzband vor.

239 Es liegt offenbar kein durchgängiges Frequenzband vor.

Tabelle 9

Hauptteil				
3	1	0'00"-0'59,5"	36,9" (Klang) + 22,6" (Pause)	59,5"
3	2	0'59,5"-1'59,7"	37,9" (Klang) + 22,3" (Pause)	60,2"
3	1	1'59,7"-2'59,5"	37,6" (Klang) + 22,2" (Pause)	59,8"
3	2	2'59,5"-3'59,7"	37,7" (Klang) + 22,6" (Pause)	60,3"
3	1	3'59,7"-4'59,4"	36,6" (Klang) + 23,1" (Pause)	59,7"
3	2	4'59,4"-5'59,5"	37,9" (Klang) + 22,2" (Pause)	60,1"
3	1	5'59,5"-6'57,5"	35,7" (Klang) + 22,3" (Pause)	58"
3	2	6'57,5"-7'55,6"	34,5" (Klang) + 23,6" (Pause)	58,1"
3	1	7'55,6" – ca. 8'55,5"	34,9" (Klang) + 25" (Pause)	59,9"
3	2	ca. 8'55,5"-9'55,6"	35,2" (Klang) + 24,9" (Pause)	60,1"
3	1	9'55,6"-10'54,7"	35,6" (Klang) + 23,7" (Pause)	59,3"
3	2	10'54,7" – ca. 11'47,5"	37,7" (Klang) + ca. 15,1" (Pause)	ca. 52,8" (hier erfolgt ein Schnitt)
Konstanten auf Spur 2 (mit einer Pause beginnend)				
4	1	0'00"-1'48,2"	57,6" (Pause) + 50,6" (Klang)	128,2"
4	2	1'48,2"-3'15,3"	40,8" (Pause) + 46,2" (Klang)	97,1"
4	1	3'15,3"-4'45,7"	41" (Pause) + 49,4" (Klang)	90,3"
4	2	4'45,7"-6'10,3"	41" (Pause) + 43,6" (Klang)	84,6"
4	1	6'10,3"-7'37,5"	40,4" (Pause) + 46,8" (Klang)	87,2"
4	2	7'37,5"-9'04,6"	42,2" (Pause) + 44,9" (Klang)	87,1"
4	1	9'04,6"-10'34,9"	39,5" (Pause) + 50,8" (Klang)	91,3"
4	2	10'35"-11'47,5"	37,6" (Pause) + 34,9" (Klang)	ca. 72,5" (hier erfolgt ein Schnitt)

Tabelle 10

Schleifen-Klänge im Schluss- und Hauptteil						
Schlussteil						
Einsatz/ Spur	–	12'29,5"- 12'53,5"	12'53,5"-13'19"	13'19"-13'43"	13'43" – ca. 14'07"	–
1	–	5,33" (Mo- dell 3)	8,2" (Modell 4)	7,5" (Modell 2)	4" (Modell 1) und 7,5" (vermutlich Modell 2)	–
Einsatz/ Spur	12'06,5"- 12'30,5"	–	–	–	–	–
2	7,5" (Mo- dell 2)	–	–	–	–	–
Einsatz/ Spur	12'07"- 12'30,5"	12'30,5"- 12'54,5"	12'54,5"- 13'18,3"	13'18,3" – ca. 13:40" und 13'20,4"-13'42,2"	13'42,2"-14'12"	14'12" – ca. 14'24"
3	7,5" (Mo- dell 2)	4" (Modell 1)	5,33" (Modell 3)	7,5" (Modell 4) und 7,5" (Mo- dell 2)	5,5" Modell 3	7,5" (Modell 4)
Einsatz/ Spur	12'06,8"- 12'37,5"	12'30" – ca. 13'03"	12'54,2" – ca. 13'25"	13'17"-13'48,5"	13'40,8" – ca. 14'36"	14'04" – ca. 14'36"

Hauptteil						
4	7,2'' (Modell 3)	10'' (Modell 4)	ca. 10'' (Modell 2, überdeckt)	5,3'' (vermutlich Modell 3)	10'' (Modell 4), Dauer ca. 55''	7,2'' (Modell 3)
Einsatz/Spur	6'23''-7'11''	7'11''-7'59,5''	7'59,5''-8'47,5'' und ca. 8'07''-8'47,5''	8'47,5''-9'27''	9'27''-10'45,5''	10'45,5''-11'34,7''
1	15'' (Modell 2)	unregelmäßige Klangfolgen	15'' (Modell 2) und 10,7'' (vermutlich Modell 3)	10,6'' (Modell 3)	unregelmäßige Klangfolgen	7,8'' (Modell 1) und 15'' (Modell 4)
Einsatz/Spur	6'23,3''-7'10,6''	7'10,6''-7'58,7''	7'58,7''-8'48,7''	8'47''-9'23,8''	9'23,8''-10'46,8''	10'46,8''-11'36,3''
3	15'' (Modell 2)	10,6'' (Modell 3)	7,9'' (Modell 1)	11,5'' (Modell 4)	unregelmäßige Klangfolgen	15'' (Modell 2)

DOIs zu den hochauflösenden Abbildungen:

Abbildung 3: *Tratto*, Digitalisat des Kölner Tonbands, Spektrogramm des Gesamtverlaufs
<https://doi.org/10.52414/studio10.2023.1.Abb.3>

Abbildung 4: *Tratto*, Digitalisat des Kölner Tonbands, Spektrogramm des Schlussteils
<https://doi.org/10.52414/studio10.2023.1.Abb.4>

Abbildung 8: *Tratto*, Digitalisat des Kölner Tonbands, Spektrogramm des Schlussteils mit Visualisierung der »Ketten« aus den Impulstrecken nach Band I und Band II.
<https://doi.org/10.52414/studio10.2023.1.Abb.8>

Abbildung 10: *Tratto*, Digitalisat des Kölner Tonbands, Spektrogramm mit Visualisierung der Band- α -Impulstrecken auf Spur 1 und 2 im Hauptteil
<https://doi.org/10.52414/studio10.2023.1.Abb.10>

Abbildung 11: *Tratto*, Digitalisat des Kölner Tonbands, Spektrogramm mit Detailausschnitt mehrerer statischer Frequenzbänder auf Spur 1 und 2 im Hauptteil
<https://doi.org/10.52414/studio10.2023.1.Abb.11>

Abbildung 16: *Tratto*, Digitalisat des Kölner Tonbands, Spektrogramm des Schlussteils mit Visualisierung der zwei Typen von Band-I-Konstanten auf Spur 1
<https://doi.org/10.52414/studio10.2023.1.Abb.16>

Abbildung 17: *Tratto*, Digitalisat des Kölner Tonbands, Spektrogramm des Hauptteils mit Visualisierung der zwei Typen von Band-I-Konstanten auf Spur 3
<https://doi.org/10.52414/studio10.2023.1.Abb.17>

Abbildung 21: *Tratto*, Digitalisat des Kölner Tonbands, Spektrogramm des Gesamtverlaufs mit Hervorhebung der Schleifen-Klänge im Haupt- und Schlussteil
<https://doi.org/10.52414/studio10.2023.1.Abb.21>

Abbildung 23: *Tratto*, Digitalisat des Kölner Tonbands, Spektrogramm der Band-III-Strukturen im Mittelteil auf Spur 1 und 3
<https://doi.org/10.52414/studio10.2023.1.Abb.23>

Abbildung 24: Überblicksdarstellung zum musikalischen Verlauf von *Tratto*

<https://doi.org/10.52414/studio10.2023.1.Abb.24>

Abbildung 25: *Tratto*, Digitalisat des Kölner Tonbands, Spektrogramm des Gesamtverlaufs mit Visualisierung wichtiger musikalischen Strukturen

<https://doi.org/10.52414/studio10.2023.1.Abb.25>

Abbildung 33: *Tratto*, Digitalisat des Kölner Tonbands, Spektrogramm des höchsten Tones von Klang I im statischen Frequenzband in Spur 1 des Schlussteils

<https://doi.org/10.52414/studio10.2023.1.Abb.33>

Abbildung 37: *Tratto*, Digitalisat des Kölner Tonbands, spektrographische Darstellung des Schlussklanges (Ausschnitt aus Spur 1)

<https://doi.org/10.52414/studio10.2023.1.Abb.37>

Klangbeispiele zur Verdeutlichung des Schwebungseffektes (Übersicht)

- 1) einzelner, digital erzeugter Sinuston mit der Frequenz 2.464 Hz
<http://mediathek.slub-dresden.de/ton90002804.html>
- 2) zwei Sinustöne mit den Frequenzen 2.464 Hz und $2.464 - 8 = 2.456$ Hz
<http://mediathek.slub-dresden.de/ton90002805.html>
- 3) zwei Sinustöne mit den Frequenzen 2.464 Hz und $2.464 + 11 = 2.475$ Hz
<http://mediathek.slub-dresden.de/ton90002806.html>
- 4) drei Sinustöne mit den Frequenzen 2.456 Hz (Ausgangsfrequenz), 2.464 Hz und 2.475 Hz (Frequenzen aus Gruppe I)
<http://mediathek.slub-dresden.de/ton90002807.html>
- 5) Resynthese von Klang I
<http://mediathek.slub-dresden.de/ton90002808.html>
- 6) Resynthese von Klang I mit Zumischung der Frequenzen aus Gruppe I (-20 dB)
<http://mediathek.slub-dresden.de/ton90002809.html>
- 7) Resynthese von Klang I mit Zumischung der Frequenzen aus Gruppe I (-15 dB)
<http://mediathek.slub-dresden.de/ton90002810.html>
- 8) Resynthese von Klang I mit Zumischung der Frequenzen aus Gruppe I (-10 dB)
<http://mediathek.slub-dresden.de/ton90002811.html>
- 9) Resynthese von Klang I mit Zumischung der Frequenzen aus Gruppe I (-5 dB)
<http://mediathek.slub-dresden.de/ton90002812.html>
- 10) Resynthese von Klang I mit Zumischung der Frequenzen aus Gruppe I (0 dB)
<http://mediathek.slub-dresden.de/ton90002813.html>

Abbildungsverzeichnis

Wenn nicht anders angegeben: © BAZ-GA.

- Abbildung 1 Ersteller: Ole Jana, angelehnt an Abbildung 1a in Utz: »Paradoxien musikalischer Temporalität«, genutzte Software: Lilypond, Gimp.
- Abbildung 2 Ersteller: Ole Jana, angelehnt an Abbildung 1b in Utz: »Paradoxien musikalischer Temporalität«, genutzte Software: Lilypond, Gimp.
- Abbildung 3 Ersteller: Ole Jana, genutzte Software: iZotope.
- Abbildung 4 Ersteller: Ole Jana, genutzte Software: iZotope.
- Abbildung 5 AdK BAZ 1.62.14.1, mit frdl. Genehmigung AdK & Bettina Zimmermann.
- Abbildung 6 genutzte Software: EAnalysis.
- Abbildung 7 AdK BAZ 1.62.14.1, mit frdl. Genehmigung AdK & Bettina Zimmermann.
- Abbildung 8 Ersteller: Felix Marzillier, Ole Jana, genutzte Software: iZotope, Gimp.
- Abbildung 9 Ersteller: Felix Marzillier, Ole Jana, genutzte Software: iZotope, Gimp.
- Abbildung 10 Ersteller: Felix Marzillier, Ole Jana, genutzte Software: iZotope, Gimp.
- Abbildung 11 Ersteller: Felix Marzillier, Ole Jana, genutzte Software: iZotope.
- Abbildung 12 AdK BAZ 1.62.14.1, mit frdl. Genehmigung AdK & Bettina Zimmermann.
- Abbildung 13 AdK BAZ 1.62.14.2, mit frdl. Genehmigung AdK & Bettina Zimmermann.
- Abbildung 14 AdK BAZ 1.62.14.2, mit frdl. Genehmigung AdK & Bettina Zimmermann.
- Abbildung 15 AdK BAZ 1.62.14.1, mit frdl. Genehmigung AdK & Bettina Zimmermann.
- Abbildung 16 Ersteller: Felix Marzillier, Ole Jana, genutzte Software: iZotope, Gimp.
- Abbildung 17 Ersteller: Felix Marzillier, Ole Jana, genutzte Software: iZotope, Gimp.
- Abbildung 18 AdK BAZ 1.67.2, mit frdl. Genehmigung AdK & Bettina Zimmermann.
- Abbildung 19 Zeichnung: © Werner Scholz, mit frdl. Genehmigung.
- Abbildung 20 Ersteller: Felix Marzillier, genutzte Software: EAnalysis.
- Abbildung 21 Ersteller: Felix Marzillier, Ole Jana, genutzte Software: iZotope, Gimp.
- Abbildung 22 AdK BAZ 1.62.14.1, mit frdl. Genehmigung AdK & Bettina Zimmermann.
- Abbildung 23 Ersteller: Felix Marzillier, Ole Jana, genutzte Software: iZotope.
- Abbildung 24 Ersteller: Felix Marzillier, Ole Jana, genutzte Software: Gimp.
- Abbildung 25 Ersteller: Felix Marzillier, Ole Jana, genutzte Software: iZotope, Gimp.
- Abbildung 26 AdK BAZ 1.62.14.2, mit frdl. Genehmigung AdK & Bettina Zimmermann.
- Abbildung 27 Ersteller: Ole Jana, angelehnt an Abbildung 1b in Utz: »Paradoxien musikalischer Temporalität«, genutzte Software: Lilypond, Gimp.
- Abbildung 28 Ersteller: Ole Jana, genutzte Software: Gimp.
- Abbildung 29 AdK BAZ 1.62.14.2, mit frdl. Genehmigung AdK & Bettina Zimmermann.
- Abbildung 30 AdK BAZ 1.62.52.16, mit frdl. Genehmigung AdK & Bettina Zimmermann.
- Abbildung 31 Ersteller: Ole Jana, genutzte Software: Gimp.
- Abbildung 32 AdK BAZ 1.62.16, mit frdl. Genehmigung AdK & Bettina Zimmermann.
- Abbildung 33 Ersteller: Ole Jana, genutzte Software: iZotope.
- Abbildung 34 Ersteller: Ole Jana, genutzte Software: Lilypond, Gimp.
- Abbildung 35 Ersteller: Ole Jana, genutzte Software: Gimp.
- Abbildung 36 Ersteller: Ole Jana, genutzte Software: Lilypond, Gimp.
- Abbildung 37 Ersteller: Ole Jana, genutzte Software: iZotope.
- Abbildung 38 Ersteller: Ole Jana, genutzte Software: Lilypond, Gimp.
- Abbildung 39 AdK BAZ 1.62.11.5, mit frdl. Genehmigung AdK & Bettina Zimmermann.
- Abbildung 40 AdK BAZ 1.68.56, mit frdl. Genehmigung AdK & Bettina Zimmermann, genutzte Software: Gimp.
- Abbildung 41 AdK BAZ 1.68.56, mit frdl. Genehmigung AdK & Bettina Zimmermann.