

KRÄFTESPIEL

Zur Dissymmetrie von Schall und Wahrnehmung

Klangsynthese

Die neuen Abenteuer des Hörens beginnen in den Laboratorien des 19. Jahrhunderts. Man entdeckt eine rätselhafte Ungleichheit zwischen dem Schall und seiner Wahrnehmung: Es gibt im Schall, der ans Ohr trifft, eine gewisse Ordnung, die mit der Ordnung, die der Hörer darin entziffert, zwar korrespondiert, aber nicht übereinstimmt. Das Ohr stützt sich nur auf einen geringen Anteil dessen, was eine physikalische Analyse des Schalls zu unterscheiden vermag: Weder gelangt man von den Gesetzen der Akustik zu den gehörten Phänomenen, noch erschließt das Gehörte die Physik des Schalls.

Diese Dissymmetrie von Schall und Wahrnehmung erweckt die Musiktheorie aus dem Traum, dass die Regeln der Musik aus Naturgesetzen abzuleiten seien. Seit Pythagoras war die Harmonielehre im Ton verankert: Wie die Töne in der Harmonie zusammengesetzt werden, ist durch die Zusammensetzung des Tons selbst vorgegeben. Marin Mersenne fand heraus, dass eine schwingende Saite «mindestens fünf verschiedene Töne zur gleichen Zeit» erzeugt.¹ Joseph Sauveur unternahm eine systematische Erforschung der mitschwingenden Töne, die er als *sons harmoniques* bezeichnete.² Und Jean-Philippe Rameau entdeckte eine natürliche Ordnung der Töne, die von der Wahrnehmung unabhängig war. «Der erste Ton», schreibt er, «der auf mein Ohr traf, war eine Erleuchtung. Ich wurde plötzlich gewahr, dass er nicht eins war oder dass der Eindruck, den er auf mich machte, ein zusammengesetzter war. Das ist, sagte ich mir sogleich, der Unterschied zwischen Geräusch und Ton. Alles, was auf mein Ohr den Eindruck der Einheit und Einfachheit macht, lässt mich ein Geräusch hören; alles, was auf mich den Eindruck macht, aus mehreren Elementen zusammengesetzt zu sein, lässt mich einen Ton hören.»³ Rameau unterschied zwischen dem Grundton und dessen *sons harmoniques*⁴ und begründete, gestützt auf die Untersuchungen von Sauveur, aus der Zusammensetzung des Tons eine Harmonielehre: Der Dreiklang, der deren Grundlage bildet, sei auch in jedem Ton, und zwar in der Intervallfolge seiner *sons harmoniques* zu finden.

¹ Marin Mersenne, *Harmonie universelle, contenant la théorie et la pratique de la musique*, 3 Bde., Paris 1636–1637, hg. von François Lesure, Paris (Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique) 1986, Bd. 3, 208: «du moins cinq sons differens en mesme temps, dont le premier est le son naturel de la chorde, qui sert de fondement aux autres, & auquel on a seulement esgard pour le chant & pour les parties de la Musique, d'autant que les autres sont si foibles qu'il n'y a que les meilleures oreilles qui les entendent aysément.»

² Zur Akustik der frühen Neuzeit vgl. Sigalia Dostrovsky, John T. Cannon, Entstehung der musikalischen Akustik (1600–1750), in: Frieder Zaminer (Hg.), *Geschichte der Musiktheorie*. Bd. 6: Hören, Messen und Rechnen in der frühen Neuzeit, Darmstadt (Wissenschaftliche Buchgesellschaft) 1987, 7–79.

Im 19. Jahrhundert unterbricht die Erforschung der Wahrnehmung den Zirkel von Physik und Harmonielehre und vereitelt den unmittelbaren Schluss von einer Natur des Schalls auf die Natürlichkeit des Tonsystems. Ausschlaggebend für die Entdeckung der Dissymmetrie von Schall und Wahrnehmung ist ein Experiment, das Hermann von Helmholtz durchführt. Die Akustik hatte die Gesetze schwingender Körper an den Schallerzeugern der Musik gefunden. Die Hörphysiologie löst nun die Forschung ein Stück weit von den Klängen der Musikinstrumente ab und erfindet eigens Apparate, deren Klänge vollständig determiniert sind. Helmholtz erzeugt im Labor einen Klang, der hörbar und exakt definiert ist: Der Sinuston ist ein Schall, der mit einer einzigen Frequenz schwingt. Er ist ohne Ursprung und Genese. Welcher Schallerzeuger ihn hervorbringt, ist gleichgültig: Die Schallquelle teilt sich ihm nicht mit, und seine Hervorbringung haftet ihm nicht an.⁵

Das Ohr kann im Schall gewisse Bestandteile und Eigenschaften unterscheiden. Der Sinuston ist zwar selbst hörbar, und mehrere Sinustöne können zu einem Klang überlagert werden. Aber die Wahrnehmung kann in diesem aus Sinustönen zusammengesetzten Schall nicht mehr die einzelnen Bestandteile erkennen, die zu einem Phänomen von neuer Qualität verschmelzen. Im Syntheseexperiment tritt hervor, was für die Überlagerung von Schallschwingungen allgemein gilt, aber zumeist nicht bemerkt wird. Das Hören analysiert nämlich nicht die Schallquellen selbst, sondern die Schwingungen des Mediums, und hat nur gelernt, auf die Schallquellen, deren Beschaffenheit und Eigenschaften zu schließen. Weil aber Schall, der aus Sinustönen additiv zusammengesetzt wird, als ein willkürlich erzeugter, identisch reproduzierbarer und berechenbarer Gegenstand gilt, der in allen seinen Eigenschaften bekannt ist, eignet er sich besonders gut dazu, die Gesetzmäßigkeiten des Hörens zu erforschen. Seine Berechnung stützt sich auf ein mathematisches Theorem, das Jean-Baptiste Joseph Fourier aufgestellt hat und das besagt, dass sich alle periodischen Schwingungen aus sinusförmigen Komponenten zusammensetzen, deren Frequenzen in ganzzahligen Verhältnissen stehen. Der Ton kann, weil er eine periodische Schwingung ist, in sinusförmige Schwingungen zerlegt werden. Und umgekehrt können sinusförmige Schwingungen zu Tönen zusammengesetzt werden.

Im Experiment von Helmholtz werden die Sinustöne mittels Stimmgabeln erzeugt, die nicht angeschlagen, sondern von einem Elektromagneten in Schwingung versetzt werden.⁶ Kein Anschlaggeräusch ist zu hören. Der Ton endet abrupt, wenn der Strom für den Elektromagneten abgeschaltet wird. Die Sinustöne überlagern sich zu Klängen, in denen der Hörer die gesungenen Vokale A, O und U erkennt. Man hört in den überlagerten Sinustönen also ein neuartiges Objekt: Während Rameau im Ton stets mehrere Töne hörte, können im Resultat der Klangsynthese keine Vielheiten mehr unterschieden werden. Die Sinustöne verschmelzen im gehörten Klang, der ein Vokal ist; im Klang des Vokals A sind nicht auch noch der Vokal O oder U zu hören. Und in

³ Jean-Philippe Rameau, *Démonstration du Principe de l'Harmonie, Servant de base à tout l'Art Musical théorique et pratique*, Paris (Durand & Pissot) 1750, 12: «Le premier son qui frappa mon oreille fut un trait de lumière. Je m'aperçus tout d'un coup qu'il n'étoit pas un, ou que l'impression qu'il faisoit sur moi étoit composée; voilà, me dis-je sur le champ, la différence du bruit et du son. Toute cause qui produit sur mon oreille une impression une et simple, me fait entendre du bruit; toute cause qui produit sur mon oreille une impression composée de plusieurs autres, me fait entendre du son.»

⁴ Rameau, *Démonstration*, 12 f.: «J'appellai le son primitif, ou générateur, son fondamental, ses concomitans sons harmoniques, et j'eus trois choses très-distinguées dans la nature, indépendantes de mon organe, et très-sensiblement différentes pour lui; du bruit, des sons fondamentaux, et des sons harmoniques.»

⁵ Vgl. Hermann von Helmholtz, *Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik*, Braunschweig (Vieweg) 1863, 120.

⁶ Zur Stimmgabel vgl. Myles W. Jackson, *Harmonious Triads. Physicists, Musicians, and Instrument Makers in Nineteenth-Century Germany*, Cambridge, Mass., London (MIT Press) 2006.

den aus Sinustönen synthetisierten Klängen können weder die Tonhöhen noch die Stärken, noch die Herkunftsorte der Komponenten unterschieden werden. Der synthetisierte Klang besitzt eine einzige Tonhöhe und scheint von einer einzigen Quelle her zu stammen. Das Hören führt ebenso wenig eine Umkehrung der Schallanalyse nach Fourier durch, wie die Wirkungsweise des Ohrs in einer Anwendung von Gesetzen der Mechanik besteht. Zwischen Physik und Wahrnehmung treten physiologische Prozesse, die dem Hören ihre Eigentümlichkeiten aufprägen und die sich nicht aus den Gesetzen der Wellenbewegungen im Medium der Luft erklären.

Die Synthese von Schall aus Sinustönen führt auf einen neuen Begriff der Materialität des Schalls, der zunächst unter der Sammelbezeichnung *Klangfarbe* gefasst wird. Insofern der synthetische Schall eine Klangfarbe besitzt, ist sie auch berechenbar. In der älteren Definition war die Klangfarbe eine Residualkategorie, die alles umfasste, was nicht als Tonhöhe oder Lautstärke bestimmt und symbolisch codiert werden konnte. Die neue Definition verwandelt die Klangfarbe in eine Problemstellung, die zwei Schauseiten besitzt. Einerseits können Klangfarben in einer mathematischen Formel angeschrieben und neue, noch unbekannte Klangfarben hergestellt werden. Andererseits ist eine Klangfarbe ein gehörter Unterschied. Sowohl in der Physik als auch in der Musik werden nunmehr einfache Töne von zusammengesetzten Klängen unterschieden: Die Physik grenzt einfache von komplexen Schwingungsformen ab; die Musik unterscheidet einfache von zusammengesetzten Wahrnehmungen. Die Klangfarbe ist jedoch weder nur eine Eigenschaft des physikalischen Klangs noch des musikalischen Tons. Sie gehört weder der Einheit des Tons noch der Vielheit seiner Komponenten an, sondern sie ist eine Differenz unter Differenzen. Die Klangfarben der Vokale wiederum können zwar durch die Addition von bestimmten Sinustönen erzeugt werden. Aber die Unterscheidung von Vokalen erschöpft sich nicht in der Beschreibung ihrer Klangfarben bzw. Komponenten. Denn die Vokale sind Teil eines systemischen Zusammenhangs, der seine Voraussetzungen in der Akustik hat, diese aber überschreitet und tief in die Kulturgeschichte der Sprache hineinreicht. Das Experiment von Helmholtz fragt also nicht nach der Entstehung, sondern nach der Unterscheidbarkeit von Klängen und mithin der Dissymmetrie zweier heterogener Ordnungen, die inkomensurabel und nicht ineinander übersetzbar sind.

Klangfarben

Die Klangfarbe war lange Zeit kein Gegenstand der Musiktheorie. Sie wurde als eine tertiäre Eigenschaft auf die Tonhöhen und Dauern aufgesattelt und galt als Beiwerk zur Tonalität, die wie die Farbe zu einer Zeichnung hinzukommt. «In der Malerei, Bildhauerkunst, ja in allen bildenden Künsten, in der Baukunst, Gartenkunst, sofern sie schöne Künste sind», so erklärte Immanuel Kant, «ist die *Zeichnung* das Wesentliche, in welcher nicht, was in der Empfindung

vergnügt, sondern bloß, was durch seine Form gefällt, den Grund aller Anlage für den Geschmack ausmacht. Die Farben, welche den Abriss illuminieren, gehören zum Reiz; den Gegenstand an sich können sie zwar für die Empfindung belebt, aber nicht anschauungswürdig und schön machen: vielmehr werden sie durch das, was die schöne Form erfordert, mehrenteils gar sehr eingeschränkt, und selbst da, wo der Reiz zugelassen wurde, durch die erstere allein veredelt.»⁷

Wer um 1900 komponiert, schreibt seine Musik nach Regeln tonaler Komposition, die von den Klangfarben absehen. Der Komponist, der die Klangfarben eines Stücks festlegt, führt nachträglich eine handwerkliche Bearbeitung aus, so als ob er eine Zeichnung kolorierte. Nachdem der Komponist ein stimmiges Gerüst von Tonhöhen unter Beachtung der Regeln von Harmonielehre und Kontrapunkt erstellt hat, kann er die Stimmen auf die Instrumente eines Orchesters verteilen. Die Instrumentationslehren geben Anleitung, wie die akustischen Eigenschaften der Instrumente einzusetzen sind.⁸ So lassen bestimmte Instrumente die Hauptstimmen prägnant hervortreten, andere füllen den Klang auf oder verleihen ihm ein harmonisches Fundament. Ziel ist ein homogener Gesamtklang, der auf die satztechnischen Funktionen hin durchhörbar bleibt. Und weil die Verhältnisse zwischen Tonhöhen, nicht aber die Klangfarben für die Musik wesentlich sind, kann eine Komposition für andere Besetzungen bearbeitet und die vorgesehene Klangfarbe durch andere substituiert werden.

Arnold Schönberg gibt am Schluss seiner *Harmonielehre*, die 1911 erscheint, einen Ausblick auf Kompositionsregeln, die auch die Klangfarben einbeziehen: «Ich kann den Unterschied zwischen Klangfarbe und Klanghöhe, wie er gewöhnlich ausgedrückt wird, nicht so unbedingt zugeben. Ich finde, der Ton macht sich bemerkbar durch die Klangfarbe, deren eine Dimension die Klanghöhe ist. Die Klangfarbe ist also das große Gebiet, ein Bezirk davon die Klanghöhe. Die Klanghöhe ist nichts anderes als Klangfarbe, gemessen in einer Richtung.»⁹ Schönberg begreift die Tonhöhe als Funktion der Klangfarbe. Seine Bestimmung kehrt die traditionelle Hierarchie um: Nicht die Klangfarbe tritt zum Ton hinzu, sondern die Tonhöhe ist eine Eigenschaft der Klangfarbe, die willkürlich als ein Parameter des Schalls isoliert werden kann. Die Tonhöhe, die einst als unabhängig von anderen Parametern galt, ist mit ihnen auf unbekannte Weise korreliert: Sie ist nicht immer und nicht immer deutlich von der Klangfarbe getrennt. Die klassischen Kompositionslehren regelten folglich nur einen Sonderfall der Klangfarbe. Zukünftige Kompositionen werden hingegen aus Klangfarben auch «solche Folgen» herstellen, «deren Beziehung untereinander mit einer Art Logik wirkt, ganz äquivalent jener Logik, die uns bei der Melodie der Klanghöhen genügt».¹⁰

Der Begriff der *Klangfarbenmelodie*¹¹, den Schönberg einführt, bezeichnet mehr als nur eine Tautologie, die den Wechsel der Tonhöhe als Melodie und den Wechsel der Klangfarbe als Klangfarbenmelodie definierte. Schönberg be-

⁷ Immanuel Kant, *Kritik der Urteilskraft*, unveränderter Nachdruck der 6. Aufl. von 1924, Hamburg (Felix Meiner) 1974 (Philosophische Bibliothek, 39a), 64f.

⁸ Vgl. *Instrumentationslehre von Hector Berlioz*, erg. und erw. von Richard Strauss, Leipzig (Peters) 1902; Nikolai Rimsky-Korsakow, *Grundlagen der Orchestration mit Notenbeispielen aus eigenen Werken*, 2 Bde., ins Dt. übersetzt von Alexander Elukhen, Berlin, Moskau, Leipzig, New York (Russischer Musikverlag) 1922.

⁹ Arnold Schönberg, *Harmonielehre*, Wien (Universal Edition) 1922, 503.

¹⁰ Ebd., 503.

¹¹ Ebd., 504.

12 Ebd., 503f.

13 Ebd., 504. Vgl. Rainer Schmusch, Klangfarbenmelodie, in: Hans Heinrich Eggebrecht (Hg.), *Terminologie der Musik im 20. Jahrhundert*, Stuttgart (Franz Steiner) 1995, (Handwörterbuch der musikalischen Terminologie; Sonderband 1), 221–234; Arnold Schönberg, *Sämtliche Werke. Abteilung IV: Reihe A*, Bd. 12: *Orchesterwerke I: Fünf Orchesterstücke* op. 16, Mainz, Wien (B. Schott's Söhne, Universal Edition) 1980, 1–69.

14 Schönberg hält im Tagebuch 1912 als Titel des Stücks Akkordfärbungen fest; in der revidierten Partitur von 1922 heißt es *Farben* (*Sommernorgen am See*); vgl. hierzu Nikos Kokkinis, *Zur Werkgeschichte*, in: Arnold Schönberg, *Sämtliche Werke. Abteilung IV: Reihe B*, Bd. 12: *Orchesterwerke I. Kritischer Bericht*, hg. von Nikos Kokkinis, Mainz, Wien (B. Schott's Söhne, Universal Edition) 1984, XIII–XV.

15 Theodor W. Adorno, *Neunzehn Beiträge über neue Musik*, in: ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 18: *Musikalische Schriften V*, hg. von Rolf Tiedemann u. a., Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1984, 57–87, hier 59. Vgl. auch H. H. Stuckenschmidt, *Schönberg. Leben, Umwelt, Werk*, München, Mainz (Piper, Schott) 1989, 110; Charles Rosen, *Arnold Schoenberg*, Chicago (University of Chicago Press) 1996, 47.

16 Adorno, *Neunzehn Beiträge*, 59.

17 Hartmut Kinzler, *Atonalität*, in: Hans Heinrich Eggebrecht (Hg.), *Terminologie der Musik im 20. Jahrhundert*, Stuttgart (Franz Steiner) 1995, (Handwörterbuch der musikalischen Terminologie; Sonderband 1), 44–76.

18 Vgl. Anton Webern, *Der Weg zur Komposition in zwölf Tönen*, in: ders., *Der Weg zur Neuen Musik*. 2 x 8 Vorträge, hg. von Willy Reich, Wien (Universal Edition) 1960, 45–61. Schönberg habe sich über die Bezeichnung «Atonalität» lustig gemacht, erzählt Anton Webern, «denn «atonal» bedeutet «ohne Töne»» (45).

19 Siehe Pierre Boulez, *Points de repères*, 3 Bde., Paris (Christian Bourgois) 1995–2005.

20 Pierre Boulez, *Leitlinien. Gedankengänge eines Komponisten*, Kassel, Stuttgart, Weimar (Bärenreiter, Metzler) 2000, 403f.

stimmt die Melodie als einen «Zusammenhang», der «eine gedankenähnliche Wirkung hervorruft»¹², und er spart jede Erklärung aus, welcher Mechanismus überhaupt Tonfolgen in Melodien verwandelt: Voraussetzung für die Entstehung einer Klangfarbenmelodie ist, dass die äußere Form des tonalen Zusammenhangs wegfällt. Dann kommt ein Formprozess in Gang, in dem die Kräfte, die in der Materialität der Klänge stecken, mit den Gesetzmäßigkeiten der Wahrnehmung zusammenwirken.

In Schönbergs Orchesterstück op. 16, Nr. 3 (1909) geht die Klangfarbenmelodie aus einer Synthese von Instrumentalklängen hervor.¹³ Das Stück, das den Titel *Farben*¹⁴ trägt, ist nicht in Harmonik und Klangfarbe auseinanderzulegen: Es gelingt Schönberg, «die Instrumentation als integralen, konstruktiven Faktor des Komponierens selber zu behandeln und nicht als Akzidenz der Komposition äußerlich hinzuzufügen».¹⁵ Man hört in dem Orchesterstück eine «unablässig wechselnde Instrumentation eines bestimmten Akkordkomplexes».¹⁶ Die Harmonik löst sich vom Bezugsschema der Tonart, streift das Regelwerk der Tonalität ab und wird atonal.¹⁷

Schönberg diskutiert in seiner *Harmonielehre* zwar die gleichen harmonischen Vorgänge wie die Harmonielehren des 19. Jahrhunderts. Und Grundlage der Harmonie ist weiterhin der Ton und seine Zusammensetzung. Die traditionelle Harmonielehre zielte aber auf eine Klassifizierung von Klängen, die von der konkreten Umgebung, in der sie erklingen, unabhängig war. Obwohl es in atonaler Musik immer noch Töne und Tonhöhen gibt,¹⁸ wird das Hören auf sich selbst und seine Erfahrung zurückgeworfen, weil keine systematischen Beziehungen mehr zwischen den Tonhöhen bestehen. Die «Anhaltspunkte»¹⁹, die das Hören in den Tonhöhen findet, verschwimmen: Die atonale Musik entzieht sich einer Hörgewohnheit, die im Gesamtklang den symbolischen Code der Tonalität entziffert. In der Regel kann ein Hörer nämlich die akustischen Merkmale eines Klangs so weit abschatten, dass sie in den symbolischen Code eingekapselt bleiben. Wenn der Klang von Instrumenten deren Tonhöhe klar erkennen lässt, sind darin unschwer die Symbole zu decodieren. Umgekehrt springen die akustischen Merkmale hervor, wenn der Anhaltspunkt der Tonhöhe fehlt. So erlauben Instrumentalklänge, die keine oder nur schwach ausgeprägte Tonhöhen besitzen, auch keine klare Einordnung in die Tonalität.

Man hört in *Farben* nicht so sehr einen Akkord, der auch Klang ist, als vielmehr einen Klang, der auch Akkord ist.²⁰ Zwar wechseln die Instrumente und Tonhöhen allmählich, doch stellt sich weder eine Melodie ein, noch wird eine harmonische Fortschreitung erkennbar. Harmonische und melodische Bewegung sind stillgestellt. Das Stück bildet eine Klangmasse aus, die den Zeitlauf verlangsamt. Obwohl die Klänge, die zu hören sind, in der Harmonielehre als dissonant gelten, bringen sie keinen Spannungseffekt hervor. Stattdessen schimmern im Inneren der Klänge Interferenzen, weil die Töne dichter aneinander anlagern, als die Harmonielehre es vorsieht. Die Interferenzen entfalten eine eigene, spezifische und konkrete Wirkung: Sie halten den Gesamtklang in der

Schwebe, und weder stellt sich der homogene Orchesterklang tonaler Musik ein, noch kippt der Klang ins Geräuschhafte um. Das Material der Töne verschwindet nicht in Tonverhältnissen, sondern es verschmilzt zur Klangfarbe.

Der spezifische Klang, der hier entsteht, stellt eine andere Art von Verschmelzung her, als sie die traditionelle Harmonielehre vorsieht. Schönberg verteilt zum einen die Töne dergestalt auf die Instrumente, dass ihr Klang nicht mehr auf die Satzfunktion der Stimme zurückgeführt werden kann: Alle Instrumente spielen Einzeltöne von gleicher Dauer und pausieren, bevor sie zum nächsten Ton übergehen. Weil diese Töne einander überlagern, entsteht ein Kontinuum, aus dem zunächst kein einzelner Instrumentalklang herausragt. Zum anderen wird jeder Ansatz zu einer Individuierung unterdrückt. Es heißt hierzu in der Partitur: «Der Wechsel der Akkorde hat so sacht zu geschehen, daß gar keine Betonung der einsetzenden Instrumente sich bemerkbar macht, so daß er lediglich durch die andere Farbe auffällt.»²¹ Die Partituranweisung fordert dazu auf, das Filetstück aus dem Ton herauszuschneiden, in dem der Klang eine stabile Tonhöhe besitzt und eine konstante Lautstärke beibehält. Die Töne, deren Einschwingvorgang abgeschattet ist, weil das Ansatzgeräusch minimiert und sein verbleibender Rest in der Überlagerung versteckt wird, sind das Material für eine Klangsynthese, die allerdings nicht mit Sinustönen, sondern mit herkömmlichen Instrumenten durchgeführt wird. Die Schwingungen, welche die Klangfarben der einzelnen Instrumente konstituieren, gehen eine unmittelbare Verbindung mit den Schwingungen der anderen Instrumente ein. Nur vereinzelt lösen sich aus dem Klangmagma artikulierte Prozesse heraus, und es blitzen motivähnliche Konstellationen auf, die Ereignischarakter gewinnen: Jetzt sind individuelle Töne mit eigenständiger Klangfärbung zu hören.²²

«Es ist nicht Aufgabe des Dirigenten», erläutert Schönberg in der Partitur, «einzelne ihm (thematisch) wichtig scheinende Stimmen in diesem Stück zum Hervortreten aufzufordern oder scheinbar unausgeglichen klingende Mischungen abzutönen. Wo eine Stimme mehr hervortreten soll als die anderen, ist sie entsprechend instrumentiert und die Klänge wollen nicht abgetönt werden. Dagegen ist es seine Aufgabe, darüber zu wachen, daß jedes Instrument genau den Stärkegrad spielt, der vorgeschrieben ist; genau (subjektiv) seinem Instrument entsprechend und nicht (objektiv) sich dem Gesamtklang unterordnend.»²³ Die Instrumentalklänge werden wie die Teiltöne im Syntheseeperiment behandelt, das Helmholtz mit Sinustönen durchführt. Jedoch wird ihre satztechnische Eigenständigkeit als Stimme unterdrückt, und zwar sowohl durch Entindividualisierung als auch durch Vereinzeln der Töne. Insofern die Instrumentalklänge eben nicht als eigenständige Schallquellen auftreten, gelingt ihre Synthese zu einem neuen Klang.

Schönberg entdeckt, dass es im Ton ein differenzielles Spiel von Kräften gibt. Was die Musiktheorie als Form bezeichnet, ist eine Organisation von Kräften, die in der Materialität selbst stecken. Jeder Ton unterliegt physikalischen Bedingungen, gegen die er sich zugleich behaupten muss. Die Schallerzeuger in

²¹ Schönberg, *Fünf Orchesterstücke* op. 16, 35.

²² Das Motiv der Klarinette, das aus mehreren, rhythmisch herausgehobenen Tönen besteht, hat Schönberg auch als «jumping fish motive» bezeichnet. Vgl. Jonathan Cross, *Fünf Orchesterstücke* op. 16, in: Gerold W. Gruber (Hg.), *Arnold Schönberg. Interpretationen seiner Werke*, Laaber (Laaber Verlag) 2002, 216–228, 219f.

²³ Schönberg, *Fünf Orchesterstücke* op. 16, 35.

den Musikinstrumenten sind in der Regel durch ihren Bau auf einen Grundton gestimmt. So befindet sich zum Beispiel in Holz- und Blechblasinstrumenten als Schallerzeuger eine Luftsäule, deren Länge den Grundton festlegt. Wenn eine andere Tonhöhe erzeugt werden soll, bestehen zwei Möglichkeiten: Es muss entweder die Luftsäule in eine raschere Schwingung versetzt werden; dann ist eine Oberschwingung der Luftsäule als eigenständiger Ton zu hören. Oder aber die Länge der Luftsäule muss durch das Abgreifen der Schalllöcher bei den Holzblasinstrumenten verkürzt bzw. durch das Zuschalten weiterer Windungen bei den Ventilhörnern und Ventiltrompeten oder das Schieben des Zugs bei der Posaune verlängert werden, damit andere Grund- und Oberschwingungen zur Verfügung stehen. Im Grundton ist – vergleichbar mit der Schwerkraft – eine Kraft vorhanden, die vom Dispositiv des Instruments vorgegeben ist. Wenn ein Instrument wie das Horn durch schnellere Schwingungen der Luftsäule einen neuen Ton erzeugt, dann wirkt der Kraft eine zweite Kraft entgegen. Das Kräftespiel im Ton ist, wie Schönberg formuliert, «so zu denken, wie die Kraft eines Menschen, der sich an einem Balken anhält und dadurch mit seiner Körperkraft der Schwerkraft entgegenwirkt. Er zieht ebenso und in der gleichen Richtung an dem Balken, wie die Schwerkraft an ihm. Aber die Wirkung ist die, daß seine Kraft der Schwerkraft entgegenarbeitet, und das berechtigt, die beiden Kräfte als entgegengesetzt wirkend darzustellen».²⁴ So wie die Schwerkraft ein universales Phänomen ist, das Gegenkraft und Kräftespiel hervorruft, so herrscht auch im Innern des Tons ein Kräftespiel. Die Komposition legt innerhalb bestimmter Grenzen fest, wie ein Ton hervorgebracht werden muss: Solange sie dem System der Tonalität unterstellt ist, kann das Kräftespiel im Ton von der symbolischen Ordnung maskiert werden. Die Wahrnehmung des Tons abstrahiert von seiner Materialität und hört die Akkorde und Tonfolgen als Relationen zwischen Symbolen. Wenn die Tonalität wegfällt, entscheidet die Hervorbringung des Tons darüber, ob das Kräftespiel entfesselt wird und ob es auf seine Umgebung überspringt. Die atonale Musik ist mit klassischen Begriffspaaren wie Form und Inhalt oder Stimme und Instrumentation nicht mehr zu fassen. Die Formnahme ist keinem Material mehr vorgängig, und es gibt kein hierarchisches Verhältnis, in dem die Form über dem Material steht. Zwischen dem Material der Töne und der Form findet ein Prozess statt, der beiden gemeinsam ist und auf demselben Existenzniveau geschieht.

Kräfte hören

Die Musik kann «Kräfte hörbar machen, die durch sich selbst nicht hörbar sind».²⁵ Die Kräfte bleiben unhörbar, wenn es keine Konstellation von Schall und Wahrnehmung gibt, die sie entfesselt. Statt mit einer Wahrnehmung von Kräften ist dann das Hören damit beschäftigt, das sinnlich Gegebene zu rekonstruieren und im Schall eine tonale Ordnung zu entziffern. Oder es stößt in der Musik auf seine eigene Verankerung im Körper, der festlegt, wie Rhythmen

²⁴ Schönberg, *Harmonielehre*, 20.

²⁵ Vgl. Gilles Deleuze, *Kräfte hörbar machen, die durch sich selbst nicht hörbar sind*, in: ders., *Schizophrenie und Gesellschaft. Texte und Gespräche von 1975 bis 1995*, hg. von David Lapoujade, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2005, 148–152.

wahrgenommen werden. Oder es etabliert ein hierarchisches Verhältnis von musikalischer Form und Klangprozess. Das Hören schüttet dann die Dissymmetrie von Schall und Wahrnehmung zu und verschließt sich der Möglichkeit, das Kräftespiel überhaupt zu bemerken. Allerdings bedarf es zu dessen Wahrnehmung einer Musik, die nicht von vornherein auf das Wiedererkennen von Tonalität, rhythmischen Mustern und musikalischen Formen abzielt.

Schönberg hat mit herkömmlichen Instrumenten einen Schall synthetisiert, der durch Tonhöhen, Zeitmaß und einen Formprozess organisiert ist und dennoch ein Kräftespiel hörbar macht. Die Komponisten des sogenannten Spektralismus, der in den 1970er Jahren in Frankreich entsteht, erneuern Schönbergs Verfahren der Klangsynthese auf Grundlage der modernen Schallanalyse.²⁶ Gérard Grisey, Tristan Murail, Hugues Dufourt und Michaël Levinas finden den Ausgangspunkt ihrer Kompositionen im Schalllabor. Sie entdecken, dass in einem Klang in nuce eine musikalische Form steckt, die der Komponist herauspräparieren kann. Keimzelle eines Stücks ist ein Klang, der mit einem Sonagraph analysiert und in der Komposition einer Transformation unterzogen wird. Auch wenn der Ausgangsklang hierbei vollständig verändert wird, bleiben Aspekte seines Verlaufs und seiner Zusammensetzung erhalten. Grisey verwendet in seinem Stück *Partiels* (1975) als Erster dieses Verfahren, das als instrumentale Synthese bezeichnet wird.²⁷

In den 1940er Jahren wird in den Bell Laboratories das Sonagramm entwickelt, das zur Visualisierung von Schall dient.²⁸ Es soll einem grundlegenden Widerspruch Rechnung tragen, der in den physikalischen Repräsentationen des Schalls auftritt: Die Schallanalyse konnte zuvor entweder nur den Zeitverlauf oder nur die Frequenzzusammensetzung des Schalls untersuchen. Der Begriff der Frequenz, der eine Häufigkeit bezeichnet, setzt eine gewisse Zeitdauer voraus, innerhalb derer die Frequenz nachgewiesen wird. Jede Analyse eines Frequenzspektrums erfordert, dass die gemessenen oder berechneten Frequenzen über eine Mindestdauer hinweg konstant bleiben. Deshalb kann der Zeitverlauf des Schalls nicht vollständig in Frequenzen ausgedrückt werden. Umgekehrt schließt die Darstellung des Schallverlaufs als Schalldruckkurve präzise Aussagen über die Frequenzzusammensetzung aus. Der Sound Spectrograph, der auch als Sonagraph bezeichnet wird, soll dieses Dilemma durch einen Kompromiss lösen: Die Aufzeichnung des Schalls erfolgt mit Hilfe eines fotoakustischen Verfahrens jeweils innerhalb von schmalen Frequenzbändern, die aneinander anschließen. Anstatt das kompakte Schallsignal mit allen seinen Eigenschaften aufzuzeichnen, trennen separate Filter es in mehrere Stränge auf.

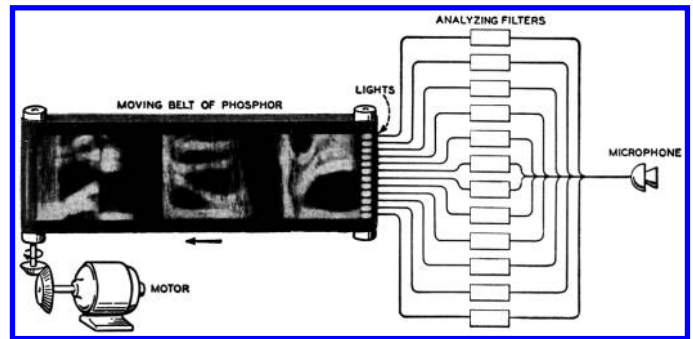


Abb. 1 Schematische Darstellung eines Sound-Spektrographen mit Sonagrammen der Silben «one», «two», «three»

²⁶ Zur Geschichte des Spektralismus siehe Julian Anderson, *Spectral Music*, in: *The New Grove. Second Edition*, Bd. 24, 166–167; ders., *A Provisional History of Spectral Music*, in: *Contemporary Music Review*, 19:2/2000, 7–22.

²⁷ Vgl. Joshua Fineberg, *Guide to the Basic Concepts and Techniques of Spectral Music*, in: *Contemporary Music Review*, 19:2/2000, 81–113, 85.

²⁸ R. K. Potter, *Visible Patterns of Sound*, in: *Science* 102/1945, 463–470; zur Genealogie des Verfahrens vgl. Wolfgang Scherer, *Klaviaturen, Visible Speech und Phonographie. Marginalien zur technischen Entstellung der Sinne im 19. Jahrhundert*, in: Friedrich A. Kittler, Manfred Schneider, Samuel Weber (Hg.), *Medien, Opladen* (Westdeutscher Verlag) 1987 (Diskursanalysen, Bd. 1), 37–54.

29 R. K. Potter, G. A. Kopp, H. C. Green, *Visible Speech*, New York (Van Nostrand) 1947. Der erste Sound Spectrograph tastet eine Bandaufzeichnung in mehreren Durchläufen ab; vgl. Potter, *Visible Patterns of Sound*, 463 f. Zur Geschichte der Vokalforschung und besonders der Formanten vgl. Gerold Ungeheuer, *Elemente einer akustischen Theorie der Vokalartikulation*, Berlin, Göttingen, Heidelberg (Springer) 1962.

30 Emile Leipp, *Thèses présentées à la faculté des sciences de l'université de Paris pour obtenir le titre de docteur de l'université*, 1. These: «Les Paramètres sensibles des instruments à cordes», Université de Paris, Faculté des Sciences, 1960, I. 6: «L'étude expérimentale des spectres d'un grand nombre de violons au sonographe nous a montré qu'on ne peut en toute rigueur parler de spectre sonore d'un violon, ni même de spectre d'une corde de violon. D'une note à l'autre, le spectre change complètement de forme et une même note produite sur deux cordes différentes ne possède pas du tout un spectre identique. [...] Dans le violon, les variations sont tellement nombreuses et fluctuantes qu'il est impossible d'en faire une étude complète et rigoureuse.»

31 Leipp, *Thèses*, I. 6: «le timbre d'un violon est un phénomène psychologique, en corrélation avec un phénomène physique: L'étude du spectre doit donc participer de la psychoacoustique.»

32 Joshua Fineberg, *Musical Examples*, in: *Contemporary Music Review*, 19:2/2000, 115–134, zu Partiels 115–117; Analysen des Stücks in: Peter Niklas Wilson, *Unterwegs zu einer Ökologie der Klänge*. Gérard Griseys *Partiels* und die Ästhetik der Groupe de l'itinéraire, in: *Melos*, 2/1988, 33–55; Philippe Leroux, *Intégrer la surprise*. Les processus dans *Partiels* de Gérard Grisey, in: Danielle Cohen-Levinas (Hg.), *Le temps de l'écoute*. Gérard Grisey ou la beauté des ombres sonores, Paris (L'Harmattan) 2004, 37–50.

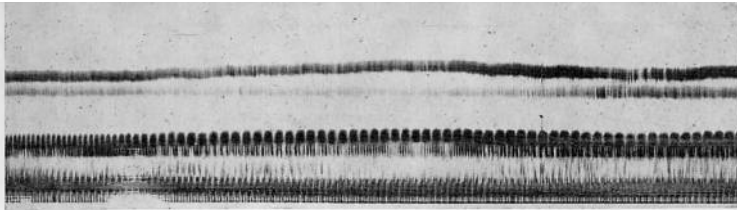
33 Gérard Grisey, *Écrits ou l'invention de la musique spectrale*, Paris (Éditions MF) 2008, 137: «De ce traitement il résulte que, pour notre perception, les différentes sources instrumentales disparaissent au profit d'un timbre synthétique totalement inventé.»

Jede Lichtspur visualisiert den Schalldruck für einen Ausschnitt des Frequenzbandes.²⁹ Die Bilder, die ein Sound Spectrograph herstellt, werden Sonagramme genannt. Sie approximieren eine Analyse einzelner Frequenzkomponenten im Schall und visualisieren insgesamt den Schallverlauf. Die Energieverteilung im Klangspektrum zeichnet sich im Sonagramm in Form von Schwärzungen ab. Je nachdem, wie fein das Raster der Frequenzbänder eingestellt werden kann, erfasst es Gebiete einer Schallverstärkung im Klang, also etwa die sogenannten Formanten der Vokale oder sogar einzelne Frequenzkomponenten eines Tons. (Abb. 1)

Das Verfahren stößt bald an Grenzen. Der französische Akustiker Emile Leipp, Lehrer von Grisey, wendet es auf den Violinklang an, der aber die Leistungsfähigkeit eines Sonagramms übersteigt. Leipp sieht keine Gesetzmäßigkeit im Vergleich verschiedener Geigen, sondern bemerkt lauter Unterschiede: «Das experimentelle Studium der Spektren einer großen Anzahl von Geigen mit Hilfe des Sonographen hat uns gezeigt», so berichtet er, «dass man nicht im strengen Wortsinn vom Klangspektrum einer Violine sprechen kann, noch nicht einmal vom Spektrum einer Violinsaiten. Von einer Note zur anderen verändert das Spektrum vollständig seine Form, und ein und dieselbe Note hat keineswegs dasselbe Spektrum, wenn sie auf zwei verschiedenen Saiten gespielt wird. [...] Bei der Geige sind die Variationen derart zahlreich und fließend, dass es unmöglich ist, sie einer vollständigen und strengen Untersuchung zu unterziehen.»³⁰ Leipp sieht ein, dass die Frage nach der Physik des Klangs falsch gestellt ist. Der Geigenklang, so folgert er, ist vor allem eine psychoakustische Größe: «Die Klangfarbe einer Geige ist ein psychologisches Phänomen in Verbindung mit einem physikalischen Phänomen: Die Untersuchung des Spektrums muss folglich an der Psychoakustik teilhaben.»³¹ (Abb. 2)

Grisey überträgt Sonagramme des Posaunenklangs in eine Orchesterpartitur. Die Frequenzbänder, die getrennt aufgezeichnet wurden, dienen als Vorlage für die Stimmen der Orchesterinstrumente.³² Ein Ensemble aus Holzbläsern, Blechbläsern, Akkordeon, Schlagzeug und sechs Solostreichern <instrumentiert> die Sonagramme. In der instrumentalen Synthese verschmelzen – wie in Schönbergs *Farben* – die Klänge der einzelnen Stimmen teilweise zu einem neuen Gesamtklang: «Aus diesem Verfahren», so erläutert Grisey, «ergibt sich für unsere Wahrnehmung, dass die unterschiedlichen Schallquellen zugunsten einer synthetischen Klangfarbe verschwinden, die gänzlich erfunden ist.»³³ Hierzu wird dieselbe Spieltechnik eingesetzt, die bereits Schönberg verwendet: Der <unmerkliche Ansatz> («attaque imperceptible») der Instrumente erleichtert die Synthese ihrer Klänge.³⁴

Grisey findet in den Analysen des Posaunenklangs nicht allein das Schema für die Stimmaufteilung des Ensembles, sondern auch das Formprinzip seines Stücks. Im Sonagramm steckt schon ein Formprinzip, weil außer der Zusammensetzung des Schalls auch dessen Verlauf visualisiert wird. Während in Schönbergs *Farben* die Klangsynthese wie die additive Synthese von Sinustönen funktioniert und stationäre Klänge erzeugt, zielt die instrumentale Synthese auf

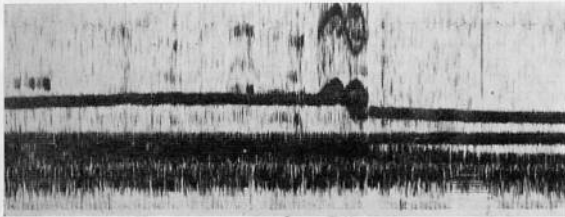


IV

La photographie du son

« Il arrive aujourd'hui, disait Valéry, que, dans certains cas très remarquables, toute expression par des signes discrets arbitrairement institués soit remplacée par des traces des choses mêmes ou par des transpositions ou inscriptions qui dérivent d'elles directement. »

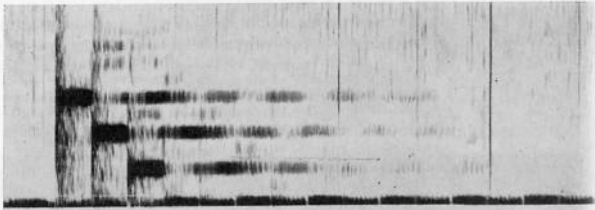
Le sonagramme est une véritable photographie du son: la noirceur de l'enregistrement en chaque point représente l'intensité de chaque fréquence particulière à chaque instant. Il permet donc d'apprécier l'évolution du son, d'en saisir la *forme* et c'est ce qui compte pour le musicien. A la forme sonore, il fait correspondre une forme visuelle, c'est la base d'un solfège.



Voici d'abord (photo 1) un extrait d'une œuvre de Ussachevsky (*A piece for tape recorder*); c'est un son continu comportant une composante principale (2.000 Hz) subissant un vibrato dont le rythme se ralentit (stries), accompagnée d'un harmonique aigu (4.000 Hz) dépourvu, lui, de vibrato et mélangée à une basse régulière. La photo 2 ci-dessus est un exemple de glissando sur plus d'une octave en 2 secondes d'un son « épais » (*Batterie Fugace* de P. Henry).

On voit sur l'image du dessus la superposition d'un son épais situé dans le médium et d'un « ornement » dans lequel la hauteur d'un son pur de 4.000 Hz environ subit une brusque fluctuation d'un quart de seconde dans laquelle il se déplace d'une quarte (Ussachevsky: *Piece for tape recorder*).

Le sonagramme ci-contre représente 3 sons percutés de hauteur décroissant chaque fois de 800 Hz environ, décalés dans le temps en écho de 1/5 sec. environ. Enfin le dernier sonagramme en bas est relatif à une série d'arpèges descendants et ascendants (*Innovations* de Ussachevsky).



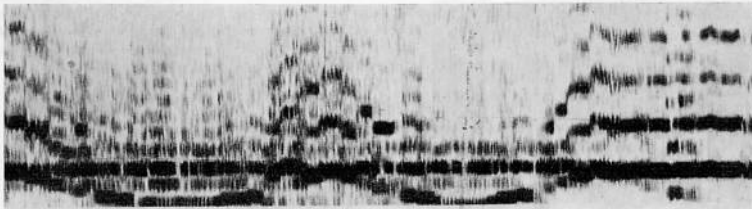


Abb. 2 La photographie du son

die Prozessualität des Klangs. *Partiels* beginnt mit dem tiefsten Ton, den ein Kontrabass spielen kann: ein Kontra-E mit 41,2 Hz. Der Kontrabass wiederholt diesen Ton und artikuliert ihn dabei auf eine charakteristische Weise, die seinen Geräuschanteil hervorhebt. Nach und nach setzen die anderen Instrumente ein, bis sich ein Klang aufgebaut hat, in dem das Geräuschhafte zurücktritt und stattdessen für einen Moment eine Klangverschmelzung eintritt. Immer wieder setzt der Kontrabass aufs Neue ein, und jedes Mal wird ein Klang aufgebaut, der anders klingt als sein Vorgänger. (Abb. 3)

34 Gérard Grisey, [Vorbemerkung zur Partitur] *Partiels pour 18 musiciens*, Partitur, Mailand (Ricordi) 1975, o. S.

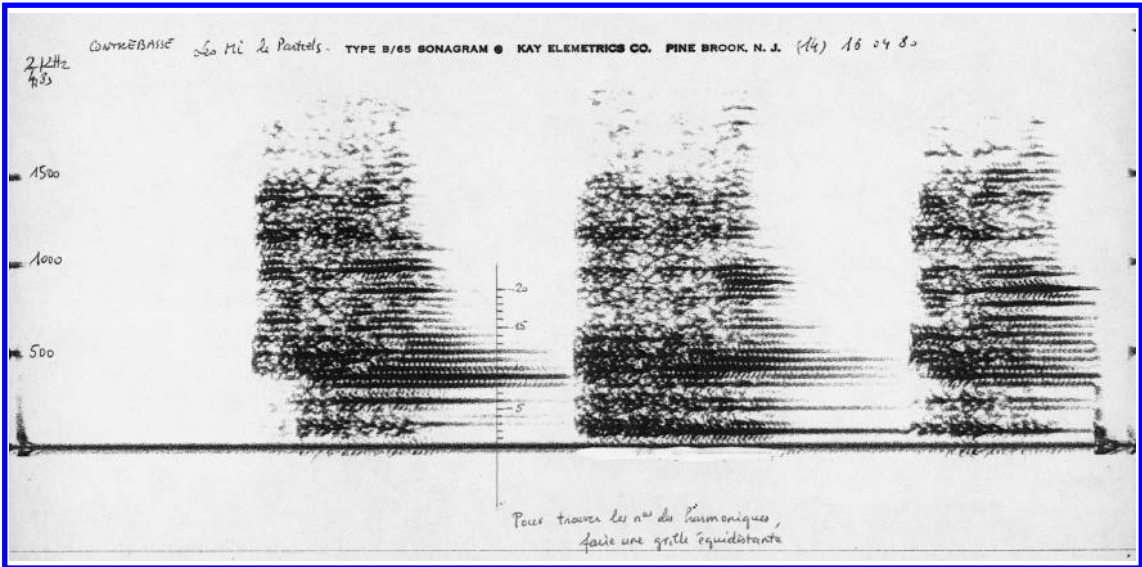


Abb. 3 Sonagramm der ersten drei Töne von *Partiels*, gespielt von der Kontrabassistin Joelle Léandre (aus der Sammlung Gérard Grisey, Paul Sacher Stiftung, Basel)

Das Sonagramm ist eine Art Mikroskopie des Klangs: Die Sonagramme, die Grisey verwendet, visualisieren den Beginn eines Posaumentons, der zunehmend lauter wird. Das Spektrum eines solchen Tons baut sich sukzessiv aus den einzelnen Teiltönen auf: Zuerst beginnt der tiefste Teilton zu schwingen, dann werden immer mehr Teilschwingungen der Luftsäule in der Posaune angeregt. Diese Abfolge der Partialtöne drückt das Ereignishafte am Klang aus. Jedes Instrument besitzt seinen eigenen individuellen Einschwingvorgang. Und bei jedem neuen Ansatz wird, wie die Sonagramme zeigen, der Einschwingvorgang ein wenig anders ausfallen. (Abb. 4)

In *Partiels* werden die Zeitverhältnisse gedehnt, die im Innern des Posaunenklangs herrschen. Der Einschwingvorgang wird nicht als gestufte Abfolge einander überlagernder Schwingungen, sondern als Einheit gehört. Die instrumentale Synthese löst diese Einheit auf, indem sie die Sukzession in eine andere zeitliche Größenordnung transformiert. Allerdings ist die Transformation der Zeitverhältnisse als bloße Vergrößerung nicht angemessen zu begreifen. Der Übergang vom Innern eines Tons zur instrumentalen Synthese ist auch ein Sprung von der physikalischen Zeitordnung des Spektrums zu einer anthropomorphen Zeitordnung. In der instrumentalen Synthese werden die Bestandteile des Posaunenklangs durch Klänge von anderen Instrumenten ersetzt; jedes Instrument fügt dem sich aufbauenden Gesamtklang zwangsläufig mehr als nur eine weitere Teilschwingung hinzu. Die instrumentale Synthese benutzt nicht das Filetstück des Tons, sondern gerade jene Aspekte, die seine Dynamik ausmachen und ihn individualisieren.³⁵

Während die Schallanalyse im Innern des Tons bestimmte Gesetzmäßigkeiten freilegt, entdecken die Komponisten, dass das Dispositiv des Instruments und die Art und Weise der Hervorbringung eines Tons ihrerseits diese Gesetz-

³⁵ Ebd., 1.

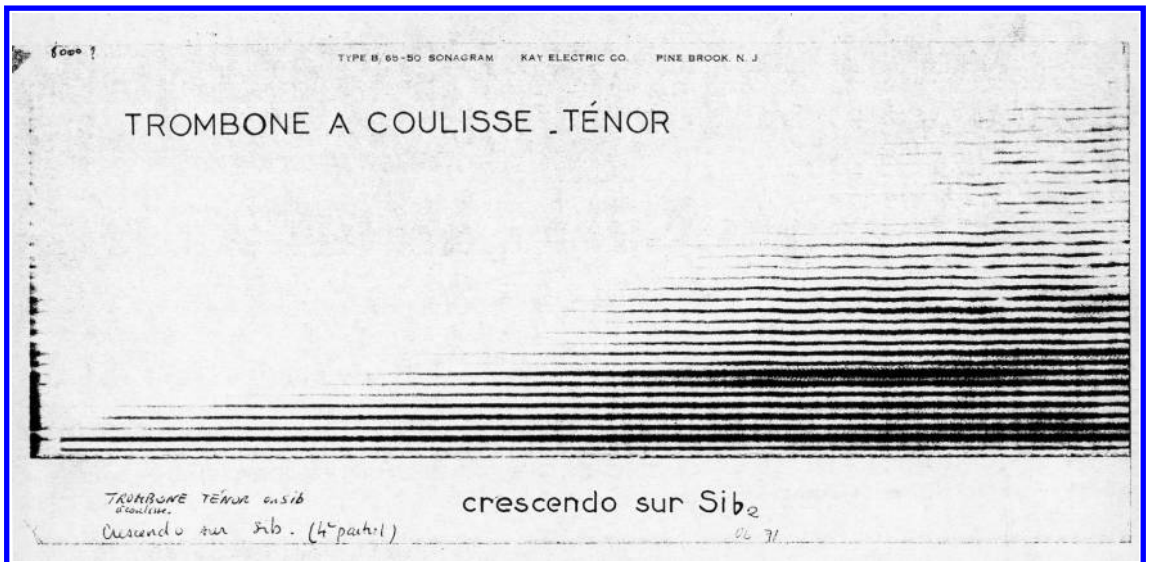


Abb. 4 Sonagramm eines Posanentons, der zunehmend lauter wird (aus der Sammlung Gérard Grisey, Paul Sacher Stiftung, Basel)

mäßigkeiten verursachen. Im Innern des Tons steckt ein kleiner Kreislauf: Die Beschaffenheit des Klangs ist von dessen Konstitutionsweise nicht zu trennen. Und in der musikalischen Form steckt ein großer Kreislauf: Die instrumentale Synthese nimmt ihren Weg durch die Körper der Spieler, die in der Aufführung wiederholen und vergrößern, was en miniature im einzelnen Ton steckt. Das Verfahren einer Instrumentierung von Klangspektren droht aber die Dissymmetrie von Schall und Wahrnehmung zu überspringen oder sie vorschnell aufzulösen. So blitzt die Dissymmetrie von Schall und Wahrnehmung nur dann auf, wenn das Kräftespiel im Ton hörbar werden kann.

Wie sehr Musik durch den Körper des Spielers geprägt ist, der am Dispositiv des Instruments den Ton hervorbringt, wird schlagartig klar, wenn das gestische Moment wegfällt. Die elektronische Musik streift die charakteristischen Beschränkungen ab, die menschliche Spieler der Musik auferlegen.³⁶ Da die Schallerzeugung in der elektronischen Musik nicht zuerst den menschlichen Körper durchlaufen muss, um hörbar zu werden, konfrontiert diese Musik, die «nicht mehr die Muße hat, eine Geste mit einem Ton zu verbinden»,³⁷ die Wahrnehmung mit einer neuen Klasse von Objekten: Sie scheren aus dem Zirkel aus, der die Klänge, die einen menschlichen Körper durchlaufen haben, mit dem Körper des Hörers verbindet.³⁸ Insofern decken elektronisch erzeugte Klänge eine Art Anthropomorphismus auf, der in jedem von einem Spieler am Dispositiv des Instruments hervorgebrachten Klang steckt. Denn das eigentliche Problem, das im Magma eines Klangs liegt, sind nicht die Gesetze der Akustik, sondern die Instrumente und Spieltechniken, die den Klang erzeugen.

Wenn die Kompositionen des Spektralismus zum Problem der Dissymmetrie vorstoßen wollen, müssen sie Umwege einschlagen. Grisey komponiert zwischen 1974 und 1985 den Zyklus *Les Espaces acoustiques*, zu dem auch das

³⁶ Pierre Boulez, An der Grenze des Fruchtlandes, in: *Die Reihe*, 1/1955, 47–56, 47.

³⁷ Ebd., 48.

³⁸ Vgl. Werner Meyer-Eppler, *Elektrische Klangerzeugung. Elektronische Musik und synthetische Sprache*, Bonn (Dümmler) 1949; Elena Ungeheuer, *Wie die elektronische Musik «erfunden» wurde. Quellenstudie zu Werner Meyer-Epplers musikalischem Entwurf zwischen 1949 und 1953*, Mainz (Schott) 1992.

Stück *Partiels* gehört. Der Zyklus besteht aus den Teilen *Prologue* (1976) für Solobratsche, dem Septett *Périodes* (1974), *Partiels* (1975) für 18 Musiker, *Modulations* (1976–77) für 33 Musiker, *Transitoires* (1980–81) für großes Orchester sowie *Epilogue* (1985) für großes Orchester und vier Solohörer.³⁹ *Prologue* exponiert folgende Problemstellung: Der Hörer kann eine kulturelle Ordnung der Tonalität in den akustischen Gesetzen dechiffrieren, die sich keineswegs von selbst versteht, sondern dem Kräftespiel in den Tönen abgerungen ist. Das Kräftespiel aber wird durch das Dispositiv des Instruments und die Spielweisen hervorgerufen. In *Prologue* <instrumentieren> die Töne der Bratsche einen Ausschnitt aus dem Spektrum des Kontra-E mit 41,2 Hz.⁴⁰ Der Bratschist wird in der Vorbemerkung zur Partitur angewiesen, sich für die Intonation an den Obertönen dieses Kontra-E zu orientieren. Die Bratsche kann keinen derart tiefen Ton spielen; ihre Saiten sind zu kurz. Der Grundton des Spektrums, das hier mit der Bratsche <synthetisiert> wird, ist also abwesend. Jedoch verleiht die Intonation dem abwesenden Grundton eine virtuelle Präsenz. Der Hörer kann nämlich aus den gespielten Tönen auf den Grundton schließen, so wie er am Telefon das unvollständig übertragene Spektrum einer Stimme um den tiefen Frequenzbereich ergänzt. Die Ergänzungsleistung, die beim Telefonieren erbracht wird, ist erlernt und erfolgt zumeist unbewusst: Man bemerkt die Abwesenheit der fehlenden Frequenzen nicht, weil diese aus der Gesamtschwingung der vorhandenen Frequenzen extrapoliert werden.

In den 1840er Jahren entdeckte der Akustiker August Seebeck folgendes Phänomen: Sobald es in den periodischen Luftstößen, die er mit einer Sirene erzeugte, geringste Anhaltspunkte für eine übergeordnete Periodizität gab, hörte er einen zusätzlichen Ton. Der Ton lag unterhalb der Frequenzen, welche die Sirene emittierte, und ergänzte sie zu einem Spektrum, dessen Grundton er bildete.⁴¹ Der ergänzte Grundton, der als Residualton bezeichnet wird, entsteht selbst dann, wenn das aufs Ohr auftreffende Schallsignal keine eindeutige Zuordnung zu einem harmonischen Spektrum erlaubt.⁴² Die Nachrichtentechnik setzt diese Ergänzungsleistung in der Telefonübertragung von Stimmen ein. Obwohl die tiefen Frequenzen fehlen, wird die übertragene Stimme nicht als höher klingend, sondern die Übertragung als hinreichend getreu empfunden.⁴³ In einem Telefongespräch erkennen die Gesprächspartner einander, weil ein kleiner Ausschnitt aus dem Spektrum genügt, um die charakteristische Klangfarbe einer Stimme zu halluzinieren.

Die Bratsche verfügt nicht über die Voraussetzung, um einen Residualton entstehen zu lassen, weil sie die Komponenten, aus denen er sich bilden könnte, nur nacheinander spielen kann.⁴⁴ Dennoch etabliert sie mit den ersten Tönen in *Prologue* eine akustische Ordnung. Die Spielanweisungen tragen dazu bei, denn sie treiben eine Differenz zwischen dem Dispositiv des Instruments und der Durchformung der Töne durch den Körper hervor. Der Bratschist streicht den Bogen zunächst über das Griffbrett (*alto sul tasto*), dann an der üblichen Stelle (*ordinario*) über den Schalllöchern zwischen Steg und Griffbrett. So ent-

³⁹ Zur Werkbiografie siehe Jérôme Baillet, Gérard Grisey: *Fondements d'une écriture*, Paris (L'Harmattan, L'itinéraire) 2000; Lukas Haselböck, Gérard Grisey: «Unhörbares hörbar machen», Freiburg/Br. (Rombach), 2009. Haselböcks Formulierung «Unhörbares hörbar machen» bezieht sich auf das Verhältnis von Partitur und Klang und die Schwierigkeiten eines hörenden Nachvollzugs der Partitur; vgl. 68 ff.

⁴⁰ Gérard Grisey, Hinweise für die Aufführung, in: ders., *Prologue pour alto seul*, Mailand (Ricordi) 1976, o. S.: «Für die Intonation zu Beginn des Stückes hat man sich nach den Obertönen 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, und 13 von 41,2 Hertz zu richten.»

⁴¹ August Seebeck, Über die Definition des Tones, in: *Annalen der Physik und Chemie*, 63/1844, 353–368; siehe Daniel Muzzolini, *Genealogie der Klangfarbe*, Bern u. a. (Lang) 2006 (Varia musicologica; 5); R. Steven Turner, The Ohm-Seebeck Dispute. Hermann von Helmholtz and the Origins of Physiological Acoustics, in: *British Journal for the History of Science*, 10/1977, 1–24.

⁴² Vgl. Friedrich Kittler, Signal–Rausch–Abstand, in: Hans Ulrich Gumbrecht, K. Ludwig Pfeiffer (Hg.), *Materialität der Kommunikation*, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1988, 342–359; Bernhard Siebert, Erzklang oder Missing fundamental. Kulturwissenschaft als Signalanalyse, in: Julia Kursell (Hg.), *Sounds of Science – Schall im Labor (1800–1930)*, Berlin (Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte) 2008 (Preprint, 346), 7–20.

⁴³ Vgl. Jobst P. Fricke, Psychoakustik des Musikhörens. Was man von der Musik hört und wie man sie hört, in: Günther Rötter, Helga de la Motte-Haber (Hg.), *Handbuch der Systematischen Musikwissenschaft*. Bd. 3: Musikpsychologie, Laaber (Laaber) 2005, 101–153.

⁴⁴ Es gibt eine Fassung von *Prologue* für Viola mit elektronischem Nachhall, die für separate Aufführungen des Stückes vorgesehen ist. Der Nachhall erzeugt Überlagerungen, welche die Ergänzungsleistung des Hörens begünstigen.

stehen Klänge von unterschiedlicher Charakteristik: Die Bogentechnik zielt gewöhnlich auf eine kontrollierte Bogenführung, welche die Saite auf effiziente Weise zum Schwingen bringt. Das gelingt am besten an einer bestimmten Stelle, auf die in der Partitur mit *ordinario* verwiesen wird. Der Ton, der hier entsteht, ist am meisten <Ton>: Seine Höhe ist klar zu erkennen; die Teil-schwingungen der Saite verschmelzen für den Hörer zum Bratschenklang. Hier kann ein lauter Ton erzeugt werden; die gestische Durchformung des Tons ist planbar. Hingegen ist ein Ton, der auf dem Griffbrett (*sul tasto*) gespielt wird, stärker von hörbaren Obertönen geprägt. Der Ton droht in seine Obertöne zu zerfallen; er ist leiser als gewöhnlich; die Tonbildung entzieht sich dem Druck des Arms und damit der Durchformung durch den Spieler. Je weiter sich die Bogenführung von der üblichen Stelle entfernt (*alto sul tasto*), desto schlechter lässt sie sich kontrollieren, da der Winkel des Arms den Bogen zwangsläufig gegenüber der Saite abschrägt. So werden Phänomene hörbar, die das Spiel sonst unterdrückt. Auch dieser Ton besitzt einen charakteristischen Klang, der jedoch mehr vom akustischen Dispositiv des Instruments bestimmt ist als vom Körper des Spielers. Die Spielweisen exponieren eine Differenz von akustischer und tonaler Ordnung. Sie erzeugen unterschiedliche Klangcharakteristiken, die weitere Kräfte freisetzen, deren Vektor entweder in Richtung auf die akustischen Gesetze oder auf eine kulturelle Ordnung der Töne hindeutet. Das Spiel der Bratsche beginnt mit einer dreiklangartigen Figuration aus den Obertönen des Kontra-E, die schließlich die tonale Ordnung verlässt.

An dieser Nahtstelle von tonaler und akustischer Ordnung können historische und materielle Analysen der Medienwissenschaft ansetzen. So kann im 19. Jahrhundert Richard Wagner, der im Vorspiel der Oper *Rheingold* einen Klang aus den Obertönen bzw. den Harmonischen des Tons Es errichtet, einzig diejenigen Töne verwenden, die sich in die tonale Ordnung einfügen. Er «löst den Es-Dur-Dreiklang in der ersten Hornmelodie so auf, als ginge es nicht um musikalische Harmonik, sondern um die physikalische Obertonreihe. Alle Harmonischen des Es von der ersten bis zur achten erklingen wie in einer Fourier-Analyse nacheinander; nur die siebente, weil europäische Instrumente sie nicht spielen, muß fehlen».⁴⁵ Dieser Ton wird vom symbolischen Code der Partitur nicht erfasst, und wenn er dennoch erklingt, würden Wagners Hörer in ihm nicht die akustische, sondern die gewohnte tonale Ordnung rekonstruieren.

Auch Griseys instrumentale Synthese arbeitet mit Obertönen, die nicht in der tonalen Ordnung enthalten sind, und sichert die richtige Intonation durch die Anweisungen in der Partitur.⁴⁶ Beispielsweise soll die erste Figuration, die auf der siebenten Harmonischen bzw. dem sechsten Oberton endet, vom Spieler mehrmals wiederholt werden, so dass der Hörer sich an die akustische Ordnung <gewöhnen> kann. Die Figuration nimmt im Folgenden weitere Obertöne hinzu. Sie setzt immer wieder neu an, jede Figuration erfährt in sich eine Beschleunigung und jede dauert länger als ihr Vorgänger. Das Wachstum der Figuration wird durch eine zweite Figuration skandiert, für die rhythmisch

⁴⁵ Friedrich Kittler, *Grammophon. Film. Typewriter*, Berlin (Brinkmann & Bose) 1986, 40.

⁴⁶ Die Partituren des Zyklus *Les Espaces acoustiques* insistieren auf der präzisen Intonation. Grisey berichtet, dass die Spieler sich an die Intonation von Obertonreihen gewöhnten; vgl. ders.; *Écrits*, 268f.

akzentuiert auf der tiefsten Saite einmal hin- und hergestrichen wird. Die Spielweise in der zweiten Figuration begünstigt die Durchformung des Tons durch den Körper. Die Erläuterung in der Partitur weist den Spieler an, sich hinsichtlich des Rhythmus, der Artikulation und des Tempos am Herzschlag zu orientieren: «Wie ein Herzschlag. Die kurze Note stärker betont als die lange. Geschwindigkeit jeder Periode: 60 bis 70, unabhängig vom jeweiligen Tempo, in dem sie steht, und immer in normaler Lage.»⁴⁷ Die Orientierung am Puls überformt alle weiteren Charakteristika des Spiels: die Tonbildung an der vorgesehenen Stelle, das elementare Hin- und Herstreichen, die Akzentuierung sowie Rhythmus und Tempo. Der Körper des Spielers, der den Ton hervorbringt, entfesselt in der zweiten Figuration das Kräftespiel. So wie in diesem Ton die akustische Ordnung wirkt – die tiefste Saite der Bratsche wird eigens um einen halben Ton tiefer auf den Oberton H des Kontra-E gestimmt –, so wirkt der Puls in die Musik hinein, selbst wenn er nicht zu hören ist. Der Puls ist ebenso Bedingung für die Durchformung der Musik durch den Körper, wie es der abwesende Grundton ist.

Der Plural im Titel *Périodes*, des zweiten Stücks im Zyklus, bezeichnet sowohl die periodische Schwingung, die den Ton definiert als auch eine psychoakustische Periodizität. Die periodische Schwingung des Tons wird nicht als Periodizität wahrgenommen, sondern als das kontinuierliche Phänomen des Tons. Hingegen gehören die akustischen Phänomene, die als periodisch wahrgenommen werden, einer anderen zeitlichen Größenordnung an. Die psychoakustische Wahrnehmung einer Periodizität untersteht nämlich psychophysiologischen Bedingungen. Grisey spricht von «verschwommener Periodizität» («périodicité floue»)⁴⁸ Diese Periodizität ist nicht regellos, aber auch nicht exakt und wird intuitiv nachvollzogen: «Die Schläge unseres Herzens, unsere Atmung, der Rhythmus unseres Ganges und zweifellos viele andere unbekannte rhythmische Vorgänge (der nervöse Impuls zum Beispiel) sind niemals streng periodisch wie eine Uhr; sie pendeln um ein festes Tempo herum. [...] Dasselbe läßt sich auch für diese Perioden sagen, die niemals genau gleichmäßig sind. So ist dies eine Möglichkeit, den Automatismus zu brechen und der Periodizität ein Leben zu verleihen, das sie sonst nicht haben würde.»⁴⁹

Ein allgemeines Prinzip, das zwischen den Größenordnungen der physikalischen Periodizität und der verschwommenen Periodizität vermittelt, findet Grisey im Weber-Fechner'schen Gesetz. Ernst Heinrich Weber und Gustav Theodor Fechner beschreiben das Verhältnis zwischen Sinnesreizen und ihrer Wahrnehmung mit der Formel: $E = k \log R$. Die Empfindungsstärke (E) wächst mit dem Faktor k proportional zum Logarithmus der Reizstärke (R).⁵⁰ Mit anderen Worten: Wenn die gehörte Größe linear ansteigt, wächst die korrelierte Messgröße exponentiell. So entspricht etwa dem Anstieg der Tonhöhe um eine, zwei oder drei Oktaven die Verdoppelung, Vervierfachung oder Verachtfachung der Frequenz. Die Psychoakustik versucht die verschiedenen Messgrößen systematisch miteinander zu korrelieren und mit den Hörempfindungen abzuglei-

⁴⁷ Grisey, *Prologue pour alto seul*, 1.

⁴⁸ Gérard Grisey, *Tempus ex machina, réflexions d'un compositeur sur le temps musical*, in: ders., *Écrits*, 57–88, 64.

⁴⁹ Gérard Grisey, *Périodes per sette strumenti*, Mailand (Ricordi) 1974, o. S.

⁵⁰ Vgl. Christoph Hoffmann, *Haut und Zirkel. Ein Entstehungsherd: Ernst Heinrich Webers Untersuchungen «Ueber den Tastsinn»*, in: Michael Hagner (Hg.), *Ansichten der Wissenschaftsgeschichte*, Frankfurt/M. (Fischer TB) 2001, 191–223.

chen. Der amerikanische Psychoakustiker Harvey Fletcher stellt 1929 ein Diagramm vor, welches das Unterscheidungsvermögen im gesamten Hörbereich zwischen Infraschall und Ultraschall, zwischen Hörschwelle und Schmerzschwelle aufzeichnet.⁵¹ Das Ohr ist kein lineares Übertragungssystem. So kann aus den physikalischen Repräsentationen der Reize nicht zuverlässig auf das Gehörte geschlossen werden, und was gehört wird, erlaubt umgekehrt keinen eindeutigen Rückschluss auf physikalische Vorgänge außerhalb des Ohrs.⁵²

J.C.R. Licklider fasst in einem Handbuch der experimentellen Psychologie die Problematik der Korrelation von akustischen Reizen und Sinnesdaten wie folgt zusammen: «It is difficult to calculate from components to the whole when the system under consideration is nonlinear. We should like to break the complex stimulus down into familiar components, to look up the expected responses to these components, and then to arrive at a prediction for the complex stimulus by adding up the component responses. [...] The trouble is that, knowing we are dealing with a non-linear mechanism, we cannot count on linear activity. We must take into account the possibility of interactions among components, and there is no way to learn about the interactions except through experiment.»⁵³ Er kritisiert die Zerlegung des Gehörten in einfache Elemente. Das Modell des Hörfelds nach Fletcher beruhte auf Experimenten mit Sinustönen, die voraussetzen, dass es Schall gibt, dessen Eigenschaften sich auf eine mathematische Definition reduzieren lassen.

Obwohl Fletchers Diagramm von der Komplexität akustischer Signale abstrahiert und deren Verlaufsform ignoriert, impliziert es die Zeitlichkeit, die im Weber-Fechner'schen Gesetz vorausgesetzt ist. Das Weber-Fechner'sche Gesetz beschreibt nämlich ein zeitliches Verhältnis der Reize. Die Reize sind Reizdifferenzen und die Reizdifferenzen ein Geschehen in der Zeit. Die Verarbeitung der Reize im Ohr erfolgt insofern nicht univok, isoliert und größeninvariant. «Ich würde die Sprache, die in diesen Stücken zur Anwendung gelangt, so zusammenfassen:», schreibt Grisey über *Les Espaces acoustiques* „nicht mehr mit Noten, sondern mit Klängen zu komponieren; nicht nur Klänge zu komponieren, sondern die Differenz, welche sie trennt.«⁵⁴

Die verschwommene Periodizität ist nicht als Gegensatz zur Exaktheit der physikalischen Periodizität zu definieren. Das Stück *Périodes* gewinnt sein Formprinzip nicht allein aus einer Erforschung des Inneren der Töne, sondern aus der Gegenüberstellung einer physikalischen und einer physiologischen Ordnung der Zeit. Es bildet einen Zyklus von dreiteiligen Perioden aus, «die dem Rhythmus des Atmens entsprechen: Einatmen, Ausatmen, Ruhe».⁵⁵ Die Erzeugung einer wahrnehmbaren Periodizität erfordert kontinuierliche und wiederholte Veränderungen. Grisey komponiert diese Veränderungen als logarithmische Verlängerung oder Verkürzung von wiederholten Elementen. Weil der hierdurch entstehende Rhythmus auf einer Gesetzmäßigkeit im Verhältnis von Reizen und Wahrnehmungsgrößen gründet – und nicht auf einer arbiträren Setzung –, korrespondiert er für den Hörer mit der intuitiven Auffassung

⁵¹ Harvey Fletcher, *Speech and Hearing in Communication*, New York (Van Nostrand) 1929.

⁵² Vgl. Daniel Pressnitzer, Stephen McAdams: *Acoustics, Psychoacoustics and Spectral Music*, in: *Contemporary Music Review*, 19/2/2000, 33–59.

⁵³ John Carl Robnett Licklider, *Basic Correlates of the Auditory Stimulus*, in: Stanley Smith Stevens (Hg.), *Handbook of Experimental Psychology*, New York, London (Wiley) 1951, 985–1039, 1034.

⁵⁴ Grisey, *Écrits*, 135: «Je résumerais ainsi le langage utilisé dans ces pièces: ne plus composer avec des notes, mais avec des sons; ne plus composer seulement des sons, mais la différence qui les sépare».

⁵⁵ Grisey, *Périodes per sette strumenti*, o. S.

von Beschleunigung und Verlangsamung, wie sie in der Physiologie der Reizverarbeitung fundiert ist: Wann immer ein Instrumentalist eine beliebige Beschleunigung durchführt, wird er eine logarithmische Beschleunigung ausführen.⁵⁶ Die Spieler finden keinen Anhaltspunkt in der Partitur, sondern müssen auf ihr implizites Wissen zurückgreifen, wie eine Beschleunigung auszuführen ist. Die logarithmischen Beschleunigungen prägen die Zeitordnung in *Prologue*, *Périodes* und *Partiels* und unterscheiden Abschnitte, die eine verschwommene Periodizität generieren.⁵⁷

Die Kräfte, die in den Stücken entfesselt werden, sind nicht weniger unpersönlich als die akustischen Gesetzmäßigkeiten, die das Dispositiv der Instrumente vorgibt. In der individuellen Spielweise wirken unpersönliche Kräfte, die das Weber-Fechner'sche Gesetz beschreibt.⁵⁸ Insofern die Klangerzeugung den Körper durchläuft, unterliegt sie der spezifischen Regelmäßigkeit der verschwommenen Periodizität. Die nachfolgenden Stücke in *Les Espaces acoustiques* entfernen sich von der psychophysiologischen Größenordnung der Zeit. Die Stücke *Modulations* und *Transitoires* greifen Verfahren der Nachrichtentechnik und der elektronischen Klangerzeugung auf, die zwischen technischer Phänomenerzeugung und Psychoakustik, zwischen dem Schall und der Wahrnehmung vermitteln. Das Kräftespiel wird jetzt durch Prozesse entfacht, die in technischen Dispositiven ablaufen und als Signaltransformationen stattfinden. Grisey fasst die Kompositionsprinzipien des Zyklus in drei Epitheta: Seine Musik ist differenziell, liminal und transitorisch.⁵⁹ *Les Espaces acoustiques* endet in einem Kräftespiel, das in der kulturellen Ordnung der Sprache steckt: Die Stimmen der vier Solohörner in *Epilogue* sind nach den Sonagrammen von Sprachaufzeichnungen generiert. Weil der Schall eine Materialität besitzt, gelten die Gesetze der Schwingungsmechanik. Und diese Gesetze gelten ungeachtet seiner spezifischen Beschaffenheit. Das Ohr aber hat gelernt, in den Schwingungen ganz andere Ordnungen zu decodieren: die Sprache, die Tonalität oder die Klangfarben der Instrumente. Im Hören geschieht keine Unterbrechung, Stornierung oder Subversion von akustischen Gesetzen, sondern eine Verwandlung von Objekten. Man kann *Epilogue* allenfalls «als Unterbrechung, nicht als Abschluss» des Zyklus bezeichnen: «Ein Stück, das man nicht beenden kann (denn sein Prozess treibt ins Unendliche).»⁶⁰ Die Ordnung des Schalls und der Wahrnehmung klaffen weit auseinander: Die Musik besetzt eine mittlere und vermittelnde Ebene. Sie ist ein «reines klangliches Werden».⁶¹

⁵⁶ Vgl. Grisey, *Tempus ex machina*, 67 ff.

⁵⁷ Ebd.

⁵⁸ Vgl. Grisey, *Périodes per sette strumenti*, 31 f.

⁵⁹ Vgl. Gérard Grisey, *La musique. Le devenir des sons*, in: ders., *Écrits*, 45–56.

⁶⁰ Reinhard Schulz, *Ein Gang durch das Zauberreich des Klangs. Zu Gérard Griseys Les espaces acoustiques*, in: Programmheft zum Sonderkonzert des Symphonieorchesters des Bayerischen Rundfunks unter der Leitung von Stefan Asbury, *Gérard Grisey: Les espaces acoustiques*, Münchener Biennale, Herkulesaal der Residenz, Freitag, 2. Mai 2008, 2–6, 6.

⁶¹ Grisey, *Écrits*, 138: «pur devenir sonore».