

SYMMETRIE UND VARIATION  
ALS KOMPOSITORISCHE PRINZIPIEN  
INTERDISZIPLINÄRE ASPEKTE

INAUGURALDISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Philosophie  
dem Fachbereich Philosophie und Geisteswissenschaften der Freien

Universität Berlin

vorgelegt von

Davorin Kempf

aus Virje, Kroatien

Jahr der Einreichung:

2006

1. Gutachter: Prof. Dr. Albrecht Riethmüller

2. Gutachter: Priv.-Doz. Dr. Franz Michael Maier

Tag der Promotion: 20. 12. 2006

## INHALT

<b>VORWORT</b> .....	S. 1 - 3
<b>I. KAPITEL</b>	
SYMMETRIE IM INTERDISZIPLINÄREN UND GESCHICHTLICHEN KONTEXT.....	S. 4 - 94
<b>II. KAPITEL</b>	
SYMMETRIE IN DER PHYSIK.....	S. 95 – 120
Beziehungen zur Musik / Kunst / Philosophie	
<b>III. KAPITEL</b>	
SYMMETRIE IN DER MUSIKALISCHEN ZEIT UND IM RAUM.....	S. 121 – 163
Kompositorische, psychologische und philosophische Aspekte	
<b>IV. KAPITEL</b>	
VERSCHIEDENE FORMEN VON SYMMETRIE.....	S. 164 – 397
- systematische Übersicht	
1. BILATERALE SYMMETRIE (SPIEGELSYMMETRIE).....	S. 164 – 198
2. TRANSLATIVE, ROTATIVE UND VERWANDTE SYMMETRIEN.....	S. 199 – 260
3. ORNAMENTALE UND KRISTALLOGRAPHISCHE SYMMETRIE.....	S. 261 - 271
4. FRAKTALE SYMMETRIE .....	S. 272 - 397
<b>SCHLUSS</b> .....	S. 398–406
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	S. 407–417

## VORWORT

Die These dieser Dissertation ist, dass das künstlerische Schaffen der europäischen - und nicht nur der europäischen - Musiktradition auf den Grundprinzipien der Symmetrie und der Variation bzw. der gebrochenen Symmetrie beruht. In den vier Kapiteln dieses Buches wird diese These von verschiedenen Gesichtspunkten aus bearbeitet und durch eine vergleichende Analyse von ausgewählten Musikbeispielen - vom Mittelalter bis heute - bestätigt.

Symmetrie bzw. gebrochene Symmetrie, die im musikalischen Zeitablauf bei der Aufführung sowie im Schriftbild in der Partitur als eine spezifische Art von Wiederholung bzw. variiertes Wiederholung erscheint, wird auf verschiedene Weise in verschiedenen musikalischen Stilen und Formen (im mikro- und makroformalen Bereich) durch die ganze Musikgeschichte hindurch realisiert. Die Art und Weise dieser Realisation hängt nicht nur von den Komponisten ab, die sie bewusst und unbewusst erreichen können. Sie ist auch abhängig von gewissen Voraussetzungen oder Beschränkungen, die durch unterschiedliche kompositorische Systeme und stilistisch-ästhetische Prinzipien im Bereich der Tonalität, der erweiterten Tonalität und der freien oder organisierten Atonalität entstehen. In diesem Kontext ist es auch wichtig, ob es sich um eine polyphone oder homophone Struktur / Form handelt.

In der Musik gibt es zwei Grundformen, durch die Symmetrie realisiert werden kann. Dies ist zum einen eine Symmetrie in der Anordnung der formalen Elemente, Teile oder Sätze (in zyklischen Formen), die auf dem Translationsverfahren beruht. Zum anderen gibt es die Möglichkeit einer Spiegelsymmetrie oder bilateralen Symmetrie, die als «Zeitumkehr» (umgekehrte Reihenfolge des musikalischen Geschehens), als Umkehrung im Bereich der Tonhöhen / Frequenzen sowohl im melodischen (polyphonen) als auch harmonischen (homophonen) Aspekt und als Kombination von diesen beiden Inversionen vorkommt.

Im Schriftbild / Notenbild, d. h. im zweidimensionalen Raum erscheinen diese Umkehrungen als Spiegelungen an einer vertikalen Zeit- oder horizontalen Tonhöhenachse, sowie als simultane Spiegelung an beiden Achsen. Die beiden Grundprinzipien der Verwirklichung von Symmetrie können auch kombiniert werden.

Das Phänomen der Selbstähnlichkeit bei Veränderung der Größe oder fraktale Symmetrie (sowohl auf der abstrakten, „rein“ formalen, als auch auf der konkreten,

inhaltlichen Ebene) mag, neben der translativen und bilateralen Symmetrie, als eine der bedeutendsten und verbreitetsten Formen von Symmetrie in der europäischen Musikgeschichte bezeichnet werden. Da die Musik eine zeitliche Kunst *par excellence* ist, handelt es sich vor allem um zeitfüllende Fraktale. Es ist bemerkenswert, dass fraktale Muster häufig eben auf translativer und bilateraler Symmetrie beruhen.

Vollkommene Realisierung von Symmetrie tritt in der Komposition selten auf. Symmetrie wird häufig - mehr oder weniger - gebrochen. Der Grund dafür liegt vor allem in der Tatsache, dass die mathematische (geometrische) und musikalische Logik nicht unbedingt kompatibel sind.

Musik wird im Geist komponiert. Der kreative Prozess impliziert eine noch immer sehr geheimnisvolle, geistig-materielle Interaktion. Aus dem Quantenzustand im Gehirn eines Komponisten resultieren, mittels der erwähnten Interaktion, bestimmte kompositorische Ideen und letztendlich eine bestimmte, einmalige Komposition. Es soll darauf hingewiesen werden, dass die Quantentheorie in die Tiefe der Realität führt, wo die gewöhnliche Unterscheidung zwischen Geist und Materie nicht mehr möglich ist.<sup>1</sup>

Die Komposition wird durch die musikalische Graphik (ebene Projektion) veranschaulicht. Ob dabei eine präzise Notation, Rahmennotation, oder hinweisende Notation verwendet wird, hängt von der Komposition ab. Im Bereich der elektroakustischen Musik ist manchmal keine Notation nötig (z. B. in der sogenannten *Tape - Music*). Der nächste Schritt ist die Aufführung, Verwirklichung der Komposition in der realen Zeit und im realen, dreidimensionalen Raum, d. h. eine vierdimensionale, zeitlich-räumliche Projektion. Im Bereich der Aufführungspraxis wird Symmetrie immer gebrochen, auch in dem Fall, wenn sie in der kompositorischen Struktur / Form vollkommen realisiert wird.

Die verschiedenen Phasen bzw. Zustände einer Komposition korrespondieren miteinander. Sie sind durch eine Art von Symmetrieverhältnis verbunden. Der Grundzusammenhang besteht zwischen Komposition als Idee und Komposition als Realisation.

In diesem Kontext und im geschichtlichen Kontext (Erscheinungen und Wiederholungen von Formen, ihre Metamorphosen) können wir verschiedene Realisationen von Symmetrie verfolgen, sie analysieren und vergleichen, nicht nur in der Musik, sondern auch in anderen Künsten. Da Symmetrie bzw. gebrochene Symmetrie in der ganzen

---

<sup>1</sup> Dieser Gedanke stammt von Ivan Supek.

organischen und anorganischen Natur, im Makro- und Mikrokosmos, auf verschiedene Weise realisiert wird, ist sie im naturwissenschaftlichen Bereich, besonders in der Physik, sehr wichtig. Obwohl das Symmetriekonzept durch die ganze Geschichte der Natur- und Geisteswissenschaften hindurch eine bedeutende Rolle gespielt hat, ist es für die großen Fortschritte der Naturwissenschaften im 20. Jahrhundert (in erster Linie in der Physik und Chemie) entscheidend gewesen. Die Evolution des Universums und die Geschichte der Menschheit, die nur ein Segment der relativ kurzen, letzten Phase der kosmischen Gesamtentwicklung ist, gehören zur ein und derselben Ganzheit.

Die Welt ist denkbar und fassbar. Geistige Formen, Ideen, besonders die Idee der Symmetrie, verbinden auf mehreren Ebenen Kunst und Wissenschaft, geistige und materielle Welt. Wie dies weiter interpretiert wird, hängt vom philosophischen Gesichtspunkt, von der Weltanschauung ab. Die Fragen, die sich im Bereich der Naturwissenschaften - vor allem in der Physik - ergeben sind folgende: Wie bzw. auf welche Weise wird Symmetrie realisiert? Welche Funktion und welche Bedeutung hat sie? Philosophische, metaphysische Fragen sind: Was ist eigentlich Symmetrie? Woher kommt sie? Ist die realisierte Symmetrie die Verwirklichung einer Vernunft, eines Geistes, der auf verschiedenen Ebenen als Realisation im Kosmos in Erscheinung tritt?

So ist das Thema «Symmetrie und Variation als kompositorische Prinzipien» interdisziplinär und weist auf vielschichtige und vielfältige Zusammenhänge zwischen Kunst und Wissenschaft hin.<sup>2</sup>

-----

Meinen besonderen Dank möchte ich Herrn Prof. Dr. Albrecht Riethmüller ausdrücken, der mich durch die lange Entwicklungszeit dieses Projektes betreut hat. Danken möchte ich auch Herrn Prof. Dr. Krunoslav Pisk und Herrn Prof. Dr. Tomislav Živković (Institut Ruđer Bošković, Zagreb) für ihre Erklärungen im Bereich der theoretischen Physik.

*Davorin Kempf*

---

<sup>2</sup> Richard Feynman sprach über die «interconnecting hierarchies» in der Welt. Seine Schlussfolgerung ist «that all the sciences, and not just the sciences but all the efforts of intellectual kinds, are an endeavour to see the connections of the hierarchies, to connect beauty to history, to connect history to man's psychology, man's psychology to the working of the brain, the brain to the neural impulse, the neural impulse to the chemistry, and so forth, up and down both ways.» Aus: Richard P. Feynman, *The Character of Physical Law*, Penguin Books, London 1992, S. 125.

# 1. KAPITEL

## SYMMETRIE IM INTERDISZIPLINÄREN UND GESCHICHTLICHEN KONTEXT

Der Begriff Symmetrie geht auf das altgriechische Wort «*symmetria*» (sym = mit, metros = das Maß, d. h. Ebenmaß, richtiges Verhältnis, Komensurabilität) zurück.

In der Umgangssprache werden - nach Hermann Weyl - zwei Bedeutungen des Symmetriebegriffs gebraucht:

1. Symmetrisch bedeutet «etwas wie wohlproportioniert, ausgeglichen».<sup>3</sup>  
(Z. B. in der Rhetorik: Symmetrie als Ausgewogenheit der Rede.)
2. Symmetrie bezeichnet «jene Art der Konkordanz mehrerer Teile, durch welche sie sich zu einem Ganzen zusammenschließen».<sup>4</sup> (Z. B. in der Architektur oder in der Musik: Symmetrie als Harmonie der Proportionen.)

Schon in der Antike wurde Symmetrie mit Schönheit in Verbindung gebracht. Eine der antiken Definitionen der Schönheit lautet: «Die Schönheit ist die richtige Übereinstimmung der Teile miteinander und mit dem Ganzen.»<sup>5</sup>

Polyklet (aktiv zwischen *circa* 450–420 v. Chr.), der durch harmonische Vollkommenheit seiner Skulpturen wohlbekannt wurde<sup>6</sup>, hat ein Buch über Proportionen geschrieben und ideale Proportionen für die Teile des menschlichen Körpers eingeführt. Sein «Kanon» reflektiert die allgemeine griechische Schönheitsauffassung: Schönheit ist die Symmetrie, die Maßbezogenheit der Teile des Körpers.

Nicht aus ästhetischen, sondern aus metaphysischen Gründen lehnte Plotin (1. Jh. v. Chr.) diese Auffassung ab. Für ihn steht Schönheit über Symmetrie. Das erste Schöne, bzw. das jenseitige erste *Eine* ist die Quelle der künstlerischen (und nicht nur der künstlerischen)

---

<sup>3</sup> Hermann Weyl, *Symmetry / Symmetrie*, University Press, Princeton 1952. Deutsche Ausgabe: Birkhäuser Verlag, Basel und Stuttgart 1955, S. 11.

<sup>4</sup> Hermann Weyl, *Symmetry / Symmetrie*, University Press, Princeton 1952. Deutsche Ausgabe: Birkhäuser Verlag, Basel und Stuttgart 1955, S. 11.

<sup>5</sup> Werner Heisenberg, *Die Bedeutung des Schönen in der exakten Naturwissenschaft* (Vortrag gehalten vor der Bayerischen Akademie der Schönen Künste, München 1970), in: Werner Heisenberg, *Schritte über Grenzen*, Gesammelte Reden und Aufsätze, R. Piper Verlag, München 1971, S. 289, 292, 296, 299.

<sup>6</sup> Hier wäre seine berühmte Skulptur *Doriforos* (*Speerträger*) erwähnenswert.

Schönheit. Demzufolge liegt Schönheit nicht (nur) in der Entsprechung der Teile, d. h. in der Körperlichkeit, sondern im Abglanz der Idee des Schönen.<sup>7</sup> Die zweite antike Definition des Begriffs «Schönheit», die von Plotin stammt lautet: «Die Schönheit ist das Durchleuchten des ewigen Glanzes des 'Einen' durch die materielle Erscheinung».<sup>8</sup>

Albrecht Dürer ist Polyklets Prinzipien gefolgt und entwickelte in seinem Traktat über die Symmetrie und Proportionen des menschlichen Körpers *Vier Bücher von menschlicher Proportion* (1528)<sup>9</sup> ein System von Proportionen für Menschen mit unterschiedlichem Körperbau. Die mit Hilfe geometrischer Projektion entwickelten Proportionstypen verknüpfte er mit der Lehre von den vier Temperamenten.<sup>10</sup>

Das Verhältnis zwischen Proportion und Symmetrie, sowie ihre ästhetische Bedeutung, tritt auch bei zahlreichen anderen Künstlern und Wissenschaftlern hervor. Beispielsweise bei Vitruvius (1. Jh. v. Chr.) in seinem wichtigen Werk *De Architectura Libri Decem*: «Aedium compositio constat ex symmetria, cuius rationem diligentissime Architecti tenere debent. Ea autem paritur a proportione, quae Graece analogia dicitur. Proportio est ratae partis membrorum in omni opere, totusque; commodulatio, ex qua ratio efficitur symmetriarum.»<sup>11</sup>

Vitruvius und seine Nachfolger, wie z. B. große Künstler und Architekten in der Epoche der Renaissance: Alberti, Palladio, Giorgio, della Francesca, Leonardo, Michelangelo..., hielten den idealen menschlichen Körper, der ein allumfassendes System von Proportionen repräsentiert, für eine Art des kreativen Archetyps.<sup>12</sup>

Im Kommentar seiner Vitruvius-Übersetzung (*Les dix livres d'architecture de*

---

<sup>7</sup> Plotin schrieb z. B.: «Da nun ferner das nämliche Antlitz, ohne daß sich die Symmetrie seiner Teile ändert, bald schön erscheint bald nicht, so muß man zweifellos das Schöne als etwas anderes ansehen, das erst über das Symmetrische kommt, und das Symmetrische muß seine Schönheit erst durch ein anderes erhalten.» Aus: Plotin, *Das Schöne*, = Plotins Schriften, Bd. I, übersetzt von Richard Harder, Felix Meiner Verlag, Hamburg 1956, S. 5.

<sup>8</sup> Aus: Werner Heisenberg: *Schritte über Grenzen*, R. Piper Verlag, München 1971, S. 305.

<sup>9</sup> Der Titel der «autorisierten» lateinischen Übersetzung von Joachim Camerarius (einem Freund von Dürer) lautet *De symmetria partium humanorum corporum* (1532). Dürer benutzte nämlich in seinen Schriften das Wort Symmetrie nicht, sondern «Vergleichung» - die eine Eigenheit des Schönen ist.

<sup>10</sup> Eine kompositorische Darstellung von Temperamenten (melancholisch – sanguinisch – phlegmatisch – choleric) versuchte P. Hindemith in seinem Werk *Die vier Temperamente* für Klavier und Streichorchester (Thema und 4 Variationen), 1940. Dazu erschien 1946 auch eine Ballettfassung.

<sup>11</sup> Aus: M. Vitruvii Pollonis, *De architectura libri decem*, cum commentariis Danielis Barbari, Venetiis M.D.LXVII., S. 87. - Später, im Mittelalter, fasste Thomas von Aquin (1225-1274) die objektiven Merkmale des Schönen folgendermaßen zusammen: «1. *integritas sive perfectio* ('Einheit oder Vollkommenheit'), 2. *proportio sive consonantia* ('Ausgeglichenheit der Größenverhältnisse oder Einklang'), und 3. *claritas coloris* ('Leuchtkraft der Farbe').» Aus: *Schüler Duden, Die Philosophie* / hrsg. von der Redaktion für Philosophie des Bibliographischen Instituts unter der Leitung von Gerhard Kwiatkowski, Dudenverlag, Bibliographisches Institut Mannheim/Wien/Zürich 1985.

<sup>12</sup> Vgl.: Vitruvian figure, from Cesariano's edition of Vitruvius, Como 1521. Aus: Rudolf Wittkower, *Architectural Principles in the Age of Humanism*, Anhang, = Studies of the Warburg Institute, Volume 19, Warburg 1949.



*Vitruve...*, Paris 1673) unterschied C. Perrault zwei Bedeutungen des Wortes Symmetrie: «Symmetrie en Grec & Latin» bzw. die Harmonie der Teile zu einander und zum Ganzen, und «Symmetrie en Français», d. h. bilaterale Symmetrie, oder die Ähnlichkeit, Korrespondenz zwischen den rechten und den linken, den oberen und den unteren, den vorderen und den hinteren Teilen bezugnehmend auf ihre Figur, Größe, Lage, Farbe, Zahl, usw.<sup>13</sup> Diese Auffassung wurde 1708 von der *Academie Royale d'Architecture* bestätigt.

J. G. Sulzer fasste 1794 die Geschichte des Symmetriebegriffs in diesem selben Sinne zusammen. Für ihn gibt es ebenfalls zwei Grundbedeutungen: 1. die ursprüngliche, antike Bedeutung, die später von der Epoche der Renaissance übernommen wurde (z. B. der italienische Humanist, Dichter, Architekt und Theoretiker Leon Battista Alberti [1404 –1472] betonte in seiner Abhandlung *De re aedificatoria* [um 1450] die besondere Bedeutung der harmonischen Proportionen in der Architektur, d. h. dass jeder Teil einer architektonischen Komposition vereinheitlicht und selbstständig sein muss und zugleich die Harmonie der Ganzheit wiedergeben soll. Die «Polyphonie der Proportionen», von der die Architektur der Renaissance beherrscht wurde, ist mit der Musiktheorie der Renaissance kompatibel [harmonische Verhältnisse in der Intervallehre.] );<sup>14</sup> 2. das schon lange Zeit bekannte Phänomen der spiegelbildlichen Gleichheit (z. B. Augustins Begriff *convenientia*, die Kunsttheorie von L. B. Alberti und A. Palladio u. a.), das erst im 17. Jahrhundert als Symmetrie bezeichnet wurde.<sup>15</sup>

G. W. F. Hegel sprach über die Schönheit der abstrakten Form. Das Kunstschöne verband er mit der Regelmäßigkeit oder mit der Symmetrie. Hegel unterschied bloße Regelmäßigkeit (Gleichheit, Wiederholung derselben Gestaltung) und die Regelmäßigkeit als Ordnung im Ungleichen. Er erklärte: «Die Symmetrie enthält die Regelmäßigkeit in einer weiteren Bestimmtheit. Die Regelmäßigkeit nämlich als solche des Verschiedenen heißt

<sup>13</sup> Vgl: K. Meinzer, *Symmetrie*, in: *Historisches Wörterbuch der Philosophie*, hrsg. von Joachim Ritter und Karlfried Gründer; völlig neubearbeitete Ausgabe des *Wörterbuchs der philosophischen Begriffe* von Rudolf Eisler, Band 10: St – T, Schwabe AG Verlag, Basel, S. 746-747.

<sup>14</sup> Der Parallelität zwischen den musikalischen (zeitlichen) und den architektonischen (räumlichen) Proportionen ist Rudolf Wittkowers 6. Kapitel *Palladio's Ratios and the Development of Sixteenth-Century Musical Theory* (S.132 ff) seines Buches *Architectural Principles in the Age of Humanism* gewidmet. Im Kapitel *The Problem of Harmonic Proportion in Architecture*, zitiert er einen signifikanten Gedanken von L. B. Alberti: «The numbers by means of which the agreement of sounds affects our ears with delight, are the very same which please our eyes and our minds». «Certissimum est naturam in omnibus sui esse persimilem.» (S. 111).

<sup>15</sup> Die beiden Bedeutungen des Symmetriebegriffs spielen im musikalischen Denken A. Weberns eine besonders wichtige Rolle. In seiner Doktordissertation *Studien zur Entwicklung der Kompositionstechnik im Frühwerk Anton Weberns* (Philosophische Fakultät der Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen, 1959) schlussfolgerte Erhard Karkoschka: «So wurden Proportionen und axiale Doppelungen Ausgangspunkt und Ziel von allen musikalischen Äußerungen Weberns, gewissermaßen die Quintessenz seines Komponierens.» (S. 23)

Symmetrie, insofern eine Ungleichheit, Unterbrechung der Regel stattfindet. Je drei in jeder Hinsicht einander gleiche Fenster, die von einem größeren, das sie voneinander trennt, gleich weit entfernt sind, stehen in Symmetrie. Die Symmetrie ist also eine Regelmäßigkeit von verschiedenen Existenzen,... . Sie ist Wiederholung von Solchem, das zugleich auch ungleichartig ist.»<sup>16</sup>

Im ersten Kapitel seines Buches über Symmetrie sprach F. M. Jaeger über ihre Quellen und ihre Anwendung z. B. in der Architektur und in der dekorativen Kunst. Die Idee der Symmetrie verknüpfte er mit der geometrischen Regelmäßigkeit bzw. mit der Wiederholung und Periodizität in der künstlerischen Gestaltung. Einfache Wiederholung des visuellen Eindrucks betrachtete er als einen mächtigen ästhetischen Faktor.<sup>17, 18</sup> Einen interessanten Gedanken über die Relation Symmetrie – Schönheit in der Kunst ist im Artikel *Symmetry as an Aesthetic Factor* von Harold Osborne zu finden: «Too much or too obvious symmetry defeats its own purpose. When it is unobtrusively subordinated to other perceptual stimuli symmetry may enhance the overall aesthetic potentiality of a work; otherwise the aesthetic appeal is annulated.»<sup>19</sup>

Die Begriffe «statische» und «dynamische» Symmetrie führte am Anfang des 20. Jahrhunderts Jay Hambidge ein.<sup>20</sup> Dynamische Symmetrie ist mit der Idee des Wachstums bzw. mit den Prozessen des Wachsens in der (lebendigen) Natur verbunden. Vom mathematisch–geometrischen Gesichtspunkt aus betrachtet, wird bei der «dynamischen Symmetrie» über geometrische Progression, Fibonacci–Folge bzw. logarithmische Spirale,

---

<sup>16</sup> Georg Wilhelm Friedrich Hegel, *Die Idee und das Ideal*, neu hrsg. von Georg Lasson, = Sämtliche Werke, Band Xa: *Vorlesungen über die Ästhetik*, erster Halbband: Einleitung und erster Teil, der Philosophischen Bibliothek Band 164, Verlag von Felix Meiner, Leipzig 1931, Zweites Kapitel, 1. Abschnitt: *Die abstrakte, äußerliche Schönheit*, S. 188-189.

<sup>17</sup> «L'idée de 'symétrie' résulte, en général, de l'étude des formes géométriques et de l'observation des objets naturels.» «En parlant de 'symétrie' dans l'étude d'une figure on désire, en général, attirer l'attention sur quelque régularité géométrique, sur une certaine répétition régulière, sur un arrangement périodique, qui se manifestent d'eux-mêmes dans l'aspect extérieur de la figure considérée. On sait également que la simple répétition d'une impression visuelle est un puissant facteur esthétique et c'est pour cela que la symétrie est devenue un facteur important de l'art décoratif et de l'architecture.» Aus: F.- M. Jaeger, *Le principe de symétrie et ses applications*, Gauthier-Willars et C<sup>ie</sup>, éditeurs libraires du bureau des longitudes de L'école polytechnique 35, Paris, S. 2.

<sup>18</sup> Mit der Relation zwischen Symmetrie / Mathematik und Ästhetik befasste sich auch Georg David Birkhoff. Sein Buch *Aesthetic Measure* sowie seine Vorträge *A Mathematical Theory of Aesthetics and Its Applications to Poetry and Music*, Rice Institute Pamphlet 19, Juli 1932, S. 189-342, sollen hier erwähnt werden.

<sup>19</sup> Harold Osborne, *Symmetry as an Aesthetic Faktor*, in: *Symmetry. Unifying Human Understanding*, edited by István Hargittai, = International Series in Modern Applied Mathematics and Computer Science, Volume 10, Pergamon Press, New York 1986, S. 82.

<sup>20</sup> Jay Hambidge, *Dynamic Symmetry*, Yale University Press, New Haven 1920. Harold Osborne faßte Hambidges Auffassung folgendermaßen zusammen: «He spoke of *static symmetry* when designs constructed in commensurate areas display linear commensurability among the lines by which the areas are bounded and *dynamic symmetry* of designs composed in commensurate areas whose bounding lines are not commensurable». Aus: Harold Osborne, *Symmetry as an Aesthetic Faktor*, in: *Symmetry. Unifying Human Understanding*, edited by I. Hargittai, Pergamon Press, New York 1986, S. 80.

Änderungen der Maßstäbe oder Fraktale gesprochen. Im Bereich der Künste ist dieser Begriff einerseits in der Formkonstruktion eines Werks und andererseits im Kontext der geschichtlichen Entwicklung anwendbar. Besonders in der Musik, die eine Kunst der in der Zeit ständig bewegten Formen ist. Vom Gesichtspunkt der zeitlichen Formentwicklung aus betrachtet, mögen alle Arten der in der Musik realisierten Symmetrie als «dynamische» - im erweiterten Sinne - bezeichnet werden.

Die Dynamik des kreativen Prozesses, die Entwicklung der kompositorischen Ideen und die Realisierung einer einmaligen musikalischen Form sind grundsätzlich durch eine Interaktion von Symmetrie, gebrochener Symmetrie und / oder Asymmetrie charakterisiert. Das musikalische «Glasperlenspiel» ereignete sich in der ganzen Musikgeschichte innerhalb eines Raums, dessen Grenzfälle einerseits «totale Organisation» (Ordnung, Symmetrie) und andererseits «totale Unordnung» (Chaos, Asymmetrie) sind.<sup>21</sup>

Vom mathematischen Blickwinkel aus betrachtet, besitzt ein Objekt Symmetrie, wenn es nach irgendeiner Transformation seine Gestalt behält. Symmetrie wird durch die Gruppentheorie definiert und klassifiziert (z. B. eine Gruppe der starren Bewegungen in der Geometrie). Für das universale Weltgesetz, das auf dem Prinzip der ganzzahligen Verhältnisse beruht, haben die alten Griechen den Begriff «*Logos*» benutzt. Sein poetischer Name war im Altertum «Harmonie der Sphären». Der Zugang zur Natur und Kunst wurde eben durch den *Logos*, der eigentlich ein Gruppenbegriff ist, ermöglicht. Mathematik ist eine Abstraktion, sie ist «die Wissenschaft der Struktur»<sup>22</sup> (Lynn Arthur Steen) und zwar der logischen Struktur. Einer der größten Mathematiker des 20. Jahrhunderts, der gleichzeitig mit Albert Einstein die spezielle Relativitätstheorie formulierte und die Theorie des Chaos begründete, Henri Poincaré (1854-1912) äußerte die folgende Meinung: «Die Gruppentheorie ist sozusagen die gesamte Mathematik, von ihren Gegenständen befreit und reduziert auf die 'reine Form'.»<sup>23</sup>

---

<sup>21</sup> Paradoxerweise können manchmal die Ergebnisse von beiden extremen Methoden (totale Organisation, totale Improvisation) ähnlich sein. In diesem Zusammenhang möchte ich einen Gedanken von G. Ligeti zitieren: «Die totale Durchführung des seriellen Prinzips hebt das Serielle schließlich selbst auf. Grundsätzlich gibt es keinen Unterschied zwischen automatischen Ergebnissen und Zufallsprodukten: Das total Determinierte wird dem total Indeterminierten gleich.» Aus: György Ligeti, *Wandlungen der musikalischen Form*, in: die Reihe 7. Form – Raum, Universal Ed., Wien 1960, S. 9.

<sup>22</sup> Vgl.: Ian Stewart und Martin Golubitsky, *Denkt Gott symmetrisch? Das Ebenmaß in Mathematik und Natur*, Birkhäuser Verlag, Basel Berlin 1993. S. 260 (*Platonische Beziehung*).

<sup>23</sup> Ian Stewart und Martin Golubitsky, *Denkt Gott symmetrisch? Das Ebenmaß in Mathematik und Natur*, Birkhäuser Verlag, Basel 1993, S. 59. (Originalausgabe: *Fearful Symmetry: Is God a Geometer?*, Penguin Books, London 1992.)

Mathematische Modelle bzw. Gruppen werden in einem Raum oder Medium repräsentiert bzw. verwirklicht.

**Mathematik:**

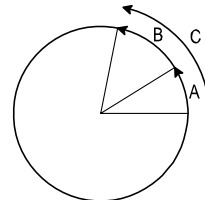
Die Symmetrien werden durch eine Gruppe (G) beschrieben:  
 $G = (a, b, c, \dots)$  a, b, c, .... sind die Elemente der Gruppe.  
 Eine Vorschrift wird hinzugefügt:  $(a, b) \rightarrow c$

**Repräsentation:**

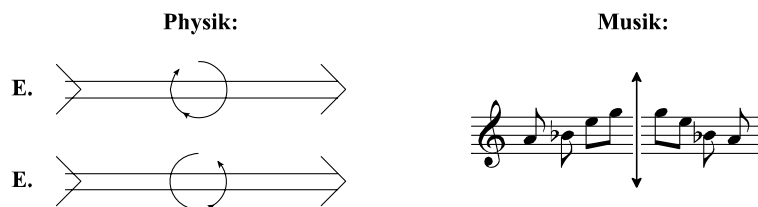
Die Gruppe wird in einem Raum (oder Medium) verwirklicht  
 so dass  $a \rightarrow A$   
 $b \rightarrow B$   
 $c \rightarrow C$   
 und es gilt:  $(A, B) \rightarrow C$

Das bedeutet z. B.:

24



**Spiegelsymmetrie:**



Nach Andreas Speiser<sup>25</sup> nahm die moderne Gruppentheorie ihren Ausgang von den Permutationsgruppen. (Er bemerkte, dass noch Jordans *Traité des substitutions* [1870] ausschließlich Permutationsgruppen behandelte.) Über die Permutationsgruppen schrieb er in seinem Werk *Die Theorie der Gruppen von endlicher Ordnung* und zwar bereits in der Einleitung (*II. Ableitung des Gruppenbegriffs aus den Permutationen*) und im 1. Kapitel *Die Grundlagen* (*V. Beispiele von Gruppen*). Speiser erklärte: «Bringt man eine Anzahl

<sup>24</sup> Vgl.: Davorin Kempf und Krunoslav Pisk, *Interview. Simetrija u znanosti i umjetnosti: glazba - fizika (Symmetry in Sciences and Arts: Music – Physics)*, in: *Arti Musices*, Croatian Musicological Review 32/1, Zagreb 2001, S. 114-115, Krunoslav Pisk.

<sup>25</sup> Der schweizerische Mathematiker, ehemaliger Professor an der Universität Zürich.

verschiedener Dinge, etwa die Zahlen 1 bis  $n$ , in eine bestimmte Reihenfolge, so pflegt man dies eine Anordnung dieser  $n$  Dingen zu nennen, und man beweist leicht, dass es  $n!$  verschiedene Anordnungen von  $n$  verschiedenen Dingen gibt. In der Gruppentheorie versteht man unter einer Permutation die Operation der Vertauschung, und zwar ist eine solche Permutation vollständig bestimmt, wenn für jedes Ding angegeben ist, durch welches es ersetzt wird. ....Die sämtlichen Permutationen von  $n$  Dingen bilden eine Gruppe von der Ordnung  $n!$ »<sup>26</sup>

Bezugnehmend auf die Repräsentation oder Verwirklichung der Permutationsgruppen in der künstlerischen bzw. in der musikalischen Struktur und Form ist es nötig, auf die folgende Tatsache hinzuweisen. Die Gruppentheorie liefert eine vollständige, allgemeine Liste der Kombinationsmöglichkeiten. Welche Kombinationen in einer Komposition realisiert werden, hängt vom Komponisten ab. Eine funktionelle Auswahl der Möglichkeiten ist der wesentliche Aspekt des Komponierens.<sup>27</sup> Von einem allgemeinen Blickwinkel aus, stellt sich die Frage: Bis zu welchem Grad, und auf welche Art und Weise sind die Permutationsgruppen in der ganzen europäischen Musikgeschichte realisiert worden?

Durch die folgenden drei Permutationsgruppen (**A** zwei-, **B** drei- und **C** vierzählige Permutationsgruppe) und die Beispiele ihrer Verwirklichung im kompositorischen Schaffen verschiedener Autoren wird ihre Rolle und Bedeutung im Bereich der Komposition und der Musiktheorie gezeigt.

---

<sup>26</sup> Aus: Andreas Speiser, *Die Theorie der Gruppen von endlicher Ordnung*, zweite Auflage, Bd. 5, Verlag von Julius Springer, Berlin 1927, S. 24.

<sup>27</sup> Andreas Speiser, der die Relation zwischen Mathematik und Kunst studierte (z. B. mathematische Gruppen in Bachschen Fugen), stellte fest, «daß die heutige Mathematik noch nicht imstande ist, alles mathematisch Erfassbare in der Kunst wiederzugeben. Insbesondere sind in der Musik noch manche Geheimnisse verborgen; wir wissen z. B. nur sehr wenig darüber, wie Bach seine Fugen ausgearbeitet hat.» Aus: Andreas Speiser, *Die Theorie der Gruppen von endlicher Ordnung*, zweite Auflage, Bd. 5, Einleitung (I *Zur Vorgeschichte der Gruppentheorie*), Verlag von Julius Springer, Berlin 1927, S. 3.

## A) Permutationsgruppe mit zwei Variablen 1, 2: I. (1, 2) II. (2, 1)

Musikalische Repräsentation: - Einzeltöne

Z. B.: 1 = Ton der Tonika (T), 2 = Ton der Dominante (D) (z. B.: C-Dur / c-Moll)

### Simultane Anordnung:

Richtung: a) von unten nach oben;

	$c''$
$g'$	$g'$
$c'$	
2 D	1 T
1 T	2 D
<b>I.</b>	<b>II.</b>

b) von oben nach unten:

$c''$	
$g'$	$g'$
	$c'$
<b>I.</b>	<b>II.</b>
1 T	2 D
2 D	1 T

### Sukzessive Anordnung:

Richtung: a) nach oben;

	$g'$	$g'$	$c''$
$c'$			
I. (1	2)	II. (2	1)
T	D	D	T

b) nach unten:

$c''$	$g'$	$g'$	
			$c'$
I. (1	2)	II. (2	1)
T	D	D	T

Zum Beispiel:

Fl. Ob. (zu 2)

fff

I. (1 2) II. (2 1)  
T D D T

(TUTTI)

fff

I. (1 2) II. (2 1)  
T D D T

A. Bruckner, *III. Sinfonie, d-Moll*, 1. Satz *Moderato con moto*, T. 361-363, T. 341-343.<sup>28</sup>

<sup>28</sup> Weitere Beispiele: L. van Beethoven, *III. Sinfonie*, Es-Dur, 4. Satz (Finale, *Allegro molto*), T. 12-15. R. Strauss, *Also sprach Zarathustra*, Naturthema (T. 5 ff), C-Dur. Das Trompetenmotiv kann im Sinne einer Überlappung von der Quinte: 1 (T), 2 (D) und der Quarte: 2 (D) 1 (T) aufgefaßt werden. A. Bruckner, *Te Deum*, C-Dur (I. *Te Deum*: Anfang; V. *In te, Domine, speravi*: Schluss) – ständig wiederholte Begleitungsfigur (Streicher, z. B. Violinen, Achtel-Noten:  $c^3-g^2-g^2-c^2$ ).

**Realisation im Rahmen von zwei bestimmten Tonhöhen bzw. Frequenzen:**

z. B.: 1 = c', 2 = g' ;

g' ↑ g'  
c' ↓ c'

I. (1 2) II. (2 1)  
T D D T

oder: 1 = c'', 2 = g':

c'' ↑ c''  
g' ↓ g'

I. (1 2) II. (2 1)  
T D D T

**Analoge Beispiele aus musikalischen Werken:**

pp  
I. (1 2) II. (2 1)  
T D D T

Stepan Šulek, *Symphonie Nr. 2, «Eroica»*,  
4. Satz, *Finale*: zweites Motiv des Haupt-  
themas (d-Moll).

ff  
I. (1 2) II. (2 1)  
T D D T

Georges Bizet: *Carmen, Atto primo: Coro di Monelli*, T. 17,  
(d-Moll).

**Die zwei zweizahligen Einheiten (Permutationen) können miteinander vertauscht werden. So entsteht eine neue, zusammengesetzte Permutationsgruppe von zwei Elementen (I. und II.): I. (1, 2) II. (2, 1) II. (2, 1) I. (1, 2)**

**Musikalische Repräsentation:**

- Zwei Werke von verschiedenen Autoren aus derselben Epoche in derselben Tonart:

fff  
I. (1 2) II. (2 1)  
T D D T

A. Bruckner: *Symphonie Nr. 3*, 1. Satz,  
thematisches Motiv.

II. (2 1) I. (1 2)  
I. (2 1) I. (1 2)  
D T T D T

R. Wagner: *Der fliegende Holländer*  
Ouvverture (Trompetenmotiv, d-Moll):  
Holländermotiv, d-Moll.

## Polyphone Komposition:

### 12a

Anfang: DUX COMES  
**1**  
 I. (1 2) II. (2 1)  
 Töne: T D D T  
 Richtung: a) nach oben  
 Intervalle: Quinte, Quarte;

### 12b

Anfang: DUX COMES  
**2**  
 II. (2 1) I. (1 2)  
 D T T D  
 b) nach unten  
 Quinte, Quarte

J. S. Bach, *Die Kunst der Fuge*, BWV 1080, *Contrapunctus inversus* **12 (a, b)** a 4.<sup>29</sup>

Es gibt noch ein interessantes Beispiel in Bachs *Kunst der Fuge: Contrapunctus 3* (*Einfache Fuge über die Umkehrung des Themas, vierstimmig*) und *Contrapunctus 4* (*Einfache Fuge über die Umkehrung des Themas, vierstimmig*)<sup>30</sup>. Während in der Exposition der dritten Fuge das Thema mit den Tönen d' (Tonika) und a (Dominante) und die Antwort mit den Tönen a' (Dominante) und d' (Tonika) beginnen, kommt in der Exposition der vierten Fuge genau umgekehrte Reihenfolge a' – d', d' – a (Dominante - Tonika, Tonika – Dominante) vor, weil die Antwort des *Contrapunctus 3* zum Thema des *Contrapunctus 4* wird, und – dementsprechend - das Thema des *Contrapunctus 3* zur Antwort des *Contrapunctus 4* wird.

**1** und **2** können auch als Elemente (Variablen) einer noch größeren, zusammengesetzten zweizähligen Permutationsgruppe aufgefasst werden: **1 2 2 1** :

	<b>I</b>				<b>II</b>			
	<b>1</b>		<b>2</b>		<b>2</b>		<b>1</b>	
	I.	II.	II.	I.	II.	I.	I.	II.
	(1 2)	(2 1)	(2 1)	(1 2)	(2 1)	(1 2)	(1 2)	(2 1)

Es folgt ein Beispiel der sukzessiven (melodischen) Verwirklichung dieser komplexen Permutationsgruppe:

<sup>29</sup> Auch: J. S. Bach, *Wohltemperiertes Klavier*, das Verhältnis DUX – COMES bei der „tonalen Antwort“ (verschiedene Fugen): Buch I, *Fuge c-Moll*, DUX (Anfang: Quarte  $c^2 - g^1$ ) **I. (1, 2)** - COMES (Quinte  $g^2 - c^2$ ) **II. (2, 1)**; Buch 2, *Fuge C-Dur*, DUX (Anfang: Quinte  $g^1 - c^1$ ) **II. (2, 1)** – COMES (Anfang:  $c^2 - g^1$ ) **I. (1, 2)**.

<sup>30</sup> Johann Sebastian Bach, *Die Kunst der Fuge / The Art of Fugue*, BWV 1080. Nach der Handschrift und dem Erstdruck hrsg. von Hermann Diener, Bärenreiter-Verlag (TP 26), Kassel 1956.

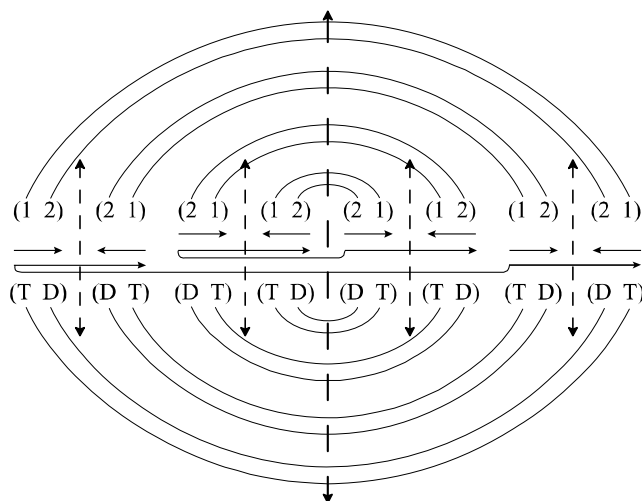


<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
I.(1 2) II.(2 1)	II.(2 1) I.(1 2)	II.(2 1) I.(1 2)	I.(1 2) II.(2 1)
T D    D T	D T    T D	D T    T D	T D    D T
Quarte, Quinte,	Quinte, Quarte;	Quinte, Quarte;	Quarte, Quinte.

Richtung: von oben nach unten  
Tonalität: d-Moll, D-Dur

L. van Beethoven, *Sinfonie Nr. 9, d-Moll*, 1. Satz, VI. I., T. 36-42, 171-177 (oder 302-304, 306-308).

Offensichtlich gibt es eine Hierarchie zwischen den gegebenen drei zweizähligen Permutationsgruppen. (Dabei handelt es sich um eine Gruppe und zwei Untergruppen). Sie impliziert auch eine Hierarchie der symmetrischen Beziehungen (Symmetrieverformen: Spiegelsymmetrie, translative und rotative Symmetrie):



Graphische Darstellung der zusammengesetzten zweizähligen Gruppe (eine große Gruppe und zwei Untergruppen) mit ihren innewohnenden Symmetrien. (D. Kempf)

Weitere Möglichkeiten der Verwirklichung der zweizähligen Permutationsgruppe:

Der harmonisch – funktionelle (akkordische) Aspekt:

**1** = Tonika (als harmonische Funktion), **2** = Dominante (als harmonische Funktion):

**Largo, con gran espressione**

I. (T D)    II. (D T)    (= Spiegelsymmetrie)

L. van Beethoven: *Sonate Op. 7, 2.*  
Satz: *Largo, con gran espressione*,  
Anfang, T. 1-2.

## Melodische / motivische Repräsentation:

1 = Motiv / Element a,      2 = Motiv / Element b

Presto

pp

I.(a      b)      II.(b      a)

W. A. Mozart, *Figaros Hochzeit*, KV 492, Ouvertüre (Zeit- und Höhentranslation von den Motiven a und b, Symmetrie in der Anordnung der Motive).<sup>31</sup>

## Realisierung in der Konstruktion eines Themas:

I. ( a      b )      II. ( b'      a' )--

f-Moll      As-Dur      f-Moll      c-Moll (Dominante)  
Doppelphrase, kleiner Satz + kleiner Satz, Doppelphrase → Amplifikation  
(kleiner Satz)      (kleine Periode)      (kleiner Satz)

L. van Beethoven, *Sonate Op. 2 Nr. 1, f-Moll*, 4. Satz (Sonatenrondo, **R**<sub>5</sub>), 1. Thema.<sup>32</sup>

## Verwirklichung im Bereich der thematischen Anordnung

### Homophonie:

Sonatensatz (im Falle der umgekehrten Reihenfolge von Themen in der Reprise).

Exposition:

Reprise:

I. ( 1 = 1. Thema, 2 = 2. Thema )      II. ( 2 = 2. Thema, 1 = 1. Thema )

Beispiele: W. A. Mozart: *Klaviersonate in D-Dur*, K.V. 311, 1. Satz;

. F. Chopin: *Balade in g-Moll*;

. B. Bartók, *Konzert für Orchester*, 1. Satz;

In der Exposition des fünften Satzes (T. 1–149) des *Streichquartetts Nr. 5* von B. Bartók wird die symmetrische Anordnung der Themen (Translationsverfahren) mit ihrer Inversion (Spiegelung an einer Horizontalachse) kombiniert. Die Themen sind durch ihre tetrachordale Struktur und durch die spiegelsymmetrische Beziehung verwandt. Das zweite Thema ist als eine freie Umkehrung des ersten Themas gestaltet. Die Spiegelsymmetrie ist nur ein wenig gebrochen.

<sup>31</sup> Auch: M. Ravel: *Miroirs*, Anfang des zweiten Satzes *Les oiseaux tristes*, T. 1-3. Obwohl dieses Beispiel grundsätzlich dreiteilig konstruiert ist, kann es auch als zweiteilig aufgefasst bzw. analysiert werden. Die durch das Translationsverfahren erreichte symmetrische Anordnung der Motive / Elemente a und b folgt dem Schema: I. (1, 2) II. (2, 1).

<sup>32</sup> Auch: L. Van Beethoven, *Sonate e-Moll, Op. 90*, 2. Satz (E-Dur), 1. Thema (A im Sonatenrondo): **a** = kleine Periode, **b** = großer Satz, **b'** = wiederholter großer Satz, **a'** = variierte Wiederholung der kleinen Periode.

<b>I. ( 1</b>	<b>2 )</b>	<b>II. ( 2</b>	<b>1 )</b>
1. Thema (T.17 ff),	2. Thema (T.55 ff);	2. Thema (T.75 ff),	1. Thema (T.116 ff)
absteigend,	aufsteigend,	absteigend,	aufsteigend
Die innere Intervallenkonstruktion auf der die melodische Gestaltung beruht:			
E-B-E(-B),	Ges-C-F,	G-Des-As,	H-F-H(-F)

### Polyphonie:

#### **Eine unübliche Reihenfolge von DUX und COMES in der Exposition der barocken Fuge:**

Exposition: 1 = DUX, Tonika; 2 = COMES, Dominante:

DUX	COMES	COMES	DUX
T	D	D	T
<b>I. ( 1</b>	<b>2 )</b>	<b>II. ( 2</b>	<b>1 )</b> <sup>33</sup>

Der melodische / thematische Aspekt: Zeit- und Höhentranslation;  
Der harmonisch – funktionelle Aspekt: Spiegelsymmetrie.

Es gibt eine interessante Repräsentation in *Der Kunst der Fuge* von J. S Bach, die die dritte und die vierte Fuge (*Contrapunctus 3* und *Contrapunctus 4* über die Umkehrung des Themas) zusammenschließt.

#### Contrapunctus 3 (Exposition):

**I. ( 1 Dux [= Comes im *Contrapunctus 4*], 2 Comes [= Dux im *Contrapunctus 4*])**

#### Contrapunctus 4 (Exposition):

**II. ( 2 Dux [= Comes im *Contrapunctus 3*], 1 Comes [= Dux im *Contrapunctus 3*])**

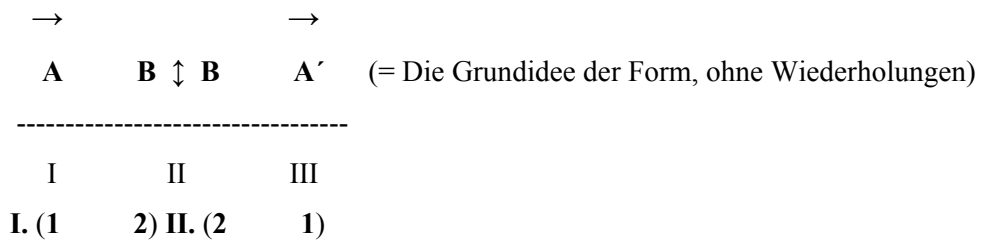
Es folgt noch eine spezifische Repräsentation aus der *Kunst der Fuge*: das Verhältnis **Thema rectus – Thema inversus** in der Exposition der Gegenfuge über das variierte Thema und seine Umkehrung (*Contrapunctus V*) in einer Wertgröße (vierstimmig):

**I. ( 1 Thema *inversus*, 2 Thema *rectus*) II. ( 2 Thema *rectus*, 1 Thema *inversus*)**

### Repräsentation im makroformalen Bereich:

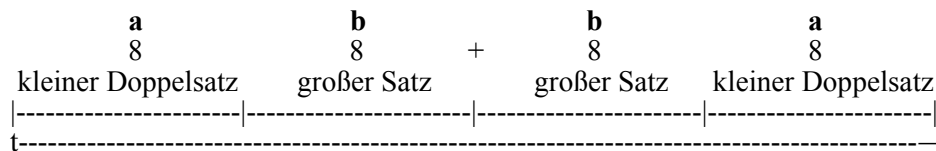
Eine zu den Beispielen von Mozart (Ouvertüre zur *Figaros Hochzeit*) und Ravel (*Les oixeaux tristes*) analoge formale Konstruktion, diesmal aber in der polyphonen Zwölftonmusik (Doppelkanon in Gegenbewegung), im makroformalen Bereich und mit Anwendung der Spiegelsymmetrie, wird im ersten Satz der *Symphonie Op. 21* von A. Webern realisiert. Die «Zeitumkehr» bzw. die Spiegelung an einer vertikalen Achse (T. 34 ↑ 35), die auf die Zweiteiligkeit der ganzen Form hinweist, erscheint nur im Mittelteil (T. 25-44).

<sup>33</sup> Z. B.: J. S. Bach, *Wohltemperiertes Klavier*, Buch I, *Fuge C-Dur* (vierstimmig).



Die Spiegelungen an den Horizontalachsen («Exposition» und «Reprise»: a, «Durchführung»: e'' und b) sind mit dem vierstimmigen Doppelkanon in der Gegenbewegung eng verknüpft.

Die Form der Klavierminiatur *Wichtige Begebenheit* von Robert Schumann ist nach dem Prinzip der zweizähligen Permutationsgruppe konstruiert:

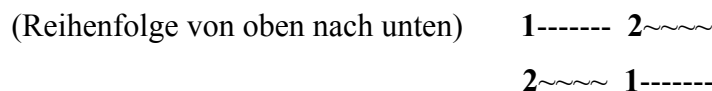


R. Schumann, *Kinderszenen Op. 15, Nr. 6, Wichtige Begebenheit*. Formschema.

Eine andere und zwar sehr wichtige Art von Repräsentation bzw. Anwendung der zweizähligen Permutationsgruppe **I. (1, 2) II. (2, 1)** in der Musik ist die entsprechende

**vertikale Anordnung von zwei verschiedenen kontrapunktischen Linien**

**(Stimmabschnitten) in der polyphonen Komposition:**



Das Permutationsverfahren impliziert die Technik des doppelten Kontrapunkts (am häufigsten in der Oktave).

**Beispiele:**

**Monothematische Fuge:** das Verhältnis: Thema – fester / beibehaltener Kontrapunkt.

- |  |  |
|--|--|
| 1 = Thema ( <i>dux</i> oder <i>comes</i> ) | 2 = fester Kontrapunkt                     |
| 2 = fester Kontrapunkt                     | 1 = Thema ( <i>dux</i> oder <i>comes</i> ) |

### Beispiele aus musikalischen Werken:

1 / DUX (G-Dur)

2 / fester Kontrapunkt

1. Stimme: |-----|-----|~~~~~|~~~~~|

2. Stimme: | ~~~~~|~~~~~|-----|-----|

2 / fester Kontrapunkt 1 / COMES (D-Dur)

J. S. Bach, *Wohltemperiertes Klavier*, Buch I, *Fuge e-Moll*, T. 11-14 (Anfang der 2. Durchführung, *dux*: G-Dur, *comes*: D-Dur).<sup>34</sup>

Es folgt ein analoges Beispiel aus einer homophonen Form und zwar aus dem ersten Satz der *Sonate Op. 27 Nr. 1*, Es-Dur, von L. van Beethoven. Bei Wiederholungen der Abschnitte des ersten Themas (kleine Sätze) im dritten Teil, wandte Beethoven die Technik des doppelten Kontrapunkts auf die zweischichtige kompositorische Struktur des Themas an.

1 / Thema (Akkorde), kleiner Satz

2 / begleitende Stimme (Kontrapunkt)

|-----|-----|-----|-----| ~~~~~| ~~~~~| ~~~~~|~~~~~|

| ~~~~~| ~~~~~| ~~~~~|~~~~~| |-----|-----|-----|-----|

2 / begleitende Stimme (Kontrapunkt)

1 / Thema (Akkorde), kleiner Satz

Doppeltranslation (eine Oktave tiefer)

L. van Beethoven, *Sonate Op. 27 Nr. 1*, Es-Dur, 1. Satz, Schlussteil: *Tempo I*, Anfang.<sup>35</sup>

**Doppelfuge**: das Verhältnis: erstes Thema – zweites Thema.

Reihenfolge: von oben nach unten: I. 1 = 1. Thema II. 2 = 2. Thema

2 = 2. Thema 1 = 1. Thema

### Beispiele aus musikalischen Werken:

J. S. Bach, *Die Kunst der Fuge*, Doppelfuge über ein neues Thema und das Hauptthema (vierstimmig).

Max Reger, *Fantasie und Fuge über B-A-C-H*, für Orgel, Op. 46, *Fuge*, T. 130–136, tiefste und höchste Stimme. Reihenfolge von unten nach oben: I. (1, 2) II. (2, 1).

L. van Beethoven: *Missa Solemnis*, Opus 123, D-Dur, *Credo: et vitam venturi saeculi* (Thema 1), *amen* (Thema 2).

W. A. Mozart: *Requiem, Kyrie*, 1. Thema: *Kyrie eleison*, 2. Thema: *Christe eleison*

Im *Kyrie* hat Mozart den doppelten Kontrapunkt in der Oktave und in der

Duodezime verwendet. Komplementäre Intervalle: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

<sup>34</sup> Auch: G. F. Händel, *Der Messias*, 2. Teil, Nr. 23, Chorus: „Durch seine Wunden sind wir geheilet“ (vierstimmige Fuge mit einem festen Kontrapunkt). Eine Bemerkung: Da es nur die zwei Kombinationen gibt, werden sie in jeder polyphonen Komposition wiederholt (in verschiedener Reihenfolge). Alle Transpositionen sind natürlich miteinbezogen.

<sup>35</sup> Vgl.: Beethoven, *Sonate per pianoforte*, Vol. II (Casella), Ricordi (E. R. 2a), Milano, S. 4.

**Spezifische Formen des Kanons :**

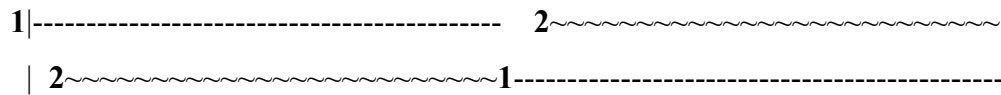
Z. B.: J. S. Bach: *Die Kunst der Fuge, Canon per augmentationem in contrario motu*

(zweistimmig): **1** = führende Stimme (Hauptstimme), **2** = imitierende Stimme

Graphische Darstellung der ganzen Form:

**I.** Teil (T. 1-27)

**II.** Teil (T. 27-55)



All diese Beispiele der vertikalen Umordnungen von zwei verschiedenen kontrapunktischen Linien, sind mit der Technik des doppelten Kontrapunkts in der Oktave verbunden. Komplementäre Intervalle: 1 2 3 4 5 6 7 8

8 7 6 5 4 3 2 1

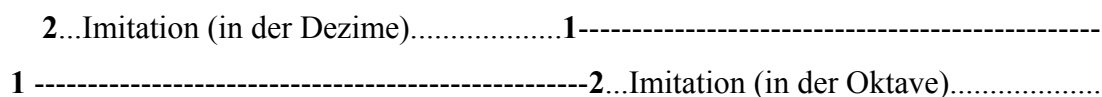
Die Rolle der Stimmen in so einem zweiteiligen Kanon kann auch natürlich vertauscht bzw. permutiert werden. Die zweite Möglichkeit: **I.** (**1** - untere Stimme, **2** - obere Stimme), **II.** (**2** - untere Stimme, **1** - obere Stimme) kommt im Kanon in der Dezime (zweistimmig) aus der *Kunst der Fuge* vor. In diesem Kanon hat Bach die Technik des doppelten Kontrapunkts in der Dezime (komplementäre Intervalle: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 ) und in der

Oktave verwendet. Hier ist eine vereinfachte graphische Darstellung der Kanonform:

**I.** Teil: (T. 1 – 40)

**II.** Teil: (T. 40 – 82)



**B) Permutationsgruppe mit drei Variablen: 1, 2, 3.**

Die sämtlichen Permutationen der Zahlen 1, 2, 3, sind:

**I. (1, 2, 3) II. (2, 3, 1) III. (3, 1, 2) IV. (1, 3, 2) V. (3, 2, 1) VI. (2, 1, 3)**

(Die drei Variablen 1, 2, 3, werden in diesem Fall zyklisch vertauscht.)

Diese sechs Kombinationen bzw. Umordnungen, die von der ersten, natürlichen Aufeinanderfolge (1 2 3) abgeleitet sind, bilden eine Permutationsgruppe.

## Musikalische Representation:

### Einzelöne:

Die drei Zahlen können beispielsweise die 3 Töne eines Durdreiklangs (z. B. c, e, g) repräsentieren: **1** = Grundton (c), **2** = Terz (e), **3** = Quinte (g).

**1. Simultane (vertikale, harmonische) Verwirklichung** der betreffenden Permutationsgruppe. Die Zahlen sowie die Noten / Töne sind in der entsprechenden vertikalen Reihenfolge von unten nach oben angeordnet:

3 (g <sup>1</sup> )	1 (c <sup>2</sup> )	2 (e <sup>2</sup> )	2 (e <sup>2</sup> )	1 (c <sup>3</sup> )	3 (g <sup>2</sup> )
2 (e <sup>1</sup> )	3 (g <sup>1</sup> )	1 (c <sup>2</sup> )	3 (g <sup>1</sup> )	2 (e <sup>2</sup> )	1 (c <sup>2</sup> )
1 (c <sup>1</sup> )	2 (e <sup>1</sup> )	3 (g <sup>1</sup> )	1 (c <sup>1</sup> )	3 (g <sup>1</sup> )	2 (e <sup>1</sup> )
I.	II.	III.	IV.	V.	VI.

I., IV. = Grundakkord; II., VI. = Sextakkord; III., V. = Quartsextakkord.

Die ersten drei Permutationen kommen häufiger (in verschiedener Reihenfolge) in der Musikkultur vor. Da die Töne, die einen Akkord bilden, sowohl von unten nach oben als auch von oben nach unten abgelesen werden können, enthalten die drei Akkorde (Grundakkord, Sextakkord und Quartsextakkord) *de facto* alle sechs Permutationen von den drei Variablen:

↑ 3 (g <sup>1</sup> ) 3	↑ 1 (c <sup>2</sup> ) 1	↑ 2 (e <sup>2</sup> ) 2
2 (e <sup>1</sup> ) 2	3 (g <sup>1</sup> ) 3	1 (c <sup>2</sup> ) 1
1 (c <sup>1</sup> ) 1 ↓	2 (e <sup>1</sup> ) 2 ↓	3 (g <sup>1</sup> ) 3 ↓
Grundakkord,	Sextakkord,	Quartsextakkord
I.(1,2,3,) V.(3,2,1)	II.(2,3,1) IV.(1,3,2)	III.(3,1,2) VI.(2,1,3)

### Beispiele aus musikalischen Werken:

L. van Beethoven, *Eroica*, 3. Satz (*Scherzo*): *Trio*, Anfang (T. 1-4), 3 Hörner in Es.

L. van Beethoven, *Klaviersonate Op. 2 Nr. 3*, C-Dur, 4. Satz *Allegro assai*, drittes Thema (F-Dur) im Sonatenrondo, Anfang, m. d. (Wegen des Pedaltens [Tonika] gibt es hier keine Umkehrungen sondern nur den Grundakkord f-a-c).

Ein analoges Beispiel: J. S. Bach: Kantate Nr. 80, *Eine feste Burg ist unser Gott*: Trompeten I, II, III, am Anfang der Nr. 1 (T. 1).

Ein spezifisches Beispiel der Verwirklichung derselben Permutationen innerhalb der drei Harmonien / Funktionen: W. A. Mozart: «*Jupiter*» *Symphonie*, C-Dur, K.V. 551, 1. Satz, *Allegro*, T. 9-11. Die 3 Permutationen V.(3 2 1), IV.(1 3 2), VI.(2 1 3) auf den betonten Takteilen (in der Stimme von *Violino I*) erscheinen hier im Rahmen der Kadenzprogression (T-S-D). (Orgelpunkt [Ton der Tonika] im Bass: Vc. e B., Timp.):

## 2. Sukzessive (horizontale, melodische) Repräsentation:

a) innerhalb der bestimmten drei Tonhöhen (Frequenzen):  $1 = c^1, 2 = e^1, 3 = g^1$ .

|  $c^1 - e^1 - g^1$  | |  $e^1 - g^1 - c^1$  | |  $g^1 - c^1 - e^1$  | |  $c^1 - g^1 - e^1$  | |  $g^1 - e^1 - c^1$  | |  $e^1 - c^1 - g^1$  |

I. (1, 2, 3) II. (2, 3, 1) III. (3, 1, 2) IV. (1, 3, 2) V. (3, 2, 1) VI. (2, 1, 3)

b) außerhalb der bestimmten drei Noten / Tönhöhen: z. B. in Bezug auf die obere akkordische Repräsentation:

|  $c^1 - e^1 - g^1$  | |  $e^1 - g^1 - c^2$  | |  $g^1 - c^2 - e^2$  | |  $c^1 - g^1 - e^2$  | |  $g^1 - e^2 - c^3$  | |  $e^1 - c^2 - g^2$  |

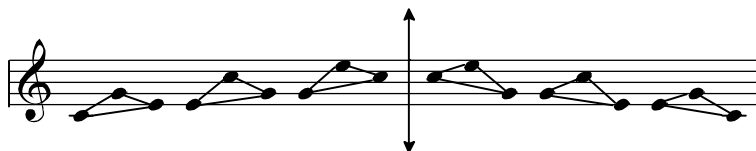
I. (1, 2, 3) II. (2, 3, 1) III. (3, 1, 2) IV. (1, 3, 2) V. (3, 2, 1) VI. (2, 1, 3)

Die 6 Anordnungen von 3 Variablen hat A. Speiser geometrisch dargestellt und zwar durch die 6 Decklagen eines gleichseitigen Dreiecks. Seine Ecken sind auf 6 verschiedene Arten mit den drei Numern versehen.

.	3	.	1	.	2	.	2	.	1	.	3
.	Δ	.	Δ	.	Δ	.	Δ	.	Δ	.	Δ
.	1 2	.	2 3	.	3 1	.	1 3	.	3 2	.	2 1

A. Speisers geometrische Darstellung der 6 Anordnungen von 3 Variablen.<sup>36</sup>

Bei der musikalischen Repräsentation können nur unterschiedliche Dreiecke erreicht werden:



(D. Kempf)

<sup>36</sup> Andreas Speiser, *Die Theorie von Gruppen von endlicher Ordnung*, 2. Auflage, Verlag von Julius Springer, Berlin 1927, S. 8.



Die sechs dreizahligen Einheiten (die Permutationen I, II, III, IV, V, VI) können miteinander vertauscht werden. So entsteht eine neue Permutationsgruppe von sechs Elementen / Variablen.

Ein Beispiel, das zu dieser Permutationsgruppe gehört: Die spiegelbildliche Anordnung der Elemente (der Töne) mit einer vertikalen Symmetrieachse in der Mitte:

2. Hälfte: umgekehrte Reihenfolge der Töne

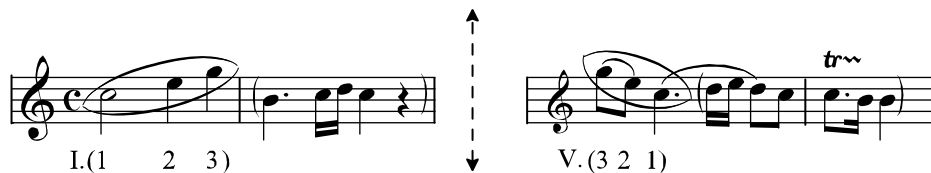
| c<sup>1</sup> - e<sup>1</sup> - g<sup>1</sup> | e<sup>1</sup> - g<sup>1</sup> - c<sup>2</sup> | g<sup>1</sup> - c<sup>2</sup> - e<sup>2</sup> ↓ e<sup>2</sup> - c<sup>2</sup> - g<sup>1</sup> | c<sup>2</sup> - g<sup>1</sup> - e<sup>1</sup> | g<sup>1</sup> - e<sup>1</sup> - c<sup>1</sup> |

**I.** (1, 2, 3)   **II.** (2, 3, 1)   **III.** (3, 1, 2)   **VI.** (2, 1, 3)   **IV.** (1, 3, 2)   **V.** (3, 2, 1)

Es ist wichtig zu begreifen, dass alle möglichen Permutationen von den Tönen (Noten) c, e und g, im ganzen musikalisch verwendbaren Frequenzbereich (C<sub>2</sub> - c<sup>5</sup>), zu ein und demselben Durdreiklang gehören. (Die Umkehrungen sind miteinbezogen.)

Die dreizahlige Permutationsgruppe kann inzwischen nur teilweise repräsentiert werden. Es folgen einige solche Beispiele:

Das spiegelsymmetrische Segment I. (1, 2, 3) V. (3, 2, 1) verwendete W. A. Mozart bei der Gestaltung von zwei Hauptgedanken im ersten Satz seiner Klaviersonate C-Dur, K.V. 545, «Facile», (Anfangsmotive des 1. und 2. Themas des Sonatensatzes):

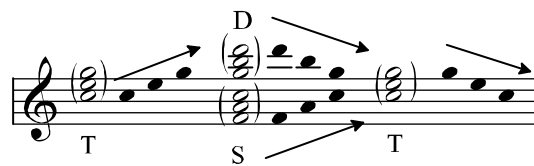


1. Thema (Exposition): Anfangsmotiv;      2. Thema (Reprise): Krebsform + Diminution



Exposition: 1. Thema,      2. Thema;      Reprise: 1. Thema,      2. Thema

Die Idee:



Dasselbe Segment der dreizahligen Permutationsgruppe kann auch auf eine andere Weise linear repräsentiert werden, z. B. durch eine adäquate Reihenfolge von Motiven:

**Allegro giusto, nel modo russo**



M. P. Musorgski: *Bilder einer Ausstellung*, das Promenadenthema (T. 1, 2). Eine wichtige Bemerkung: Es gibt keine Spiegelsymmetrie zwischen den betreffenden Motiven. Die Symmetrie bezieht sich nur auf ihre Anordnung / Reihenfolge, die durch das Translatiosverfahren erreicht wird.

Es folgt eine analoge Repräsentation im Bereich der Dichtung: W. B. Yeats, *Another Song of a Fool* (Summer 1918), zweiter Vers in der dritten Strophe:

«Sweet and harsh, harsh and sweet»<sup>37</sup>

I. (1, 2, 3) V. (3, 2, 1)

Selbstverständlich kann die dreizahlige Permutationsgruppe auch durch alle anderen Durdreiklänge, sowie durch alle Moll-, verminderten und übermäßigen Dreiklänge, oder – kurz und bündig - durch irgendwelche drei verschiedene Töne / Frequenzen repräsentiert werden.

Zum Beispiel: 1 = d<sup>1</sup>, 2 = gis<sup>1</sup>, 3 = cis<sup>2</sup>

Simultan (Reihenfolge: von unten nach oben):

3 cis <sup>2</sup>	1 d <sup>2</sup>	2 gis <sup>2</sup>	2 gis <sup>2</sup>	1d <sup>3</sup>	3 cis <sup>3</sup>
2 gis <sup>1</sup>	3 cis <sup>2</sup>	1 d <sup>2</sup>	3 cis <sup>2</sup>	2 gis <sup>2</sup>	1 d <sup>2</sup>
1 d <sup>1</sup>	2 gis <sup>1</sup>	3 cis <sup>2</sup>	1 d <sup>1</sup>	3 cis <sup>2</sup>	2 gis <sup>1</sup>
I.	II.	III.	IV.	V.	VI.

<sup>37</sup> Aus: W. B. Yeats, *The Poems*, edited and introduced by Daniel Albright, Everyman's Library, J. M. Dent & Sons, London 1990, S. 220.

Sukzessiv (bestimmte Tonhöhen):

cis <sup>2</sup>		cis <sup>2</sup>		cis <sup>2</sup>		cis <sup>2</sup>		cis <sup>2</sup>		cis <sup>2</sup>	
gis <sup>1</sup>		gis <sup>1</sup>		gis <sup>1</sup>		gis <sup>1</sup>		gis <sup>1</sup>		gis <sup>1</sup>	
d <sup>1</sup>		d <sup>1</sup>		d <sup>1</sup>		d <sup>1</sup>		d <sup>1</sup>		d <sup>1</sup>	
I. (1, 2, 3)	II. (2, 3, 1)	III. (3, 1, 2)	IV. (1, 3, 2)	V. (3, 2, 1)	VI. (2, 1, 3)						

t----->

(Spiegelsymmetrisch sind: I.↕ V., II.↕ IV., III.↕ VI.)

Es folgt ein Beispiel aus dem ersten Buch des *Wohltemperierten Klaviers* von J. S. Bach, *Praeludium XV*, G-Dur. Die am Anfang des Präludiums verwendeten Permutationen beruhen auf der typischen harmonischen Progression: Tonika – Subdominante – Dominante – Tonika.

(ORGELPUNKT: TONIKA)

I \_\_\_\_\_ IV<sup>6/4</sup> \_\_\_\_\_ VII<sup>6</sup> \_\_\_\_\_ I \_\_\_\_\_  
T \_\_\_\_\_ S \_\_\_\_\_ D \_\_\_\_\_ T \_\_\_\_\_

J. S. Bach, *Das Wohltemperierte Klavier*, Buch 1, *Präludium XV*, G-Dur, Anfang (Oberstimme).

**Repräsentation/Anwendung derselben Permutationsgruppe in der polyphonen Komposition: Vertauschung von drei verschiedenen Linien (Stimmabschnitten), die mit der Technik des dreifachen Kontrapunkts in der Oktave verbunden ist.**

Es folgt eine graphische Darstellung der vollständigen Permutationsgruppe in Hinsicht auf die Möglichkeiten der vertikalen Anordnung von drei verschiedenen Linien/Stimmabschnitten in der polyphonen kompositorischen Struktur:

Die Reihenfolge von oben nach unten:

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
1	2	3	1	3	2
2	3	1	3	2	1
3	1	2	2	1	3

In seiner *Dreistimmigen Invention Nr. 9* in *f-Moll* hat J. S. Bach vier von diesen sechs Kombinationen angewendet. Sie erscheinen in verschiedenen Moll- und Dur-Tonalitäten. Es folgt eine zusammenfassende graphische Analyse (**1** = das Thema [*dux* oder *comes*], **2** = erster beibehaltener Kontrapunkt, **3** = zweiter beibehaltener Kontrapunkt):

**I. TEIL (1. Durchführung)**

**II. TEIL (2. Durchführung)**

<b>I.</b>	<b>II.</b>	<b>III.</b>	<b>(I.)</b>
-  1 Comes-----  Zwischen-		2 Kp. I~~~~~  Zwischen-	
Dux----- 2 Kp. I~~~~~  spiel .		3 Kp. II.....  spiel (a)	
Kp. I~~~~~ 3 Kp. II.....  .		1 Dux-----  .	
Tonart: f-Moll, c-Moll		f-Moll	
Takt: 1 2 3 4 5 6		7 8 9 10	
t----->		11 12 13 14	
//		//	

<b>VI.</b>	<b>(II.)</b>	<b>(I.)</b>
. .  2 Kp. I~~~~~  . . .		2 Kp. I  1 Comes-----
Zwischenspiel (b)  1 Dux-----  Zwischenspiel (a) .		3 Kp. II..... 2 Kp. I~~~~~
. .  3 Kp. II.....  . . .		1 Dux----- 3 Kp. II.....
c-Moll		Des-Dur As-Dur
15 16 17 18 19 20 21 22 23		24 25 26 27
t----->		
//		//

### III. TEIL (3. Durchführung)

	<b>(I.)</b>		<b>(III.)</b>		
	.	.	1 Dux----- 3 Kp. II.....		
	Zwischenspiel (b)		2 Kp. I~~~~~ 1 Dux-----		
	.	.	3 Kp. II..... 2 Kp. I~~~~~		
			f-Moll	f-Moll	
28	29	30	31	32	33 34 35

t----->

J. S. Bach, *Dreistimmige Invention Nr. 9, f-Moll*. Die Permutationen IV und V sind ausgeschlossen. Die Permutation I kommt vier Mal vor, und die Permutationen II und III kommen zwei Mal vor. Da die Linien von beiden Kontrapunkten als «thematische» charakterisiert werden können, ist eine Assoziation zur Idee der Tripelfuge möglich.

Die als eine **monothematische Fuge** mit zwei festen Kontrapunkten komponierte *Dreistimmige Invention* Nr. 3, D-Dur, enthält 5 verschiedene Permutationen. Nur die Permutation VI.(2, 1, 3) fehlt:

	I.	V.	IV.	II.	III.	I.
.	1(comes)	3 (Kp.2)	1 (dux)	2 (Kp.1)	3 (Kp.2)	1 (dux)
.	2 (Kp.1)	2 (Kp.1)	3 (Kp.2)	3 (Kp.2)	1 (c.=dux)	2 (Kp.1).
.	3 (Kp.2)	1 (dux)	2 (Kp.1)	1 (dux)	2 (Kp.1)	3 (Kp.2)
	Tonalität: A-Dur,	D-Dur,	h-Moll,	G-Dur,	D-Dur,	D-Dur.
	Takt: 3,	6,	10,	19,	21,	23

- **Monothematische Fuge** mit zwei beibehaltenen Kontrapunkten:

	II.	IV.	VI.	I.	V.
	2 (Kp.1)	1 (dux)	2 (Kp.1)	1(dux)	3 (Kp.2)
	3 (Kp.2)	3 (Kp.2)	1 (comes)	2 (Kp.1)	2(Kp.1)
	1 (dux)	2(Kp.1)	3 (Kp.2)	3 (Kp.2)	1 (dux)
	Tonalität: c-Moll,	Es-Dur,	g-Moll,	c-Moll,	c-Moll
	Takt: 7,	11,	15,	20,	26

J. S. Bach, *Wohltemperiertes Klavier*, Buch 1, *Fuge Nr. 2, c-Moll*. In der Fuge gibt es insgesamt 5 verschiedene Permutationen, nur die Permutation III.(3, 1, 2) fehlt.

**- Tripelfuge.**

Z. B.: P. Hindemith: *Ludus Tonalis, Fuga prima in C*:

Die Fuge endet mit einer Reihe von miteinander verknüpften Durchführungen der drei Themen (ohne Zwischenspiele). Hier wandte Hindemith nur 3 verschiedene vertikale Kombinationen von Themen an: VI.(2, 1, 3), V.(3, 2, 1) und IV.(1, 3, 2).

	VI.	V.	IV.	(V.)
	Thema 2	Thema 3	Thema 1	Thema 3
	Thema 1	Thema 2	Thema 3	Thema 2
	Thema 3	Thema 1	Thema 2	Thema 1
„tonale Centren“:	in C	in F	in G	in C
Takt:	35,	38,	43,	46

In der fünfstimmigen Tripelfuge in cis-Moll (*Wohltemperiertes Klavier*, Buch 1) hat J. S. Bach fünf verschiedene kontrapunktische Permutationen der drei Themen verwendet. Nur die Kombination III.(3, 1, 2) fehlt. Es folgen die drei Themen und die ausgewählten, unterschiedlichen vertikalen Anordnungen.

Permutation:	I.	V.	II.	IV.	VI.
	1	3	2	1	2
	2	2	3	3	1
	3	1	1	2	3
Tonalität:	fis-Moll, fis-Moll, cis-Moll, cis-Moll, fis-Moll.				
Takt:	49,	51,	73,	76,	86

J. S. Bach: *Wohltemperiertes Klavier*, Buch 1, *Fuge IV, cis- Moll*: vertikale Permutationen von drei Themen. Nur die Kombination III.(3, 1, 2) tritt nicht vor.

**C) Permutationsgruppe mit vier Variablen 1, 2, 3, 4.**

Die sämtlichen Permutationen der Zahlen 1, 2, 3, 4 (insgesamt gibt es 24) bilden eine Permutationsgruppe, die in der Musik, beispielsweise durch die 4 Töne des Dominant-septakkords repräsentiert werden kann: 1 = Grundton, 2 = Terz, 3 = Quinte, 4 = Septime.

**1. Simultaner (harmonischer) Aspekt:** Z. B.  $D^7$ , C-Dur / c-Moll:

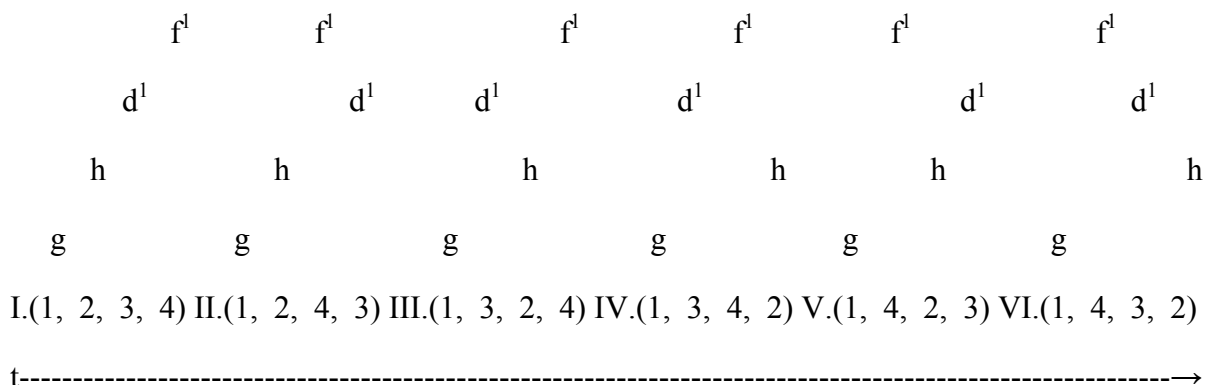
4 f <sup>1</sup>	3 d <sup>2</sup>	4 f <sup>2</sup>	2 h <sup>1</sup>	3 d <sup>2</sup>	2 h <sup>2</sup>	4 f <sup>2</sup>	3 d <sup>3</sup>	4 f <sup>2</sup>	1 g <sup>1</sup>	3 d <sup>2</sup>	1 g <sup>2</sup>
3 d <sup>1</sup>	4 f <sup>1</sup>	2 h <sup>1</sup>	4 f <sup>1</sup>	2 h <sup>1</sup>	3 d <sup>2</sup>	3 d <sup>2</sup>	4 f <sup>2</sup>	1 g <sup>1</sup>	4 f <sup>1</sup>	1 g <sup>1</sup>	3 d <sup>2</sup>
2 h	2 h	3 d <sup>1</sup>	3 d <sup>1</sup>	4 f <sup>1</sup>	4 f <sup>1</sup>	1 g <sup>1</sup>	1 g <sup>1</sup>	3 d <sup>1</sup>	3 d <sup>1</sup>	4 f <sup>1</sup>	4 f <sup>1</sup>
1 g	1 g	1 g	1 g	1 g	1 g	2 h	2 h	2 h	2 h	2 h	2 h
<u>I.</u>	<u>II.</u>	<u>III.</u>	<u>IV.</u>	<u>V.</u>	<u>VI.</u>	<u>VII.</u>	<u>VIII.</u>	<u>IX.</u>	<u>X.</u>	<u>XI.</u>	<u>XII.</u>

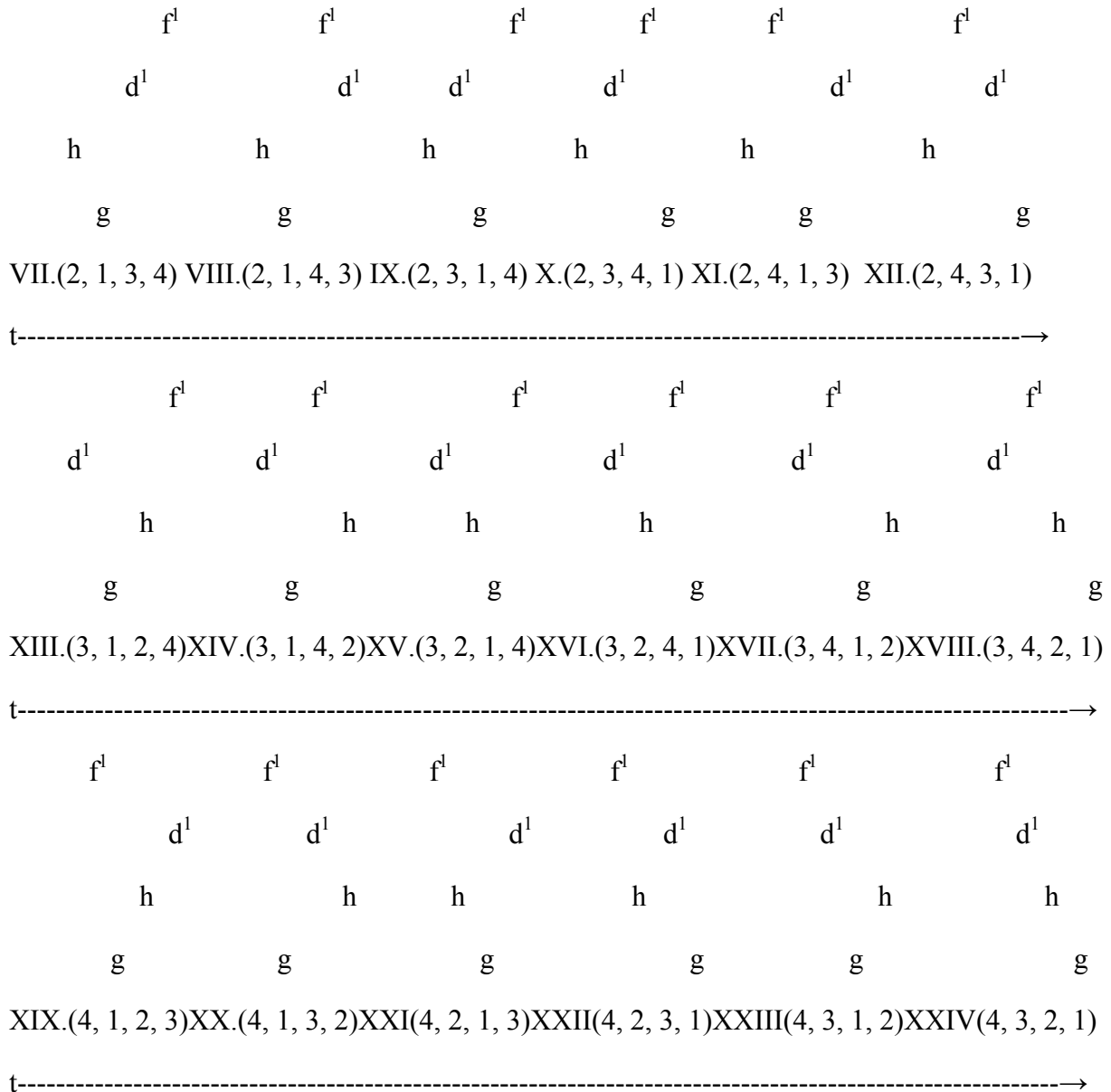
4 f <sup>2</sup>	2 h <sup>2</sup>	4 f <sup>3</sup>	1 g <sup>2</sup>	2 h <sup>1</sup>	1 g <sup>2</sup>	3 d <sup>2</sup>	2 h <sup>2</sup>	3 d <sup>3</sup>	1 g <sup>2</sup>	2 h <sup>2</sup>	1 g <sup>3</sup>
2 h <sup>1</sup>	4 f <sup>2</sup>	1 g <sup>2</sup>	4 f <sup>2</sup>	1 g <sup>1</sup>	2 h <sup>1</sup>	2 h <sup>1</sup>	3 d <sup>2</sup>	1 g <sup>2</sup>	3 d <sup>2</sup>	1 g <sup>2</sup>	2 h <sup>2</sup>
1 g <sup>1</sup>	1 g <sup>1</sup>	2 h <sup>1</sup>	2 h <sup>1</sup>	4 f <sup>1</sup>	4 f <sup>1</sup>	1 g <sup>1</sup>	1 g <sup>1</sup>	2 h <sup>1</sup>	2 h <sup>1</sup>	3 d <sup>2</sup>	3 d <sup>2</sup>
3 d <sup>1</sup>	3 d <sup>1</sup>	3 d <sup>1</sup>	3 d <sup>1</sup>	3 d <sup>1</sup>	3 d <sup>1</sup>	4 f <sup>1</sup>	4 f <sup>1</sup>	4 f <sup>1</sup>	4 f <sup>1</sup>	4 f <sup>1</sup>	4 f <sup>1</sup>
<u>XIII.</u>	<u>XIV.</u>	<u>XV.</u>	<u>XVI.</u>	<u>XVII.</u>	<u>XVIII.</u>	<u>XIX.</u>	<u>XX.</u>	<u>XXI.</u>	<u>XXII.</u>	<u>XXIII.</u>	<u>XXIV.</u>

I.-VI. = Grundakkord, VII.-XII. = Quintsextakkord, XIII.-XVIII. = Terzquartakkord, XIX.-XXIV. = Sekundakkord.

**2. Sukzessiver (melodischer) Aspekt:**

Im Rahmen der 4 bestimmten Tonhöhen (1 = g , 2 = h , 3 = d<sup>1</sup> , 4 = f<sup>1</sup>):





Offensichtlich gibt es 24 verschiedene Möglichkeiten der simultanen oder sukzessiven Anordnungen von 4 Tönen des Dominantseptakkords. Man kann sagen, dass alle diese Kombinationen in der europäischen Musikgeschichte realisiert wurden. Spiegelsymmetrische Permutationen sind die folgenden:

1↕24 , 2↕18 , 3↕22 , 4↕12 , 5↕16 , 6↕10 , 7↕23 , 8↕17 , 9↕ 20, 11↕14 , 13↕21 , 15↕19 .

Dieselbe Permutationsgruppe kann, selbstverständlich, auch durch alle anderen Typen von Septakkorden (einschließlich ihre Alterationen und Transpositionen) oder durch



irgendwelche freie Auswahl von vier verschiedenen Tönen (z. B. B-A-C-H) repräsentiert werden.

1. (BACH), 2. (BAHC), 3. (BCAH), 4. (BCHA), 5. (BHAC), 6. (BHCA),
7. (ABCH), 8. (ABHC), 9. (ACBH), 10. (ACHB), 11. (AHBC), 12. (AHCB),
13. (CBAH), 14. (CBHA), 15. (CABH), 16. (CAHB), 17. (CHAB), 18. CHBA),
19. (HBAC), 20. (HBCA), 21. (HABC), 22. (HACB), 23. (HCBA), 24. (HCAB).

Spiegelsymmetrisch sind:

1↕24 , 2↕17 , 3↕22 , 4↕12 , 5↕16 , 6↕10 , 7↕23 , 8↕18 , 9↕20 , 11↕14 , 13↕21 , 15↕19.

Die 24 Permutationen von Tönen B-A-C-H können auf alle Stufen der chromatischen Tonleiter transponiert werden. Dies bedeutet, dass es insgesamt 288 Kombinationen von Tönen gibt (24 x 12 = 288), die sich vom Modus B-A-C-H ableiten lassen und die alle zur vierzahligen Permutationsgruppe gehören.

### Beispiele aus musikalischen Werken:

**I. (B A C H)** und **XXIV. (H C A B)** mit allen Transpositionen (= 24 Kombinationen) verwendete A. Webern im *Streichquartett Op. 28*, dessen Zwölftonreihe und die ganze Formkonstruktion auf dem Modus B-A-C-H beruhen.

Originalreihe→: b' a' c'' h' dis'' e'' cis'' d'' ges'' f' as'' g'' ←Krebsform  
 I.(B A C H) XXIV.(H C A B) I.(B A C H)

Die im Stück verwendeten Reihen: Og, Oes, Oh, Of, Ogis, Od, Ob, Oas, Oe, Oa, Oc, Ocis; Kh, Kas, Ke, Ka, Kc, Kg, Kb, Kcis, Kd.

Identisch sind: O-Form und UK-Form, U-Form und K-Form:

Modus B-A-C-H:		die Zwölftonreihe:	
<b>O-Form</b>	<b>K-Form</b>	<b>Originalgestalt</b>	<b>Krebs</b>
<u>b' a' c'' h' ↕ h'..c''..a'..b'</u>		<u>b'-a'-c''-h' dis''-e''-cis''-d'' ges''-f'-as''-g'' ↕ g''-as''-f''-ges'' d''-cis''-e''-dis'' h'-c''-a'-b'</u>	
←----- -----→		←----- -----→	
<u>h'..c''..a'..b' ↕ b' a' c'' h'</u>		<u>b'-h'-gis'-a' f'-e'-g'-fis' d'-es'-c'-des' ↕ des'-c'-es'-d' fis'-g'-e'-f'-a'-gis'-h'-b'</u>	
<b>U-Form</b>	<b>UK-Form</b>	<b>Umkehrung</b>	<b>KU (Krebsumkehrung)</b>

Der viertönige Modus und seine Permutationen und Transpositionen sind im Beethovens *Streichquartett Op. 133* in B-Dur (*Große Fuge*) zu finden: **I. (B A C H)** und **VIII. (A B H C)**<sup>38</sup> (Kontrapunkt ihrer Transpositionen): T. 605-607, Vl. I (des"-c"-es"-d") und Vl. 2 (e'-f'-fis'-g'); **VI. (B H C A)** - Originalform: T. 709-714, Vl. I (b'-h'-c"-a"); **IX. (A C B H)** – Transposition: T. 577-578, Vla (f'-as'fis'g'); **XXIII. (H C B A)** – Originalform (und einige Transpositionen<sup>39</sup>): T. 681-684, Vl. I (h'-c"-b"a"). Eine Überlappung von **XXIV. (H C A B)** und **XXIII. (H C B A)** - Transpositionen:

XXIV. ( H C B A )  
 .                    fis g | (g) e' f' es' | d'  
 .                    XXIV. ( H C A B )

L.van Beethoven, *Streichquartett Nr. 17, B-Dur, Op.133 (Große Fuge)*, T. 37-39, Vcl.

Im Unterschied zu Webern (*Streichquartett Op. 28*) gibt es hier bei Beethoven keinen dodekaphonischen Automatismus, und dementsprechend tritt nur eine freie Auswahl von Permutationen bzw. Transpositionen des betreffenden Modus vor. Sie ist mit der Durchführung des Themas (Modulationen), mit der motivischen Arbeit und mit dem Variierungsprozess verbunden.

Die Permutation **XVIII. (C H B A)** verwendete Krzysztof Penderecki bereits am Anfang des ersten Satzes (*Magnus Dominus et laudabilis nimis*) seiner Symphonie Nr.7 *Sieben Türen von Jerusalem* (1976) für 5 Solisten, einen Sprecher, 3 Chöre und großes Orchester (Sopran solo beginnt mit c<sup>2</sup>-h<sup>1</sup>-b<sup>1</sup>-a<sup>1</sup> «*Magnus Dominus et laudabilis nimis in civitate Dei nostri in monte sancto eius*». (Psalmus 48 [47]; 2).<sup>40</sup>

<sup>38</sup> Beispiele von **VIII. (A B H C)** bei anderen Komponisten: *Chromatische Phantasie und Fuge* für Klavier von J. S. Bach enthält mehrere Realisationen. Z. B.: Thema, T. 1-2 (a'-b'-h'-c'), T. 3-4 (e'-f'-fis'-g'); T. 90-91 (h'-c"-cis"-d"), T. 92-93 (fis'-g'-gis'-a'), T. 131-132 (d'-es'-e'-f') usw. C. Franck, *Symphonische Variationen* für Klavier und Orchester, Orchester (Strch.), T. 9-11 (*Poco Allegro*): fis-g-gis-a; R. Wagner, *Tristan und Isolde*, Ouvertüre, erstes Leitmotiv (Oberstimme: gis'-a'-ais'-h); B. Bartók, *Konzert für Orchester, V Finale*, T. 137-147, Motiv e-f-ges-g (Fl. 1,2,3; Ob. 1,2,3; Kl. 1,2,3; Vl. II, Vle, Vcl.).

<sup>39</sup> **XXIII. (H C B A)** – einige Transpositionen (Beethoven, *Große Fuge Op. 133*): T. 217-219, Vl. I (c"-des"-ces"-b"); T. 422-425, Vla (a-b-as'-g'); T. 436-438, Vl. I (d"-es"-des"-c"); T. 513-519, Vcl (d-es-des'-c', g-as-ges'-f', A-B-as-g); T. 681-684, tutti. F. Liszt, *Präludium und Fuge über B-A-C-H* (für die Orgel), *Fuge*, T. 106 (Man.: ais-h-a-gis).

<sup>40</sup> **XVIII. (C H B A)** - weitere Beispiele: J. S. Bach, *Chromatische Fantasie und Fuge d-Moll, Fuge*: T. 49-51 (Oberstimme: c"-h'-b'-a'), T. 97-99 (Oberstimme: g'-fis'-f'-e'); *Fantasie*, T. 10 (Bassstimme: f-e-es-d), T. 11 (Bassstimme: d-cis-c-H, B-A-As-G). L. van Beethoven, *Streichquartett Op. 133* („Große Fuge“), Vl. I, T. 47-48; C. Franck, *Praeludium, Choral und Fuge* für Klavier, *Fuge*, Thema (Anfang: e'-dis'-d'-cis'). S. Rachmaninow, *Klavier-Präludium cis-Moll*, Op. 3, Nr. 2 (*Agitato*, T. 14 und 15: e'-dis'-d'-cis'). Im *Lied Heimgang in der Frühe* (Klaviereinleitung) aus dem Frühwerk Anton Weberns werden die beiden spiegelsymmetrischen Permutationen (**VIII. [A-B-H-C]** und **XVIII. [C-H-B-A]**) kombiniert. (Vgl.: Walter Kolneder, *Anton Webern. Genesis und Metamorphose eines Stils*, Verlag Elisabeth Lafite Wien, Österreichischer Bundesverlag für Unterricht, Wissenschaft und Kunst, Wien 1974, S. 16.) **XIV. (C B H A)** –

Sechs unterschiedliche Transpositionen von **XVII. (C H A B)** und fünf unterschiedliche Transpositionen von **VII. (A B C H)** kommen im polyphonen vokalen Abschnitt *Crux ave* (Cori I, II, III) aus dem K. Pendereckis Werk *Passio et mors Domini nostri Iesu Christi secundum Lucam* vor.<sup>41</sup>

Eine Überlappung von drei (transponierten) Permutationen: **XX. (H B C A)**, **III. (B C A H)** und **XVI. (C A H B)**:

	C	A	H	B	
a	as	b	g	a	as
	d'	es'			
H	B	C	A		
	B	C	A	H	

O. Messiaen, *Vingt Regards sur l'Enfant Jésus*, pour Piano, THÉME DE L'ETOILE ET DE LA CROIX.<sup>42</sup>

Die ersten und die letzten 4 Töne der Allintervallreihe, die Luigi Nono in seiner Komposition *Il canto sospeso* verwendete, gehören zum B-A-C-H Modus (= die Permutationen **V. [B H A C]** und **XVI. [C A H B]**):

<u>a'</u>	<u>b'</u>	<u>as'</u>	<u>h'</u>	g'	c''	fis'	cis''	<u>f'</u>	<u>d''</u>	<u>e'</u>	<u>dis''</u>
	V.								XVI.		

Transpositionen: B. Bartók, *Mikrokosmos VI* für Klavier, Nr. 142, *Märchen von der kleinen Fliege*, T. 56-61: as'-fis"-g"-f", fis"-e"-f"-es". O. Messiaen, *Vingt Regards sur l'Enfant Jésus* (Paris 1944), V. *Regard du Fils sur le Fils*, T. 23 (u. a. T. 27, 55, 60): h''-a''-b''-as''.

<sup>41</sup> Partitur: PWM Edition, Moeck Verlag, Celle (S. A.), S. 5.

<sup>42</sup> Weitere Anwendungen des viertönigen Modus (einschließlich seiner Permutationen und Transpositionen) in verschiedenen kompositorischen Systemen: **I. (B-A-C-H)**: P. Boulez, *III. Sonate* (1957-58), *II Tropus, Glose*, Schluss: b''-a'-c'-h"; P. Hindemith, *Streichquartett in Es* (1943), Satz II, VI. 1, T. 1-3: c'-h'-d'-cis", e"-dis"-fis"-f"; F. Liszt, *Praeludium und Fuge über B-A-C-H* für die Orgel, Anfang (Pedal). (Transponierte) Permutationen **II. (B A H C)** und **XIX. (H B A C)**: A. Webern, *Das Lied Op. 14, Nr. 1*, Singstimme („Täglich kommt die gelbe Sonne...“): d"-des'-es'-e", as'-g"-fis'a". **II. (B A H C)**: W. A. Mozart, *Sinfonie Nr. 39*, Es-Dur, K. 543, 1. Satz, Einleitung (*Adagio*), Oberstimme: es"-d"-e"-f"; **XXII. (H A C B)** – Transposition: A. Bruckner, *Sinfonie Nr. 3*, 1. Satz, Fl., T. 558-559: es'''-des'''-e'''-d'''"; **XXIV. (H C A B)** – Transpositionen: J. S. Bach, *Die Kunst der Fuge*, Tripel-Fuge über zwei neue Themen und das variierte Hauptthema (vierstimmig), T. 112, erste Stimme (cis"-d"-h'-c"); F. Liszt, *Präludium und Fuge über B-A-C-H* (für die Orgel), die Fuge, T. 132 (gis'-a'-fis'-g'); B. Bartók, *Streichquartett IV*, 1. Satz (*Allegro*), 1. Geige, T. 1-2 (f'-fis"-dis"-e"); L. Van Beethoven, *Große Fuge Op. 133*, B-Dur, T. 8-10 VI. 1, VI. II, Vla und Vcl. (gis-a-fis-g); Original: T. 735-738, Vcl. (H-c-a-b). C. Franck, *Praeludium, Choral und Fuge* für Klavier, Transposition: T. 69-70 (fis-g-e-eis). **XVII. (C H A B)**, originale Version: J. S. Bach, Kantate Nr. 101, *Nimm von uns, Herr, du treuer Gott*, 1. Satz – Coro, T. 5 (Tenorstimme); eine Transposition: B. Bartók, *Streichquartett IV*, 1. Satz (*Allegro*), VI. 1, T. 5-6. **XII. (A H C B)** – Transposition: J. S. Bach, *Chromatische Phantasie und Fuge* für Cembalo, d-Moll, Anfang (h'-cis"-d"-c"). **VIII. (C B A H)** – Transpositionen: D. Kempf, *Pater noster* für einen gemischten Chor *a cappella* (1992), Schluss-Fuge (*Amen*), T. 13-14, Tenor I, II (Text: „*nostris*“); **XIX. (A H B C)** – Transposition: D. Kempf, *Pater noster, Schluss-Fuge*, T. 28, Alt (Text: „*Amen*“): f'-g'-fis'-gis'.

Eine Bemerkung: Als Zusammenklang enthält der Modus B-A-C-H alle 24 (latente) Permutationen seiner Töne, so wie ein Zwölftonakkord alle 48 (latente) Zwölftonreihen einschließt. - In diesem Sinne verwendete ich am Anfang meiner Klavierkomposition *Arti mutatae* (1975-76) alle Permutationen und Transpositionen von B-A-C-H:

\* senza voce

D. Kempf, *Arti mutatae*  
für Klavier, Anfang  
(«Expositio»)

Obwohl es sich hier selbstverständlich um keine vollständige Liste der in der europäischen Musikgeschichte realisierten Permutationen von B-A-C-H handelt, weisen die präsentierten Beispiele auf eine bedeutende Ausbreitung des flexiblen viertönigen Modus in unterschiedlichen stilistischen Epochen und kompositorischen Systemen hin.

**Repräsentation bzw. Anwendung der vierzahligen Permutationsgruppe im Bereich der vertikalen Anordnung von kontrapunktischen Linien oder Stimmabschnitten in der polyphonen Komposition.** Es folgt eine vollständige Liste der Kombinationsmöglichkeiten:

1. Stimme (S.): 1-----1-----1-----1-----1-----1-----
2. Stimme (A.): 2~~~~~ 2~~~~~ 3- - - - 3- - - - 4.....4.....
3. Stimme (T.): 3- - - - 4.....2~~~~~ 4.....2~~~~~ 3- - - -
4. Stimme (B.): 4.....3- - - - 4.....2~~~~~ 3- - - - 2~~~~~

1. Stimme (S.): 2~~~~ 2~~~~ 2~~~~ 2~~~~ 2~~~~ 2~~~~

2. Stimme (A.): 1-----1-----3- - - - 3- - - - 4.....4.....

3. Stimme (T.): 3- - - - 4.....1-----4.....1-----3- - - -

4. Stimme (B.): 4.....3- - - - 4.....1-----3- - - - 1-----

1. Stimme (S.): 3- - - - 3- - - - 3- - - - 3- - - - 3- - - - 3- - - -

2. Stimme (A.): 1-----1-----2~~~~ 2~~~~ 4.....4.....

3. Stimme (T.): 2~~~~ 4.....1-----4.....1-----2~~~~

4. Stimme (B.): 4.....2~~~~ 4.....1-----2~~~~ 1-----

1. Stimme (S.): 4.....4.....4.....4.....4.....4.....

2. Stimme (A.): 1-----1-----2~~~~ 2~~~~ 3- - - - 3- - - -

3. Stimme (T.): 2~~~~ 3- - - - 1-----3- - - - 1-----2~~~~

4. Stimme (B.): 3- - - - 2~~~~ 3- - - - 1-----2~~~~ 1-----

### Anwendung:

#### - monothematische (vierstimmige) Fuge mit drei festen Kontrapunkten:

1 ----- = das Thema (dux, comes)

2 ~~~~ = erster fester Kontrapunkt

3 - - - - = zweiter fester Kontrapunkt

4 ..... = dritter fester Kontrapunkt

3 (Kp.2)      4 (Kp.3)      1 (Th., comes)    1(Th., comes)    2(Kp.1)

2 (Kp.1)      2 (Kp.1)      3 (Kp.2)      4 (Kp.3)      1 (Th.,comes)

4 (Kp.3)      1 (Th.,dux)    2 (Kp.1)      3 (Kp.2)      4 (Kp.3)

1 (Th., comes)    3 (Kp.2)      4 (Kp.3)      2 (Kp.1)      3 (Kp.2)

Tonart: gis-Moll,      E-Dur,      H-Dur,      d-Moll,      g-Moll.

Takt: 20,      48,      53,      93,      112

D. Schostakowitsch, 24 Präludien und Fugen, Op. 87, Fuge Nr. 10, cis-Moll.

- Quadrupelfuge:**    1----- = erstes Thema  
                               2~~~~~ = zweites Thema  
                               3- - - - - = drittes Thema  
                               4..... = viertes Thema

Die Anwendung ist mit dem vierfachen Kontrapunkt in der Oktave verbunden. Nur eine Auswahl von diesen 24 Permutationen (im Prinzip nur einige) kommt in einer Komposition oder in einem Satz vor.

Im Finale (Takte 385 – 403) seiner *Jupiter Symphonie* in C-Dur, das als eine Synthese des Sonatensatzes mit bestimmten Elementen einer Quadrupelfuge bezeichnet werden kann, verwendete Mozart folgende vertikalen Anordnungen von 4 thematischen Gedanken:

**Appendix I**, S. 85. Wenn auch die Linie des beibehaltenen Kontrapunkts eingerechnet wird, handelt es sich um fünf Variablen (melodische Linien), die permutiert werden (= fünffacher Kontrapunkt in der Oktave) und deren Umordnungen zu einer fünfzähligen Permutationsgruppe gehören.

Weitere Möglichkeiten der Realisation / Verwirklichung:

- die sogenannte «**Permutationsfuge**»:

a (dux)---b~~~~~ c- - - - - d.....a (dux)---b~~~~~ c- - - - - d.....  
           a (comes)--b~~~~~ c- - - - - d.....a (comes)- - b~~~~~c- - - - -  
                   a (dux)--- b~~~~~c- - - - - -d.....a (dux)---b~~~~~  
                           a (comes)-b~~~~~c- - - - - d.....a (comes)---

a(1) = Thema (dux / comes)    4.....1----- 2~~~~~ 3 - - - - - 4.....  
 b(2) = 1. Kontrapunkt        3- - - - - 4.....1----- 2~~~~~3- - - - -  
 c(3) = 2. Kontrapunkt        2~~~~~ 3- - - - - 4.....1-----2~~~~~  
 d(4) = 3. Kontrapunkt        1-----2~~~~~ 3 - - - - - 4.....1-----

J. S. Bach, Kantate Nr. 182, *Himmelskönig, sei willkommen*, 1. Satz, Coro (*Moderato*) – nach der instrumentalen Einleitung. Eine zusammengefasste graphische Darstellung.

- der sogenannte «Gesellschaftskanon» (= Kanon in der Prime).

Das formale Schema: a-----b~~~~c- - - -||: d.....a-----b~~~~c- - - - -:||---||  
a-----b~~~~||: c- - - - d.....a-----b~~~~:||---||  
a-----||: b~~~~c- - - - -d.....a-----:||---||  
||: a-----b~~~~c- - - - d.....:||---||

a, b, c, d, sind vier verschiedene Bestandteile einer melodischen Linie, die durch das Nachahmungsverfahren (= translative Symmetrie) einen «unendlichen» Kanon bilden.

Diese Kanonform kann im Schaffen von Haydn, Mozart, Mendelssohn und Brahms gefunden werden.

Aus dieser theoretischen (Mathematik) und praktischen (Musik) Darstellung der zwei-, drei- und vierzahligen Permutationsgruppen können, beziehend auf die Idee der Symmetrie und ihre Realisierung, folgende Schlüsse gezogen werden:

**1. Mathematik:** Jede Permutationsgruppe impliziert spiegelsymmetrische Verhältnisse zwischen den Variabelnpermutationen. Eine Hälfte der Variabelnpermutationen sind in der spiegelbildlichen Relation zu der zweiten Hälfte.

**2. Repräsentation:** Im Bereich der musikalischen Verwirklichung kommen in diesem Zusammengang folgende Formen von Symmetrie vor:

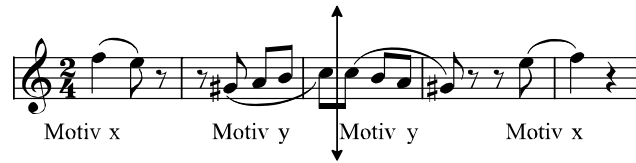
- a) Spiegelsymmetrie
- b) Translative Symmetrie
- c) Kombinationen von a und b (Translation + Spiegelung)

Das mag an einem einfachen Beispiel zusammengesetzt gezeigt werden:

**Mathematik:** I. (1, 2) II. (2, 1) (Permutationsgruppe mit zwei Variablen.)

**Musik:** 1 = Motiv x, 2 = Motiv y. (Verschiedene Formen von beiden Motiven [Originalform, Krebs, Umkehrung, Umkehrung des Krebses] sind miteinbezogen.)

**a) Spiegelsymmetrische Repräsentation:**



Spiegelung («Zeitumkehr») von beiden Motiven. Ebene Projektion: Spiegelung an einer Vertikalachse in der Mitte.

**b) Translativ – symmetrische Repräsentation:**



M. x: zeitliche Translation; M. y: zeitliche und Höhenttranslation.



Zeitliche und Höhenttranslation von beiden Motiven.

**c) Einige Kombination von beiden Symmetriefformen:**



M. x : zeitliche und Höhenttranslation; M. y: Spiegelung («Zeitumkehr») + Höhenttranslation.



Motiv x : Spiegelung («Zeitumkehr»); Motiv y : Zeit- und Höhenttranslation.



Motiv x und Motiv y: Spiegelung («Zeitumkehr») + Höhenttranslation.



Es folgt eine polyphone Repräsentation (zweistimmiger Kanon in der Gegenbewegung), die alle 4 Formen (Original, Krebs, Umkehrung, Umkehrung des Krebses) von den Motiven x und y einschließt. Neben den lokalen, motivischen Spiegelungen sind hier die Spiegelungen an zwei Vertikalachsen und an einer Horizontalachse (im Kontext der Nachahmungstranslation) auf der Ebene der Gesamtstruktur vorhanden:

FL. M. x (O) M. y (O) M. y (K) M. x (K)

70 VL. M. x (U) M. y (U) M. y (KU) M. x (KU)

Musikbeispiele: D. Kempf

### 3. Die Stufe der Verwirklichung von den Permutationsgruppen in einer Komposition

hängt von der Zahl der Elemente / Variablen, von der Art der Repräsentation und von der Größe der Komposition ab. In Zusammenhang mit den präsentierten Beispielen kann man folgendes behaupten:

**A) Zweizahlige Permutationsgruppe:** vollständige Repräsentation. Häufig wird die Verwirklichung wiederholt.

**B) Dreizahlige Permutationsgruppe:** unvollständige Repräsentation. Eine Auswahl von 2, 3, 4 oder (seltener) 5 Permutationen wird verwirklicht. Wiederholungen von einzelnen Permutationen sind oft vorhanden.

**C) Vierzahlige Permutationsgruppe:** unvollständige Repräsentation. Im Prinzip werden nur einige der 24 Permutationen realisiert. Einzelne Permutationen werden wiederholt.

Der Begriff «Gruppe» stammt nicht aus der Geometrie, die schon im antiken Griechenland systematisch erforscht wurde, sondern aus der Algebra, und zwar aus den Lösungen von Gleichungen. (Obwohl die regelmäßigen Körper schon Platon und Euklid bekannt waren, so weit man weiß, haben sie keine mathematische Formulierung des Begriffs Symmetrie entwickelt.)

Die Permutationsgruppen im Bereich der Lösungen von Gleichungen (beispielsweise gibt es 6 Umordnungen der 3 Lösungen  $[a, b, c]$  einer kubischen Gleichung:  $a b c$ ,  $a c b$ ,  $b a c$ ,  $b c a$ ,  $c a b$ ,  $c b a$ ) studierte der französische Mathematiker Évariste Galois (1811-1832) und entwickelte eine allgemeine Theorie über die Permutationen der Lösungen von Gleichungen. Er stellte fest, «dass Gleichungen, die durch eine Formel gelöst werden können, Gruppen eines bestimmten Typs besitzen müssen, und dass die allgemeine Gleichung fünften Grades *die falsche Art von Gruppe hat*». <sup>43</sup>

Tatsächlich gibt es eine Analogie zwischen den Permutationen der Lösungen von Gleichungen (quadratische und kubische Gleichungen, Gleichungen vierten Grades) und den Transformationen von geometrischen Formen. Während eine Transformation, die Symmetrie eines geometrischen Objektes ist, die grundlegende geometrische Beziehung zwischen Punkten (d. h. ihre Abstände) unverändert lassen muss, sollen die Symmetrien einer Gleichung die grundlegenden algebraischen Beziehungen zwischen ihren Lösungen erhalten. So sind die als Symmetriegruppen von Gleichungen bezeichneten Permutationsgruppen von É. Galois und die Symmetriegruppen in der Geometrie durch ein und dasselbe Symmetrieprinzip miteinander verbunden. <sup>44</sup>

Der Begriff «Harmonie» - als ein Synonym für Symmetrie - wird mehr im Bereich der Musik und Akustik gebraucht. Er kommt auch in Albrecht Riethmüllers Definition des Symmetriebegriffs vor: «Symmetrie ist ein in der Natur, in der Kunst und besonders auch in der Musik erkennbares Strukturierungsprinzip, auf dem alle Rede von der Musik als Harmonie bzw. als rational begründeter, auf Proportionen beruhender Ordnung basiert und das seit der Antike sowohl die Konstruktion der Tonsysteme als auch die Erklärung der zeitlichen Gestalt mithin die Form der Musik überhaupt, betrifft und leitet.» <sup>45</sup>

---

<sup>43</sup> Aus: Ian Stewart und Martin Golubitsky, *Denkt Gott symmetrisch? Das Ebenmaß in Mathematik und Natur*, Birkhäuser Verlag, Basel Berlin 1993, S. 55.

<sup>44</sup> Vgl.: Ian Stewart, *Why Beauty Is Truth: A History of Symmetry*, Basic Books, New York 2007, S. 111-123.

<sup>45</sup> Aus: Albrecht Riethmüller, *Symmetrie*, in: *Das große Lexikon der Musik in acht Bänden*, achter Band, hrsg. von Marc Honegger und Günther Massenkeil, Herder Verlag, Freiburg im Breisgau 1982.

Für Boethius trägt die Musik mit der gesamten Mathematik einen vorwissenschaftlichen Charakter. Sie ist «*instrumentum philosophiae*».

Hermann Weyl, der - zusammen mit den Pythagoreern und Platon - glaubte, dass die mathematische Idee der gemeinsame Ursprung der Symmetrie in der Natur und in der Kunst sei, zog in seinem Buch *Symmetrie* die folgende Schlussfolgerung: «Symmetrie, ob man ihre Bedeutung weit oder eng fasst, ist eine Idee, vermöge derer der Mensch durch die Jahrhunderte seiner Geschichte versucht hat, Ordnung, Schönheit und Vollkommenheit zu begreifen und zu schaffen.»<sup>46</sup>

Durch die ganze menschliche Geschichte hindurch wurde Symmetrie mit Gott und Vollkommenheit verknüpft. Goethe war überzeugt, dass dem Menschen in der Natur göttliche Ordnung sichtbar gegenübertritt. In der Dichtung von Anna Wickham lebt diese Tradition:

«God, Thou great symmetry,  
Who put a biting lust in me  
From whence my sorrows spring,  
For all the frittered days  
That I have spent in shapeless ways  
Give me one perfect thing.»

Gott, große Symmetrie,  
Da Du die beißende Lust schufst, die  
Wie Feu'r in meinem Leben frißt,  
Gib nun für all die Tag',  
Durch die ich in Verzett'lung jag',  
Mir ein Ding, das vollkommen ist.<sup>47</sup>

Die allgemeine, all der speziellen Formen der Symmetrie zugrunde liegende Idee, definiert Hermann Weyl als die «**Idee der Invarianz eines Gebildes gegenüber einer Gruppe automorpher Transformationen**».<sup>48</sup>

Die von uns in der Natur beobachtete Symmetrie ist eine gebrochene Version der in der Mathematik vorhandenen «potentiellen» Symmetrie. Bezugnehmend auf die Evolution des Kosmos sprechen die Physiker von «abnehmender Symmetrie». Entropie nimmt zu.<sup>49</sup> Symmetrie wird aus verschiedenen Gründen und auf verschiedene Weisen - mehr oder weniger - gebrochen. Dies gilt auch für die Kunst.

Im letzten Kapitel seines Buchs *The Character of Physical Law* (a series of lectures recorded by the BBC at Cornell University USA) spricht Richard Feynman über das Problem

---

<sup>46</sup> Aus: Hermann Weyl, *Symmetrie*, Birkhäuser Verlag, Basel und Stuttgart 1955, S. 13.

<sup>47</sup> Aus: Hermann Weyl, *Symmetrie*, Birkhäuser Verlag, Basel und Stuttgart 1955, S.13.

(Anna Wickham, Envoi, *The Contemplative Quarry* [Harcourt, Brace & Co., 1921].)

<sup>48</sup> Weyl, Hermann, *Symmetrie*, Birkhäuser Verlag, Basel und Stuttgart 1955, Vorwort, S. 7.

<sup>49</sup> Ilya Prigogine, der Nobelpreisträger für Chemie 1977 (für sein Werk über die «non-equilibrium thermodynamics») stellte fest, dass die Nicht-Umkehrbarkeit tatsächlich das Grundmerkmal unseres Universums ist. Das zweite Gesetz der Thermodynamik ist ein absoluter Herrscher des Universums. Das Gesetz der zunehmenden Entropie ist eine statistische Regel.

der Inkonsequenz von physikalischen Prinzipien, und zwar bezugnehmend auf die Realisierung der Symmetrie. Da die von Menschen beobachtete Natur so häufig von der idealen (mathematischen) Symmetrie abweicht, könnte auch sein, dass die Natur in ihrem Wesen vollkommen asymmetrisch ist, aber in der Kompliziertheit der Realität scheint es uns, als ob sie annähernd symmetrisch sei. Demzufolge sind tatsächlich zwei gleichberechtigte Theorien (A und B) möglich, die auf ganz verschiedenen Grundsätzen aufgebaut sind (A: Symmetrie, B: Asymmetrie), die aber dieselben Konsequenzen haben und deren Resultate mit dem Experiment übereinstimmen.

Etwas Ähnliches wird durch den folgenden Gedanken ausgedrückt: «Falls das Zeichen eines würfelnden Gottes das Chaos ist, ist das Zeichen eines Gottes als Geometer die Symmetrie.»<sup>50</sup>

Die Idee der Symmetrie vereinfacht die Kompliziertheit der Welt, durch sie ist eine tiefe Einsicht in die kosmische Realität ermöglicht. Albert Einstein, der durch seine aus der speziellen Relativitätstheorie hervorgehende Gleichung  $E = m c^2$  (Symmetrie, Einfachheit und Schönheit der Gleichung!) wohlbekannt wurde und dessen allgemeine Relativitätstheorie auf einer großen, allumfassenden Symmetrie beruht, war mit der «logischen Einfachheit der Naturgesetze» fasziniert. SIMPLEX SIGILUM VERI<sup>51</sup>, PULCHRITUDO SPLENDOR VERITAS ist als Motto im Physikhörsaal der Universität Göttingen geschrieben. Durch Einfachheit und Wahrheit, Verständnis und Schönheit sind exakte Naturwissenschaften und schöne Künste miteinander verbunden.

Bezugnehmend auf Symmetrie gibt es noch einen, für wissenschaftliche Forschungen wichtigen und nützlichen Aspekt. Wenn die Symmetrieeigenschaften eines Objektes bekannt sind, kann man leichter seine noch nicht entdeckte Komponenten suchen und finden.

Symmetrie bedeutet: das Erkennen und die Klassifikation. **Grundmodell (Grundmuster, -motiv) + Symmetrie = symmetrische Ganzheit.**

Man kann sagen, dass die Idee der Symmetrie die ganze Entwicklung des menschlichen Denkens und Schaffens beeinflusste. In der Geschichte der Wissenschaft (insbesondere: Mathematik / Geometrie, Physik und Chemie) sowie in der Geschichte der

---

<sup>50</sup> Aus: Ian Stewart und Martin Golubitsky, *Denkt Gott symmetrisch?* Birkhäuser Verlag, Basel 1993, S. 16. Eine visuele, künstlerische Darstellung: Der symmetrisch denkende Gott plant sein Universum: *The Ancient of Days* von William Blake (Relief etching with watercolour, 1794, 23,3 x 16,8 cm, British Museum London). Aus: Ian Stewart und Martin Golubitsky, *Denkt Gott symmetrisch?*, Birkhäuser Verlag, Basel Berlin 1993, S. 15. (Oder aus: E. H. Gombrich, *The Story of Art*, Phaidon 16<sup>th</sup> Edition, London 1992, S. 491.)

<sup>51</sup> Bezugnehmend auf das Symmetrieprinzip «verstehen» heißt auf ein einfaches, einheitliches Prinzip zurückführen.

Kunst (besonders in der Ornamentik, Architektur und in der Musik) spielte sie eine wesentliche Rolle. Auf unterschiedlichen Ebenen verbindet sie Kunst und Wissenschaft, Natur und Geist.

Diese Behauptung lässt sich durch zahlreiche Beispiele aus der chinesischen, indisch-arabischen, europäischen..., buddhistischen, islamischen, jüdischen und christlichen Tradition beweisen.

Schon in der Architektur der alten Zivilisationen sind die Proportionen des menschlichen Körpers vorhanden, die auch in der Architektur des 20. Jahrhunderts, z. B. bei Le Corbusier (*Modulor*), angewendet werden. Symmetrien bzw. gebrochene Symmetrien, die in der Natur erkannt wurden, wurden in der Technik – schon in den alten Zivilisationen - angewendet (z. B.: Waage, Schraube, Rad, zeitmessende Instrumente).

Die altägyptische Architektur und die Kunst der Ornamentik, sowie - später - die arabische und persische Ornamentik waren von der Symmetrie beherrscht. In der Zivilisation der Maya, die ihren klassischen Gipfelpunkt in der ersten Hälfte des 8. Jahrhunderts erreichte, ist die Baukunst (Pyramiden!), vom Gesichtspunkt der Symmetrie aus besonders interessant. Eindrucksvolle Symmetrieformen sind in der Kultur von Indianern in Nordamerika zu finden. Kosmos war bei den alten Griechen, Indern, oder bei den Azteken (15. und 16. Jh.) symmetrisch, kreisrund dargestellt.

In der mittelalterlichen Darstellung des Himmels <sup>52</sup> betitelt *Das Rad der Winde*, Escorial (Spanien), Codex Vigilanus (976 beendet), stellte der Künstler ins Mittelpunkt «eine Art Zahnrad, auf dessen Nabe Gott thronet». Der himmlische Kreis und die «vier Winde aus den vier Himmelsrichtungen»<sup>53</sup> werden durch einen Kranz aus stehenden Ausgewählten und Engeln (mit ihren im Winde flatternden Flügeln) dargestellt.

Im antiken Griechenland wurde Symmetrie (Geometrie), systematisch und gründlich erforscht. Platon (427-347) war davon überzeugt, dass jede Lehre über die Welt mit Geometrie anfangen sollte. Sein bekannter Gedanke lautet: «Gott treibt stets Geometrie». «Aus einem ausreichend tiefen und allgemeinen Blickwinkel heraus sind Geometrie und

---

<sup>52</sup> «Die ganze Schöpfung ist für uns wie ein Buch, ein Bild, ein Spiegel» (Alanus ab Insulis). Aus: Gérard de Champeaux / Dom Sébastien Sterckx, *Einführung in die Welt der Symbole* (deutsche Übersetzung: Christel Morano), Echter Verlag, Würzburg 1990, (französische Ausgabe 1989 bei Zodiaque, La Pierre-qui-Vire), Schutzumschlag.

<sup>53</sup> Aus: Gérard de Champeaux / Dom Sébastien Sterckx, *Einführung in die Welt der Symbole*, Echter Verlag, Würzburg 1990, *Grundformen*, S. 74.

Symmetrie synonyme Begriffe,»<sup>54</sup> stellten – viele Jahrhunderte später - Ian Stewart und Martin Golubitsky in ihren Buch über das Ebenmaß in Mathematik und Natur *Denkt Gott symmetrisch?* fest.

Auch für Johannes Kepler (1571-1630) liegt in der Geometrie Grund und Wurzel aller Ordnung. Galilei sagte 1610, die Sprache der Natur sei die Mathematik, deren Charaktere geometrische Figuren sind.<sup>55</sup> René Descartes (1571-1630) war der Meinung, dass es sich alles auf Geometrie zurückführen ließe. Auf eine andere Weise, seinen Relativitätstheorien gemäß, vertrat diese Meinung auch Albert Einstein.

Für Felix Klein «ist jeder Typ von Geometrie die Untersuchung der Invarianten einer Gruppe von Transformationen» (= die Symmetrien eines gewählten Raumes).

Unterschiedliche Geometrien - euklidische und nichteuklidische - hat er als Folge der Symmetrie betrachtet: Symmetrie ist die Basis, Geometrie das Nebenprodukt. Klein hat festgestellt: «Geometrische Eigenschaften sind durch ihre Unveränderlichkeit gegenüber der Transformationen der Hauptgruppe charakterisiert.» (D. h.: Geometrie = Gruppentheorie!)<sup>56</sup>

Es folgt eine Liste von Geometrien, die die geschichtliche Entwicklung bzw. den Differenzierungsprozess im Bereich der Geometrie reflektiert:

- dreidimensionale **euklidische Geometrie**, die der klassischen Mechanik zugrunde liegt und die Invariantentheorie der Galilei Gruppe darstellt. Wesentliche Eigenschaften sind Abstände und Winkel, die bei starren Bewegungen erhalten werden. Das euklidische Parallelenaxiom lautet: Durch einen außerhalb einer Geraden liegenden Punkt kann zu dieser Geraden nur eine Parallele gezogen werden.

- analytische Geometrie,

- differentiale Geometrie,

- darstellende und projektive Geometrie.

. (= Die im 17. und 18. Jh. durchgeführte Untersuchungen der allgemeineren geometrischen

---

<sup>54</sup> Ian Stewart und Martin Golubitsky, *Denkt Gott symmetrisch? Das Ebenmaß in Mathematik und Natur*, Birkhäuser Verlag, Basel Boston 1993, S. 261.

<sup>55</sup> E. S. Fedorov definierte Symmetrie als eine Eigenschaft der geometrischen Figuren: «Symmetry is the property of geometrical figures to repeat their parts, or more precisely, their property of coinciding with their original position when in different positions. Such self-coincidence may be of two types: either the figure shows self-coincidence as a result of a certain movement, or the self-coincidence results from a mirror reflection». Aus: István Hargittai, *Real Turned Ideal Through Symmetry*, in: *Symmetrie in Geistes- und Naturwissenschaft: Hauptvorträge und Diskussionen des Symmetrie-Symposiums in Darmstadt 1986*, hrsg. von Rudolf Wille, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 1988, S. 131.

<sup>56</sup> Vgl.: Ian Stewart und Martin Golubitsky, *Denkt Gott symmetrisch? Das Ebenmaß in Mathematik und Natur*, Birkhäuser Verlag, Basel Boston 1993, S. 56-57.

Gebilde mit neuen Methoden. Die euklidischen Grundlagen der Geometrie blieben unverändert.)

**Nichteuklidische Geometrien**<sup>57</sup> (Euklidisches Parallelenaxiom ist für sie nicht gültig. Nichteuklidische Geometrie ist mit der Lorentzgruppe verbunden [spezielle Relativitätstheorie]):

- die sphärische, elliptische Geometrie (Riemanns Geometrie):

Es gibt keine Parallelen. Dreieck in der sphärischen Geometrie: Die Summe der Ecken beträgt mehr als  $180^\circ$ .<sup>58</sup>

- die hyperbolische Geometrie (Gauss, Lobačevski, Bolyaia):

Das euklidische Parallelenaxiom ist nicht gültig (Parallelen kommen nur in unendlichen Scharen vor), aber alle anderen Voraussetzungen der euklidischen Geometrie sind erfüllt. Die Summe der Ecken in einem hyperbolischen Dreieck beträgt weniger als  $180^\circ$ .<sup>59</sup>

Maurits Eschers Bild *Circle Limit IV* (1960) repräsentiert die hyperbolische Geometrie. Identische Engel und Teufel bilden eine Pflasterung der hyperbolischen Ebene.<sup>60</sup>

Le Corbusier, der an der nichteuklidischen Geometrie sowie an der Idee des Gesamtkunstwerks interessiert war, realisierte einige seiner wohlbekanntesten architektonischen Projekte (Pavillon des Temps Nouveaux, Paris, 1937; Notre Dame-du-Haut, Ronchamp, 1950-55; Philips Pavilion, Weltausstellung in Brüssel, 1958) mit Anwendung der gekrümmten, meistens hyperbolischen Formen - die gewisse Symmetrie einschließen - und mit gewünschter Vereinigung der architektonischen und musikalischen Komposition. Laut seiner Idee der «visuellen Akustik» arbeitete er mit zeitgenössischen, avantgardistischen Komponisten O. Messiaen, E. Varèse und I. Xenakis zusammen, die spezielle Auftragswerke im Bereich der elektroakustischen Musik für Le Corbusiers Projekte komponierten. Der griechische Musiker, Ingenieur und Architekt Iannis Xenakis - Le Corbusiers Mitarbeiter

---

<sup>57</sup> Über die nichteuklidische Geometrie und seine Beziehungen zu anderen Gebieten hat Felix Klein in seinen *Vorlesungen über nicht-euklidische Geometrie* geschrieben. = *Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen*, Band 26, Verlag von Julius Springer, Berlin 1968.

<sup>58</sup> Vgl.: Keith Devlin, *Mathematics: The Science of Patterns. The Search for Order in Life, Mind, and the Universe*, Scientific American Library, New York 1997, S. 126-127,

<sup>59</sup> Vgl.: Felix Klein, *Vorlesungen über nicht-euklidische Geometrie*, = *Die Grundlagen der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen*, Band 26, Verlag von Julius Springer, Berlin 1928, S. 312 (Abb. 236: Das hyperbolische Dreieck und seine Spiegelungen im Kreisinnern). Felix Klein erklärte: „Während vom euklidischen Standpunkt aus die Bilder des Ausgangsdreiecks bei der durch die wiederholte Spiegelung hervorgerufenen Annäherung an die Kreisperipherie immer kleiner werden (vgl. Abb. 236), sind sie im hyperbolischen Sinne alle gleich groß, da die Spiegelung eine starre Transformation ist.“

<sup>60</sup> Maurits Escher, *Circle Limit IV* (1960). Aus: Ian Stewart und Martin Golubitsky, *Denkt Gott symmetrisch? Das Ebenmaß in Mathematik und Natur*, Birkhäuser Verlag, Basel 1993, S. 58.

zwischen 1947 und 1957- interessierte sich für elliptische und hyperbolische Geometrie und experimentierte mit *glissando*-Formen, besonders mit den Streich-glissando-Klängen, die nach seiner Meinung «suddenly and for the first time in the history of music opened the way to the continuity of sound transformations in instrumental music». <sup>61</sup>

In der Topologie sind alle stetigen Transformationen gestattet. Die Knoten, die den Raum verbiegen, zusammendrücken und strecken sind typisch topologische Formen. Sie erscheinen in der lebendigen Welt (DNA-Moleküle) sowie im physikalischen Universum («Super-Strings»). <sup>62</sup>

Die knotenförmige visuelle Komposition war eine Erfindung der «Academia Leonardi Vinci», die Albrecht Dürer übernahm und variierte. Er schuf eine Reihe von sechs hochsymmetrischen «Knoten», die vermutlich auf eine Universumssymbolik deuten. <sup>63</sup>

Eine analoge Erscheinung in der musikalischen Komposition finden wir im *Komboi* für Cembalo und Schlagzeug (1981) von Iannis Xenakis. Im kurzen Kommentar zur Komposition erklärte der Autor seine Grundidee: «The name of the piece, *Komboi*, means 'knots': knots of rhythms, knots of timbres, knots of structures, knots of personalities (performers).» <sup>64</sup>

Im Allgemeinen gibt es in der Welt der Musik bestimmte Phänomene, die auf irgendwelche Weise mit der nichteuklidischen Geometrie verbunden sind.

**1. Dilatation der musikalischen Zeit:** (*accelerando, stringendo; rallentando, ritenuto, tempo rubato, a piacere*) - schnelle und langsame, regelmäßige und unregelmäßige Änderungen des Tempos bzw. des musikalischen Zeitverlaufs.

Zweidimensionale graphische Darstellung eines regelmäßigen *accelerando – rallentando (ritardando)* Vorgangs mag als ein Beispiel dienen:

---

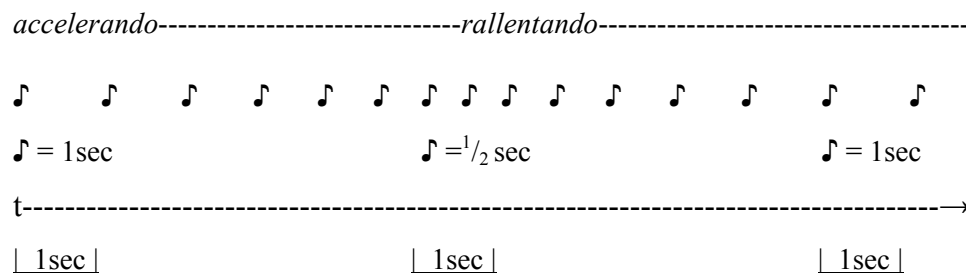
<sup>60</sup> Aus: Kenneth Frampton, *Le Corbusier*, Thames & Hudson world of art, London 2001, S. 181. (Vgl. die Abbildung auf derselben Seite: Le Corbusier, *Philips Pavilion*, Brussels World Exhibition, 1958.)

<sup>62</sup> «Physicists now suggest that matter is made up of 'superstrings', tiny, knotted, closed loops in space-time, whose properties are closely bound up with their degree of knottedness.» Aus: Keith Devlin, *Mathematics: The Science of Patterns. The Search for Order in Life, Mind, and the Universe*, Scientific American Library, New York 1997, *Knot Theories of the Universe*, S. 200.

<sup>63</sup> Vgl.: Werner Hahn, *Symmetrie als Entwicklungsprinzip in Natur und Kunst*, Langwiesche Königstein 1989, 2.3.2. Dürer: *simmetria – „vergleichung...“, das ist schön*“, S. 19.

<sup>64</sup> Vgl. die Partitur: Iannis Xenakis, *Komboi* pour clavecin et percussion solo. Edition Salabert, Paris.





Eine solche symmetrische Krümmung der musikalischen Zeit ist in *Gruppen für drei Orchester* von Karlheinz Stockhausen zu finden: Ziffer **74** ( $\frac{2}{8}$ , tutti *ff e staccato*), Partitur: UE 13673, S. 61 (am Anfang:  $\text{♩} = 60$  *accelerando*-----, in der Mitte:  $\text{♩} = 240$  *ritardando*-----, am Ende:  $\text{♩} = 60$ ).

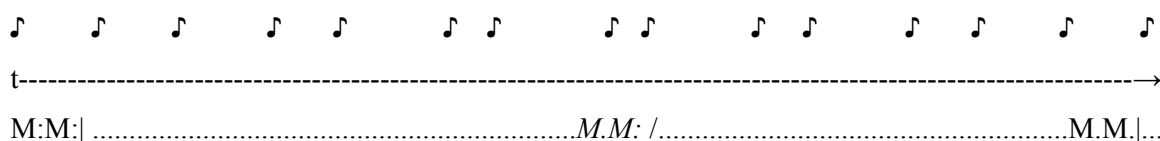
Im letzten Satz seiner *Sonate* für Klavier (1926) verwendete B. Bartók unterschiedliche Tempoänderungen (Krümmungen des musikalischen Zeitverlaufs).

Eine allmähliche, regelmäßige Beschleunigung des Tempos durch die ganze Komposition hindurch verlangt Frederic Rzewski in seinem improvisatorischen Stück *Les Moutons de Panurge* (aus den von Cornelius Cardew herausgegebenen *Nature Study Notes, Improvisation Rites*, 1969), so dass das Anfangstempo ( $\text{♩} = \text{ca. } 150$ ) am Ende verdoppelt wird ( $\text{♩} = \text{ca. } 300$ ).

Kleine, manchmal kaum wahrnehmbare Dehnungen und Beschleunigungen, die bei einer musikalischen Interpretation - besonders der romantischen Musik - natürlich vorkommen, gehören auch zu diesem Bereich.

Ein spezifischer Fall der unregelmäßigen Änderung des musikalischen Zeitverlaufs erfand Mauricio Kagel. Ein Mälzelsches Metronom wird während des Klavierspiels (mit Hilfe eines Mechanismus, der mit dem Fuß laut der in der Partitur geschriebenen Richtlinien gesteuert wird) aus einer senkrechten Lage in eine mehr oder weniger schräge Lage (und *vice versa*) gebracht. Die Interpretation des Schriftbildes richtet sich nach den unregelmäßigen Schlägen des Metronoms.

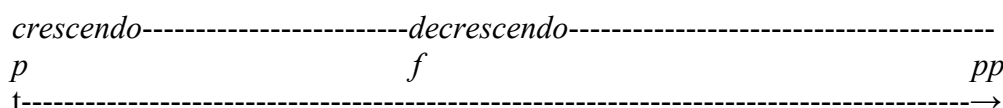
Es folgt eine zweidimensionale graphische Darstellung der rhythmischen Konsequenzen:



Es gibt ein komplementäres Verhältnis zwischen dem musikalischen, «subjektiven» und außermusikalischen (mit der Uhr gemessenen), «objektiven» Zeitverlauf, das als eine Art von Symmetrie bezeichnet werden kann. Je schneller das Tempo wird (d. h. der musikalische, «subjektive» Zeitverlauf), desto relativ «langsamer» (nur bezugnehmend auf das Tempo der musikalischen Geschehnisse) die «objektive» Zeit vergeht – und umgekehrt.<sup>65</sup>

**2.«Krümmung» im Bereich der Intensität / Lautstärke:** *crescendo*, *decrescendo*, Akzente, (regelmäßige und unregelmäßige, schnelle und langsame, beträchtliche und geringe Änderungen der Lautstärke).

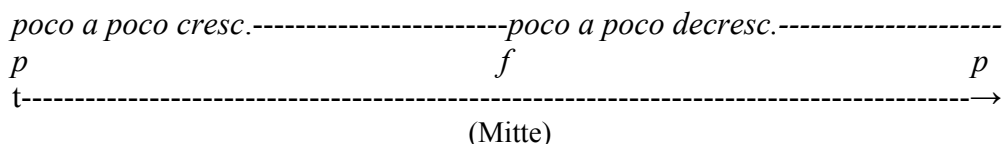
Ebene, graphische Darstellung:



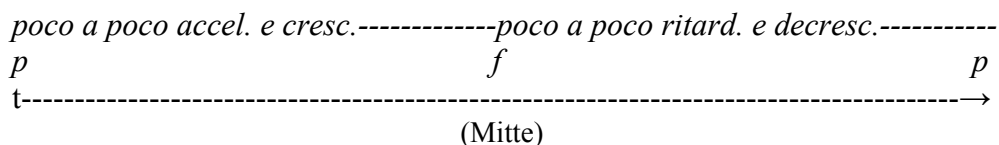
Raumgefühl (psychologische Wirkung):

(*p*) weit (*cresc.*)..Annäherung..*(f)* nahe (*decresc.*)..Entfernung.....(*pp*) sehr weit

Im Falle der allmählichen und zeitlich ausbalancierten Lautstärkeänderung (z. B. *p. a p. cresc.* – *p. a p. decresc.*) handelt es sich um eine spiegelsymmetrische dynamische Struktur.



Änderungen des Tempos und der Lautstärke können kombiniert werden. In der kompositorischen Praxis korrespondieren sie oft miteinander im Sinne einer Art von bilateraler Symmetrie.



<sup>65</sup> Verschiedenen Aspekten oder Konzeptionen von Zeit und Raum im Drama, die mit gewissen analogen Erscheinungen in der Musik (besonders im musikalischen Drama) vergleichbar sind, widmete Manfred Pfister 7. Kapitel *Struktur des Raumes und der Zeit* seines Buches *Das Drama. Theorie und Analyse*, Wilhelm Fink Verlag, München 1994. Kroatische Ausgabe: Manfred Pfister, *Drama: teorija i analiza* (s njemačkog preveo Marijan Bobinac), Hrvatski centar ITI, *Manualia Universitas studiorum Zagrabienensis* (Biblioteka Mansioni), Zagreb 1998, 7. *Struktura prostora i vremena*, S. 351-410.

In so einem Fall wird die bilaterale Symmetrie eigentlich auf drei Ebenen realisiert, und zwar auf der Ebene der Tempoänderung, der Intensitätsänderung und der Übereinstimmung zwischen der Tempo- und Intensitätsänderung.

### **3. «Krümmung» im Bereich der Frequenzen:**

Abweichungen von einer bestimmten Tonhöhe oder von einem bestimmten Klang (Streicher, Bläser, menschliche Stimme[n]): Intonationsschwankung(en), *glissando* oder *glissandi* (schnell, langsam, laut, leise, regelmäßig, unregelmäßig), Interferenz(en) und Frequenzmodulation(en) in der elektroakustischen Musik.

Viele Beispiele solcher «Krümmungen» gibt es in der Musik des 20. Jahrhunderts. Z. B. glissandi: K. Penderecki: *Threnos, Passio et mors Domini nostri Iesu Christi secundum Lucam, Konzert für Cello und Orchester* usw.; Interferenzen: D. Kempf: *Interferenzen* für Orgel und Elektronik (elektroakustischer Teil [Zuspielband] realisiert im Elektronischen Studio der Belgrader Rundfunk und im Elektronischen Studio der Musikhochschule Köln, 1977), *Pyramids* - eine elektroakustische Komposition (Realisation: Lewis Studio, The University of Iowa School of Music, Iowa City, IA, 1984), usw. Mit FM (Frequency Modulation) war theoretisch (als Wissenschaftler) und praktisch (als Komponist) der ehemalige langjährige Direktor des CCRMA (Center for Computer Research in Music and Acoustics), Stanford University, Palo Alto, CA, John Chowning beschäftigt.

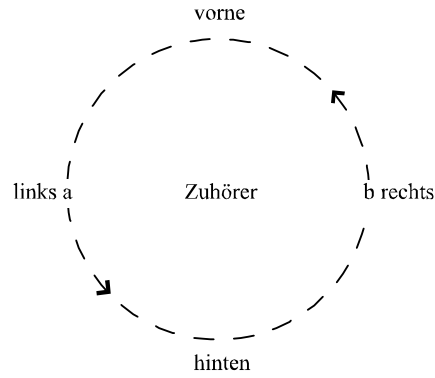
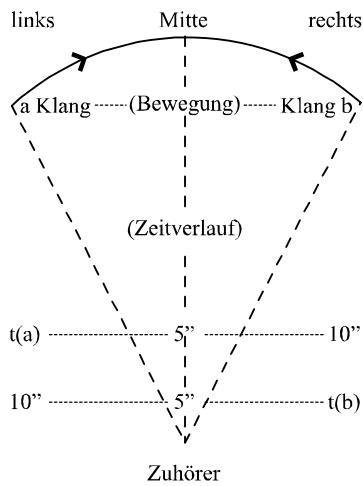
### **4. Regelmäßige und unregelmäßige Klangbewegungen im Raum, die als eine Art von «Krümmung» des musikalischen Raums interpretiert werden können.**

Elektroakustische Musik: das sogenannte «Panorama», das auch symmetrisch komponiert werden kann. (Eine solche Möglichkeit mit zwei unterschiedlichen Klängen [a, b] ist unten graphisch dargestellt.)

Stereo-Panorama:

Quadrophonie:

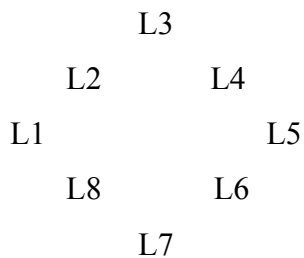
Möglichkeit der kreisförmigen Klangbewegungen



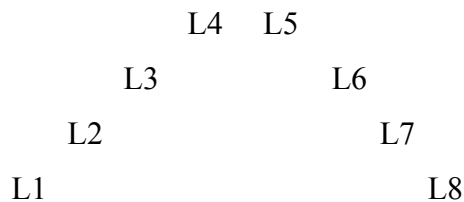
Eine noch differenziertere und kontrolliertere Raumbewegung der Klänge wird durch Verwendung mehr als 4 selbstständigen Lautsprecher, beispielsweise acht - bei der Wiedergabe einer DA8 Aufnahme erzeugt.

Z. B.: Davorin Kempf, *Farbenkreis*, eine Produktion des Elektronischen Studios der Technischen Universität Berlin, 1997. Bei der Aufführung sollen die Lautsprecher, d. h. 8 unabhängige, separat gesteuerte Schallquellen symmetrisch aufgestellt werden, so dass sie entweder a) einen Kreis, oder b) einen Halbkreis bilden.

**a)**



**b)**



Davorin Kempf, *Farbenkreis*: zwei Möglichkeiten der räumlichen Distribution von 8 separat gesteuerten Schallquellen (8 Lautsprechern) bei einer Aufführung.

Bewegung der spielenden Musiker (auf der Bühne):

Ein Beispiel aus der kroatischen Moderne: Milo Cipra, *Streichquartet Nr.5*, Sektion G: *Freie Kadenz*. (A *Moderato*, B *Moderato assai*, C *L'istesso tempo*, D *Allegro moderato*, E *Lento assai*, F *Risoluto*, G *Freie Kadenz*, H *Presto*)<sup>66</sup>

Komplexe räumliche Verhältnisse im Bereich der visuellen Künste mögen durch eine abstrakte Komposition von Benjamin Cunningham unter dem Titel *Bent Space*<sup>67</sup> repräsentiert werden. Nach E. H. Gombrich erinnert sie an gewisse Formen der «geometrischen» Musik «in which a simple tonal pattern is sent around the tonal space as in certain preludes by Bach».<sup>68</sup>

Metaphorisch ausgedrückt erscheint der musikalische Zeit-Raum mit seinen Klangstrukturen als ein komplexes Kraftfeld. In der «tonalen» Komposition darf über die «Anziehungskraft» der Grundtonalität, zu der die unterschiedlichen – mehr oder weniger entfernten - Tonalitätsregionen gravitieren, sowie über die «Schwerkraft» der Tonika-Funktion, die das «Gravitationszentrum» aller auf der Kadenz basierten harmonischen Geschehnisse ist, gesprochen werden.<sup>69</sup> Im Bereich der erweiterten Tonalität und Atonalität übernehmen diese Rolle die sogenannten «tonalen Zentren». Zum Beispiel P. Hindemith: *Ludus tonalis* (Fugen in: c, g, f, a, e, es, as, d, b, des, h, fis), G. Ligeti: *Lontano* (zu Beginn: as), Yannis Xenakis: *Polla ta Dina (il est bien des merveilles en ce monde...)*<sup>70</sup> (Ch. enf.: a<sup>1</sup>), Witold Lutoslawski: *Konzert für Orchester* (klangliche / tonale „Achsen“: *Intrada*: Orgelpunkt fis, *Capriccio notturno*: b, *Passacaglia*: d, *Toccata*: Orgelpunkt fis), Wolfgang Rihm: *In-Schrift* für Orchester, usw.

---

<sup>66</sup> In seinem Kommentar zur Komposition erklärte M. Cipra seine kompositorisch - interpretative Vorstellung von der Sektion G: «Es geht um die vier freien Kadenzen, die unabhängig voneinander und gleichzeitig vorzutragen sind. Um den 'zufälligen', a l e a t o r i s c h e n Charakter auch räumlich – visuell zu unterstreichen, sollen die Ausführenden ihre Sitze verlassen, um die Kadenzen quasi improvisatorisch (jeder für sich) vorzutragen. In dieser neuen räumlichen Anordnung wird a l l e s frei: der Einsatz und Schluss, Tempo und Ausdruck usw... Bei jeder Aufführung wird es anders klingen.» Aus: Milo Cipra, *Peti gudački kvartet* (Streichquartet Nr. 5), *Ars Croatica*, Društvo hrvatskih skladatelja (Association of Croatian Composers), Zagreb 1979.

<sup>67</sup> Benjamin Cunningham, *Bent Space*. Aus: E. H. Gombrich, *The Sense of Order. A Study in the Psychology of Decorative Art* (Epilogue – Some Musical Analogies), Phaidon Press, London 1984, S. 299.

<sup>68</sup> Aus: E. H. Gombrich, *The Sense of Order. A Study in the Psychology of Decorative Art* (Epilogue, Some Musical Analogies), Phaidon Press, London 1984, S. 230.

<sup>69</sup> P. Boulez äußerte folgende Meinung: «Die Tonalität erzeugt ihre eigenen Formen, feste Rahmen, deren Hierarchie in gewisser Weise einer kopernikanischen Ordnung gehorcht.» In: Pierre Boulez, *Werkstatt-Texte*, Propyläen Studienausgabe, Verlag Ullstein, Frankfurt a. M. Berlin 1972, I. *Zu viel Wissenschaft, kein Gefühl*, S. 219.

<sup>70</sup> Sophocle: *Antigone*, vers. 332-367.

Der harmonische Kontext hat große Bedeutung in der «Topologie» der melodischen Bewegung. Die Töne einer Melodie, d. h. die Raum-Zeit Punkte befinden sich im «Kraftfeld» der harmonischen Funktionen (T, S, D), die die Tonalität bestimmen. Dies mag an einem Thema von J. S. Bach gezeigt werden:



J. S. Bach, *Dreistimmige Invention Nr. 2*, c-Moll, Thema – eine graphische Darstellung der «topologischen» Dynamik, die auf der melodisch – harmonischen Interaktion basiert. (D. Kempf)

Dissonanz ist ein mächtiger Impuls der kompositorischen Entwicklung. Die Dynamik der dissonanten Spannungen und konsonanten Entspannungen oder Auflösungen weist auf die Auffassung Schopenhauers hin, die Musik symbolisiere das ständige Übergehen des Willens vom Wunsch zur Befriedigung.

Unter den Geometrien gibt es offensichtlich eine Hierarchie. Durch die Gruppentheorie (d. h. durch Symmetrie) sind unterschiedliche Arten von Geometrien verbunden. - Die tiefe Verbindung zwischen Symmetrie und Geometrie war eines der großen Themen in der Mathematik des 20. Jahrhunderts.

Schon für die Pythagoreer (bei denen die Mathematik zur wichtigsten religiösen Disziplin wurde) waren Zahl und Maß für eine wissenschaftliche Erkenntnis der Natur entscheidend. Dinge sind Zahlen. Mathematische Prinzipien sind Prinzipien alles Seienden. Die Welt ist Kosmos – nicht Chaos.<sup>71</sup> Die Symmetrie- und Harmonieeigenschaften der geometrischen Formen sind durch Zahlenverhältnisse bestimmt.<sup>72</sup> Die Pythagoreer waren davon überzeugt, dass die Zahlen nicht nur Hilfsmittel des menschlichen Verstandes zur wissenschaftlichen Auffassung der Natur sind, sondern das Wesen der Dinge selbst.<sup>73</sup> Die Erkenntnis der

<sup>71</sup> Vgl.: Werner Heisenberg, *Die Bedeutung des Schönen in der exakten Naturwissenschaft*, in: *Schritte über Grenzen*, Gesammelte Reden und Aufsätze, R. Piper Verlag, München 1971, S. 292.

«The essential fact is simply that *all* the pictures which science now draws of nature, and which alone seem capable of according with observational facts, are *mathematical* pictures.» Sir James Jeans (1931). Aus: Nenad Trinajstić, Milan Randić and Douglas J. Klein, *On Mathematical Properties of Buckminsterfullerene*, in: *Croatica Chemica Acta*, CCACAA 68 (1) 241-267 (1995), S. 241.

<sup>72</sup> René Descartes, der die Dualität zwischen der Algebra und der Geometrie untersuchte stellte fest, dass jedes geometrische Objekt eine algebraische Beschreibung besitzt, und dass jede algebraische Formel ein geometrisches Objekt bestimmt. Algebraische Version wird für die Berechnung und geometrische Version für die Vorstellung verwendet. Vgl: Ian Stewart und Martin Golubitsky, *Denkt Gott symmetrisch? Das Ebenmaß in Mathematik und Natur*. Birkhäuser Verlag, Basel 1993, S. 45.

<sup>73</sup> Vgl.: Platons Dialoge *Timaios und Kritias*, übersetzt und erläutert von Otto Apelt, zweite durchgesehene Auflage, = der Philosophischen Bibliothek Band 179, Verlag von Felix Meiner, Leipzig 1922, Anmerkungen, S.153 (S. 53).

Abhängigkeit sinnlicher Erscheinungen von Zahlenverhältnissen war der Grund ihrer Musiktheorie.

Durch seine Monochord-Experimente entdeckte Pythagoras, dass die regelmäßige, auf einfachen rationalen Zahlenverhältnissen (1:2, 2:3, 3:4) beruhende Teilung der Saitenlänge, die harmonischen Klänge als Folge hat (d. h. die im wahrsten Sinne des Wortes konsonante Intervalle: Oktave, Quinte und Quarte). Er schlussfolgerte, die mathematische Struktur sei die Quelle der Harmonie. Dadurch wurde später die ganze Intervallenlehre (Konsonanzen, Dissonanzen) abgeleitet. Die in der Musik nur beschränkt verwendbare mathematische oder reine Stimmung wurde später, am Ende des 17. Jahrhunderts durch das temperierte System ersetzt (Andreas Werkmeister, *Über die Musikalische Temperatur*, 1691). Durch geringe Abweichungen im Bereich der natürlichen, «reinen» Stimmung (d. h. durch eine Art von Symmetriebrechung beziehungsweise auf die Zahlenverhältnisse, die die natürlichen Intervalle bestimmen) ist das symmetrische Dur-Moll-System (Quinten- bzw. Quartenzirkel) erreicht worden (Wohltemperiertes Klavier). Die am Anfang des 20. Jahrhunderts erfolgte Teilung der Oktave auf zwölf gleich große Halbtöne<sup>74</sup>, die eine ideale, allumfassende Enharmonie impliziert, war die Voraussetzung für weitere Entwicklung der europäischen Musik und der Musiktheorie (Zwölftonmusik, serielle Musik) – auch im Bereich der symmetrischen Tonleitersysteme (z. B.: O. Messiaens 7 Modi mit begrenzten Transpositionsmöglichkeiten).

Es ist interessant, dass die von Pythagoras am Monochord erzeugten Proportionen bzw. Intervallfolgen mit der Obertonreihe den gleichen mathematischen Aufbau besitzen. Die verschiedenen Stufen der Partial- oder Obertonreihe resultieren aus dem Verhältnis der Obertonfrequenzen zur Haupttonfrequenz.

Obertonreihe:

C	c	g	c'	e'	g'	(b')	c''	d''	e''(fis'')	g''	(a'')	(b'')	h''	c'''	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Durch Spiegelung dieser Reihe, lässt sich eine entsprechende Untertonreihe bilden. Die beiden Reihen repräsentieren die Dur – Moll Dualität.

---

<sup>74</sup> Die gleichstufige Temperierung ist nur ein Idealfall, der praktisch (im Musikleben) nicht erreichbar (und oft auch nicht erwünscht) ist.

Die Obertonreihe /DUR/:

C	c	g	c'	e'	g'	(b')	c''	d''	e''	(fis'')	g''	(a'')	(b'')	h''	c'''	usw.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	usw.



Die Untertonreihe /MOLL/:

c'''	c''	f'	c'	as	f	(d)	c	B	As (Ges)	F (Es)	(D)	(Des)	C	usw.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	usw.

Intervall:

Proportion:

Oktave	1 : 2	\	\
Quinte	2 : 3	}	eigentliche Konsonanzen für Platon
Quarte	3 : 4	/	
Große Terz	4 : 5	}	Keplersche Konsonanzen
Kleine Terz	5 : 6		
Große Sexte	3 : 5		
Kleine Sexte	5 : 8	/	
Große Sekunde	8 : 9	(Zarlino: c - d = 8 : 9, d - e = 9 : 10)	
Kleine Sekunde	15 : 16		

Eine interessante graphische Darstellung der Platonschen Konsonanzen und ihrer räumlichen Äquivalenzen präsentiert György Doczi in einem Artikel über sichtbare und unsichtbare Symmetrie.<sup>75</sup>

Dieselbe Zahlenproportionen erscheinen im Bereich der musikalischen Form als zeitliche Proportionen, als Verhältnisse der sich im Zeitablauf entwickelten Strukturen und Formabschnitte, aus welchen eine Komposition nach einem bestimmten Plan gebaut wird.<sup>76</sup> (Musikalische Form kann als eine spezifische Organisation der Zeit definiert werden.)

Eine gewisse Übereinstimmung zwischen unterschiedlichen Repräsentationen von einfachen, harmonischen Zahlenverhältnissen in der Akustik, in der musikalischen Komposition und in der Formstruktur anderer Künste mag als Symmetrie interpretiert werden.

<sup>75</sup> Gyorgy Doczi, *Seen and Unseen Symmetries: a Picture Essay*, in *Symmetry. Unifying Human Understanding*, edited by István Hargittai, = International Series in Modern Applied Mathematics and Computer Science, Volume 10, Pergamon Press, New York 1986, S. 41 (Fig. 3. Limits: basic musical Root Harmonies – overtones – and their spatial equivalents. Fig 4. Relationships of leg, torso and arm), S. 42 (Fig. 5. Relationship of foot, skull and hand).

<sup>76</sup> «Erst die Form erhebt Einfall, Gesinnung und Richtung zum Range des Kunstwerkes. Und innerhalb der Form ist die Proportion eine der strengsten und empfindlichsten Forderungen.» Aus: Ferruccio Busoni, *Von der Einheit der Musik*, Max Hesses Verlag, Berlin 1922, (*Von den Proportionen*) S. 358.



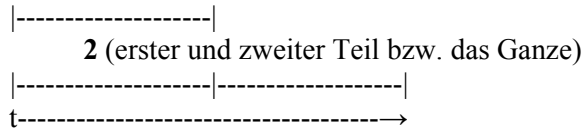
## PROPORTION 1 : 2

### A) Simultaner Aspekt:

J. S. Bach: Klavierübung, I. Teil, Partita II, c-Moll.,

Allemande: Grundidee der Form: 1. Teil (=16 Takte), 2. Teil (=16 Takte)

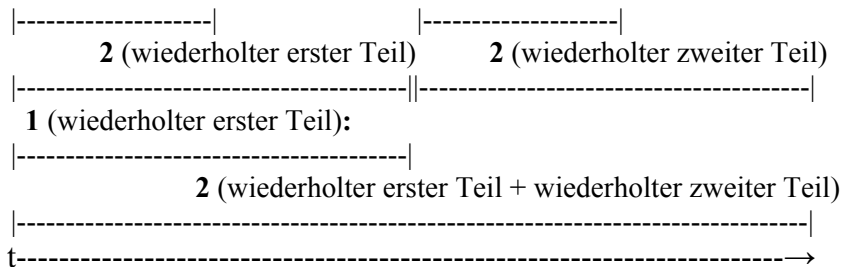
Proportion: **1** (erster Teil):



Mit den Wiederholungen: 1. Teil: 16 + 16 = 32 T., 2. Teil: 16 + 16 = 32 T.

Proportion: **1** (erster Teil):

**1** (zweiter Teil):



(Weitere Beispiele: **Appendix I**, S. 86-88)

### B) Sukzessiver Aspekt:

J. S. Bach: Französische Suite Nr. 1, d-Moll,

Sarabande: 1. Teil (großer Satz, 8 T.) 2. Teil (großer Satz + großer Satz, 8 + 8 T.)

Mit den Wiederholungen: 1. Teil: 8 + 8 = 16 T., 2. Teil: 16 + 16 = 32 T.

Proportion:



Ein analoges Beispiel: L.van Beethoven, Sonate Op. 2 Nr. 2, Scherzo, Trio (a-Moll):

I. **a** (großer Satz), mit der Wiederholung: 8 + 8 = 16 T.;

II. **b** (großer Satz) + **a** (großer Satz); mit den Wiederholungen: 8 + 8 (b + a) = 16 T. + 8 + 8

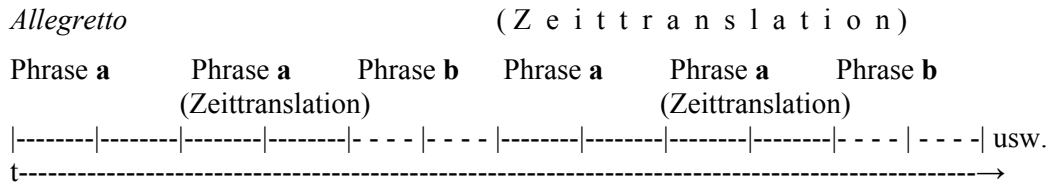
(b + a) = 16, d. h. II. = 32 T. Das Verhältnis / Proportion zwischen I. und II. = **1 : 2**.

(Weitere Beispiele: **Appendix I**, S. 88-90)

**PROPORTION 2 : 1 (sukzessiv)**

Franz Schuberts *Impromptu Nr. 4*, As-Dur beginnt mit einer Reihe von Phrasen, die folgendermaßen strukturiert sind: a (2 T.) a (2 T.) b (2 T.), a (2 T.) a (2 T.) b (2 T.), usw.

Proportion: **2 : 1, 2 : 1**, usw.



F. Schubert, *Impromptu Nr. 4, As-Dur*, Anfang (as-Moll).

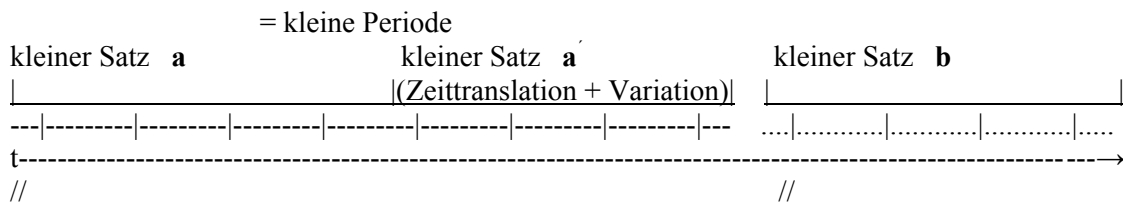
Ein Beispiel aus der Epoche des Barocks: J. S. Bach, *Dreistimmige Invention Nr. 15, h-Moll*, erster und zweiter Teil (**Appendix I**, S. 91).

**PROPORTIONEN 2 : 1 : 2 (sukzessiv)**

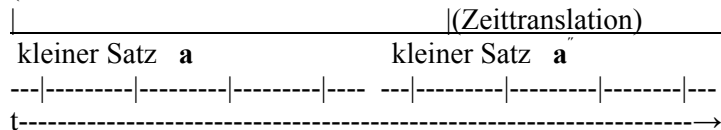
Solche symmetrische Kombination von Proportionen benutzte z. B. Ludwig van Beethoven im zweiten Satz seiner *Sonatine Op. 49 II*. Die formale Gliederung des Themas lässt sich durch die Folge a a' b a'' beschreiben.

a a' (4 + 4 T.) = kleine Periode, b (4 T.) = kleiner Satz, a a' (4 + 4 T.) = kleine Periode.

Proportionen: **8 : 4 : 8**, bzw. **2 : 1 : 2**.



(= verschobene Zeit- und Höhenttranslation der kl. Periode + Var.)



L.van Beethoven, *Sonatine Op. 49 Nr. 2, G-Dur*, 2. Satz, Thema.

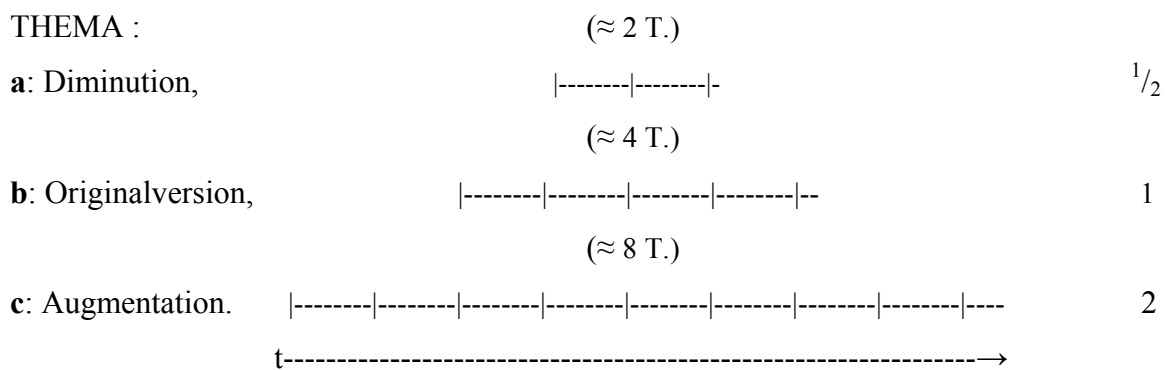
Es folgt noch ein Beispiel aus der Epoche der Romantik mit verdoppelter Zahl der Takte: R. Schumann, *Albumblätter, Op. 124, Schummerlied* (1841). Die Idee der Form: Die Dreiteiligkeit in der Dreiteiligkeit: **A** (a a' b b' a a') **B** (a b a) **A** (a a' b b' a a'). Der erste (sowie der letzte) Teil: große Periode (Es-Dur, 8 + 8 T.), kleine Periode (B-Dur, 4 + 4 T.), große Periode (Es-Dur, 8 + 8 T.). Proportionen: **2 (16 T.) : 1(8 T.) : 2 (16 T.)**.

## PROPORTIONEN $\frac{1}{2} : 1 : 2$ (oder $1 : 2 : 4$ )

Eine spezifische Repräsentation von Proportionen  $\frac{1}{2} : 1 : 2$  (oder  $1 : 2 : 4$ ) in der polyphonen Musik: Diminution, Originalform und Augmentation des Themas, die besonders in der Fuge oder im Bereich der Choral-Überarbeitung angewendet werden.

Z. B.: J. S. Bach, *Die Kunst der Fuge, Contrapunctus VII.*

Bereits in der Exposition kommt eine kontrapunktisch - harmonische Vereinigung von drei unterschiedlichen Versionen des Themas (Diminution, Originalversion, Augmentation), die eine Art der vielschichtigen Zeitorganisation repräsentieren:



Die Dauerverhältnisse (d. h. die zeitlichen Proportionen) zwischen dem diminuierten (a), dem originalen (b) und dem augmentierten (c) Thema lassen sich durch die Zahlenproportionen  $\frac{1}{2} : 1 : 2$  (oder  $1 : 2 : 4$ ) ausdrücken. Diese Art von vielschichtiger Zeitorganisation lässt sich als eine musikalische Repräsentation der fraktalen Geometrie interpretieren. (In der Musik handelt es sich um zeitfüllende Fraktale.)

## PROPORTIONEN $1 : 2 : 3$

Diese Proportionen sind als Verhältnisse zwischen den Teilen und dem Ganzen in allen ausbalancierten dreiteiligen musikalischen Formen vorhanden:

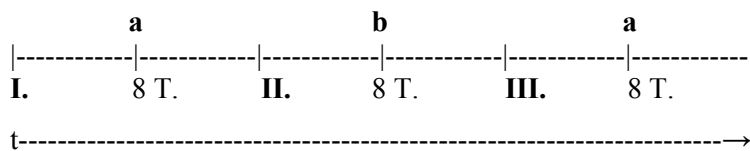
- a    b    a (L. van Beethoven: *Rondo a capriccio*, G-Dur, die Form des Themas.)
- a    b    a<sup>1</sup> (R. Schumann: *Kinderszenen Nr.7, Träumerei*, Grundform des Stückes – ohne Wiederholung)
- a    b    c (F. Schubert: *Streichquartett Der Tod und das Mädchen*, 2. Satz, Grundform des Themas.)

**a a a** (dreiteilige strophische Form des Liedes. Mehrere Beispiele im F. Schuberts Schaffen. Ein Beispiel: *Die liebe Farbe*, Nr. 16 aus dem Zyklus *Die schöne Müllerin* ).  
**a a b** (Bar-Form. R. Wagner: *Die Meistersinger von Nürnberg*, 3. . Aufzug, Walthers Lied, 30 + 30 + 32 T.)  
**a b b** (F. Chopin: *Präludium Nr. 20, c-Moll*, 8 + 8 + 9 T.)  
 Nr. der Takte: 8 + 8 + 8 (oder 16 + 16 + 16 u ä.)  
 Proportionen: 1: 2: 3

Z. B.: L. van Beethoven, *Sonate op. 31, Nr. 1, G-Dur*:

Rondo, *Allegretto*: das Thema: a b a (kleine dreiteilige Liedform).

Eine graphische Darstellung:



I. kleine Periode (4 + 4 T.) II. kleiner Doppelsatz (4 + 4 T.) III. kleine Periode (4 + 4 T.)

Proportionen: **1 : 2** (= 8 : 16) I : I II, I : II III, II : I II, II : II III, II : I III,.....

**2 : 3** (=16 : 24) I II : I II III, II III : I II III, I III : I II III.

Auch: F. Schubert, *Die Täuschung* (Kosegarten), Op. 165, Nr. 4.<sup>77</sup> (**Appendix I**, S. 91)

### PROPORTIONEN 2 : 3 : 4

F. Chopin: *Etüde Op. 25, Nr. 8, Des-Dur*:

I. (2 x 4 = 8 T.) II. (3 x 4 =12 T.) III. (4 x 4 = 16 T.)

Proportionen: **2 (8) : 3 (12) : 4 (16)**

F. Chopin: *Mazurke Op. 6, Nr. 1, fis-Moll*:

Die Wiederholungen abgerechnet ergibt sich als Formschema:

<b>a a</b>   <b>b a a</b>   <b>c c a a</b>
Proportionen: 8 + 8    8 + 8 + 8    8 + 8 + 8 + 8
<b>2 (16) : 3 (24) : 4 (32)</b>

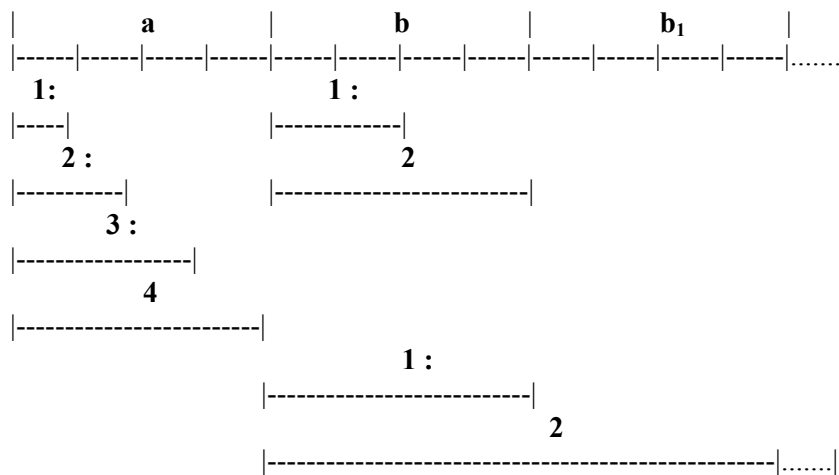
<sup>77</sup> Vgl.: *Schubert – Album. Sammlung der Lieder für eine Singstimme mit Pianofortebegleitung*, nach den ersten Drucken revidiert von Max Friedlaender, Band VI, Edition Peters, No 793, Leipzig, Nr. 43, S. 93.

Die Vielschichtigkeit der Proportionen mag an einer Miniaturkomposition Chopins gezeigt werden: F. Chopin, Präludium Nr. 20 (Op.28), c-Moll:

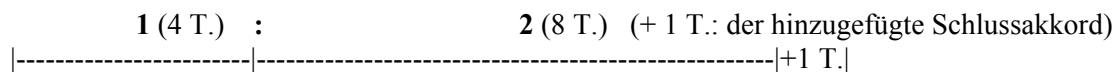
Dreiteilige Form: **a b b<sub>1</sub>**  
 (4 + 4 + 4+1 T.)

Eine graphische Analyse der Proportionen innerhalb des Ganzen.

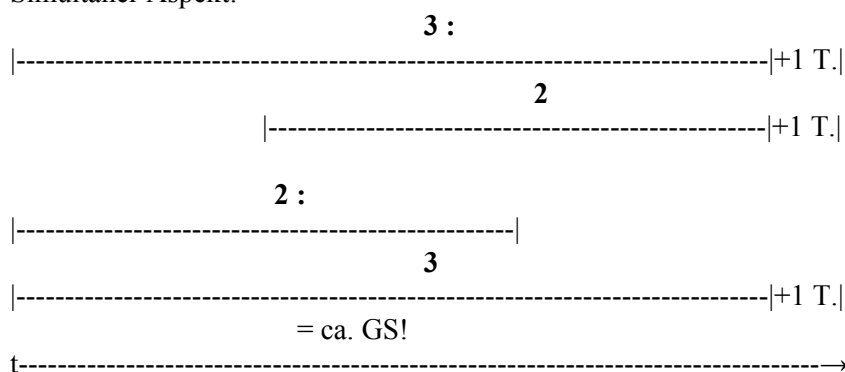
Simultaner Aspekt:



Sukzessiver Aspekt:



Simultaner Aspekt:



Eine Bemerkung: Der am Ende des Präludiums hinzugefügte Takt / Schlussakkord kann als eine musikalisch gerechtfertigte Abweichung bezeichnet werden.

## PROPORTIONEN 1 : 2 : 3 : 4

Vierteilige strophische Liedform.

Musik: A A A A (= eine Folge von 4 gleichen Teilen).

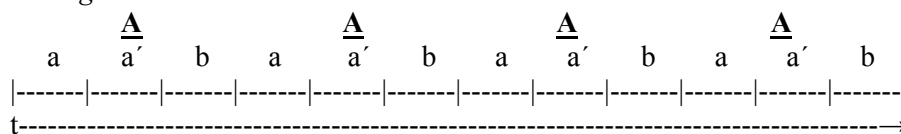
Text: A (1. Strophe) B (2. Strophe) C (3. Strophe) D (4. Strophe).

Zum Beispiel: F. Schubert: *Schweizerlied* (Goethe).

A = kleine Periode **a a'** : 4 + 4 = 8 T. (Singstimme) + zwei korrespondierende Phrasen (die einen kleinen Satz bilden). **b** : 2 + 2 = 4 T. (Klavier solo – Nachspiel).

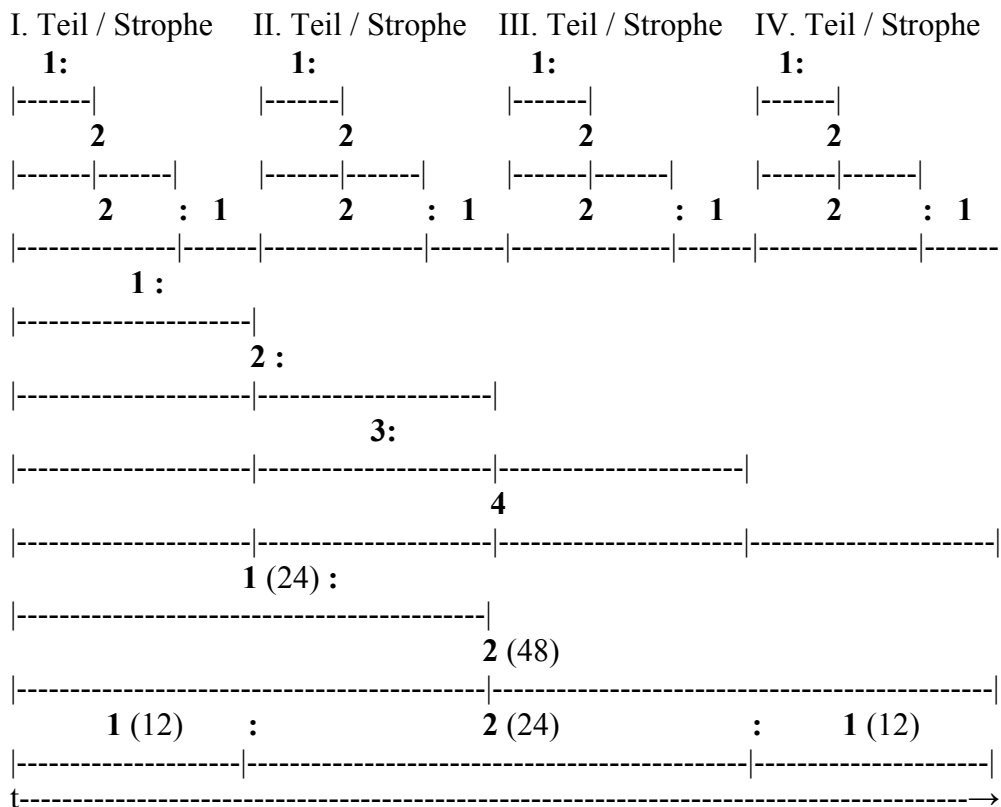
[ A = Kleine dreiteilige Form **a a' b** ]

Mässig



F. Schubert, *Schweizerlied* (Goethe).

Proportionen (simultane und sukzessive):



F. Schubert, *Schweizerlied* (Goethe).<sup>78</sup>

(Weitere Beispiele: **Appendix I**, S. 91-92)

<sup>78</sup> Schubert – Album. Sammlung der Lieder für eine Singstimme mit Pianoforte Begleitung, Band VII, revidiert von Max Friedlaender, C. F. Peters, No. 2270, Leipzig, S. 36.

Wie es schon angedeutet wurde, gibt es auch Beispiele gewisser Abweichung(en) von einer idealen mathematischen Wohlproportioniertheit. Wenn diese Abweichungen gering sind (wie z. B. bei Chopins *Präludium Nr. 20*, c-Moll), ist die Grundgestalt der Formkonstruktion deutlich erkennbar.

Die Rolle der musikalischen Proportionen (Intervalle, Formkonstruktion bzw. zeitliche Verhältnisse) in der formalen Struktur der Malerei (Komposition der Figuren, des Backgrounds, räumliche Verhältnisse) mag an einem Werk von Nicholas Poussin erläutert werden. Das Gemälde ist betitelt *A Dance to the Music of Time*.<sup>79</sup> Eine vielschichtige Analyse – mittels der Zahlenverhältnisse, die musikalische Intervalle repräsentieren (2:1; 3:2; 4:3; 5:4; 5:3; 9:8) - ist im Naomi Joy Barkers Artikel *Diverse Passions: Mode, Interval and Affect in Poussin's Paintings* zu finden.<sup>80</sup>

Harmonische Proportionen der Platonischen Konsonanzen (Oktave, 1 : 2 [0,5]; Quinte, 2 : 3 [0,66]; und Quarte, 3 : 4 [0,75]) verwendete Michelangelo bei seiner Gestaltung der Decke der Sixtinischen Kapelle.<sup>81</sup>

Hier soll darauf hingewiesen werden, dass es sich bei den Intervallen und bei den Begriffen Konsonanz und Dissonanz um psychische Empfindungen handelt. In Hinsicht auf die Intervalle, die Platon als einzige eigentliche Konsonanzen bezeichnete, und die gewiss nicht zufällig durch die Relationen von kleinen ganzen Zahlen bestimmt sind, stellt es sich eine hochinteressante Frage: Warum empfindet der Mensch harmonische Klänge als wohlklingend und andere nicht? Auch der modernen Sinnesphysiologie, die über die exakten Untersuchungsmethoden und äußerst präzisen Messungen verfügt, ist es noch nicht gelungen, wissenschaftlich zu erklären, was das Wesen der harmonischen Musikempfindung ist.

In diesem Zusammenhang gibt es noch einige interessante und symptomatische Tatsachen: Die Merstimmigkeit in der europäischen Musikgeschichte begann mit Organon, in

---

<sup>79</sup> Nicholas Poussin, *A Dance to the Music of Time* (Wallace Collection, dating from sometime between 1635 and 1640). Oil on canvas, 84.8 x 197.6 cm.

<sup>80</sup> Naomi J. Barker erklärt: „Intervals as sounding ratios are an abstract entity that, expressed as pitch, exist only temporally. But expressed as a numerical proportion, they may be defined geometrically, and therefore spatially.“ Und schlußfolgert: „The structure of this painting, including the placing of figures, background and subsidiary elements, and balance of colour and light is therefore dependent on the geometrical expression of ratios.“ Aus: Naomi J. Barker, *Diverse Passions: Mode, Interval and Affect in Poussin's Paintings*, in: *Music in Art*, International Journal for Music Iconography, Vol. XXV, No. 1-2, Spring-Fall 2000, S. 8-9 und 12.

<sup>81</sup> Vgl.: György Doczi, *Seen and Unseen Symmetries: a Picture Essay*, in: *Symmetry. Unifying Human Understanding*, edited by István Hargittai, = International Series in Modern Applied Mathematics and Computer Science, Volume 10, Series Editor: Erwin Y. Rodin, Pergamon Press, New York Oxford 1986, S. 52.

dem zunächst nur Oktaven, Quinten und Quarten als Zusammenklänge benutzt wurden, d. h. eben jene Intervalle, die an der Spitze der pythagoreischen Tabelle standen (Proportionen 2 : 1, 3 : 2 und 4 : 3 ), die Platon als eigentliche, reine Konsonanzen auffasste, und die den Rahmen des tetrachordalen Aufbaus des griechischen Tonsystems bildeten.

Wie es sich durch die Musikgeschichte zeigte, wurde die Auffassung von Konsonanzen und Dissonanzen geändert, und zwar nicht nur in der Intervallenlehre, sondern im Allgemeinen. Dass es sich um relative Begriffe handelt, die auch in einem erweiterten Sinne - bezugnehmend auf bestimmten musikalischen Kontext - gefasst werden können, lässt sich durch viele Beispiele aufweisen.

**Langsam und schmachtend**

Richard Wagner: *Tristan und Isolde*, Anfang der Ouvertüre. (Nach dem akzentuierten dissonanten Tristan-Akkord, der als Schwerpunkt der ganzen Phrase bezeichnet werden kann, erlebt man den Dominantseptakkord - auch wegen der «*appoggiatura*» [ais'] und *decresc.* Dynamik - als eine *quasi*-konsonante Auflösung.)

Eine beinahe konsonante Wirkung des Tritonus-Intervalls im Kontext der dichten mikropolyphonen Cluster-Strukturen erscheint im *Lontano* G. Ligetis.<sup>82</sup>

Man kann also von kontextualen Konsonanzen und Dissonanzen sprechen.

Das pythagoreische harmonikale Denken schließt die Verhältnisse zwischen Zahl und Empfindung, Intellekt und Gefühl, Wert und Zahl ein.<sup>83</sup> Pythagoreische Philosophie betrachtet die Zahlen als Symbole, metaphysische Vermittler zwischen reiner Energie und der geformten materiellen Welt. Die misteriose Monade hielten die Pythagoreer für eine kreative Quelle, die das absolute «Eine» und die unzähligen individuellen Einheiten vereint. Die Harmonie des Universums, deren grundlegende Organisierungsfaktoren «Vibration, Zahl und Form» sind, repräsentiert das Pythagoreische Tetraktys:<sup>84</sup>

<sup>82</sup> György Ligeti, *Lontano* für großes Orchester, Studien – Partitur, Edition B. Schott's Söhne, Mainz 1969, S. 17 (Ziffer H, Streichereinsatz, T. 56 ff).

<sup>83</sup> Über die Bedeutung des Zahlenproblems für Platon schrieb K. G. Jung in *Symbolik des Geistes*, S. 337 ff.

<sup>84</sup> Vgl.: Robert Lawlor, *The invisible foundations*, in: Companion to Contemporary Architectural Thought, edited by Ben Farmer and Hentie Louw, Routledge, London 1993, S. 278.



No	Monad continuum	Musical ratio	Metaphysical principle	Geometric form
1	1		unity	point
2	1 1	$\frac{1}{2}$ (octave)	polarity	line
3	1 1 1	$\frac{2}{3}$ (fifth)	trinity (form)	triangle
4	1 1 1 1	$\frac{3}{4}$ (fourth)	(substance and meaning)	square

Das Pythagoreische Tetraktys (nach Robert Lawlor).

Für die Epoche der Aufklärung sind Quantität und Qualität inkommensurabel. In der Romantik sind Tendenzen einer Restauration des pythagoreischen Denkens vorhanden. Die höchste Bedeutung von Rhythmus, Melodie und Harmonie sieht Schelling darin, dass sie «die ersten und reinsten Formen der Bewegung im Universum» sind.<sup>85</sup> Diesem pythagoreischen Gedankenkreis folgte J. M. Hauer (*Deutung des Melos*, 1923).

Harmonikale Zahlenproportionen, die sich auch aus bestimmten regelmäßigen Zahlenprogressionen ableiten lassen, kreieren den Rhythmus zwischen verschiedenen (ähnlichen und kontrastiven) Elementen / Teilen einer architektonischen, musikalischen oder poetischen Komposition. Der Reichtum der Formen in der Natur stellt die Modelle, Proportionen und Maßstäbe aus, die mit arithmetischen, geometrischen und musikalischen Prinzipien korrespondieren. Hier sollen mindestens zwei interessante Aspekte oder Bedeutungen des Symmetriebegriffs unterschieden werden, die der Vielschichtigkeit der geistig - materiellen Realität entsprechen.

- 1) Symmetrie als Relation / Übereinstimmung zwischen symmetrischen oder zwischen asymmetrischen Gegenständen in der Natur und Kunst.
- 2) Symmetrie als Wahrheitskriterium im Bereich der Erkenntnis: z. B. die Übereinstimmung zwischen einer wissenschaftlichen Hypothese oder Theorie und der Realität, die durch ein Experiment verifiziert wird. (Karl R. Popper analysierte Xenophanes Theorie der objektiven Wahrheit und stellte fest: «Wahrheit ist die Übereinstimmung dessen was ich sage, mit den

<sup>85</sup> Friedrich Wilhelm Joseph Schelling, *Schriften 1801-1803, Philosophie der Kunst*, II. Besonderer Teil der Philosophie der Kunst, vierter Abschnitt: Konstruktion der Kunstformen in der Entgegensetzung der realen und idealen Reihe, S. 331 (1/5, 503), = Ausgewählte Schriften, Band 2, Suhrkamp Verlag, Frankfurt a. M. 1985. Schelling fügte hinzu: «Auch im Sonnensystem drückt sich das ganze System der Musik aus. Kepler schon schreibt die Durart den Aphelis, die Mollart den Peripheliis zu. Die unterscheidenden Eigenschaften, welche in der Musik dem Bass, dem Tenor, dem Alt und Diskant zugeschrieben werden, teilt er verschiedenen Planeten zu.» (S. 331)

Tatsachen, ob ich es nun *weiß oder nicht weiß*, dass die Übereinstimmung besteht.»<sup>86</sup>) Eine wissenschaftliche Annäherung an die Wahrheit (z. B. die Newtonsche Gravitationstheorie) bedeutet zugleich - hinsichtlich der Korrespondenztheorie der Wahrheit – eine Annäherung an die (vollkommene) Symmetrie.

Der Dualismus Materie – Geist<sup>87</sup>, «*res extensa*» - «*res cogitans*» (Descartes) wird in der Quantentheorie aufgegeben. Statistische Gesetze der Quantenmechanik und die potenzielle (virtuelle) Realität eines atomaren Systems, das erforscht wird, implizieren eine Vereinigung von Subjekt und Objekt sowie eine neue Auffassung der erkenntnistheoretischen Problematik.

Richtige Proportionen (Symmetrie) lassen sich aus gewissen Zahlenprogressionen ableiten. Die bekanntesten und für das künstlerische Schaffen wichtigsten Zahlenprogressionen sind:

- arithmetische Progression: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16,.....

- geometrische Progression: 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128,.....

und die sogenannte Fibonacci-Folge: 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34.....

Die Reihe von Proportionen  $\frac{2}{3}$ ,  $\frac{3}{5}$ ,  $\frac{5}{8}$ ,  $\frac{8}{13}$ ,  $\frac{13}{21}$ , usw., stellt eine allmähliche Annäherung zum *Goldenen Schnitt* dar, der eine irrationale Zahl ist.

Es folgen einige Beispiele der kompositorischen Strukturen, die auf der arithmetischen Progression und auf der geometrischen Progression basieren:

---

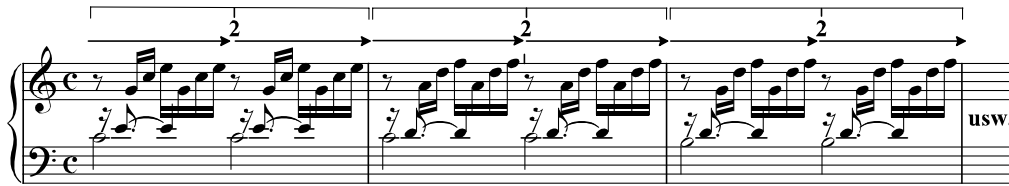
<sup>86</sup> Aus: Karl R. Popper, *Auf der Suche nach einer besseren Welt*, Vorträge und Aufsätze aus dreißig Jahren, Piper Verlag, München Zürich, 1984, 14. Duldsamkeit und intellektuelle Verantwortlichkeit (gestohlen von Xenophanes und Voltaire), S. 220.

<sup>87</sup> Symmetrie im Bereich der Erkenntnistheorie durch die Geschichte der Philosophie hindurch: Xenophanes Theorie der objektiven Wahrheit; Platon: «Wiedererinnerung» (*Anamnesis*); Augustin: *Adequatio* – Formel; Thomas von Aquin: «Veritas est adaequatio intellectus et rei»; Leibniz: prästabilisierte Harmonie. Korrespondenztheorie der Wahrheit: Wahrheit ist eine Übereinstimmung des «Denkens mit seinem Gegenstand» (I. Kant). Die Kohärenztheorie: «Das Wahre ist das Ganze» (G. F. Hegel).

Aus: *Schüler Duden. Die Philosophie*, hrsg. von der Redaktion für Philosophie des Bibliographischen Instituts unter der Leitung von Gerhard Kwiatowski, Mannheim Wien 1985, *Subjekt-Objekt-Problem*, S. 404, *Wahrheitstheorien*, S. 450-451.

## 1. Die Logik der arithmetischen Progression:

(- translative Symmetrie)



J. S. Bach: *Wohltemperiertes Klavier*, Buch 1, *Präludium Nr.1*, C-Dur.

(Weitere Beispiele: **Appendix I**, S. 92-94)

## 2. Die Logik der geometrischen Progression:

(Harmonie der Proportionen, fraktale Symmetrie)

Z. B. die wohlproportionierte klassische zweiteilige Liedform, die gewisse Symmetrieeigenschaften besitzt:

*Adagio*

kleiner Satz

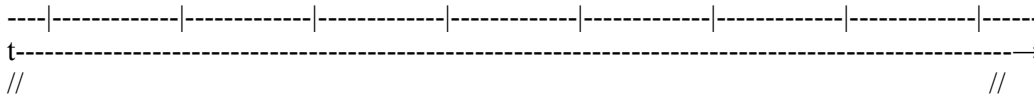
**a**

kleiner Satz

**a'**

(Zeittranslation + Variation)

(zweitaktige) Phrase



//

//

**b**

Phrase

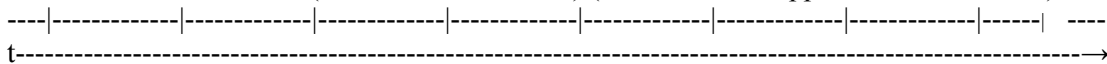
(b)

Phrase (b')

kleiner Satz

**a''**

(Zeittranslation + Var.) (verschobene Doppeltranslation + Var.)

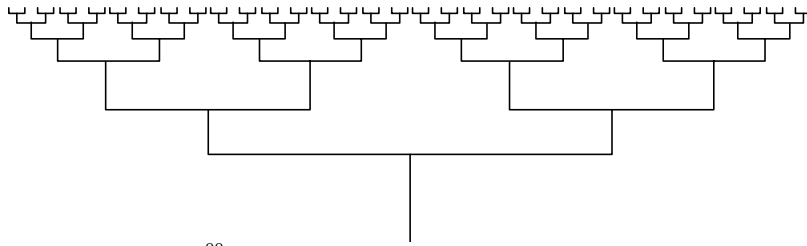


L. van Beethoven: *Sonate Op. 2, Nr. 1*, f-Moll, 2. Satz, *Adagio*, F-Dur (Rondo 1: das Thema = kleine zweiteilige Liedform. Proportionen: Phrase = 2, kleiner Satz = 4, kleine Periode = 8, kleine zweiteilige Liedform = 16 T.

(Weitere Beispiele: **Appendix I**, S. 94)

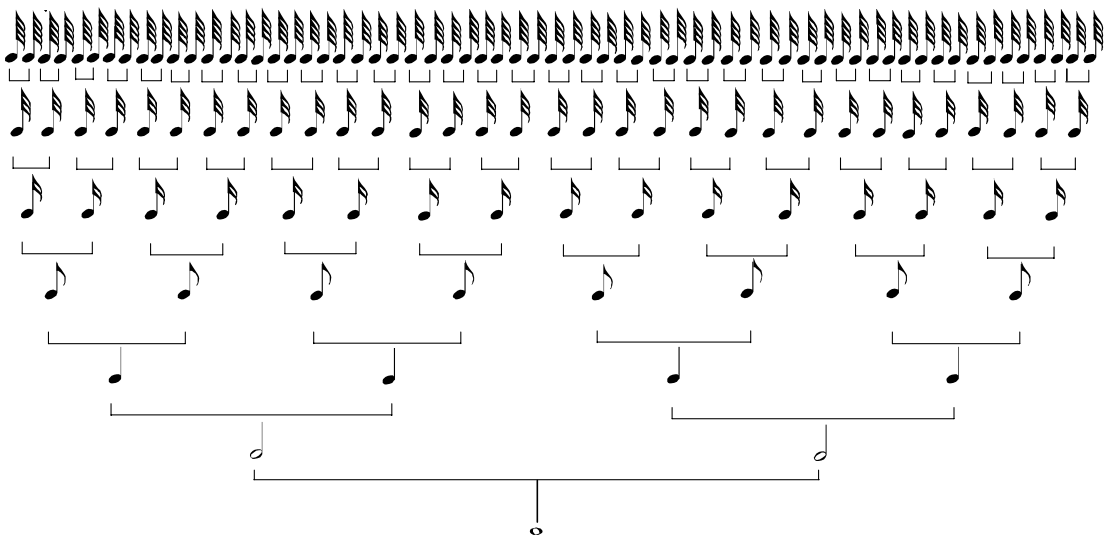
Die Logik der geometrischen Progression im Sinne der Verkleinerung bzw. Division einer Einheit ist in der folgenden Reihe von Zahlen vorhanden:

$1 \times 1 + 2 \times \frac{1}{2} + 4 \times \frac{1}{4} + 8 \times \frac{1}{8} + 16 \times \frac{1}{16} + \dots$  Diese fraktale Reihe wird unter anderem in der rhythmischen Struktur der Musik realisiert.



Binary tree nach Hans Lauwerier.<sup>88</sup>

Es folgt eine analoge Verkleinerung der rhythmischen Werte, die in der Variationsform, besonders in der Passacaglia angewendet wird.



In der Praxis wird selbstverständlich nur ein Segment der (theoretisch unendlichen) Reihe benutzt. Z. B.: J. S. Bach: *Passacaglia in c-Moll* für Orgel:



### 3. Die Logik der Fibonacci<sup>89</sup>- Folge :

0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, ... oder:  $\frac{2}{3}, \frac{3}{5}, \frac{5}{8}, \frac{8}{13}, \frac{13}{21}, \frac{21}{34}$ ... usw., d. h. eine Annäherung zur *divina proportione*<sup>90</sup>, die eine irrationale Zahl ist (0.618034.....).

Die Fibonacci-Folge präsentiert eine spezifische Art der dynamischen Symmetrie.

<sup>88</sup> Vgl.: Hans Lauwerier, *Fractals. Endlessly Repeated Geometrical Figures*, Penguin Books, London 1991, Chapter I: Counting and Number Systems, S. 3.

<sup>89</sup> Der Mathematiker Leonardo da Pisa (1170-1250), der zu seiner Zeit unter dem Namen «Figlio Bonaccio» bekannt war.

Zum Beispiel:

Claude Debussy: *LA MER, Trois Esquisses Symphoniques*,  
*III Dialogue du vent et de la mer (Animé et tumultueux)*, Anfang :

die Nummer der Takte:           8       + 4   + 5   + 4

der musikalische Inhalt: |-----a<sub>1</sub>-----|---b<sub>1</sub>---|-----a<sub>2</sub>-----|---b<sub>2</sub>---|

Proportionen:

Das Ganze: 8 : 13 (= ca. GS)

a<sub>1</sub> : a<sub>2</sub> = 8 : 5 (= ca. GS)

b<sub>1</sub> : b<sub>2</sub> = 4 : 4 (= verschobene translative Symmetrie)

Die Proportion des *Goldenen Schnitts* (GS) beherrscht die Formkonstruktion des ganzen Satzes. Sie ist auch für den ersten Satz *De l'aube à midi sur la mer* charakteristisch.

Weitere Anwendungen dieser Methode, bzw. der von der Fibonacci-Folge abgeleiteten Proportionen:

Cl. Debussy: *Prélude à l'après-midi d'un faune, Images*, und andere Werke;<sup>91</sup>

F. Schubert: *Sonate in A-Dur, D. 959* (1. Satz, Exposition);

K. Stockhausen: *Klavierstück XI*;

B. Bartok: *Music for Strings, Percussion and Celesta*;

L. Nono: *Il canto sospeso* (2. Satz, rhythmische Struktur).

Es folgen noch einige analoge Beispiele aus anderen Künsten (Literatur, Malerei, Architektur):

1. P o e s i e: John Milton, *Paradise Lost*.

John Milton fasst die «*divina proportione*» als ein Symbol der göttlichen Ordnung auf. Bereits die ersten zwei Sätze in seinem Epos *Paradise Lost* (die Verse 1-16 und 17-26) stellen ein Segment aus der Fibonacci-Folge dar: 10:16::16:26 bzw. die arithmetische Annäherung zum geometrischen Konzept  $a : b :: b : (a + b)$  und drücken zugleich die Relation zwischen der menschlichen und der göttlichen Geschichte aus:

---

<sup>90</sup> = Goldener Schnitt / the Golden Section (GS)

<sup>91</sup> Darüber schrieb Roy Howat in seinem Buch *Debussy in Proportion. A musical analysis*, Cambridge University Press, Cambridge 1983.

«Of Man's First Disobedience, and the Fruit  
 Of that Forbidden Tree, whose mortal taste  
 Brought Death into the World, and all our woe,  
 With loss of Eden, till one greater Man  
 Restore us and regain the blissful Seat, 5  
 Sing Heav'nly Muse, that on the secret top  
 Of Oreb, or of Sinai didst inspire  
 That Shepherd, who first taught the chosen Seed,  
 In the Beginning how the Heav'ns and Earth  
 Rose out of Chaos: Or if Sion Hill 10  
 Delight thee more, and Siloa's Brook that flow'd  
 Fast by the Oracle of God; I thence  
 Invoke thy aid to my advent'rous Song,  
 That with no middle flight intends to soar  
 Above th' Aonian Mount, while it pursues 15  
 Things unattempted yet in Prose or Rhyme. **16 :**  
 And chiefly Thou O Spirit, that dost prefer **10**  
 Before all Temples th' upright heart and pure,  
 Instruct me, for Thou know'st; Thou from the first  
 Was present, and with mighty wings outspread 20  
 Dove-like satst brooding on the vast Abyss  
 And mad'st it pregnant: What in me is dark  
 Illumine, what is low raise and support;  
 That to the highth of this great Argument  
 I may assert Eternal Providence, 25  
 And justify the ways of God to men.»

2. P r o s a : Thomas Mann: *Lotte in Weimar* (dichterisch gestaltete späte Wiederbegegnung zwischen J. W. Goethe und seiner Jugendliebe im Jahre 1816). Goethe erscheint persönlich auf (ungefähr)  $\frac{2}{3}$  des Romans!

Die Komposition der berühmten Freske *Erschaffung Adams* von Michelangelo beruht auf der Proportion des *Goldenen Schnitts*. Eine grafische Analyse präsentierte György Doczi in seinem Essay *Seen and Unseen Symmetries: a Picture Essay*.<sup>92</sup>

*Divina proportione* spielte eine bedeutende Rolle in der Geschichte der Architektur. Insbesondere in der Epoche der Renaissance in Italien aber auch in Dalmatien und in Dubrovnik (Tonko Maroević: *Zrcalo Adrijansko*). Das Zollamtgebäude *Sponza* (oder *Divona*) ist eines der interessantesten Projekte von Paskoje Miličević (um 1441-1516) «ingeniosi architecti salariati comunis Ragusii». Es beruht völlig auf der Proportion des *Goldenen*

<sup>92</sup> György Doczi, *Seen and Unseen Symmetries: a Picture Essay*, Fig. 17. Michelangelo: *Adams Creation*. Sistine Chapel, ceiling. In: *Symmetry. Unifying Human Understanding*, edited by István Hargittai, = International Series in Modern Applied Mathematics and Computer Science, Volume 10, Pergamon Press, New York Oxford 1986, S. 51.

*Schnitts*, die für Miličević der Ausgangspunkt auf der Suche nach harmonischen Verhältnissen war.<sup>93</sup>

Dasselbe Prinzip ist auch in der modernen Architektur zu finden. Ein bekanntes Beispiel ist das von Jörn Utzon projektierte Opernhaus in Sydney. Die Proportion des *Goldenen Schnitts* ist auf unterschiedlichen Ebenen der architektonischen Komposition realisiert. Durch sie ist die Harmonie / Symmetrie / Schönheit des Gebäudes erreicht.<sup>94</sup>

Eine Art von Symmetrie wird also in verschiedenen Künsten realisiert. Die isomorphe Korrespondenz der Struktur in verschiedenen Medien ist ein besonders wichtiger Aspekt der Symmetrie.

Diese Idee geht auf Pythagoras drei Arten von Musik zurück: *musica instrumentalis*, *musica humana* und *musica mundana*, die alle eine und dieselbe «Musik», oder eine und dieselbe Wahrheit sind. Die ewige mathematische Idee ist der höchste Grundsatz: Kosmos = Zahl, Musik = Zahl; also: Kosmos = Musik!

Der Pythagoreische Begriff des musikalischen Universums lässt sich später bei Keplers *Harmonice mundi* (oder Sphärenharmonie) erkennen.

Der Unterschied zwischen dem Geistigen und dem Körperlichen, der Ideenwelt und der Sinnenwelt war schon in der Antike die Quelle der philosophischen Erörterungen und Interpretationen. In der Platonschen Ideenwelt sind alle Formen schon ideell vorhanden, die in der Sinnenwelt sichtbar werden. Für Platon ist die Realität ein unvollkommenes Abbild einer idealen Welt aus reinen Formen. Dies gilt auch für die Kunst. Z. B.: Pyramide als eine Idee, Pyramide als ein architektonisches Objekt. Diese Relation stellt eine Art Symmetriebrechung dar.

Das philosophische Problem des Verhältnisses zwischen der mathematischen Idealität und der materiellen Realität war das Thema einer interessanten, und immer aktuellen Diskussion, die die Mitglieder eines internationalen Kongresses der Mathematiker in Zürich (1938) geführt haben. M. Fréchet äußerte die Meinung, mathematische Begriffe seien

---

<sup>93</sup> Vgl.: Mladen Pejaković, *Omjeri i znakovi. Oglеди iz starije hrvatske umjetnosti*, Matica hrvatska, Dubrovnik 1996, S. 409 (*Sponza* in Dubrovnik, Längesquerschnitt).

<sup>94</sup> Vgl.: György Doczi, *Seen and Unseen Symmetries: A Picture Essay*, in: *Symmetry. Unifying Human Understanding*, edited by István Hargittai, = International Series in Modern Applied Mathematics and Computer Science, Volume 10, Pergamon Press, New York 1986, S. 49, Fig. 15, J. Utson: *Sydney Opera. Elevation*.

vereinfachte Bilder der Dinge (Gegenstände): «Es handelt sich darum, dass man anstelle von Würfeln in der Natur, ein vereinfachtes Bild setzt.»<sup>95</sup> H. L. Lebesgues (Theorie der Funktion) Meinung nach, sei Mathematik ein Zweig der Physik, und mathematische Begriffe seien aus dem alltäglichen Leben genommen. Den extremen Idealismus, d. h. die alte Philosophie Platons vertrat Federigo Enriques (Algebra): «Die Idee des Würfels hat schon früher in unserem Geiste existiert. Mit einem Wort: Mathematische Objekte sind nicht materielle sondern ideelle Dinge, die sich im menschlichen Geiste entwickelt haben, nach den inneren Gesetzen der Struktur dieses Geistes. Die richtige Bedeutung der Mathematik besteht darin, dass sie die Wesen studiert, die wir im Sinne Platons erkennen.»<sup>96</sup>

Die geometrischen Formen sind durch euklidische Axiomen klar und unzweifelhaft definiert. Dies ist der Grund, aus dem strenge Folgerungen abgeleitet werden können.

Eine korrespondierende «axiomatische Methode» ist im Hauptwerk Spinozas *Ethik nach geometrischer Methode bewiesen (Ethica Ordine Geometrico Demonstrata)* zu finden. B. Spinoza behandelt seine Themen: Gott (*I. De Deo*), die Natur und der Ursprung der Seele (*II. De Natura et Origine Mentis*), die Natur und der Ursprung der Affekte (*III. De Origine et Natura Affectuum*), die menschliche Knechtschaft - die Kräfte der Affekte (*IV. De servitute Humana, seu de Affectuum Viribus*), die menschliche Freiheit - die Macht des Geistes (*V. De Potentia Intellectus, seu de Libertate Humana*) nach der Ordnung der Geometrie. Er fängt mit Definitionen und Axiomen an und folgert aus diesen seine Thesen. Seele und Leib sind nach ihm nur zwei Gestalten eines und desselben Wesens. Der Leib ist eine Weise (*modus*) der Ausdehnung (*extensio*), die Seele eine Weise des Denkens (*cogitatio*). Der Mensch ist ein Glied eines kosmischen Zusammenhangs. Spinoza sieht die ganze Welt als einen großen logisch-mathematisch-mechanischen Prozess. Die zwei parallelen Reihen in denen sich Gott («*ens absolute infinitum*»), «eine Substanz die aus unendlich vielen Atributen besteht»<sup>97</sup>) in

---

<sup>95</sup> Frechet: «Radi se o tome da se umjesto kocaka u prirodi stavi pojednostavljena slika». Ivan Supek, *Filozofija znanosti i humanizam*, SLN, Manualia Universitatis Studiorum Zagabiensis, Zagreb 1991, S. 42.

<sup>96</sup> Enriques: «Ideja kocke postojala je već prije u duhu svakoga od nas. Jednom riječi: matematički objekti nisu matrijalni predmeti, nego idealni, koji su se razvili u ljudskom duhu prema unutarnjim zakonima strukture tog duha. Pravo značenje matematike je u tome da studira bića koja spoznajemo u smislu Platonovu.» Aus: Ivan Supek, *Filozofija znanosti i humanizam*, SLN, Manualia Universitatis Studiorum Zagabiensis, Zagreb 1991, S. 42.

<sup>97</sup> «VI. Per Deum intelligo ens absolute infinitum, hoc est, substantiam constantem infinitis attributis, quorum unumquodque aeternam, et infinitam essentiam exprimit.» Aus: Benedikt de Spinoza, *Etika / Ethica Ordine Geometrico Demonstrata*, et in quinque partes distincta, in quibus agitur (bilingvalno izdanje), Demetra, Filozofska biblioteka Dimitrija Savića, Svezak 49, Zagreb 2000, *Ethices Pars Prima, De Deo. Definitiones*, S. 4. - Oder: «By God (Deus) I understand a being absolutely infinite, that is, a substance of infinite attributes, each of which expresses eternal and infinite essence.» Spinoza, *Ethics*, translated by Andrew Boyle and revised by G. H. R. Parkinson, J. M. Dent & Sons, London 1989, First Part Concerning God, Definitions, S. 3.



«freier Notwendigkeit» gleichsam ausdrückt (*cogitatio – extensio*) weisen wiederum auf das Symmetrieprinzip hin.

Bei Spinoza «folgen die Taten und Gedanken des Menschen mit genau derselben Notwendigkeit aus seinem Wesen und den Beziehungen zu den übrigen Dingen und Menschen in seiner Umgebung, wie aus dem Wesen des Dreiecks folgt, dass die Summe seiner Winkel 180 Grad beträgt.»<sup>98</sup>

Bei den antiken Griechen (und in anderen Kulturen) waren Kreis und Kugel, bezüglich ihrer Symmetrieeigenschaften (vollständige Drehsymmetrie), Symbole der Vollkommenheit. Durch das in den geometrischen Formen innewohnende Symmetriemodell wurde das Weltall im Großen und Kleinen beschrieben und erklärt.

Die urschöpferische Idee des Schönen bzw. der Harmonie war der Ausgangspunkt der Platonschen idealistischen Philosophie, und der Grund seiner Lehre über den Bau des Weltalls. In seiner Vorstellung bewegen sich die Planeten in Kreisen um die in den Weltmittelpunkt gesetzte Erde. Ihre Abstände sind nach den musikalischen Intervallen konstruiert. Diese kosmische Ordnung (die Sphärenharmonie) findet ihren Ausdruck in den nach bestimmten Zahlenverhältnissen geregelten Entfernungen der Planeten. (Mathematik war für Platon ein Band, das die Ideen mit der Materie verknüpft.) Der Ausgangspunkt dieses großen mathematisch – musikalischen Systems ist Tetraktys, der heilige (doppelte) Vierzahl der Pythagoreer. Das System ist auf zwei viergliedrigen Reihen von Zahlen, die jeweils mit Eins beginnen, aufgebaut:

	1		Oder:	2°	3°
	2	3		2 <sup>1</sup>	3 <sup>1</sup>
	4	9		2 <sup>2</sup>	3 <sup>2</sup>
	8	27		2 <sup>3</sup>	3 <sup>3</sup>

Die sieben Posten entsprechen einerseits einem Heptachord und andererseits den Zahlen der Planeten, die damals bekannt waren.

---

<sup>98</sup> Hubertus G. Hubbeling, *Spinoza* / H. G. Hubbeling (Freiburg), Alber 1978, Kolleg Philosophie, S. 76.

Abstände: Erste Reihe: 1 : 2 (erste Oktave), 2 : 4 (zweite Oktave), 4 : 8 (dritte Oktave);  
 Zweite Reihe: 1 : 3 (1,5 Oktaven), 3 : 9 (1,5 Oktaven), 9 : 27 (eine Oktave, eine Quinte und ein hinzugefügter Ton).

Demnach umfasst das ganze Tonsystem vier Oktaven und eine große Sext. Jede dieser beiden Reihen wird – durch das arithmetische und das harmonische Mittel aus den gegebenen Zahlen - in kleinere Intervalle zerlegt. Da das Verhältnis 5 : 4 in der Tetraktys nicht vorhanden ist, fehlt die Terz. Einen reinen Halbton gibt es auch nicht. In jener Zeit gab es nämlich einen kleinen Halbton (Limma) und einen großen Halbton (Apotome). Limma hat das Verhältnis 256:243 und Apotome 2187:2048.<sup>99</sup>

Die Entfernungen der Planeten von der Erde waren durch die Zahlen der Tetraktys nach folgendem Schema bestimmt:

Mond	Sonne	Venus	Merkur	Mars	Jupiter	Saturn	
1	2	3	4	8	9	27	Erd-
384	768	1152	1536	3072	3456	10368	abstände
	(=2x384)	(=3x384)	(=4x384)	(=8x384)	(=9x384)	(=27x384)	

Die durch die Tetraktys bestimmten Entfernungen der Planeten von der Erde.<sup>100</sup>

Da in jener Zeit keine präzisen astronomischen Beobachtungen möglich waren, das ganze System ist ein Produkt reiner Spekulation. Das Planetensystem und die Übereinstimmung des Himmels mit der musikalischen Skala bzw. mit den musikalischen Intervallen war ohne wissenschaftliche Verifikation einfach vorausgesetzt. Mit anderen Worten stimmt das geometrisch – mathematische Modell nicht mit der Realität überein. (Keine Symmetrie in diesem Sinne = keine Wahrheit.)

<sup>99</sup> Aus der Zahlenreihe Platons (1, 2, 3, 4, 8, 27) resultieren folgende musikalisch – harmonische Beziehungen (d. i. Konsonanzen):

<u>Proportion:</u>	<u>Intervall:</u>
1 : 1	Homophonon (Einklang) (= die gemeinschaftliche, sich wiederholende Eins)
1 : 2	Diapason (Oktave)
1 : 3	Diapason und Diapente (Oktave und Quinte)
1 : 4	Disdiapason (Doppeloktave)
2 : 3	Diapente (Quinte)
3 : 4	Diatessaron (Quarte)

<sup>100</sup> Vgl.: Platons Dialoge *Timaios und Kritias*, übersetzt und erläutert von Otto Apelt, = Phil. Bibl. Bd. 179, Verlag von Felix Meiner, Leipzig 1922, S. 158.

Eines der ersten mathematischen Theoreme über Symmetrie war bereits den Griechen bekannt und zwar durch die Entdeckung der regelmäßigen Körper. In seinem Mathematiklehrbuch *Elemente* bewies Euklid, dass es genau fünf regelmäßige Körper gibt. Ein Körper ist regelmäßig, wenn alle seine Seitenflächen identische regelmäßige Vielecke sind und die Anordnung der Vielecke an jeder Ecke des Körpers gleich ist. So eine Figur ist von gleich langen Strecken begrenzt, die gleich große Winkel bilden.<sup>101</sup>

Die 5 regelmäßigen Körper sind: das Tetraeder – mit vier dreieckigen Seiten (24 Symmetrien), das Hexaeder (der Würfel) – mit sechs quadratischen Seiten (48 Symmetrien), das Oktaeder – mit acht dreieckigen Seiten (48 Symmetrien), das Dodekaeder – mit zwölf fünfeckigen Seiten (120 Symmetrien), das Ikosaeder – mit zwanzig dreieckigen Seiten (120 Symmetrien).<sup>102</sup> (Es handelt sich um Drehung- und Spiegelsymmetrien, bzw. um ihre Kombinationen.)

Eine mathematische Formulierung des Begriffs Symmetrie im Sinne der Gruppentheorie ist unterdessen bei den antiken Griechen noch nicht zu finden. Man kann sagen, dass die Anziehungskraft der regelmäßigen Figuren für sie ein ästhetischer Begriff war.

Platon hat die fünf Elemente (Körper): Erde, Wasser, Feuer, Luft und das Ganze, mit bestimmten, zugrunde liegenden geometrischen Formen (regelmäßigen Körpern) verbunden.

Tetraeder (Pyramide)	-----	Feuer
Oktaeder	-----	Luft
Hexaeder (Würfel, Kubus)	-----	Erde
Ikosaeder	-----	Wasser
Pentagondodekaeder	-----	das Universum als Ganzheit

Platons Vorstellung nach, steht die ruhende Erde im Mittelpunkt des Weltalls, d. h. der sublunaren Welt. (Bei ihm kommen die regelmäßigen Körper in astronomischer Beziehung nicht in Betracht.) Die Elemente sind konzentrisch übereinander an bestimmte

---

<sup>101</sup> Das Thema regelmäßige Körper behandelt Euklid im 13. Buch seiner *Elemente der Geometrie*. Vgl.: Euklid, *Elementa XIII*, 2<sup>nd</sup> Edition, nach der Ausgabe von Heiberg übersetzt und kommentiert von Thomas L. Heath, Dover Publications, New York 1956, S. 468-499.

<sup>102</sup> Vgl.: Ian Stewart und Martin Golubitsky, *Denkt Gott symmetrisch? Das Ebenmaß in Mathematik und Natur*, Birkhäuser Verlag, Basel 1993, S. 53, 54 und 62.

Regionen des Weltalls verteilt, und zwar in folgender Reihenfolge: über der Erde das Wasser, über dem Wasser die Luft und – als oberste Schicht - über der Luft das Feuer.

Die Körper sind in ständiger Bewegung und die Körperteilchen wandeln sich nach Maßgabe der Dreiecksverhältnisse ineinander um. Die Leere, die durch die Verschiebung der Elementarkörper momentan entsteht, wird sofort durch die nachdringenden Körperteilchen erfüllt. Es handelt sich also um größere oder geringere Dichtigkeit und nicht um die eigentliche Leere wie bei den Atomikern Leukipp und Demokrit (5. Jh. vor Chr.).

Das wichtigste, bezugnehmend auf die symmetrischen Körper Platons, ist aber folgendes: Es handelt sich um einen Versuch, die grundlegenden Strukturen der Materie darzustellen, sowie um einen Glauben (aprioristische Auffassung), dass man schließlich - im Zentrum der Natur - mathematische Symmetrien findet. Die Entwicklung des wissenschaftlichen Denkens im 20. Jahrhundert (Quantenmechanik!) und alle empirischen Kenntnisse haben bestätigt, dass die - noch nicht ganz klare und korrekte - Hypothese Platons grundsätzlich richtig war.

Noch einige interessante Tatsachen:

Die regelmäßigen Körper sind aus zwei Arten von Elementardreiecken aufgebaut, aus deren Zusammensetzung die Flächen entstehen, welche die regulären Polyeder begrenzen:<sup>103</sup> gleichschenkliges rechtwinkliges Dreieck (für die Konstruktion des Quadrats bzw. der Quadratflächen des Hexaeders) und ungleichseitiges rechtwinkliges Dreieck (für die Konstruktion des gleichseitigen Dreiecks bzw. der Grenzflächen des Tetraeders, des Oktaeders und des Ikosaeders).<sup>104</sup> In jeden der regelmäßigen Körper lässt sich eine Kugel einschreiben, und um jeden der regelmäßigen Körper lässt sich eine Kugel beschreiben. Diese Tatsache war später von besonderer Bedeutung für Johannes Kepler, bei dem die regulären Körper in astronomischer Beziehung in Betracht kamen (*Mysterium Cosmographicum, Harmonice Mundi*). Die Entfernungen der Planeten bestimmen sich nämlich – mehr oder weniger - nach dem Durchmesser der umgeschriebenen und eingeschriebenen Kugel für jeden der regulären Körper.<sup>105</sup>

---

<sup>103</sup> Nur das reguläre Fünfeck (die Grenzfläche des Dodekaeders) lässt sich nicht auf die platonischen Grunddreiecke zurückführen.

<sup>104</sup> Platonische Grunddreiecke und die Konstruktion der regulären Polyeder: Vgl.: Platons Dialoge *Timaios und Kritias*, übersetzt und erläutert von Otto Apelt, zweite durchgesehene Auflage, = Philosophische Bibliothek, Band 179, Verlag von Felix Meiner, S. 72-73, und: Bertrand Russell, *Mudrost zapada*, 2. izdanje, Mladost, Zagreb 1970 (Naziv originala: *Wisdom of the West*, Rathbone Books, London 1959), S. 78-79.

<sup>105</sup> Vgl.: Johannes Kepler, *Mysterium Cosmographicum, De Stella Nova*, hrsg. von Max Caspar, = Gesammelte Werke, Band I, C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, München MCMXXXVIII, Caput II: *Primariae Demonstrationis Delineatio*, S. 26-27.

## Beispiele der geometrischen Formen in verschiedenen Bereichen (Natur, Wissenschaft, Kunst)

### Polyeder:

**Die Platonischen Körper (reguläre Polyeder) in der Natur** (= gebrochene Symmetrie): die Skelette verschiedener Radiolarien (nach Haeckels *Chalenger Monograph*).

1) *Circoporus sexfurcus*; 2) *C. Octahedrus*; 3) *Circogonia icosahedra*; 4) *Circospathis novena*; 5) *Circorrhagma dodecahedra*<sup>106</sup>; die **Ikosaeder** Struktur des Adenovirus.<sup>107</sup>

**Pentagondodekaeder in künstlerischer Expression:** Horst Janssen, ChriStall-Knecht.<sup>108</sup>

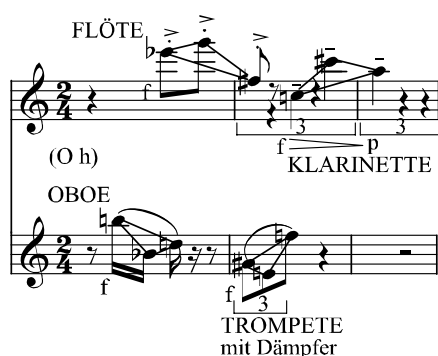
**Die Prismen als literarisches Beschreibungsmittel** verwendete Ernest Hemingway in seinem Meisterwerk *The Old Man and the Sea* (Nobelpreis 1954): «The sea was very dark and the light made prisms in the water. The myriad flecks of the plankton were annulled now by the high sun and it was only the great deep prisms in the blue water that the old man saw now with his lines going straight down into the water that was a mile deep.»<sup>109</sup>

### Dreieck:

#### - Dreieck in der Musik:



J. S. Bach: *Die Kunst der Fuge*, *Contrapunctus X*, Anfang, Dux. Symmetrieoperationen: Translation + Spiegelung (an einer Horizontalachse), oder Rotation des Motives bzw. des Dreiecks.

A musical score snippet for Webern's Concerto Op. 24, 1. Satz. It shows three staves: Flute (FLÖTE), Oboe (OBOE), and Trumpet with mute (TROMPETE mit Dämpfer). The Flute part has a melodic line with a triangle motif. The Oboe part has a similar motif. The Trumpet part has a motif with a forte (f) dynamic and a triplet of eighth notes. The score is in 2/4 time.

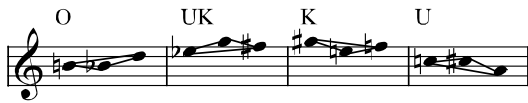
A. Webern: *Konzert Op. 24*, 1. Satz, Anfang (klingt wie notiert). Die verschiedenen Positionen des Dreiecks (bzw. des Motivs) sind durch die Symmetrieoperationen (Spiegelung, Drehung, Translation) erreicht. Die unterschiedlichen Größen des Dreiecks sind durch die vielschichtige Zeitorganisation bestimmt.

<sup>106</sup> Vgl: D'Arcy Wentworth Thompson, *On Growth and Form*, Cambridge University Press, Cambridge 1961, S. 168.

<sup>107</sup> Vgl.: Ian Stewart und Martin Golubitsky, *Denkt Gott symmetrisch?* Birkhäuser Verlag, Boston Basel 1993, S. 165.

<sup>108</sup> Vgl.: István Hargittai, *Real Turned Ideal Through Symmetry*, in: *Symmetrie in Geistes- und Naturwissenschaft*, Hauptvorträge und Diskussionen des Symmetrie-Symposiums an der Technischen Hochschule Darmstadt vom 13. bis 17. Juni 1986, hrsg. von Rudolf Wille, Springer-Verlag, Berlin 1986, S. 156.

<sup>109</sup> Aus: Ernest Miller Hemingway (1899-1961), *The Old Man and the Sea*, Published by Arrow Books in 1993, S. 32.



A. Webern:  
*Konzert Op. 24*,  
 geometrische Struktur  
 der Reihe, der  
 ein gleichseitiges  
 Dreieck zugrunde liegt.

Im zweiten Kapitel seines Buchs *Musikdenken heute* verbindet P. Boulez gewisse regelmäßige Anordnungen der rhythmischen Werte mit geometrischen Formen (Anordnungen der rhythmischen Werte *ad triangulum*).<sup>110</sup>

**Die Idee des Dreiecks und die mit dem Dreieck verknüpfte Zahl 3** waren auf verschiedene Art und Weise **in der Geschichte der Literatur** verwendet: Die formal – strukturelle Symmetrie von Dantes *La Divina Commedia* beruht gänzlich auf der Zahl drei. Das Werk besteht aus drei Teilen (*die Hölle, das Fegefeuer, das Paradies*). Jeder von diesen drei Teilen enthält 33 *canti* von ungefähr gleicher Länge. (Zusammen mit dem einleitenden *canto* macht das insgesamt 100 *canti*.) *La Divina Commedia* ist in *terza rima* geschrieben. Die Strophen enthalten drei Verse.

Das «Liebesdreieck» war immer ein beliebtes Thema in der Literatur. Unter den bekanntesten Beispielen sind Tolstois *Anna Karenina* und Flauberts *Madame Bovary*.

Der moderne kroatische Dichter Slavko Jendričko gestaltete sein Gedicht *A Debatable Verse* als ein rechtwinkliges ungleichseitiges Dreieck:

Kroatische Version:	Englische Version: <sup>111</sup>
još samo idioti vjeruju u poeziju:	only idiots still believe in poetry:
samo idioti vjeruju u poeziju:	idiots still believe in poetry:
idioti vjeruju u poeziju:	still believe in poetry:
vjeruju u poeziju:	believe in poetry:
u poeziju:	in poetry:
poeziju:	poetry:

Eine Bemerkung: Das rechtwinklige ungleichseitige Dreieck ist nicht symmetrisch. Symmetrie wird durch die (vertikale) Übereinstimmungen der Sätze und Wörter realisiert.

<sup>110</sup> Vgl.: P. Boulez, *Musikdenken heute*, in: Darmstädter Beiträge zur neuen Musik V, 1963, S. 49.

<sup>111</sup> Übersetzung: Boro Pavlović und Nenad Trinajstić. Aus: B. Pavlović und N. Trinajstić, *On Symmetry and Asymmetry in Literature*, in: *Symmetry. Unifying Human Understanding*, edited by István Hargittai, = International Series in Modern Applied Mathematics and Computer Science, Volume 10, Pergamon Press, New York 1986, S. 197.

Wenn ein asymmetrisches Objekt einer Symmetrieoperation (Translation, Spiegelung, Rotation) unterworfen wird, kommt eine symmetrische Ganzheit zustande. Die (geschriebene) kroatische und englische Version des Gedichts stellen eine Art der translativen Symmetrie dar. Auf der Ebene der Bedeutungsübereinstimmungen kann man über bilaterale Symmetrie sprechen.

Der polnische Mathematiker Waclaw Sierpinski (1882-1969) erfand die sogenannte **Sierpinski-Dichtung**, die aus drei identischen dreieckigen «Dichtungen», die alle halb so groß wie das Original sind, zusammengesetzt ist. Die Sierpinski-Dichtung ist ein einfaches Beispiel der Fraktale (d. h. der Formen, die in jedem Vergrößerungsmaßstab eine detaillierte Struktur aufweisen). Sie besitzt Selbstähnlichkeit und konventionelle Symmetrien.<sup>112</sup>

**Kreis, Quadrat und Dreieck**, die in der Epoche der Renaissance als eine Verkörperung der göttlichen Ordnung aufgefasst wurden, spielten in der von Symmetrie beherrschten Renaissance Baukunst eine entscheidende Rolle. Die Baumeister, die den wunderschönen *Dom zu Mailand* projektierten (1394) errichteten ihn *ad triangulum*. Die Dom-Basis, bzw. die Innenraumbreite entspricht einer Seite eines gleichseitigen Dreiecks, und die Höhe des Doms entspricht der Höhe des Dreiecks.<sup>113</sup>

#### **Geometrische (symmetrische) Formen in der antiken Architektur:**

**Kreis**, gleichseitiges **Dreieck** und **Quadrat**:

Zwei Arten des antiken Theaterbauwerks - nach Vitruvius: THEATRI LATINORUM VESTIGIUM, VESTIGIUM THEATRI GRAECORUM.<sup>114</sup>

#### **Anwendung von geometrischen Formen in der Musiktheorie:**

**Dreieck**: Durdreiklang: Grundakkord + zwei Umkehrungen (1. Sextakkord, 2.

Quartsextakkord): J. Ph. Rameau (1683-1764): *Demonstration. De l'parfait majeur, & de ses dérivez*, aus: J. Ph. Rameau, *Traité de l'harmonie réduite `a ses principes naturels* (1722), livre premier, Meridiens Klincksieck, Paris 1986, S. 36.

**Quadrat**: Der Dominantseptakkord: Grundakkord + drei Umkehrungen (Quintsextakkord,

---

<sup>112</sup> Vgl.: Jan Stewart und Martin Golubitsky, *Denkt Gott symmetrisch? Das Ebenmaß in Mathematik und Natur*, Birkhäuser Verlag, Basel Berlin 1993, S. 283.

<sup>113</sup> Vgl.: Werner Hahn, *Symmetrie als Entwicklungsprinzip in Natur und Kunst*, Langwiesche Königstein 1989, S. 18.

<sup>114</sup> Vgl.: M. Vitruvii Pollionis *De Architectura Libri Decem*, cum commentariis Danielis Barbari, Venetiis, M.D. – LXVII, Liber Quintus, Seite 188, 195.

Terzquartakkord, Sekundakkord): Ph. Rameau, *Demonstration* (der Dominantseptakkord a-cis-e-g und seine Umkehrungen), aus: J. Ph. Rameau, *Traité de l'harmonie réduite à ses principes naturels*, livre premier, Meridiens Klincksieck, Paris 1986, S. 38.

**Quadrat, Dreieck:** Klein- und Großterzverwandtschaften (mit beliebiger enharmonischer Verwechslung), aus: *dtv Atlas Musik*, Bd. 1, Deutscher Taschenbuch Verlag, München 1977, *Musiklehre / Tonsystem IV: Geschichte (Alte und neuere Tonalitätsbezüge)*, S. 90.

**Kreis:** Das Dur-Moll Tonleitersystem (Quintenzirkel). Z. B.: Ottó Károlyi, *Introducing Modern Music*, Penguin Books, London 1995, (*From Tonality to Atonality*) S. 2.

### **Kreis im Schriftbild der zeitgenössischen Musik:**

M. Kagel, *Transición II* für Klavier, Schlagzeug und zwei Tonbänder.<sup>115</sup>

*Zyklus* für einen Schlagzeuger (1959) von Karlheinz Stockhausen ist im Sinne einer zyklischen «gekrümmten» Form gestaltet.<sup>116</sup>

Luciano Berio komponierte 1960 *Circles* für die Frauenstimme, Harfe und zwei Schlagzeuger nach Texten von E. E. Cummings.

### **Das Schriftbild der elektronischen Musik: unterschiedliche geometrische Formen präsentieren das musikalische Geschehen.**

Z. B.: K. Stockhausen: *Studie II*.<sup>117</sup>

### **Kreis in der Malerei:**

Vasilij Kandinski, *Nekoliko krugova / Einige Kreise*, 1926. Öl auf Leinwand, 140 x 140 cm, New York, The Solomon R. Guggenheim Museum.<sup>118</sup>

**Der Kreis** als Symbol oder eine kreisförmige Struktur erscheinen oft **in der Literatur**, beispielsweise in Tolkiens *The Lord of the Rings*, Solzhenitsyns *Der erste Kreis*, Brechts *Der kaukasische Kreidekreis*, Maughams *Der Kreis*, Homers *Odissee*, Vernes *Around the World in Eighty Days* usw.

### **Der Kreis als Symbol in der Aristotelischen Logik:**<sup>119</sup>

Z. B.:

---

<sup>115</sup> Vgl.: *Darmstädter Beiträge zur Neuen Musik III*, B. Schott's Söhne, Mainz 1960, S. 21-22.

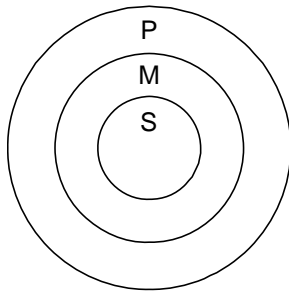
<sup>116</sup> Vgl.: K. Stockhausen, *Zyklus* für einen Schlagzeuger: graphische Darstellung der zugleich *offenen* (dynamischen) und *geschlossenen* (statischen) Form. Aus: K. Stockhausen, *Texte zu eigenen Werken, zur Kunst Anderer, Aktuelles*, DuMont Dokumente, Band 2, hrsg. von Dieter Schnebel, Verlag M. DuMont, Schauberg Köln 1964, S. 74.

<sup>117</sup> Vgl.: Erste Partiturseite der *Studie II*. Aus: Karlheinz Stockhausen, *DuMont Dokumente, Texte zu eigenen Werken - zur Kunst Anderer - Aktuelles*, Band 2, Verlag M. DuMont Schauberg, Köln 1975, S. 42.

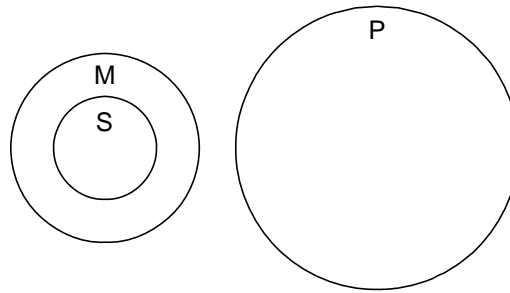
<sup>118</sup> Vgl.: Hajo Düchting, *Vasilij Kandinski 1866 – 1944*, Taschen / V. B. Z., Köln / Zagreb 2003, S. 71.

<sup>119</sup> Vgl.: Bertrand Russell, *Mudrost zapada*, Mladost, Zagreb 1970 (Naziv originala: *Wisdom of the West*, Rathbone Books, London 1959), Mladinska knjiga, Ljubljana, 1970, S. 84.





**Barbara** (die erste sylogistische Figur):  
Alle M sind P, alle S sind M; ergo: Alle S sind P.



**Celarent** (die zweite sylogistische Figur):  
Kein M ist P, alle S sind M; ergo: Kein S ist P.

### Kugelform in der Architektur:

Etienne-Louis Boullée (1728-1799), *Newton-Denkmal* in Kugelform, Entwurf, Aussensicht, 1784 (Bibl. Nat. Paris), – eine Tendenz zu «intensiverer» Symmetrie.<sup>120</sup>

### Quadrat:

Minimal Art (klare, «axiomatische» Formen; Kunstwerke, die auf wenige Primärstrukturen zurückgeführt sind) – Donald Judd, Robert Morris, Sol Lewit:<sup>121</sup>

- A VERTIKAL
- B HORIZONTAL
- C VERTIKAL HORIZONTAL
- D RECHTSDIAGONAL
- E LINKSDIAGONAL
- F RECHTSDIAGONAL LINKSDIAGONAL
- G VERTIKAL LINKSDIAGONAL
- H VERTIKAL RECHTSDIAGONAL
- I VERTIKAL RECHTSDIAGONAL LINKSDIAGONAL
- K HORIZONTAL LINKSDIAGONAL
- L HORIZONTAL RECHTSDIAGONAL
- M HORIZONTAL RECHTSDIAGONAL LINKSDIAGONAL
- N HORIZONTAL VERTIKAL RECHTSDIAGONAL
- O HORIZONTAL VERTIKAL LINKSDIAGONAL
- P HORIZONTAL VERTIKAL LINKSDIAGONAL RECHTSDIAGONAL

Anordnung der Quadrate:

A B C  
D E F  
G H I  
K L M  
N O P

Sol Lewit, *Wandzeichnungen* (1969), Bleistift, 190 x 190 cm. Die Komposition besteht aus 15 Quadraten (5 x 3: A B C, D E F, G H I, K L M, N O P), die mit dichten parallelen (vertikalen, horizontalen, diagonalen und miteinander kombinierten) Linien ausgefüllt sind.<sup>122</sup>

<sup>120</sup> Aus: Adolf Max Vogt, *Rotunde und Panorama. Steigerung der Symmetrie-Ansprüche seit Palladio*, in: *Symmetrie in Geistes- und Naturwissenschaft: Hauptvorträge u. Diskussionen d. Symmetrie-Symposiums an d. Techn. Hoch. Darmstadt* 1986, hrsg. von Rudolf Wille, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 1988, S. 174.

<sup>121</sup> Das Schaffen von Sol LeWitt ist auch mit dem Begriff *conceptual art* / Konzeptkunst verbunden. Seine Auffassung dieser Kunstrichtung erklärte er auf folgende Weise: «In conceptual art the idea or concept is the most important aspect of a work. When an artist uses a conceptual form of art, it means that all of the planning and decisions are made beforehand and the execution is a perfunctory affair. The idea becomes a machine that makes the art.» Aus: Sol LeWitt, *Paragraphs on Conceptual Art*, in: *Artforum*, June 1967.

<sup>122</sup> Vgl.: *Neuland. Ansätze zur Musik der Gegenwart*, Jahrbuch, Band 2 (1981/82), hrsg. v. Herbert Henck, Neuland Musikverlag, Herbert Henck, Bergisch Gladbach 1982, S. 192-194. (Quelle: [Katalog] Sol Lewit, *Sculptures and Walldrawings*, 26. Okt. Bis 30. Nov. 1969, Museum Haus Lange, Krefeld.)

Die Wandzeichnungen von Sol Lewit, die zur Kunstrichtung *Minimal Art* gehören, rufen eine Assoziation an P. Boulezs Quadrate hervor, aus welchen sich verschiedene Tonparameterwerte horizontal, vertikal und diagonal ablesen lassen (= serielle Musik). Bei der Auswahl und Anordnung von Tonhöhen (Tonqualitäten), Intensitäten (Dynamik), Zeitauern, Anschlagsarten, Klangfarben, und bei der Anordnung von Anordnungen bezieht sich Boulez in seiner *Struktur I a* für zwei Klaviere auf zwei Tabellen. So ist die ganze Komposition aus Reihen-Fäden gewoben, die die symmetrischen Verhältnisse einschließen.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 7 3 10 12 9 2 11 6 4 8 5
2 8 4 5 6 11 1 9 12 3 7 10	7 11 10 12 9 8 1 6 5 3 2 4
3 4 1 2 8 9 10 5 6 7 12 11	3 10 1 7 11 6 4 12 9 2 5 8
4 5 2 8 9 12 3 6 11 1 10 7	10 12 7 11 6 5 3 9 8 1 4 2
5 6 8 9 12 10 4 11 7 2 3 1	12 9 11 6 5 4 10 8 2 7 3 1
6 11 9 12 10 3 5 7 1 8 4 2	9 8 6 5 4 3 12 2 1 11 10 7
7 1 10 3 4 5 11 2 8 12 6 9	2 1 4 3 10 12 8 7 11 5 9 6
8 9 5 6 11 7 2 12 10 4 1 3	11 6 12 9 8 2 7 5 4 10 1 3
9 12 6 11 7 1 8 10 3 5 2 4	6 5 9 8 2 1 11 4 3 12 7 10
10 3 7 1 2 8 12 4 5 11 9 6	4 3 2 1 7 11 5 10 12 8 6 9
11 7 12 10 3 4 6 1 2 9 5 8	8 2 5 4 3 10 9 1 7 6 12 11
12 10 11 7 1 2 9 3 4 6 8 5	5 4 8 2 1 7 6 3 10 9 11 12

Zwei Tabellen, aus den P. Boulez die Tonparameterwerte sowie die Anordnung der Reihentranspositionen für seine Komposition *Struktur I a* für 2 Klaviere ableitete.

Das Schwarze Quadrat von K. Malewitsch, «Keim aller Möglichkeiten», wurde zum visuellen Manifest der neuen Richtung Suprematismus.



Kasimir Malewitsch: *Schwarzes suprematistisches Quadrat*, schwarzes Quadrat auf weißem Grund, 1914-1915 (Öl auf Leinwand. 79,6 x 79,5 cm).<sup>123</sup>

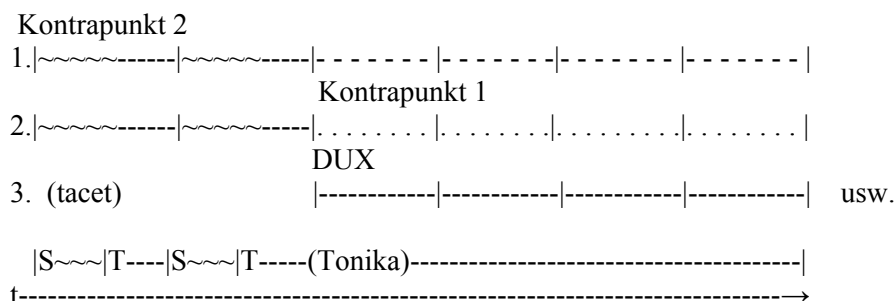
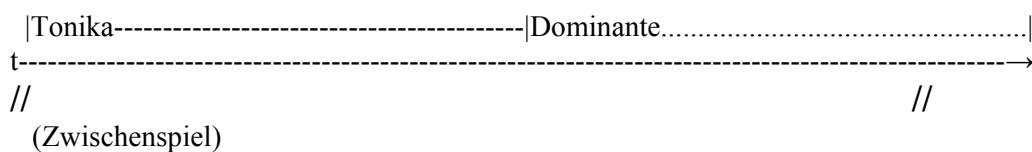
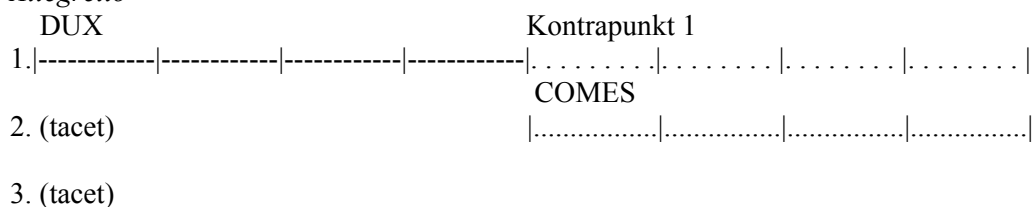
Für die abstrakte Malerei von Piet Mondrian (Mitbegründer der De-Stijl Bewegung) ist eine «radikal geometrisierte Formensprache» charakteristisch, die auf vertikalen und horizontalen Linien und reinen Farben basiert. Ein schönes Beispiel ist seine *Komposition Rot Gelb und Blau*, 1922 (Öl auf Leinwand, 41 x 49 cm, Staatliche Museen zu Berlin – Preußischer Kulturbesitz, Nationalgalerie).<sup>124</sup>

<sup>123</sup> Vgl.: *Kasimir Malewitsch: Künstler und Theoretiker*, Die Deutsche Bibliothek – CIP – Einheitsaufnahme, Kunstverlag Weingarten 1991. Eine Komposition (man darf sagen eine «Einnistung») von vier gelben Quadraten zeichnete Josef Albers auf. Es handelt sich um sein Werk *Homage to Square*, 1964 (Oil on panel, h 76,2 x w 76,2 cm, Tate Gallery, London). Vgl.: *The Art Book*, Phaidon Press, New York 1994, S. 5.

<sup>124</sup> Vgl: Anna Carola Krause, *Geschichte der Malerei von Renaissance bis heute*, Könemann, Köln 1995.

Die dreistimmige *Fuge Nr. 7 (A-Dur)* aus den *24 Präludien und Fugen, Op. 87*, von Dmitri Schostakowitsch, ruft eine Assoziation zur Modrians Malerei hervor. Sie stellt eine Komposition von unterschiedlichen harmonischen Flächen («Farben») dar, weil das Thema / die Antwort (Dux / Comes) und der beibehaltene Kontrapunkt ausschließlich aus den Tönen eines Dreiklangs gebaut sind. Die Tonarten-, bzw. Dreiklängenkonstellation («Farbenflächenkonstellation» im musikalischen Zeit-Raum) richtet sich nach der Logik der Formentwicklung. Erste Durchführung (Exposition): A-E-A, zweite Durchführung: fis-cis, A-E, F-B, dritte Durchführung (stretta): A-D-A usw. (Dies ist natürlich nur eine Übersicht ohne Details.)<sup>125</sup>

*Allegretto*



Dmitri Schostakowitsch, *24 Präludien und Fugen Op. 87, Fuge 7 A-Dur*, 1. Durchführung (Exposition).

**Pyramide - ein architektonisches Objekt:** Ägyptische Pyramide (die Pyramidensymmetrie mit ihren zwei Spiegelungsebenen).<sup>126</sup>

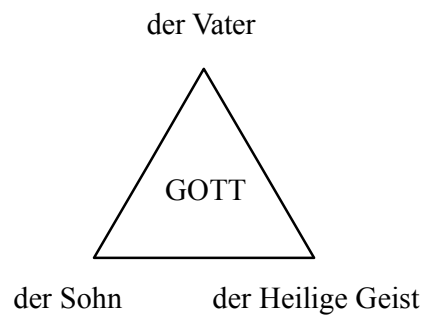
<sup>125</sup> Early Browns Partitur / Graphik für December 1952 (Aus: Ottó Károly, *Introducing Modern Music*, Penguin Books, London 1995, S. 82) und die mit dem Computer-Program MONDRIAN realisierte Zeichnung *Chance in Fractals. Random Art à la Mondrian* (Aus: Hans Lauwerier, *Fractals. Endlessly Repeated Geometrical Figures*, Penguin Books, Princeton University Press, Oxford 1991, Chapter 6, S. 107) weisen auch auf Mondrians Malerei hin.

<sup>126</sup> Vgl.: Yoshinobu Ashihara, *The Hidden Order. Tokyo through the Twentieth Century*, Kodansha International, Tokyo New York 1989, S. 84.

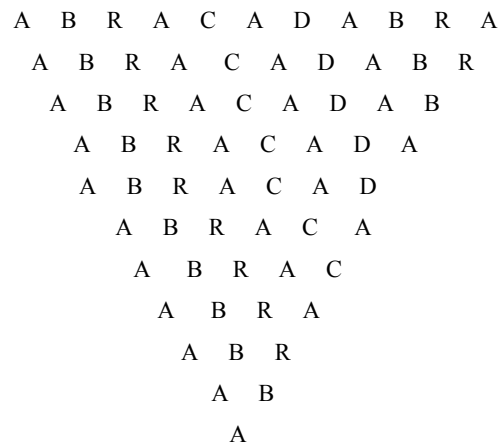
Eine metaphorisch – assoziative Anwendung in Logik und Wissenschaftstheorie:  
**«Begriffspyramide»** - ein hierarchisches System von Begriffen bzw. Klassifikationen.  
 Wohlbekannte Beispiele sind die Klassifikationssysteme der Zoologie und Botanik.<sup>127</sup>

**SYMBOLIK:**

Die durch ein symmetrisches, **gleichseitiges Dreieck** dargestellte *Heilige Dreieinigkeit* ist das Hauptsymbol des Christentums:



Das magische Wort aus dem Mittelalter: ABRACADABRA (hebräisch: abreq ad habra) wurde gewöhnlich in der Form eines **umgekehrten Dreiecks** dargestellt:<sup>128</sup>



**Konzentrische geometrische Figuren** von MANDALA:<sup>129</sup> «The mandala is always a squaring of the circle.»<sup>130</sup>

<sup>127</sup> Z. B. Spitze einer Begriffspyramide zur Klassifikation des Tierreiches (Oberbegriff, Unterbegriffe). Aus: *Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie*, Band 1: A-G, hrsg. von Jürgen Mittelstraß, Bibliographisches Institut Mannheim/Wien/Zürich, B. I. Wissenschaftsverlag, Mannheim 1980, S. 271.

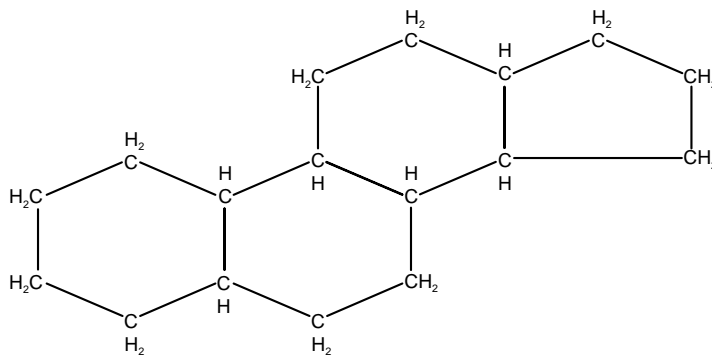
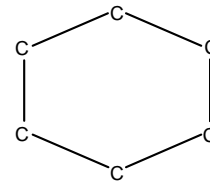
<sup>128</sup> Vgl.: J. E. Cirlot, *A Dictionary of Symbols*, 2<sup>nd</sup> Edition, Routledge Verlag, London 1971, S. 201.

## GEOMETRISCHE SYMMETRIE IN DER NATURWISSENSCHAFT

### Chemie:

Die regulären geometrischen Formen (Dreieck, Quadrat, Pyramide, Oktaeder...) mit ihren Symmetrieeigenschaften haben eine tiefe physikalische Bedeutung im Bereich der Molekülstruktur. Geometrische Symmetrie erscheint als einer der Grundsätze der Molekülbildung. Wenn alle Atomen eines dreiatomigen Moleküls gleich sind, machen die Zentren der Atome die Ecken eines gleichseitigen Dreiecks. In dem Fall, dass zwei Atome gleich sind und der dritte Atom unterschiedlich ist, nimmt das Molekül die Gestalt eines gleichschenkligen Dreiecks an. Z. B. ein Wassermolekül besteht aus zwei Wasserstoffatomen und einem Sauerstoffatom. Der Winkel zwischen beiden Schenkeln beträgt  $105^\circ$ . Moleküle mit vier Atomen, besonders wenn drei Atome gleich sind und ein Atom verschieden ist, bilden eine Pyramide. Ein solches Molekül ist z. B.  $\text{NH}_3$ .<sup>131</sup> Der Kohlenstoff bildet sehr symmetrische Formen. Das Methanmolekül ist beispielsweise ein Tetraeder mit einem Kohlenatom in der Mitte und Wasserstoffatomen an der Ecken. In organischen chemischen Verbindungen sind Kohlenstoffatome in der Form eines regelmäßigen Sechsecks angeordnet:

Die Form der Kohlenstoffatome (regelmäßiges Sechseck) in organischen chemischen Verbindungen.



Der Kohlenwasserstoff *Steran*  $\text{C}_{17}\text{H}_{28}$  bildet das Grundskelett von Steroiden<sup>132</sup>.

<sup>129</sup> „The expanding centre – a concept exemplified in the Shri-Yantra mandala. Coinciding in essence with the mandala are such figures as the Wheel of the Universe, the Mexican Great Calendar Stone, the lotus flower, the mythic flower of gold, the rose, and so on.“... „In short, the mandala is above all, an image and a synthesis of the dualistic aspects of differentiation and unification, of variety and unity, the external and internal, the diffuse and the concentrated.“ Aus: J. E. Cirlot, *A Dictionary of Symbols*, 2<sup>nd</sup> Edition, Routledge Verlag, London 1971, S. 200, 201.

<sup>130</sup> Aus: J. E. Cirlot, *A Dictionary of Symbols*, 2<sup>nd</sup> Edition, Routledge Verlag, London 1971, S. 200.

<sup>131</sup> Vgl.: Ivan Supek, Miroslav Furić, *Počela fizike. Uvod u teorijsku fiziku*, Školska knjiga, Zagreb 1994, S. 202.

<sup>132</sup> Die in allen lebendigen Zellen existierenden hydroaromatischen Verbindungen mit mehreren kondensierten Ringen im Molekül.

## MOLEKULARSYMMETRIE

Eine vereinfachte Klassifikation der Moleküle bezugnehmend auf ihre Symmetrieeigenschaften stellte P. W. Atkins in seinem Buch *Physical Chemistry* dar. Ihre Angehörigkeit zu unterschiedlichen Punktgruppen ist durch entsprechende geometrische Formen angezeigt.<sup>133</sup>

Die Moleküle mit vielen Atomen bilden komplexe geometrische Formen. Eine wunderschöne Form des Elementes Kohle C<sub>60</sub>, die nach dem wohlbekannten amerikanischen Architekten und Philosophen<sup>134</sup> Buckminsterfulleren heißt, besteht aus 60 Kohlenatomen, die wie die Ecken eines abgestumpften Ikosaeders angeordnet sind. (Das Molekül besteht aus 20 Sechsecken und 12 Fünfecken.) Die Kohlenatome befinden sich an der Spitze des Polyeders, wo sich die Fünfecke und Sechsecke treffen.<sup>135</sup>

Symmetrie wird auch im von D. I. Mendelejev (1834-1907) entdeckten Periodensystem der Elemente realisiert.

## WELTHARMONIK J. KEPLERS

Gleich der Antike fasste Johannes Kepler (1571-1630) die Idee der Weltharmonie im musikalischen Sinne auf. Er glaubte an eine allumfassende göttliche kosmische Harmonie und strebte nach deren Beweis.<sup>136</sup> Seine harmonikalen Gedanken leitete er vor allem von der Geometrie her, die er mit Gott identifizierte. Wie es schon aus seinen Schriften über «die Ursache für die Zahl, Größe und Bewegung der Planetenbahnen» (*Mysterium Cosmographicum*) hervorgeht, war Kepler von Platons Lehre der Wiedererinnerung überzeugt

---

<sup>133</sup> Vgl.: P. W. Atkins, *Physical Chemistry*, 6<sup>th</sup> edition, Oxford University Press, Oxford Melbourne 1998, S. 434: Abb. 15.15. A summary of the shapes corresponding to different point groups. The group to which a molecule belongs can often be identified from this diagram without going through the formal procedure in Fig. 15.14.

<sup>134</sup> Richard Fuller Buckminster, 1895-1983.

<sup>135</sup> Vgl.: Nenad Trinajstić (Institut Ruder Bošković, Zagreb), *Ljepota se ipak nagrađuje – Nobelova nagrada za kemiju 1996.*, in: *Polimeri* 17 (5-6) 267-274 (1996), S. 269: *Die molekulare Struktur des Buckminsterfullerens*. Robert Curl, Richard Smalley (Rice University, Huston, Texas, SAD) und Sir Harold Kroto (Sussex University, Falmer, England) bekamen 1996 den Nobelpreis für Chemie für die Entdeckung der attraktiven Kohlenmolekül von 60 Atomen, die sie Buckminsterfulleren nannten.

<sup>136</sup> «It seems that the human mind has first to construct forms independently before we can find them in things. Kepler's marvelous achievement is a particularly fine example of the truth that knowledge cannot spring from experience alone but only from the comparison of the inventions of the intellect with observed fact.» A. Einstein: *Johannes Kepler* (On the occasion of the three hundredth anniversary of Kepler's death). Published in the *Frankfurter Zeitung*, November 9, 1930. Aus: Einstein, Albert, *Ideas and Opinions*, Wings Books New York, Copyright 1954 by Crown Publishers, Part V *Contributions to Science*, S. 266.

und betrachtete «die mathematischen Gestalten als Urbilder im Geiste Gottes» (M. Caspar, *J. Keplers wissenschaftliche und philosophische Stellung*).

Kepler lernte das Werk von Kopernikus (1473-1543) kennen, der die Sonne ruhend in den Weltmittelpunkt setzte und die Erde zu einem Wandelstern machte (*De revolutionibus orbium coelestium*), sowie die Tycho Brahes astronomische Beobachtungen. Aus den Planetenbeobachtungen abstrahierte Kepler drei Gesetze, die gewisse Aspekte der Symmetrie einschließen:

1. Die Bahnen der Planeten sind Ellipsen, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht. (*Mysterium Cosmographicum*, 1596)
2. Die Verbindungslinie (der Radiusvektor) Sonne – Planet überstreicht in gleichen Zeitspannen gleiche Flächen. (*Astronomia nova*, 1609)
3. Die Quadrate der Umlaufzeiten der Planeten verhalten sich wie die Kuben der großen Halbachsen. (*Harmonice Mundi*, Buch 5, 1619)

*Harmonice Mundi Libri V* ist das Hauptwerk Keplers, in dem er verschiedene Aspekte seiner Forschungen erörtert und seine großartige Konzeption einer kosmischen Harmonie darstellt. Das erste und das zweite Buch sind der Ableitung der harmonischen Proportionen von den regelmäßigen geometrischen Figuren und der Architektonik der regelmäßigen Figuren in der Ebene und im Raum gewidmet. Kepler versuchte die Entfernungen im Planetensystem<sup>137</sup> auf reguläre Körper (in der Reihenfolge Würfel, Tetraeder, Dodekaeder, Oktaeder und Ikosaeder) zurückzuführen. Zunächst noch im *Mysterium Cosmographicum* entwickelte er seine Theorie über die Planetenabstände. Die 6 konzentrischen Kugeln, zwischen die die regelmäßigen Körper in der erwähnten Reihenfolge passen, entsprechen den 6 Planeten: Saturn, Jupiter, Mars, Erde, Venus und Merkur.

Das dritte Buch ist der Musiktheorie gewidmet (Konsonanzenproblem, Saitenteilung, Tonleitern, harmonikal-mathematische Grundlagen der Musik...). Während für Platon (*Timaios*) nur Oktave, Quinte und Quarte als eigentliche Konsonanzen galten, ließ Kepler auch die Terzen und Sexten als ursprüngliche Konsonanzen gelten. Nach ihm gibt es sieben harmonische Urelemente: Oktave mit dem Verhältnis 1:2, große Sexte mit 3:5, kleine Sexte mit 5:8, Quinte mit 2:3, Quarte mit 3:4, große Terz mit 4:5, und kleine Terz mit 5:6.

---

<sup>137</sup> Keplers Planetensystem enthielt nur 6 Planeten: Saturn, Jupiter, Mars, Erde, Venus und Merkur. Die drei äußeren Planeten Uranus, Neptun und Pluto wurden erst 1781, 1846 und 1930 entdeckt.

Aus den sieben Elementarintervallen leitete dann Kepler die Intervalle 8:9 und 9:10 des großen und kleinen Ganztons, 15:16 des Halbtons, und 24:25 des Diesis ab. Damit war ermöglicht, die diatonische sowie die chromatische Skala, in natürlicher Weise, auf einem bestimmten Grundton aufzubauen. Kepler wies der einzelnen Planeten Geschwindigkeiten zu, deren Verhältniszahlen wiederum den musikalischen Intervallen entnommen waren: Saturn erhielt die Zahl 3, Jupiter 4, Mars 8, Erde 10, Venus 12, und Merkur 16. Infolgedessen sind die Intervalle zwischen Planeten: Jupiter – Mars: eine Oktave, Saturn – Erde: eine Dursexta (große Sexte) plus eine Oktave, Erde – Merkur: eine Molsexta (kleine Sexte), Mars – Venus: eine Quinte, Saturn – Jupiter: eine Quarte, Mars – Erde: eine Durterz (große Terz), Erde – Venus: eine Mollterz (kleine Terz). Alle Urharmonien sind in diesen Relationen vorhanden.

Im fünften, metaphysisch – astrologischen Buch *DE HARMONIA PERFECTISSIMA MOTUUM COELESTORUM, ortuque ex iisdem eccentricitarum, semidiametrorumque et temporum periodicorum* begründet Kepler die geistige Artung aller Harmonien «sinlichen und intelligiblen». Es kann als Krönung des ganzen Werkes bezeichnet werden. Verschiedene Untersuchungen werden durchgeführt: Extremwerte der Planetenabstände, statische und dynamische Gegebenheiten, die Aphel- und Perihelgeschwindigkeiten der Planeten. Aus verschiedenen Bahn(en)werten hat Kepler musikalisch verwendbare Proportionen hergeleitet, zum Beispiel bestimmte musikalische Intervalle von den Geschwindigkeitsverhältnissen (Harmonien) zwischen Aphelium und Perihelium bei den einzelnen Planeten für sich<sup>138</sup>, die Töne der musikalischen Tonleiter von den Proportionsverhältnissen der scheinbaren Planetenbewegungen (wie sie einem Beobachter auf der Sonne erscheinen würden), das Dur-Moll System aus den Erde – Venus Intervallen, auf denen er auch seine Planetenakkorde bildete. In gewissem Sinne drücken sich die Tonarten in den Grenzwerten der Umlaufgeschwindigkeiten der Planeten aus. Die Gesamtharmonien aller sechs Planeten dürfen als eine Art des vielfachen Kontrapunktes aufgefasst werden.

Es handelt sich um eine kosmische Begründung der Grundlagen der Musik durch gemeinsame mathematische Verhältnisse. Die kosmisch – musikalische Harmonie ist ein Aspekt der großen, allumfassenden Symmetrie.

---

<sup>138</sup> Vgl.: Johannes Kepler, *Harmonice Mundi*, hrsg. Von Max Caspar, = Gesammelte Werke, Band VI, C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, München MCMXXXV, Liber V, Caput IV: *De Motibus Planetarum Harmonicis*, S. 312: Keplers Nachweis der Weltharmonie mit der Ableitung der musikalischen Intervalle (große Terz, kleine Terz, Quint, Halbton, Diesis und Oktave mit kleiner Terz) von den Planetenbewegungen (Relationen: Aphel – Perihel bei Saturn, Jupiter, Mars, Erde, Venus und Merkur).



Das in Keplers *Harmonice Mundi* dargestellte musikalische System umfasst sieben Oktaven und eine große Sexte (d. i. beinahe doppelter Umfang des platonischen). Man könnte sagen, dass er den Sternhimmel als eine große himmlische Orgel auffasste. Die Welt ist für ihn eine göttliche Symphonie. Kepler betrachtete die Gesamtharmonien im Kosmos als Krönung des Schöpfungsaktes. Er schlussfolgerte im Nachwort: «Denn Harmonie ist in gewissem Sinne Einheit, und die Dinge sind in höherem Begriffe Eins, wenn sie alle in eine Harmonie einstimmen.»<sup>139</sup> Dass diese ursprüngliche, göttliche, mathematisch - geometrische Harmonie (Symmetrie) die Schönheit einschließt, davon war Kepler völlig überzeugt.<sup>140</sup>

---

<sup>139</sup> Karl Poppers Meinung nach spielte Keplers Harmonielehre eine entscheidende Rolle in der Vorgeschichte der Schrödingerschen Wellenmechanik: «Unter allen Vorgängern von Schrödinger ist er der einzige, der voraussah, dass die Harmonie – die Resonanz – die Welt zusammenhält. Denn dass die Resonanz die Atome, die Moleküle, ja die Riesenmoleküle der DNS zusammenhält, das kann wohl als das wichtigste Resultat Schrödingers Wellenmechanik angesehen werden.» Aus: Karl R. Popper, *Alles Leben ist Problemlösen*, Piper Verlag, München 1994, 6. Kepler: Seine Metaphysik des Sonnensystems und seine empirische Kritik, S. 147.

<sup>140</sup> J. Kepler schrieb: «Geometria est archetypus pulchritudinis mundi.» Aus: Werner Heisenberg, *Schritte über Grenzen*, R. Piper Verlag, München Zürich 1973, S. 304.

## APPENDIX I

The image displays a musical score for the Coda of the Jupiter Symphony by W. A. Mozart. It consists of four systems of music, each representing a different thematic idea (T. 385, COMES, DUX, and T. 403). The notation is arranged vertically, with the first system (T. 385) at the top and the fourth system (T. 403) at the bottom. Each system includes a treble clef staff and a bass clef staff. The first system is marked 'T. 385' and 'COMES'. The second system is marked 'tr.' and '1 COMES'. The third system is marked '3' and '1 DUX'. The fourth system is marked 'DUX' and 'T. 403'. The score includes various musical notations such as notes, rests, trills, and dynamic markings.

W. A. Mozart, *Jupiter Symphonie, Finale, Coda*, vertikale Anordnungen von 4 thematischen Gedanken, T. 385-403 (Klavierauszug: D. Kempf).

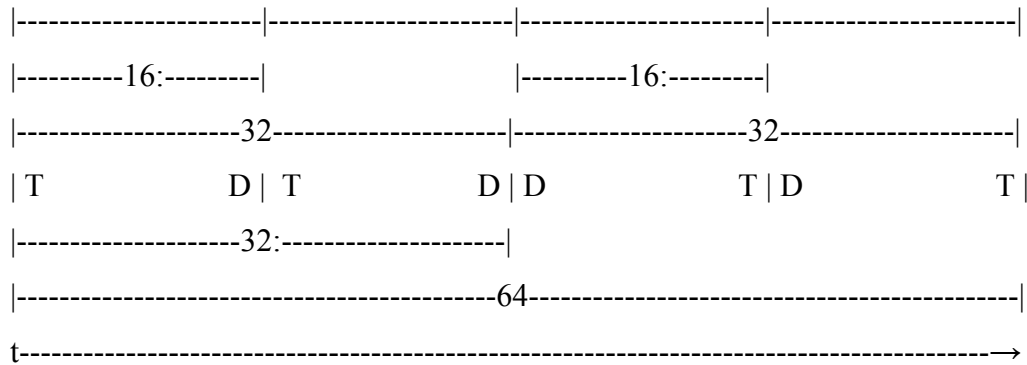
**PROPORTION 1 : 2**

**A) Simultaner Aspekt:**

Ein analoges Beispiel: J. S. Bach, Goldberg Variationen, Aria

Graphische Darstellung:

**Erster Teil** (mit Wiederholung = 32 T.), **zweiter Teil** (mit Wiederholung = 32 T.).

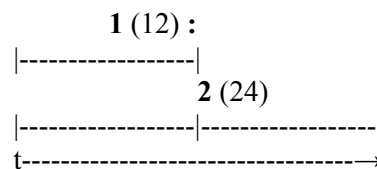


J. S. Bach, Klavierübung IV. Teil, *Aria mit verschiedenen Veränderungen (Goldberg-Variationen)*, *Aria*: eine graphische Darstellung der formalen Proportionen.

D. Scarlatti, Sonate in g-Moll:

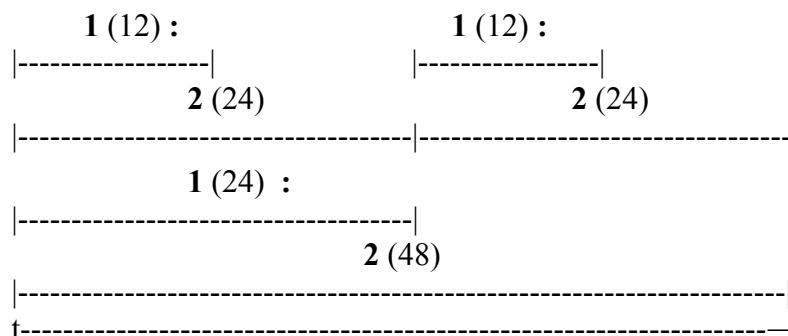
Grundidee der Form: 1. Teil (12 T.), 2. Teil (12 T.)

Proportion:



Mit den Wiederholungen: I. (12 + 12 = 24 T.) II. (12 + 12 = 24 T.).

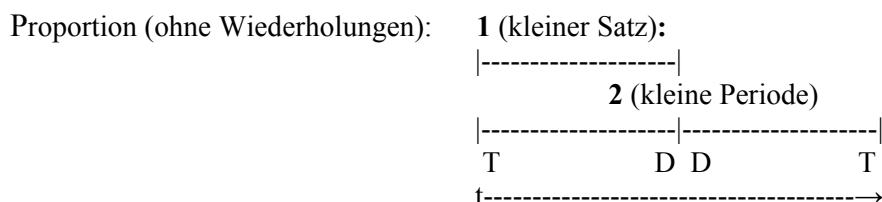
Proportion:



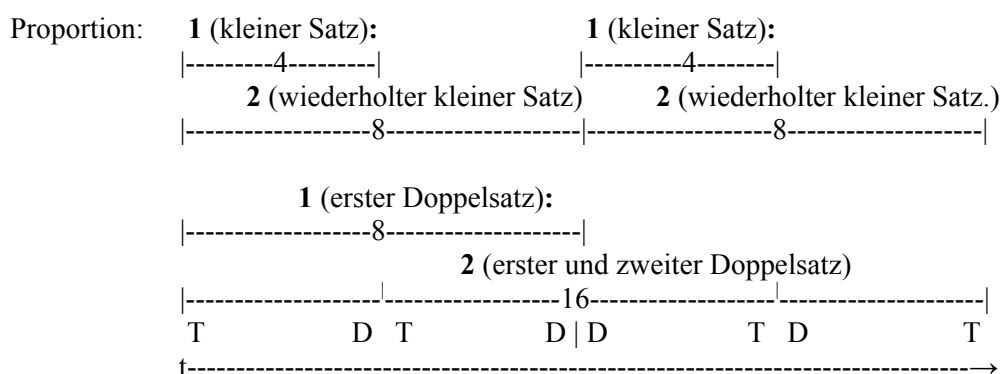
Vgl.: D. Scarlatti, *24 Klavier-Sonaten* (Sauer), Edition Peters No. 3245, Ed. Peters & Hinrichsen Edition, New York, *Sonate Nr. 1, g-Moll*.

J. Brahms, *Variationen und Fuge über ein Thema von G. F. Händel*, Op.24. *Aria*:

Grundidee der Form (ohne Wiederholungen): 1. Teil (kleiner Satz, 4 T.), 2. Teil (kleiner Satz, 4 T.)

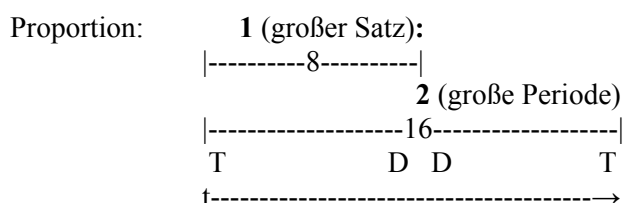


Mit Wiederholungen: 1. Teil: 4 + 4 = 8 T., 2. Teil: 4 + 4 = 8 T.

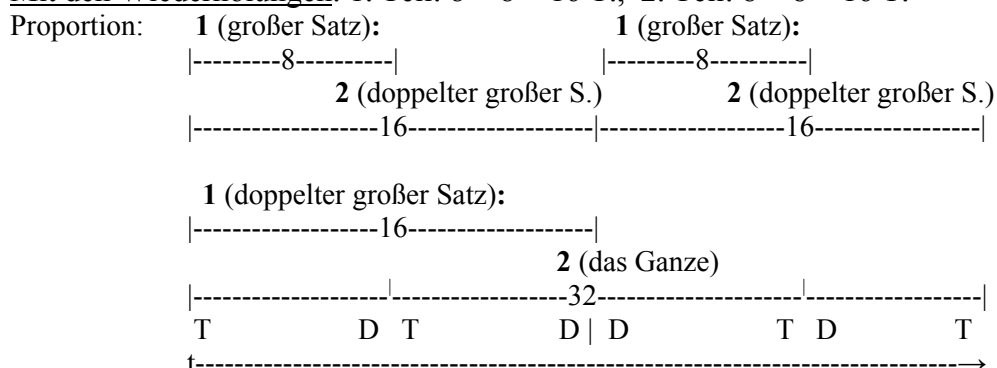


L.van Beethoven, *Sonate op. 109*, E-Dur, 2. Satz (Thema und Variationen), Thema: <sup>141</sup>

Grundidee der Form: 1. Teil (großer Satz, 8 T.), 2. Teil (großer Satz, 8 T.)



Mit den Wiederholungen: 1. Teil: 8 + 8 = 16 T., 2. Teil: 8 + 8 = 16 T.

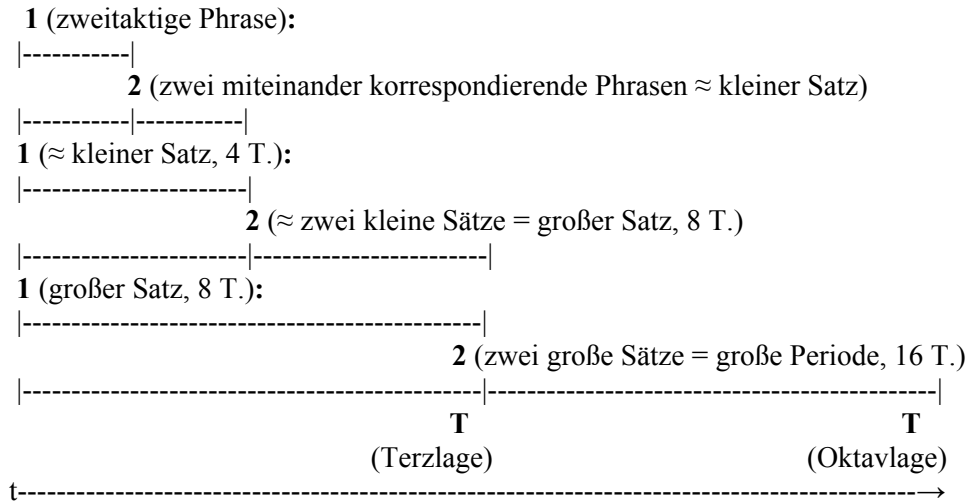


<sup>141</sup> Ein analoges Beispiel: R. Schumann, *Papillons*, Op. 2, Nr. 1.

F. Chopin, *Präludium Nr. 7, A-Dur*.

Die Proportion **1 : 2** erscheint auf verschiedenen Ebenen der Formkonstruktion.

Dies ist auch ein Aspekt der Symmetrie:



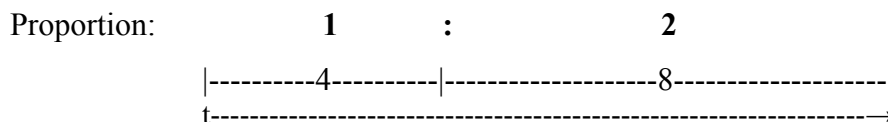
**B) Sukzessiver Aspekt:**

Weitere Beispiele:

J. Brahms, *Variationen in a-Moll* über ein Thema von Paganini, «Studien für Pianoforte» Op. 35/I, Wien 1862-63. Die Form des Themas: a (kleiner Doppelsatz, 4 + 4 = 8 T.), b (großer Satz, 8 T.), b (großer Satz, 8 T.), Proportion: 8 (a) : 16 (b,b) = **1 : 2**

W. A. Mozart, *Sonata Facile* in C-Dur, KV 545,

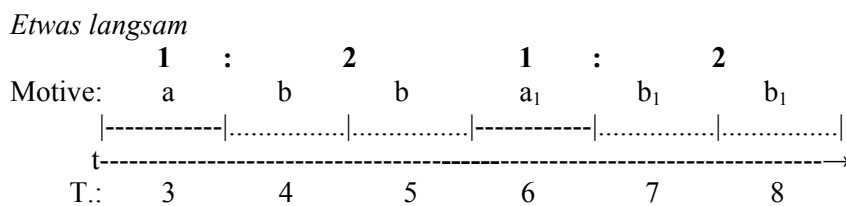
1. Satz, *Allegro*: das Thema ( kleiner Satz, 4 T.): die Brücke (8 T.)



**Die Proportion 1 : 2 in der formalen Mikrostruktur:**

Motive a b b:

Franz Schubert, *Winterreise* (Wilhelm Müller), Nr. 24, *Der Leiermann*, T. 3-5 (M. a, M. b, M. b), T. 6-8 (M. a<sub>1</sub>, M. b<sub>1</sub>, M. b<sub>1</sub>).





Peters No. 2270 (6895), Leipzig, S. 9.

Franz Schubert, *Geist der Liebe* (Kosegarten), Op. 118. Nr. 1 (1815). Vgl.: *Schubert – Album. Sammlung der Lieder für eine Singstimme mit Pianofortebegleitung*, Band IV, revidiert von Max Friedlaender, C. F. Peters, No. 791, Leipzig, S. 144.

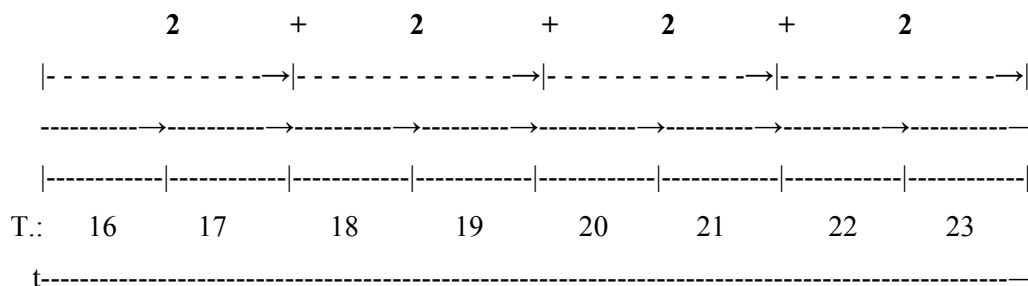
L. van Beethoven, *Der Zufriedene* (Chr. L. Reissig), erschienen 1811. Vgl.: Beethoven, *Lieder und Gesänge für eine Singstimme mit Klavierbegleitung*, neu revidiert von Kamillo Horn, Universal-Edition No. 522, Wien, S. 64.

### Die Logik der arithmetischen Progression:

L.van Beethoven: *Sonate Op. 106, «Hammerklavier», 2. Satz – Scherzo (Anfang)*.

Franz Schubert, *Sonate Op. 164, a-Moll* (1817), 1. Satz – *Allegro ma non troppo*. Exposition und Reprise: Überleitung / Brücke, T. 16-23(25) und T. 138-145(147).

Modell: motivische Struktur im T. 16; Wiederholung / Zeittranslation des Modells: T. 17 (1 + 1 = 2). Eine Darstellung der auf der arithmetischen Progression basierten Entwicklung:  
 2 (T. 16-17) + 2 (T. 18-19) + 2 (T. 20-21) + 2 (T. 22-23) + 2 (T. 24-25), sowie  
 2 (T. 138-139) + 2 (T. 140-141) + 2 (T. 142-143) + 2 (T. 144-145) + 2 (T. 145-147).



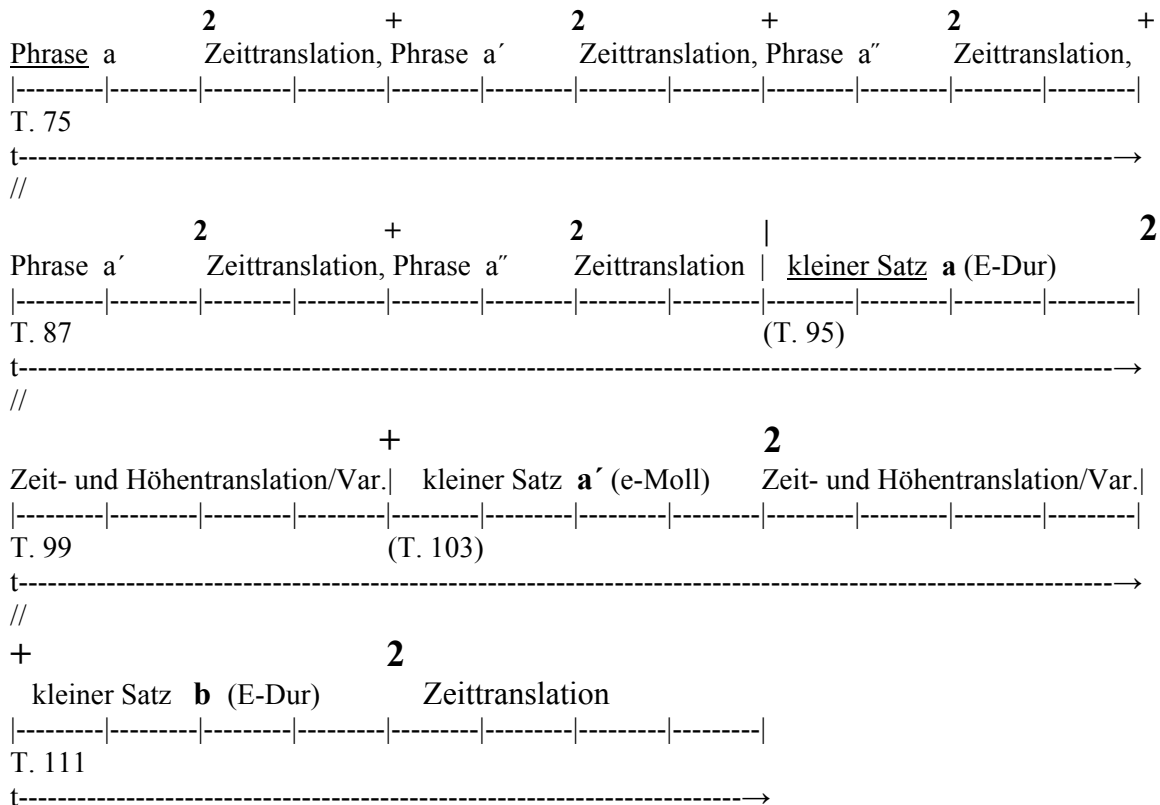
F. Schubert, *Sonate Op. 164, a-Moll*, 1. Satz, T. 16-23.<sup>143</sup>

<sup>143</sup> Kalmus Piano Series 2884, Franz Schubert, *Sonatas, Part II*, Edwin F. Kalmus, New York (S. A.).

F. Schubert, *Sonate Op. 164, a-Moll*, 3. Satz – *Allegro vivace*, T. 71 – 94 (zweitaktiges

Modell: zweitaktige Phrase), T. 95 - 118 (viertaktiges Modell: kleiner Satz). Analoge

Abschnitte: T. 242-265 (zweitaktiges Modell), T. 266-281 (viertaktiges Modell).



F. Schubert, *Sonate Op. 164, a-Moll*, 3. Satz *Allegro vivace*, T. 75-119. (Beispiele der arithmetischen Progression, die auf den zeitlichen Translationen von Phrasen und kleinen Sätzen beruht.)

### Arithmetische Progression im Rahmen der dreiteiligen Form A-B-A:

Robert Schumann: *Carneval*, Op. 9, Nr.15, *Pantalon et Colombine*.

Die Form des Stückes: Die zusammengesetzte dreiteilige Liedform:

**A** (dreiteilige Form: a-b-a) **B** (zweiteilige Form c - c') **A** (dreiteilige Form: a-b-a).

Die Entwicklung der Form basiert auf der Logik der arithmetischen Progression:

A : Wiederholung / Translation des zweitaktigen Modells:

2 (Doppelphrase a-a) + 2 (Doppelphrase b-b) + 2 (Doppelphrase a-a);

B : variierte Wiederholung des viertaktigen Modells (kleine Periode: c + c', = 4 + 4 T.:

gebrochene translative Symmetrie) im Rahmen der wiederholten kleinen Periode: c - c' + c - c' = 8 + 8 T. (vollkommene translative Symmetrie).



Hinsichtlich der mit dem musikalischen Inhalt verbundenen zwei-, vier- und achttaktigen Modelle darf man auch über die Logik der geometrischen Progression sprechen. Sie beruht auf den zeitlichen Verhältnissen der formalen Abschnitte / Einheiten unterschiedlicher Größe, und die Logik der arithmetischen Progression bezieht sich auf das Translationsverfahren, das den Formbau des ganzen Stückes beherrscht.

$$(A) 2 (a + a = 2 + 2 T.) + 2 (b + b = 2 + 2 T.) + 2 (a + a = 2 + 2 T.), +$$

$$(B) 2 (c + c' = 4 + 4 T.) + 2 (c + c' = 4 + 4 T.), +$$

$$(A) 2 (a + a = 2 + 2 T.) + 2 (b + b = 2 + 2 T.) + 2 (a + a = 2 + 2 T.)$$

### Die Logik der geometrischen Progression:

Die Entwicklung der Form des 7. *Präludiums in A-Dur* von F. Chopin beruht auf der geometrischen Progression. Da das ganze Stück aus zweitaktigen Phrasen gebaut ist, kann zugleich von der Logik der arithmetischen Progression gesprochen werden. Die Logik der geometrischen Progression ist mit der harmonisch - formalen Entwicklung verbunden.

#### *Andantino*

|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

arithmetische Progression (eine Folge von unterschiedlichen Phrasen):

(T.): 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2

geometrische Progression (Entfaltung der Form im Zeitablauf):

2 (Phrase)

|-----|

4 (korrespondierende Phrasen, ≈ kleiner Satz)

|-----|

8 (großer Satz)

|-----|

16 (große Periode)

|-----|

----->

F. Chopin, *Präludium Nr. 7*, A-Dur: eine graphische Analyse (ebene Darstellung) der in der Komposition innewohnende Logik der geometrischen und arithmetischen Progression. (D. Kempf)

|-----GROSSE ZWEITEILIGE LIEDFORM (32 T.)-----|

|-----GROSSE PERIODE (16 T.)-----|

|GROSSER SATZ(8 T.)|

|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

| a | a' | b | a' |

----->

L. van Beethoven, *Sonate Op. 2 Nr. 3*, C-Dur, 4. Satz (3. Thema im Sonatenrondo = große zweiteilige Liedform. Eine graphische Darstellung.)

## II. KAPITEL

### SYMMETRIE IN DER PHYSIK

#### Beziehungen zur Musik / Kunst / Philosophie

«Die Wirklichkeit ist eben.....nur ein ganz spezieller, schmaler Ausschnitt aus dem unermesslichen Bereich dessen, was die Gedanken zu umspannen vermögen.»

Max Planck (aus dem Vortrag:  
*Kausalgesetz und Willensfreiheit*,  
1923.)

Unser Universum ist eine unerschöpfliche Quelle von symmetrischen Mustern. Wir finden sie in verschiedenen Bereichen – von den innersten Strukturen des Atoms bis zu den Wirbeln der Sterne in einer Galaxie. Moleküle, Blumen und Obst besitzen gewöhnlich fünffache Symmetrie, Makrelen, Marder, Mücken, Schmetterlinge, Hirsche...und Menschen sind bilateral symmetrisch, die meisten (zwei- und vierfüßigen) Gangarten besitzen ein gewisses Maß an Symmetrie (eine Mischung von räumlichen und zeitlichen Symmetrien), Ozeanwellen haben periodische Abstände, Kristalle besitzen Gittersymmetrien, der Poliovirus ist ein Ikosaeder, Regentropfen und Planeten sind kugelförmig. Galaxien sind oft spiralförmig. Die meisten von denen haben «zweiarmige» Struktur<sup>144</sup> und besitzen näherungsweise zweifache Symmetrie (die Drehung um 180°).<sup>145</sup> Fraktale Selbstähnlichkeit beherrscht die Gesamtstruktur des Universums.

Symmetrische Objekte / Gegenstände entstehen auch durch die Hand des Menschen: Das Flugzeug ist bilateral symmetrisch, der Tischtennisball ist kugelförmig, der Zaun besitzt

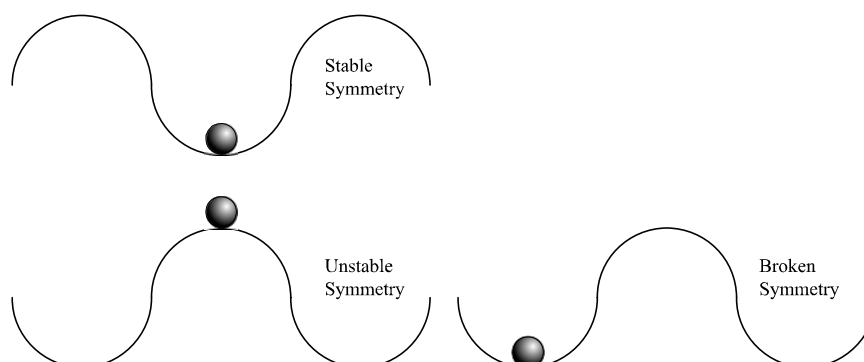
---

<sup>144</sup> Vgl.: Ian Stewart und Martin Golubitsky, *Denkt Gott symmetrisch?* Birkhäuser Verlag, Basel Boston 1993, S. 150, Abb. 62: Die spektakuläre kreisförmige Spirale der *Galaxie M51* im Sternbild *Canes Venatici*. Sie enthält Sternen, Gas und Staub. An einem seiner Arme hängt eine tropfenförmige Sternkonzentration.

<sup>145</sup> Erstaunliche Symmetrieformen in der Galaxienwelt wurden kürzlich von Vera Rubin entdeckt: «About 10 years ago I discovered a galaxy in the Virgo cluster in which half the stars go clockwise and half go counterclockwise – in the same disk. I also started studying polar ring galaxies, which have rings of stars and gas over their poles. It's difficult to understand how these objects form.» Aus: *Discover Dialogue: Astronomer Vera Rubin*, in: *Discover*, Vol. 23, No. 6, June 2002, S. 22.

Translationssymmetrie, die Gebäude und Ornamente besitzen verschiedene Arten von Symmetrie, usw.<sup>146</sup>

Es gibt Zustände stabiler, instabiler und gebrochener Symmetrie.



Stabile, instabile und gebrochene Symmetrie - eine Darstellung von J. Gribbin.<sup>147</sup>

Pierre Curie stellte unter anderem fest, dass viele physikalische Prozesse auf Symmetrieprinzipien beruhen. Es ist besonders interessant, wie ähnliche Muster durch höchst unterschiedliche physikalische, chemische oder biologische Mechanismen entstehen können.

Symmetrie ist fast immer, mehr oder weniger gebrochen: entweder direkt (in der Praxis) oder spontan (Feldtheorie in der Quantenmechanik).

Wenn ein vollständig symmetrischer Zustand eines höchst symmetrischen Systems instabil wird, bricht die Symmetrie und das System nimmt einen stabilen Zustand mit weniger Symmetrie ein.

Ian Stewart und Martin Golubitsky analysierten unterschiedliche Arten von Symmetrie und verschiedene Stufen von Symmetriebrechung in der sogenannten «Hauptfolge» der Bifurkationen, die im Couette-Taylor-System erzeugt werden: Couette-Strömung (volle Symmetrie), Taylor-Wirbelströmung (die meisten der vertikalen Translationen werden gebrochen), wellige Wirbelströmung (= eine zeitperiodische Strömung, die Drehungs- und Spiegelungssymmetrien werden gebrochen), modulierte wellige Wirbel (die meisten der gemischten Raum-Zeit-Symmetrien der welligen Wirbel werden gebrochen),

<sup>146</sup> George Crumb: *Star-Child* (1977). „Die Partituren von George Crumb (geb. 1929) sind durchsetzt von symbolischer Notation, Zahlensymbolik und Bezügen zu den anderen quadrivialen Fächern Astronomie, Arithmetik und Geometrie.“ Aus: Hartmut Möller und Rudolf Stephan, *Die Musik des Mittelalters*, = Neues Handbuch der Musikwissenschaft, Band 2, Laaber Verlag, Laaber 1991, S. 31.

<sup>147</sup> John Gribbin, *Q is for Quantum. Particle Physics From A – Z*, edited by Mary Gribbin, A Phoenix Giant Paperback, London 1999, S. 481.

wellige Turbulenz, turbulente Taylor-Wirbel und eine eigenschaftslose Turbulenz (obwohl die turbulenten Zustände keine offensichtlichen Muster haben, können sie jedoch eine Art von Muster bzw. Symmetrie bilden).<sup>148</sup>

Dieser Zyklus von Strömungsmustern im Couette-Taylor-System kann eine Assoziation zu musikalischer Variationsform hervorrufen, in der ein Thema, Schritt für Schritt, durch eine Reihe von Veränderungen, die im Prinzip immer mehr und mehr vom Thema abweichen, variiert wird. Anders ausgedrückt: Die Symmetriebrechung (Thema – Variation) wird stufenweise vergrößert. (Eine umgekehrte Reihenfolge ist auch möglich. Z. B. Vincent d'Indys *Istar* fängt mit der letzten Variation an, und endet mit dem Thema.)

Die Physik bestimmt, welche Arten von Instabilität in den Strömungsmustern auftreten können, und liefert eine Liste von Grundmustern. Durch geeignete Kombinationen gehen dann alle anderen Formen hervor. Welche dieser Kombinationen tatsächlich auftreten können, bestimmt die Mathematik der Symmetriebrechung. Durch die Berechnung erhält man genaue quantitative Vorhersagen, die experimentell getestet werden können. Für die Couette-Taylor-Strömung sind die fundamentalen Gesetze der Strömungsmechanik, die Navier-Stokes-Gleichungen geeignet.<sup>149</sup>

Im Gegensatz zu den strengen Gesetzen der Mechanik, ist die Situation im Bereich der künstlerischen Schöpfung und Formbildung wesentlich verschieden. Der Komponist kann - laut seinen individuellen Vorstellungen, laut seiner Phantasie und künstlerischer Intuition - seine Variationsform frei kreieren. Die der Variationsform immanente Symmetriebrechung unterliegt keinen exakten Gesetzen oder Regeln, sie wird immer auf eine andere Art und Weise realisiert.

Die wichtigsten «Formen» oder Strömungsmustern im Taylor-Couette-System sind die Taylor-Wirbel und Spiralen. (Spiralen entstehen wenn man den äußeren und den inneren Zylinder in entgegengesetzte Richtung dreht.) Welches Muster stabil auftritt, hängt von der Geschwindigkeit des äußeren Zylinders ab. Bei der «kritischen» Geschwindigkeit treten beide Muster gleichzeitig auf. Dieser Zustand wird «Interaktion der Formen» genannt.

Eine spezifische Art von «Interaktion der Formen» gibt es auch in der musikalischen Komposition, beispielsweise im Sonatenrondo. Abhängig davon, welcher Formtyp bzw.

---

<sup>148</sup> Vgl: Ian Stewart und Martin Golubitsky, *Denkt Gott symmetrisch? Das Ebenmaß in Mathematik und Natur*, Birkhäuser Verlag, Basel Boston 1993, S. 127-128.

<sup>149</sup> Vgl.: Ian Stewart und Martin Golubitsky, *Denkt Gott symmetrisch? Das Ebenmaß in Mathematik und Natur*, Birkhäuser Verlag, Basel Boston 1993, S. 129-130.

welche Formelemente überwiegen, unterscheidet man - nach Bussler -<sup>150</sup> zwei Typen des Sonatenrondos: 1. Rondo vierter Art (R<sub>4</sub>)

2. Rondo fünfter Art (R<sub>5</sub>).

In der ersten Variante (R<sub>4</sub>) ist der Rondocharakter mehr betont, während im Rondo fünfter Art (R<sub>5</sub>) die Elemente der Sonatensatzform überwiegen.

Beispiele: R<sub>4</sub>: L.van Beethoven: *Klaviersonate Op. 14 Nr. 1*, Rondo;

R<sub>5</sub>: L.van Beethoven: *Klaviersonate Op. 2 Nr. 1*, Finale.

Bezugnehmend auf den Sinn und die Bedeutung der Symmetrie in der Physik bzw. in den Naturwissenschaften, gibt es eigentlich zwei Aspekte. Auf einer sozusagen «technischen» Ebene ist die Symmetrie das Erkennungs-, Klassifikations- und Verbindungsmittel. Sie dient als Klassifikationsmethode in unterschiedlichen Naturwissenschaften: In der Chemie, Biologie, Physik – in der Welt von Kristallen, organischen Molekülen, Elementarteilchen usw.

Die Erhaltung von bestimmten physikalischen Größen (Energie, Impuls usw.) lässt sich von einzelnen fundamentalen Symmetrien ableiten. Aus der Invarianz hinsichtlich einer Raumtranslation geht die erste fundamentale physikalische Größe - der Impuls (oder Bewegungsgröße) hervor, und aus der Invarianz hinsichtlich einer Zeittranslation geht die zweite fundamentale physikalische Größe – die Energie hervor. Es gibt noch eine wichtige Konstante im Newtonschen Kosmos: Die Invarianz hinsichtlich der Drehung im Raum (Drehimpuls oder Impulsmoment<sup>151</sup>). Im Rahmen der klassischen Physik ist die Homogenität von Zeit und (leerem) Raum äquivalent zu den Gesetzen der Energie- und Impulserhaltung.<sup>152</sup>

Andererseits dringt der Mensch durch Symmetrie (oder durch die Symmetrien) tiefer und tiefer in das Geheimnis der Naturgesetze und der Struktur der Materie. Symmetrie baut die unzähligen, wundervollen und großartigen Formen in der Natur. Fundamentale Gesetze der Natur beruhen auf Symmetrie. Zum Beispiel in der klassischen Mechanik sind die Axiome der Dynamik Isaak Newtons<sup>153</sup> zeitinvariant. Seine Gleichung der Bewegung (Masse

---

<sup>150</sup> L. Bussler, *Musikalische Formenlehre*, 5. Auflage, Carl Habel, Berlin 1942.

<sup>151</sup> «Der Drehimpuls ist eine Erhaltungsgröße für Drehbewegungen analog dem Impuls bei Translationsbewegungen.» Aus: *Physik*, hrsg. von Walter Jung, Fischer Taschenbuch Verlag, Frankfurt am Main 1975, S. 116.

<sup>152</sup> Vgl.: Davorin Kempf und Krunoslav Pisk, *Interview. Simetrija u znanosti i umjetnosti: glazba – fizika* (Symmetrie in Kunst und Wissenschaft: Musik – Physik), in: *Arti Musices* 32/1, 2001 (K. Pisk, S. 120, 122).

<sup>153</sup> Isaac Newton (1642-1727), *Axiomata, Sive Leges Motus*.

«Lex I. Corpus omne perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum, nisi quatenus illud a viribus impressis cogitur statum suum mutare.

x Beschleunigung = Kraft) ist in beiden Richtungen des Zeitpfeils gültig, das heißt dass alle Geschehnisse, bzw. Bewegungen der Körper in der Makrowelt (z. B. die Bewegungen der Himmelskörper) auch in umgekehrter Richtung / Reihenfolge gleich möglich sind. (Dies gilt aber nicht für die Diffusion bzw. für die Gleichung der Diffusion.)<sup>154</sup>

Das Symmetrieprinzip ist eines der wichtigsten Gesetze der Quantenmechanik. Es handelt sich um räumlich-zeitliche und abstrakte Symmetrien. Die Entwicklung der Quantentheorie (Max Planck, Louis de Broglie, Niels Bohr, Werner Heisenberg, Max Born, Pascual Jordan, Erwin Schrödinger, Paul Dirac, John von Neuman, Wolfgang Pauli, Richard Feynman, Stephen Hawking [die Quantenmechanik der «Schwarzen Löcher»], u. a.) implizierte weitere Änderungen in der physikalisch-philosophischen Denkstruktur. Die Gesetze und Vorstellungen der klassischen Physik (kontinuierliche Änderungen, Kausalzusammenhang [Leibniz: «*Natura non facit saltus*»] und klassischer Determinismus) gelten nicht für die Prozesse in der Mikrowelt (z. B. Betazerfall) oder für das atomare System, das erforscht wird. Jede Untersuchung / jedes Experiment impliziert einen wesentlichen Eingriff in die Mikrowelt sowie eine Vereinigung von Subjekt und Objekt. Da das atomare System als Komplex von zahlreichen Möglichkeiten erscheint (es mag mit einem «virtuellen Orchester» verglichen werden), wird der Begriff «Möglichkeit», d. h. potentielle Wirklichkeit, zum Kern der theoretischen Interpretation (Aristoteles: «*Potentia*» - die Möglichkeit zum Geschehen)<sup>155</sup>. Die berühmten Heisenbergschen

---

Lex II. Mutationem motus proportionalem esse vi motrici impressae, & fieri secundum lineam rectam qua vis illa imprimitur.

Lex III. Actioni contrariam semper & aequalem esse reactionem: sive corporum duorum actiones in se mutuo semper esse aequales & in partes contrarias dirigi.» (actio – reactio:  $F_1 = -F_2$ )

Aus: *Isaac Newton's Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, 3<sup>rd</sup> Edition (1726), assembled and edited by Alexandre Koyré and I. Bernard Cohen with the assistance of Anne Whitman, Volume I, Harvard University Press 1972, S. 888.

<sup>154</sup> Die Gleichung der Diffusion ist nicht zeitinvariant (und nicht fundamental), weil auf dieser komplizierten Organisationsebene sozusagen viele «Freiheitsstufen» vorkommen und statistische Gesetze gelten. Diffusion, Erwärmung durch Reibung, Wärmeleitung oder Wärmemischung, also thermodynamische Prozesse und biologische Systeme sind irreversible Prozesse. Vgl.: Davorin Kempf und Krunoslav Pisk, *Interview. Simetrija u znanosti i umjetnosti: glazba – fizika (Symmetry in Sciences and Arts: Music – Physics)*, in: *Arti Musices*, 32/1, Zagreb 2001, K. Pisk, S. 100.

<sup>155</sup> Objektive Wahrscheinlichkeiten oder «Propensitäten» betrachtet Karl R. Popper als Bestandteil der Realität unserer physikalischen, chemischen, biologischen und geistigen Welt. Er schlussfolgert: «Ganz abgesehen von der Tatsache, dass wir die Zukunft nicht kennen, ist die Zukunft objektiv nicht festgelegt. Die Zukunft ist offen: objektiv offen.» und erklärt weiter: «Die Gegenwart läßt sich beschreiben als ein kontinuierlicher Prozeß der Aktualisierung von Propensitäten oder, bildlich gesprochen, als ein Erstarren oder eine Kristallisation von Propensitäten.» Aus: Karl R. Popper, *Eine Welt der Propensitäten*, J. C. B. Mohr (Paul Siebeck), Tübingen 1995, S. 38. (Originalausgabe: *A World of Propensities*, erschienen bei Thoemmes, Bristol 1990.) Seine Ansichten über Determinismus und Indeterminismus erklärt er auch in seinem Aufsatz *Indeterminism in Quantum Physics and in Classical Physics*, *British Journal of Science* 1 (1950) S. 173-195, und in seinem Buch *The Open Universe* (1982).

«Unbestimmtheitsrelationen»<sup>156</sup> weisen auf die Bedeutung des Begriffes «Komplementarität» in der quantentheoretischen Physik hin.<sup>157</sup> Symmetrie wird in der Quantenphysik im abstrakten mathematischen Raum realisiert. In seinem Buch *Schritte über Grenzen* schrieb Werner Heisenberg: «Gerade die Planksche Entdeckung enthält ja schon den Hinweis, dass die atomare Struktur der Materie als Ausdruck mathematischer Gestalten in den Naturgesetzen aufgefasst werden kann.»<sup>158</sup>

Zu Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts (1905) gründete Albert Einstein seine spezielle Relativitätstheorie. Die bedeutendsten Symmetrien sind die sogenannte Lorentzgruppe / Lorentz-Transformationen (Aussagen über Raum und Zeit<sup>159</sup>) und die sogenannte Isospingruppe (die mit der elektrischen Ladung der Elementarteilchen verbunden ist).

In der allgemeinen Relativitätstheorie A. Einsteins (1917) handelt es sich um eine große, vollkommene Symmetrie, die die Symmetrie von Raum und Zeit einschließt. Die allgemeine Relativitätstheorie ist nämlich eine Vereinigung von Gravitation, Raum und Zeit. Es gibt ein vierdimensionales Raumzeit-Kontinuum, in dem die Wörter «Raum» und «Zeit» etwas anders bedeuten als in der klassischen, Newtonschen Physik. Der Begriff

---

<sup>156</sup> «Jede Steigerung der Genauigkeit in der Ortsbestimmung eines Teilchens geht stets auf Kosten der Genauigkeit in der Impulsbestimmung und umgekehrt. Diese Ungenauigkeit ist prinzipieller Natur und unabhängig von technischen Maßmöglichkeiten.» Aus: Horst Kuchling, *Taschenbuch der Physik*, 13. korrigierte Auflage, Verlag Harri Deutsch Thun, Frankfurt/Main 1991, S. 516.

- Das gewissermaßen paradoxe Verhältnis zwischen Struktur und Form in der seriellen Komposition (besonders bei P. Boulez und anderen Komponisten, die zur polyphonen Denkweise neigen) lässt sich als eine «Unbestimmtheitsrelation» bezeichnen. G. Ligeti schrieb: «Die unaufhaltsam sich produzierenden Automatismen weisen eine Unbestimmtheitsrelation auf, der die strukturellen Zusammenhänge zwangsläufig unterworfen sind. Je mehr nämlich Direktiven erlassen werden, desto indeterminierter wird die daraus hervorgehende Struktur, und umgekehrt: Je mehr man sich darum bemüht, das Ergebnis zu determinieren, um so weniger lassen sich elementare Anordnungen und Beziehungen festlegen. Diese tief in der Eigenart seriell konzipierter Materialzusammenhänge wurzelnde Kontradiktion muß erkannt werden, will man sich nicht widerstandslos der Willkür des 'Handwerks' ausliefern.» Aus: György Ligeti, *Wandlungen der musikalischen Form*, in: *die Reihe 7. Form – Raum*, Universal Edition, Wien 1960, S. 5.

<sup>157</sup> Heisenbergsche Ableitung der Unschärferelationen zeigte, dass die atomphysikalischen Vorgänge sowohl durch das quantentheoretische Partikelbild als auch durch das quantentheoretische Wellenbild beschreibbar sind. (Licht und Elementarteilchen sind eine Welle-Teilchen-Dualität.) - Der Begriff «Komplementarität» spielt auch in der Musik eine bedeutende Rolle. Z. B. Komplementarität der Intervalle und ihrer Umkehrungen innerhalb einer Oktave (1-8, 2-7, 3-6, 4-5, 5-4, 6-3, 7-2, 8-1), Komplementarität von vertikalen (simultanen) und horizontalen (sukzessiven) Dodekaphonie, komplementäre Rhythmen in der polyphonen Musik usw.

<sup>158</sup> Aus: Werner Heisenberg, *Schritte über Grenzen*, R. Piper Verlag, München 1971, S. 31.

<sup>159</sup> Ein Ereignis in der Zeit und im Raum lässt sich aus verschiedenen Bezugssystemen beschreiben. Inertialsysteme (nicht beschleunigte Bezugssysteme) sind von besonderer Bedeutung. Die Ereigniskoordinaten eines Inertialsystems lassen sich (bei hohen Geschwindigkeiten, die sich an die Lichtgeschwindigkeit annähern) in solche eines anderen, mit Hilfe der Lorentz-Transformationen umrechnen. Dies impliziert die Längekontraktion sowie die Zeitdilatation. Die Lichtgeschwindigkeit ist in allen Inertialsystemen konstant. Die Lorentz-Transformationen (Hendrik A. Lorentz, 1853-1928) sind noch eine fundamentale Invarianz.

«Gleichzeitigkeit» wird relativisiert. Die Raumzeit, als eine physikalische Größe, wird durch die Gravitation (Materie) gekrümmt. Dies kann erst im kosmischen Maßstab bemerkt werden. Nichteuklidische Geometrie und allgemeine, kontinuierliche Transformationen (Symmetrien) von Raum und Zeit sind eingeschlossen.<sup>160</sup> K. C. Cole schrieb: «Matter warps spacetime and warped spacetime gives matter and energy weight. It's all wonderfully symmetrical» und zitierte die berühmte Zusammenfassung von John Wheeler: «Spacetime tells matter how to move; matter tells spacetime how to curve.»<sup>161</sup>

Das aktuelle Streben nach einer «Allumfassenden Theorie» oder «Supervereinigung», die mit der Idee einer großen, allumfassenden Symmetrie verbunden ist, ist eigentlich nicht nur eine Suche nach den tiefsten kosmologischen Erkenntnissen sondern zugleich eine Suche nach «*Einem*», nach der Quelle alles Verstehens. Auf dieser Ebene geht die Physik in die Metaphysik über.<sup>162</sup>

In diesem Kontext gibt es zwei Fragen, die noch immer offen geblieben sind:

- 1) Welche Naturgesetze sind eigentlich fundamental?
- 2) Wie soll der asymmetrische Zustand unseres Universums – bezugnehmend auf die (symmetrischen) Naturgesetze – interpretiert werden?

«Wir wissen es nicht, sondern wir raten», würde Karl Popper sagen!

In der Mikrowelt gehören die Symmetrieeigenschaften zu den Systemen, die aus gleichen Teilchen ausgebaut sind. (Dies ist ein abgesondertes Postulat.)

---

<sup>160</sup> Es gibt zwei Postulate der Einsteinschen Allgemeinen Relativitätstheorie: - «All the laws of nature have the same form for observers in any frame of reference, whether accelerated or not. - In the vicinity of any point, a gravitational field is equivalent to an accelerated frame of reference in the absence of gravitational effects.» (Die Äquivalenz von träger und schwerer Masse [inertial mass & gravitational mass] bildet die Grundlage der Allgemeinen Relativitätstheorie.) Aus: Raymond A. Serway und John W. Jewett, Jr., *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics*, 6<sup>th</sup> Edition, Editor-in-Chief: Michelle – Julet, Publisher: David Harris, Thomson Brooks/Cole, USA 2004, S. 1274.

<sup>161</sup> K. C. Cole, *The Hole in the Universe*, A Harvest Book Harcourt 2001, S. 108.

<sup>162</sup> Einer der berühmtesten Physiker im 20. Jahrhundert Werner Heisenberg schloß diese Problematik in ihrer geschichtlichen Perspektive folgendermaßen zusammen: «Die Elementarteilchen in der Philosophie Platos erhielten ihre Symmetrie aus der sog. 'Raumgruppe', der Gruppe der Drehungen im dreidimensionalen Raum. Es handelt sich also dort um eine statische, unmittelbar anschauliche Symmetrie. Die neuzeitige Physik aber bezieht die Zeit von Anfang an in ihre Naturbetrachtung ein. Seit Newton ist die Physik auf die Dynamik der Erscheinungen gerichtet. Sie geht von der Auffassung aus, dass in dieser sich ständig verändernder Welt nicht die geometrischen Formen das Bleibende sein können, sondern die Gesetze. Die Gesetze sind allerdings im Grunde auch nur abstraktere mathematische Formen, die sich aber eben auf Raum und Zeit beziehen. Ein Verständnis der Materie erscheint uns daher nur möglich, wenn man aus den Experimenten auf mathematisch fassbare Strukturen schließt, die Raum und Zeit in gleicher Weise betreffen. – Die endgültige Theorie der Materie wird, ähnlich wie bei Plato, durch eine Reihe von wichtigen Symmetrieforderungen charakterisiert sein, die wir heute schon angeben können. Diese Symmetrien kann man nicht mehr einfach durch Figuren und Bilder erläutern, wie es bei den platonischen Körpern möglich war, wohl aber durch Gleichungen.» Aus: Werner Heisenberg, *Schritte über Grenzen*, (das Kapitel *Die Planksche Entdeckung und die philosophischen Grundfragen der Atomlehre*), R. Piper Verlag, München 1971, S. 39-40.



Aus den Quantengesetzen geht hervor, dass bestimmte Symmetrieeigenschaften, die ein System besitzt, unzerstörbar sind. Auch in dem Fall, wenn ein gegebenes System von einer diskreten Energie zu einer anderen diskreten Energie übergeht, bleiben seine Symmetrieeigenschaften erhalten.

Symmetrische geometrische Formen der Moleküle sowie Kristalle sind die Folge des Quantengesetzes der Symmetrie. (Schrödingers Gleichung)

In einer Menge von gleichen Teilchen kann kein Teilchen von den anderen unterscheidet werden. Die Wellenfunktion, durch die eine Menge von gleichen Teilchen beschrieben wird, bleibt unverändert, wenn wir irgendwelche zwei Teilchen permutieren:

$$\psi (1, 2, 3, \dots) = \pm \psi (2, 1, 3, \dots)$$

Die Tatsache, dass gleiche Teilchen nicht unterscheidet werden können hat hochinteressante und tiefe Konsequenzen: Individualität eines Teilchens wird verloren (die Quantenmechanik kennt keine Bahnen der Teilchen), und das Kausalgesetz (klassischer Determinismus) ist in der Quantentheorie nicht gültig.

Mit Hilfe der Wellenmechanik, und zwar durch die Einführung der symmetrischen und antisymmetrischen Wellenfunktion für zwei Elektronen, hat Werner Heisenberg das Problem des Ortho- und Parahelium gelöst.

$$\begin{aligned} \psi (2, 1) &= \psi (1, 2) \\ \psi (2, 1) &= - \psi (1, 2) \end{aligned}$$

Zwischen diesen zwei Symmetriecharakteren gibt es keinen Übergang.

Friedrich Hund wandte solche Symmetrien im Bereich der Molekülbildung an. Die Erklärung der Molekülstruktur und der «chemischen Kraft» war einer der größten Erfolge der Quantenmechanik.

Der Dualismus Symmetrie – Antisymmetrie spielt eine entscheidende Rolle in der Quantenphysik. Alle Teilchen in der Mikrowelt sind entweder Fermionen oder Bosonen. Antisymmetrische Zustände, die durch eine antisymmetrische Wellenfunktion dargestellt werden, sind die Grundcharakteristik der Fermionen (in erster Linie: Elektronen, Protonen und Neutronen). Eine Wellenfunktion ist antisymmetrisch, wenn die Permutation von irgendwelchen zwei Teilchen eine Vorzeichenänderung (+ oder -) als Folge hat. Dabei gibt es eine interessante Gesetzmäßigkeit: Ungerade Permutationen haben ein negatives und gerade Permutationen ein positives Vorzeichen. Z. B.:

$$\psi_F(1,2,3) = - \psi_F(1,3,2) = \psi_F(2,3,1) = - \psi_F(2,1,3) = \psi_F(3,1,2) = - \psi_F(3,2,1)$$

Bosonen (z. B. Photonen) sind Teilchen, bei denen nur symmetrische Zustände in der Natur vorkommen, die durch eine symmetrische Wellenfunktion dargestellt werden. (Die Abwechslung der Stellung von irgendwelchen zwei Teilchen verursacht keine Vorzeichenänderung, alle Permutationen sind + .)

In diesem Kontext soll noch eine Tatsache erwähnt werden: Der Spin («innere Rotation», «Eigendrehung») der Bosonen wird durch ganze Zahlen ausgedrückt: 0 (Pionen), 1 (Photonen) und 2 (Gravitonen). Der Spin der Fermionen (Elektronen, Protonen, Neutronen, Quarks....) wird dagegen durch halbganze Zahlen ausgedrückt:  $\frac{1}{2}$  oder  $\frac{3}{2}$ .

Für jedes Teilchen gibt es ein Antiteilchen (z. B. Elektron – Positron, Proton – Antiproton, Neutron – Antineutron, Quark – Antiquark, usw.). Dies ist mit den Begriffen *Materie* und *Antimaterie* verbunden (Diracsche Gleichung verbindet beide Phänomene). Die Physiker unserer Zeit vermuten, dass es zu Beginn unseres Universums, vor etwa 15 Billionen Jahren, eine volle Symmetrie von Materie und Antimaterie (die nur aus Antiteilchen besteht) gab, die im Laufe der Zeit, durch Dynamik des Universums gebrochen wurde. (Vielleicht gibt es ganze Galaxien aus Antimaterie.)<sup>163</sup>

Die Idee der Antisymmetrie wird auch in anderen Bereichen realisiert. Eine Art von Antisymmetrie stellt die Farbsymmetrie dar, z. B. das schwarz-weiß-Verhältnis von «Positiv» und «Negativ» in der Photographie.

Auf der Gegenüberstellung von zwei antagonistischen Werten (Gut und Böse), Gefühlen (Liebe und Hass), Zuständen (Leben und Tod), Charakteren (Kain und Abel), Doktrinen (Evolution und Revolution), gesellschaftlich - politischen Systemen (Demokratie und Totalitarismus), Prinzipien (Ordnung und Unordnung) und anderen solchen antisymmetrischen Begriffen oder Erscheinungen (Seele und Leib, Idee und Realisation, Theorie und Praxis, Fiktion und Wirklichkeit, Endlichkeit und Unendlichkeit, Schöpfung [Bau] und Apokalypse [Zerstörung], Gesundheit und Krankheit, Kraft / Stärke und Schwäche, Wärme und Kälte, Nähe und Ferne, Aktivität und Passivität, Analyse und Synthese, Yin und Yang, männlich und weiblich, Tag [Licht] und Nacht [Dunkelheit], Freude und Traurigkeit,<sup>164</sup>

---

<sup>163</sup> Bei einem Zusammentreffen von Elementarteilchen und entsprechenden Antiteilchen wird ihre Gesamtenergie entweder in Photonen zerstrahlt oder in andere Elementarteilchen umgewandelt.

<sup>164</sup> Die antisymmetrischen Begriffspaare Licht – Schatten und Freude – Traurigkeit verwendete Walt Whitman in seinem Gedicht unter dem Titel *A Song for Occupation*:

«The light and shade, the curious sense of body and identity,  
the greed that with perfect complaisance devours all  
things,

Weisheit und Dummheit, Sinn und Unsinn, Wahrheit und Lüge [wahr und falsch], Schönheit und Hässlichkeit, Idealität und Realität, Gott und Teufel, Theismus und Atheismus, usw.) beruht häufig die Thematik literarischer und anderer Werke. Z. B.: Stendahls *Le Rouge et le Noir*, Schaws *Rich man, Poor Man*, Tolstois *Krieg und Frieden*, Dostojewskis *Schuld und Sühne*, Goethes *Dichtung und Wahrheit*, Heisenbergs *Der Teil und das Ganze*, Bruckners *Misere de la prospérité*, usw.<sup>165</sup>

#### Antisymmetrische Begriffspaare in der Musik:

Tonalität – Atonalität, Konsonanz - Dissonanz, *forte* – *piano*, *crescendo* – *decrescendo*, *accelerando* – *ritardando*, *legato* – *staccato*, schnell (*Presto*, *Allegro*...) – langsam (*Lento*, *Adagio*...), *tutti* – *solo*, Melodie – Harmonie, Polyphonie - Homophonie, Augmentation – Diminution, Dur – Moll (insbesondere C-Dur – c-Moll), sukzessive – simultane Dodekaphonie, usw. Ein Beispiel aus der Programmmusik: R. Strauss: *Tod und Verklärung*.

#### Antisymmetrische Begriffspaare in der Philosophie:

EPISTEME – DIANOIA (Zwei Arten der Erkenntnis in der altgriechischen Philosophie [Platon]: 1. das unmittelbare Gewisswerden, die Verbindung mit dem Eigentlichen, dem Wesentlichen; – 2. das Durchanalysierenkönnen, das Ergebnis des logischen Ableitens)

A PRIORI – A POSTERIORI (Zwei Arten der Erkenntnis: direkte, erfahrungsunabhängige Erkenntnis – empirische Erkenntnis)

EINHEIT – VIELHEIT (Das parmenideisch – platonische Begriffspaar)

UNITAS – ALTERITAS («Platoniker» Nikolaus von Kues)

---

The endless pride and outstretching of man, unspeakable joys and sorrows,»

Aus: Walt Whitman, *Selected Poems*, edited by Ellman Crasnow, Everyman, J. M. Dent, London 1996, S. 35.

<sup>164</sup> Hermann Hesse glaubte an die Einheit der Gegensätze, an das göttliche *Eine*, das dem Spiel der Weltgegensätze zugrunde liegt. Er schrieb: «Denn einzig darin besteht für mich das Leben, im Fluktuieren zwischen Zwei Polen, im Hin und Her zwischen den beiden Grundpfeilern der Welt. Beständig möchte ich mit Entzücken auf die selige Buntheit der Welt hinweisen und ebenso beständig daran erinnern, dass dieser Buntheit eine Einheit zugrunde liegt, beständig möchte ich zeigen, dass Schön und Häßlich, Hell und Dunkel, Sünde und Heiligkeit immer nur für einen Moment Gegensätze sind, dass sie immerzu ineinander übergehen. Für mich sind die höchsten Worte der Menschheit jene Paare, in denen diese Doppeltheit in magischen Zeichen ausgesprochen wird, jene wenigen geheimnisvollen Sprüche und Gleichnisse, in welchen die großen Weltgegensätze zugleich als Notwendigkeit und als Illusion erkannt werden.»(1923) – «Diesem Wissen um die Einheit,.....entspricht als Gegenpol der entgegengesetzte Gedanke: dass dennoch, und trotz aller jenseitigen Einheit, im Diesseits eben doch das Leben uns nur in abgegrenzten, fremd nebeneinander stehenden Gestaltungen wahrnehmbar wird. Trotz aller Einheit ist, sobald dieser andere Standpunkt eingenommen wird, eben doch der Mensch ein Mensch und kein Tier, ist der eine gut, der andere böse, ist die ganze verwirnte und bunte Wirklichkeit eben doch vorhanden. - Für asiatische Denker nun, welche Meister der Synthese sind, ist es ein gewohntes und bis zur hohen Vollendung gezüchtetes Geistesspiel, entgegengesetzte Betrachtungsweisen abwechselnd zu üben, beide bejahend, beiden zustimmend.»(1926) - «Nirvana ist, wie ich es verstehe, der erlösende Schritt hinter das *Principium individuationis* zurück, also, religiös ausgedrückt, Rückkehr der Einzelseele zur Allseele.»(1920) Aus: Hermann Hesse, *Mein Glaube*, Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main 1971, S. 21, 23, 88.

COGITATIO – EXTENSIO (Spinoza: zwei parallele Reihen oder Modi, in denen sich Gott – «ens absolute infinitum»- gleichsam ausdrückt.)

RES EXTENSA (Materie) – RES COGITANS (Geist) in der Philosophie von Descartes und seiner Nachfolger.

THESE – ANTITHESE (Dialektik, z. B. die Dialektik Hegels)

DETERMINISMUS – INDETERMINISMUS (Spinoza – Kant / Popper)

IDEALISMUS – MATERIALISMUS (Platon – Demokrit, Hegel - Marx)

Laut heutigen physikalischen Erkenntnissen, ist die ganze Dynamik unseres Universums durch vier Grundformen von Wechselwirkungen (bzw. durch 4 Grundkräften) bestimmt: Starke Wechselwirkung, schwache Wechselwirkung, elektromagnetische Wechselwirkung, und Gravitationswechselwirkung. Sie sind mit bestimmten Formen von Symmetrie verbunden.

Die Quantenfeldtheorie betrachtet alle Kräfte als Austauschkräfte. Man hält jede Kraft für die Folge einer Wechselwirkung, in der eine oder mehrere Arten von Elementarteilchen, die heute bekannt sind, ausgetauscht werden. Die Gravitationswechselwirkung und die elektromagnetische Wechselwirkung haben unendliche Reichweite.

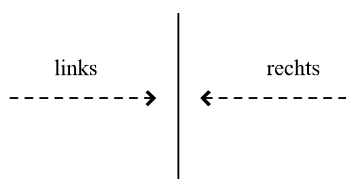
Bei der Gravitationswechselwirkung fällt die Kraft mit dem Quadrat der Entfernung ab:

$$\text{Newtons Gravitationsgesetz: } F = G \frac{m m'}{r^2}$$

Starke und schwache Wechselwirkung haben eine sehr kurze Reichweite, etwa von der Größe der Kernradien.

**STARKE WECHSELWIRKUNG** «hält» Proton und Neutron im Atomkern. Sie ist bei Kernreaktionen beteiligt. Starke Wechselwirkung manifestiert sich auf zwei Ebenen, und zwar auf einer «höheren Organisationsebene» (die Wechselwirkung zwischen Protonen und Neutronen, die den Atomkern bauen) und auf einer «niedrigen Organisationsebene» (die Wechselwirkung von Quarks [Quantenchromodynamik], durch die Protonen, Neutronen und Mesonen entstehen). Hadronen sind ein Bestandteil der starken Wechselwirkung.

Ausgetauschte Teilchen sind Gluonen. Die Symmetrie der starken Wechselwirkung ist «Parität» (Spiegelung).



Das bedeutet, dass die Spiegelbilder der Geschehnisse, die als Folge der starken Wechselwirkung vorkommen, auch eine mögliche Realität sind, und dass sich diese Geschehnisse wirklich in der Natur ereignen.<sup>166</sup>

Bei der starken Wechselwirkung bleibt die Symmetrie des Isospins im abstrakten «Isospinraum» erhalten. Dies bedeutet folgendes: Wenn man nur auf die starke Wechselwirkung Rücksicht nehmen würde, könnte man nicht zwischen Proton und Neutron unterscheiden.

Alle Teilchen mit starker Wechselwirkung (Sammelbegriff: Hadronen<sup>167</sup>) unterliegen gleichzeitig der schwachen Wechselwirkung.

**SCHWACHE WECHSELWIRKUNG** ist verantwortlich für die Zerfälle an denen Neutrinos beteiligt sind und für die Zerfälle schwererer Teilchen, die in starker Wechselwirkung durch die «Auswahlregeln» verboten sind. Sie tritt auf zwischen Leptonen untereinander (die Klasse enthält acht Elementarteilchen und auch Elektron und Positron), oder zwischen Leptonen und Hadronen. *De facto* wirkt sie auf alles außer auf Photonen (Lichtteilchen).

Beispiele: Betazerfall der Neutronen oder (auf der Quarksebene) Quarkszerfall.

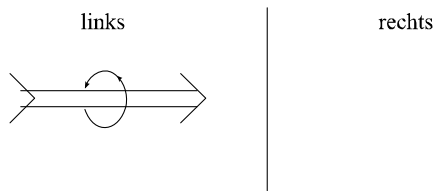
Ausgetauschte Teilchen sind W- und Z-Bosonen.

Schwache Wechselwirkung «hält» die Spiegelsymmetrie nicht. Es gibt kein «rechtes» Neutrino in der Natur. Mit anderen Worten: Bei der schwachen Wechselwirkung tritt die Verletzung der Paritätsinvarianz und der  $t$  – Invarianz auf.

---

<sup>166</sup> Vgl.: Davorin Kempf und Krunoslav Pisk, *Interview. Simetrija u znanosti i umjetnosti: glazba – fizika (Symmetry in Sciences and Arts: Music – Physics)*, in: *Arti Musices*, Croatian Musicological Review 32/1, Zagreb 2001, S. 110-111 (K. Pisk).

<sup>167</sup> Da die Klasse weit über hundert Elementarteilchen enthält, ist sie in drei Unterklassen geteilt: Baryonen, Resonen und Quarks.

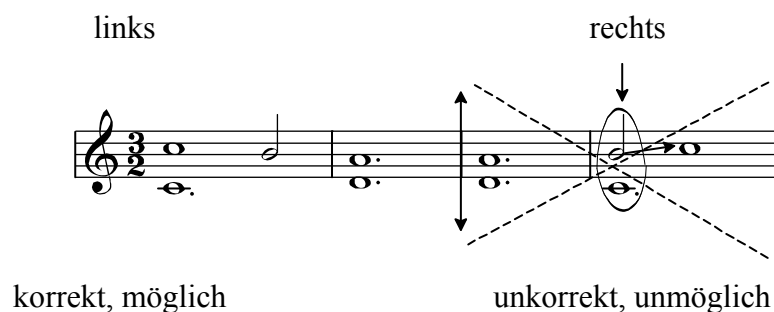


Die Natur wiederholt auf verschiedenen Ebenen die Asymmetrie der schwachen Wechselwirkung zwischen den Elementarteilchen:

- in der Bildung der «linkshändigen» Moleküle der Aminosäuren,
- in den «linkshändigen» Proteinen, die von ihnen gebildet sind,
- im Prozess, durch den diese Proteine die Entwicklung eines «linkshändigen» Embryos steuern,
- im Wachstum eines Embryos bzw. in seiner Entwicklung zu einem ausgewachsenen «linkshändigen» Lebewesen.<sup>168</sup>

Bezugnehmend auf die starke Symmetriebrechung bei der schwachen Wechselwirkung (keine Spiegelsymmetrie bei dem Zerfall, an dem Neutrinos beteiligt sind) gibt es eine Analogie oder assoziative Verbindung mit der Musik.

Es gibt musikalische Strukturen, deren Spiegelbild aus bestimmten stilistisch – ästhetischen Gründen nicht realisiert wird. Dies mag an folgendem Beispiel, das sich auf die Vokalpolyphonie im 16. Jahrhundert (italienische Renaissance: G. P. da Palestrina, O. di Lasso) bezieht, gezeigt werden:



(Eine Bemerkung: Die «Raumumkehr» in der Ebene des Schriftbildes bedeutet die «Zeitumkehr» bei der Aufführung.)

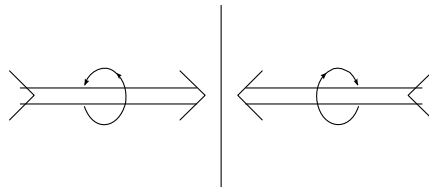
Nur die linke kontrapunktische Struktur ist in diesem Stil möglich und kommt tatsächlich vor. Die Spiegelstruktur auf der rechten Seite ist nicht möglich, weil sie die fundamentalen kontrapunktischen Prinzipien verletzt. Deswegen tritt sie im Renaissancestil überhaupt nicht in Erscheinung.

<sup>168</sup> Vgl.: Ian Stewart und Martin Golubitsky, *Denkt Gott symmetrisch?* Birkhäuser Verlag, Basel Boston 1993, S. 196. (Die Fortpflanzung der Asymmetrie in der Natur studierte Dilip Kondepudi. )

**ELEKTROMAGNETISCHE WECHSELWIRKUNG** tritt auf bei allen geladenen Teilchen. Die elektrische Ladung nimmt bei allen bis jetzt gefundenen Teilchen die Größe +1, 0, oder -1, gemessen in Elementarladungen, an. Elektromagnetische Wechselwirkung bestimmt die Welt der Atome, der Moleküle, der biologischen Strukturen. Sie ist bei chemischen Reaktionen involviert und für die Struktur der starren Zustände bzw. der Materialien zuständig. Es handelt sich um die Wechselwirkung zwischen elektrisch geladenen Teilchen und elektromagnetischen Wellen bzw. elektromagnetischer Strahlung. Ausgetauschte Teilchen sind Photonen.

Elektromagnetische Wechselwirkung «hält» die Spiegelsymmetrie (Parität). Die Geschehnisse im Spiegel sind gleich möglich.

Es gibt «linkes» und «rechtes» Elektron:



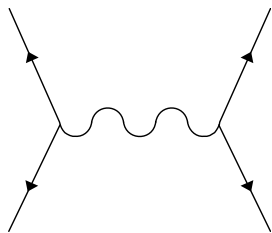
1. innere Drehung (Spin) nach links,
2. innere Drehung (Spin) nach rechts

James Maxwell (1831-1879) entdeckte, dass durch eine synchronisierte Vibration von einem magnetischen und einem elektrischen Feld eine elektromagnetische Welle erzeugt wird. Diese Verknüpfung elektrischer und magnetischer Wellen breitet sich mit Lichtgeschwindigkeit aus.<sup>169</sup> Maxwell erklärte die Natur des Lichtes.<sup>170</sup>

Eine einfache Art und Weise, wie die Wechselwirkungen von Teilchen visuell dargestellt werden können sind Feynmans Diagramme. Es folgt ein klassisches *Feynman Diagramm*, das eine Wechselwirkung von zwei Teilchen präsentiert (gerade Linien), in der ein drittes Teilchen ausgetauscht wird (wellige Linie). Die Teilchen mögen z. B. zwei Elektronen und ein Photon sein.

<sup>169</sup> Vakuumlichtgeschwindigkeit =  $2.99792458 \times 10^8$  m/s. Für sehr kleine Entfernungen, im atomaren Bereich sind die Maxwellschen Gleichungen nicht anwendbar, sondern es gelten die Gesetze der Quantenelektrodynamik. Eine einheitliche Feldtheorie gibt es noch nicht.

<sup>170</sup> «According to Maxwell's theory, light consists of electric fields (E) and magnetic fields (B) that oscillate in unison. Here the electric fields vibrate vertically while the magnetic fields vibrate horizontally». Aus: Michio Kaku and Jennifer Thompson, *Beyond Einstein. The Cosmic Quest for the Theory of the Universe*, Anchor Books, Doubleday New York 1987, S. 22. (Graphische Darstellung mit der Erläuterung.)



Das klassische *Feynman Diagramm*.

**GRAVITATIONSWECHSELWIRKUNG** scheint für die ganze Dynamik des Universums (im Sinne eines globalen Systems von großen Dimensionen), besonders einige Augenblicke nach dem Urknall, dominant zu sein. Sie «hält» die Planeten auf ihren Bahnen um die Sonne und bestimmt unsere Schwere auf der Erde. Ausgetauschte Teilchen sind die vermuteten Gravitonen. - Die Gravitation zwischen einzelnen Elementarteilchen ist so schwach, dass sie auf die Eigenschaften der Teilchen praktisch keinen Einfluss hat.<sup>171</sup>

Im Allgemeinen genommen: Wechselwirkungen von kleinsten Einheiten der Materie sind in der Übereinstimmung mit Symmetrien und zwar mit räumlich-zeitlichen und abstrakten Symmetrien. Durch das Mischungsverhältnis verschiedener Wechselwirkungen wird die volle Symmetrie einer einzelnen Wechselwirkung gebrochen. Wenn es nur starke Wechselwirkung geben würde, würde der Isospin als Symmetrie in der Natur erhalten bleiben. Aber es gibt auch die elektromagnetische Wechselwirkung, die bei elektrisch geladenen Teilchen erscheint und in Kauf genommen werden soll. Die Folge ist, dass die Symmetrie des Isospins (ein wenig) gebrochen wird. Proton und Neutron verhalten sich nicht gleich (Proton ist elektrisch geladen, und Neutron hat keine elektrische Ladung). Bezugnehmend auf die Gravitation gibt es keine Teilchen, bei denen nur eine Art von Wechselwirkung vorkommt. Sie ist aber in der Mikrowelt so schwach, dass sie praktisch apstrahiert, vernachlässigt werden kann.<sup>172</sup>

Im Bereich der musikalischen Struktur und Form gibt es natürlich keine vollkommene Analogie, aber gewisse Assoziationen sind möglich.

Es folgen zwei Beispiele:

<sup>171</sup> «Die elektromagnetische Wechselwirkung ist etwa 100 mal schwächer als die starke Wechselwirkung, die schwache W.W. etwa  $10^{-12}$  mal so schwach, und die Gravitation noch um den Faktor  $10^{29}$  schwächer.» Aus: *dtv-Atlas Physik*, Band 2, Deutscher Taschenbuch Verlag, München 1988.

<sup>172</sup> Vgl.: Davorin Kempf und Krunoslav Pisk, Interview. Simetrija u znanosti i umjetnosti: glazba – fizika (Symmetry in Sciences and Arts: Music – Physics), in: *Arti Musices, Croatian Musicological Review*, 32/1, 2001, S. 111 (K. Pisk).



1. Die sogenannte «tonale» Antwort (*Comes*) in der Fugensexposition - im Barockstil.

Es handelt sich um eine geringfügige Symmetriebrechung, die als Resultat einer gemischten, harmonisch – melodischen «Wechselwirkung» vorkommt. Volle Symmetrie der melodischen oder genauer - thematischen «Wechselwirkung» (das Verhältnis *Dux - Comes*, oder die Zeit- und Höhentranslation des Themas als eine Symmetrieoperation) wird ein wenig gebrochen wegen der notwendigen harmonischen Übereinstimmung auf der Stelle, wo gleichzeitig das Thema endet (Tonika, I. Stufe in der Grundtonleiter) und die Antwort beginnt (= Subdominante, IV. Stufe in der Tonalität der Dominante), d. h. auf der Stelle wo sich die diatonische Modulation ereignet.

The image shows a musical score for the beginning of the Dux-Comes section of the first fugue in C major by J.S. Bach. The score is in 2/4 time and shows the Dux (first voice) and Comes (second voice) parts. The Comes part begins with a modulation from C major to G major, indicated by the chord symbols C: I<sup>6</sup>(T) and G: IV<sup>6</sup>(S). The Comes part is marked 'COMES' and 'usw.'.

J. S. Bach, *Wohltemperiertes Klavier*, Buch II, *Fuge Nr. 1 in C-Dur*, Anfang: *Dux – Comes*.

2. Kanon mit einer hinzugefügten, freien Stimme (oder mit hinzugefügten freien Stimmen) in irgendwelchem Stil.

Obwohl die translative Symmetrie (das Nachahmungsverfahren) innerhalb des Kanons in makelloser Ordnung durchgeführt wird, ist die Symmetrie der formalen Ganzheit durch die Hinzufügung eines freien Kontrapunktes verletzt, insbesondere wenn er die Kanonstruktur durchzieht, so dass sie sich nicht mehr deutlich hören lässt. Dies ist eben der Fall im folgenden zweistimmigen Kanon mit einer hinzugefügten freien Stimme von J. S. Bach:

The image shows a musical score for the beginning of the Canon per Augmentationem in Contrario Motu by J.S. Bach. The score is in 3/4 time and shows the Canon (two voices) and a free voice (third voice). The free voice is marked 'hinzugefügte freie Stimme (variiertes Thema des Königs Friedrich II.)' and 'usw.'.

J. S. Bach: *Musikalisches Opfer*, *Canon per Augmentationem in Contrario Motu*, BWV 1079.3d, Anfang.

Ein Beispiel aus der Philosophie: Karl R. Popper sprach über eine mehr oder weniger freie Wechselwirkung zwischen seinen 3 Welten. Die sind: die physische Welt 1, die psychische Welt 2 (oder die Welt der Bewusstseinsvorgänge), und die Welt 3, die Welt der Produkte des menschlichen Geistes (zur Kunst und Wissenschaft gehörend). Zunächst analysierte er die «psychophysische Wechselwirkung» oder die Verbindung unserer Denkvorgänge in der Welt 2 mit Gehirnvorgängen in der Welt 1, und dann die «Wechselwirkung zwischen der Welt 3 der Theorien und der menschlichen Welt 2 der Bewusstseinsvorgänge». Seine These ist, «dass das charakteristische menschliche Selbstbewußtsein sich *nur* durch diese Wechselwirkung ausbilden kann». <sup>173</sup> Auch: Die Gestaltung der Wirklichkeit ist ein Prozess des Aufeinanderwirkens (Popper spricht von der Rückkoppelungsspirale) dieser drei Welten. <sup>174</sup>

Beim künstlerischen Schaffen handelt es sich um eine komplexe und vielschichtige geistig – materielle Wechselwirkung, die verschiedene Aspekte der Symmetriebrechung einschließt. Unbewusste und intuitive Ebenen sind von großer Bedeutung. <sup>175</sup> Dies gilt auch für die Wissenschaft, vor allem bei der «Geburt» wissenschaftlicher Ideen, Hypothesen oder Theorien.

Es gibt noch eine Art von Symmetriebrechung in der Quantenphysik: Die sogenannte spontane Symmetriebrechung. Sie wird durch eigene Dynamik eines bestimmten quantenmechanischen Systems erzeugt. <sup>176</sup> Durch den Mechanismus der spontanen Symmetriebrechung können die Teilchen, die früher keine Masse hatten, Masse verschaffen,

---

<sup>173</sup> Aus: Karl R. Popper, *Bemerkungen eines Realisten über das Leib-Seele-Problem*, Vorlesung in Mannheim, gehalten am 8. Mai 1972, in: K. R. Popper, *Alles Leben ist Problemlösen. Über Erkenntnis, Geschichte und Politik*, 4. Auflage, Piper Verlag, München 1994, S. 108. Vgl. auch S. 102 - 111.

<sup>174</sup> Vgl.: Karl R. Popper, *Auf der Suche nach einer besseren Welt. Vorträge und Aufsätze aus dreißig Jahren*, Taschenbuchausgabe, 12. Auflage, Piper, München Zürich 2003, I. Über Erkenntnis, 1. Erkenntnis und Gestaltung der Wirklichkeit: Die Suche nach einer besseren Welt, S. 37-38.

<sup>175</sup> Die Struktur der Form in der Kunst / Musik lässt sich nicht auf die Struktur der Materie zurückführen. Eine Kritik der deterministischen Nachahmungstheorie äußerte beispielsweise I. Kant, der in seiner *Kritik der Urteilskraft* über die Einmaligkeit des künstlerischen Gegenstandes schrieb. Aus Kants Kritik ergibt sich, dass die schöne Kunst nur insofern Nachahmung der Natur ist, als ihr «die Natur durch ein Genie die Regel gab». Gerade darum kann die Kunst eine Wirklichkeit schaffen, «für die sich in der Natur kein Beispiel findet» (Kant). – Ein musikalisches Werk komponieren, bedeutet eine Leistung, durch eigene Selektierung der Möglichkeiten, die gewisse ästhetische Kriterien impliziert, eine einmalige Formstruktur zu erreichen. (D. Kempf)

<sup>176</sup> Nach den Meinungen von Friedrich Beck und Hans Ulrich Engelmann könnte man unter einer spontanen Symmetriebrechung in der tonalen abendländischen Musik etwa den Begriff der Enharmonik verstehen. Engelmann brachte diesen Vorgang mit dem Begriff des Umschlagecharakters in Zusammenhang: «denn an einer diskreten Stelle schlägt ein tonales Feld um in ein anderes Feld, nicht nur orthographisch, sondern in Zusammenhang des kompositorischen Kontextes findet – man mag es so nennen – eine Art höhere Symmetriebrechung statt.» Aus: *Diskussion zu den Vorträgen von Hermann Haken, René Thom und Michael Gazzaniga in Verbindung mit dem Thema Symmetrie und Symmetriestörungen in der belebten und unbelebten Natur*, in: *Symmetrie in Geistes- und Naturwissenschaft: Hauptvorträge und Diskussionen des Symmetrie-Symposiums in Darmstadt 1986*, hrsg. von Rudolf Wille, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 1988, S. 89.

so dass die Übereinstimmung mit der Realität und das ganze theoretische Schema befriedigt sind. *Conditio sine qua non* dieser Hypothese ist die vermutete Existenz des sogenannten Higgs – Bosons, das bis heute noch nicht experimentell gefunden ist.<sup>177</sup>

Protonen, Neutronen und Elektronen, die Atome bauen, existieren in stabilen diskreten stationären Zuständen<sup>178</sup> (die natürlich nicht absolut stabil sind), während alle anderen Elementarteilchen instabil sind, d. h. ganz kurze Zeit existenzfähig sind.<sup>179</sup>

Der ganze «Zoo» von Elementarteilchen (heute sind mehrere hundert bekannt) besteht aus ein und demselben Stoff – aus Materie. Materie kann in Energie übergehen und *vice versa*.<sup>180</sup> Bei einem solchen Prozess bleibt die Gesamtenergie erhalten. Im Sinne einer Parallele zum Goethes Gedanken Architektur sei «gefrorene» Musik, darf man ebenfalls metaphorisch sagen - Materie sei «gefrorene» Energie.<sup>181</sup>

### **Ein Überblick der Invarianzen / Symmetrien:**

Der Zerfall und die Reaktionen von Elementarteilchen unterliegen bestimmten Erhaltungsgesetzen. Das heißt, dass es gewisse physikalische Größen gibt, die bei einer Wechselwirkung erhalten bleiben müssen (Erhaltungsgrößen).

Alle physikalischen Gesetze bleiben erhalten, wenn man einen bestimmten Parameter ändert:

Zeitumkehr (T-Invarianz)

Parität (P-Invarianz)

Ladungsumkehr (C-Invarianz)

Kombinationen sind auch möglich:

CP-Invarianz (Alle Wechselwirkungen sind gegenüber der simultanen Vertauschung Teilchen – Antiteilchen und Raumspiegelung invariant.)

---

<sup>177</sup> Vgl.: Davorin Kempf und Krunoslav Pisk, *Interview. Simetrija u znanosti i umjetnosti: glazba – fizika (Symmetry in Sciences and Arts: Music – Physics)*, in: *Arti Musices*, Croatian Musicological Review 32/1, Zagreb 2001, S. 113 (K. Pisk).

<sup>178</sup> Atomare Struktur mag schematisch dargestellt werden. Z. B.: Bohr's model of the first four orbits of the electron in the stationary states of the hydrogen atom and the Bohr-Sommerfeld model of atomic structure. Aus: Paul Strathern, *Bohr & Quantum Theory*. Published in the U. K. in 1998 by Arrow Books, S. 50, 72.

<sup>179</sup> Lebensdauer der Elementarteilchen reicht von stabil bis  $10^{-23}$  s.

<sup>180</sup> Äquivalenz von Energie und Masse wird folgendermaßen ausgedrückt: Jeder Masse (Massenänderung) entspricht eine Energie (Energieänderung) und umgekehrt:  $E \sim m$ .

<sup>181</sup> «Wenn zwei Elementarteilchen mit großer Bewegungsenergie aufeinandertreffen, so entstehen beim Stoß neue Elementarteilchen, die ursprünglichen Teilchen und ihre Energie verwandeln sich in neue Materie. Diesen Sachverhalt kann man am einfachsten beschreiben, wenn man sagt, alle Teilchen bestehen im Grunde aus dem gleichen Stoff, sie sind nur verschiedene stationäre Zustände ein und derselben Materie.» - «Die kleinsten Einheiten der Materie sind tatsächlich nicht physikalische Objekte im gewöhnlichen Sinn des Wortes; sie sind Formen, Strukturen oder – im Sinne Platons – Ideen, über die man unzweideutig nur in der Sprache der Mathematik sprechen kann.» Aus: Werner Heisenberg, *Schritte über Grenzen*, R. Piper Verlag, München Zürich 1973, S. 138, 236.

«Einstein showed that the universe does not consist of matter. The ultimate particles are energy. Seen thus, all physical objects become space packed with force.» Aus: Paul Strathern, *Bohr & Quantum Theory*, Arrow Books, U. K. 1998, S. 100.

CPT-Invarianz (Alle Rechnungen bleiben die gleichen, wenn man Teilchen durch Antiteilchen ersetzt, den Raum spiegelt und die Zeit umkehrt:  $CPT = 1$ .)<sup>182</sup>

Die Physiker stellten durch Experimente fest, dass die CP-Symmetrie bei den Elementarteilchen ein bisschen gebrochen ist.<sup>183</sup> Diese Tatsache weist darauf hin, dass, wenn das CPT-Theorem richtig ist, auch die T-Symmetrie (Zeitinverson) ein bisschen gebrochen ist.

Auf der Suche nach einer größeren, übergeordneten Symmetrie, gelang es den Physikern, zuerst elektromagnetische und schwache<sup>184</sup> und dann elektromagnetische, schwache und starke Wechselwirkung (GUT, Grand Unified Theory)<sup>185</sup> zu vereinigen. Die Gravitation ließ sich nicht einschließen.

**ELEKTRIZITÄT + MAGNETISMUS = ELEKTROMAGNETISMUS (1860)**

**ELEKTROMAGNETISMUS + SCHWACHE KRAFT = ELEKTROSCHWACHE KRAFT (1967-68)**

**ELEKTROSCHWACHE KRAFT + STARKE KRAFT = GUT (?)**

**GUT (?) + GRAVITATION = SUPERSTRING THEORIE (?)**

Eine schematische Darstellung der geschichtlichen Entwicklung der vereinheitlichten Feldtheorie, die mit der Maxwellschen Vereinheitlichung von Elektrizität und Magnetismus (elektromagnetische Kraft) 1860 begann.

Die neuesten Forschungen im Bereich der theoretischen Physik (John Schwarz, Michio Kaku, Michael Green, Brian Greene, Edward Witten, Steven Weinberg, Stephen

---

<sup>182</sup> Der Kubismus, der sich parallel mit der Quantentheorie entwickelte und bei dem natürliche Dinge in geometrischen Formen dargestellt werden, lässt sich mit der Quantenwelt vergleichen. Der englische Philosoph, Mathematiker und Schriftsteller Paul Strathern schrieb darüber: «Quantum is the scientific equivalent of cubism, which sees an object from several positions at once. Quantum theory and cubism were developed simultaneously, but independently. It has been suggested that at the start of the 20<sup>th</sup> century our evolution underwent a 'jump' in the way we see the world.» Aus: Paul Strathern, *Bohr & Quantum Theory*, Arrow Books, U. K. 1998, S. 99.

<sup>183</sup> Die Verletzung der Spiegelsymmetrie sowie der Teilchen – Antiteilchen Symmetrie war beim Zerfall des Atomkerns von Kobalt 60 entdeckt. Als Zerfallsprodukt wird ein Elektron, sowohl in der Wirklichkeit als auch im Spiegel gesehen, in dieselbe Richtung emittiert. Beim Zerfall des Antikobaltkerns würde ein Positron emittiert aber in die, hinsichtlich der Symmetriesatz, entgegengesetzte Richtung. Vgl.: Henning Genz, *Wie die Zeit in die Welt kam*, Carl Hanser Verlag, München Wien 1996, S. 212-215.

Die theoretischen Physiker T. D. Lee und C. N. Yang veröffentlichten 1956 ihre Vermutung, die Naturgesetze seien nicht spiegelsymmetrisch. Da ihre Hypothese alsbald experimentell bestätigt wurde, erhielten sie 1957 den Nobelpreis.

<sup>184</sup> Weinberg, Salam und Glashow,  $SU(2) \times U(1)$  Gruppe.

<sup>185</sup> Die GUT-Theorie ist noch nicht experimentell verifiziert oder falsifiziert. Die große Vereinheitlichung ist wahrscheinlich bei einer  $10^{12}$ -mal größerer Energie als die, die zur Vereinheitlichung der elektromagnetischen und der schwachen Wechselwirkung benötigt wird, möglich. Die entsprechende Gruppe ist  $SU(5)$ , die alle «Drehungen» im fünfdimensionalen komplexen Raum umfasst. (Symmetrie zwischen Leptonen und Quarks bei enorm hohen Energien, etwa  $10^{15}$  GeV.) Dies gilt auch für die  $SO(10)$ -Theorie (P. Minkowski, H. Georgi und H. Fritzsch), nach der sich das Lepton-Quark-Urteilchen auf 16 verschiedene Arten (16 «Farben») manifestieren kann. Vgl.: Harald Fritzsch, *Vom Urknall zum Zerfall. Die Welt zwischen Anfang und Ende*, Piper Verlag, München Zürich, 2000, S. 196.

Hawking, usw.) streben nach einer umfassenden, fundamentalen, abschließenden Theorie des Universums, in der die Prinzipien von der allgemeinen Relativitätstheorie und Quantenmechanik koexistieren können. Die sogenannte Superstringtheorie, die einen zehn- oder elfdimensionalen<sup>186</sup> Zeit-Raum voraussetzt, scheint der beste «Kandidat» zu sein.<sup>187</sup> Wir leben in einem vierdimensionalen Raumzeit-Kontinuum. Die zusätzlichen sechs oder sieben Raumdimensionen sind zu kleinen Bällen etwa in der Größenordnung des Planckschen Wirkungsquantum zusammengerollt, so dass sie für uns unmerklich sind. Durch die Schwingungszustände von fundamentalen Energie-Fäden oder «Strings»<sup>188</sup>, durch ihre unendlich viele Modi von Vibration, können unterschiedlichste Quanteneigenschaften erreicht werden. Wenn man eine musikalische Analogie oder Metapher verwenden dürfte, könnte man sagen: Ähnlich wie die Töne einer schwingenden Violin- oder Cello-Saite, entstehen die Teilchen mit ihren verschiedenen Eigenschaften (Masse, Ladung, Spin) als Folge der entsprechenden Vibrationszustände von «Strings»<sup>189</sup>. Bezugnehmend auf die Vielfalt und Klassifikation der Elementarteilchen war es notwendig, die Stringtheorien mit Symmetriegruppen («Eichgruppen») zu untersuchen. So ist die Theorie der Superstring mit der Theorie der Supersymmetrie verknüpft, in der die Vereinheitlichung aller Grundkräfte der Natur – einschließlich die Gravitation – durch die Rüstung der modernen Mathematik erreicht wurde. Die wissenschaftliche Hypothese sagt aus, dass auf einer extrem hohen Energieebene<sup>190</sup> (Energie zu Beginn unseres Universums) alle Wechselwirkungen vereint wurden und ein System mit nur einer allumfassenden Wechselwirkung existierte. Dies bedeutet, dass Fermionen mit halbzahligem Spin und Bosonen mit ganzzahligem Spin ununterscheidbar waren und ineinander verwandelt wurden. Diese große Symmetrie oder große Gruppe schließt die Symmetrien von einzelnen Wechselwirkungen als Untergruppen

---

<sup>186</sup> Etwa in den letzten 30 Jahren wurden 5 unterschiedliche Typen von Superstringtheorien (mit einer zeitlichen und neun räumlichen Dimensionen) entwickelt, die Teil einer übergeordneten M-Theorie sind (Edward Witten, 1995). Die zugrundeliegende M-Theorie (engl.: string / M-theory) setzt zehn Raumdimensionen und eine Zeitdimension voraus. Die zehnte Raumdimension ist viel kleiner als alle anderen. Vgl.: Brian Greene, *The Fabric of the Cosmos. Space, Time, and Texture of Reality*, Alfred A. Knopf, New York 2004, 13 *The Universe on a Brane (The Second Superstring Revolution, The Power of Translation, Eleven Dimensions)*, S. 377-384.

<sup>187</sup> Eine vereinheitlichte Theorie ist auch die sogenannte Loop-Quantengravitation oder Schleifenquantengravitation. Ihr Ausgangspunkt ist Makrokosmos. Die Relativitätstheorie wird durch Quantisierung in die Quantenfeldtheorie der Gravitation überführt. Demgegenüber ist der Ausgangspunkt der Stringtheorie Mikrokosmos. Ihre Aufgabe ist die Wechselwirkung der Gravitation in die Quantenfeldtheorie zu integrieren.

<sup>188</sup> Strings sind eindimensionale fundamentale Energie-Fäden. Es gibt offene und geschlossene Strings. Diese winzigen Energie-Fäden können miteinander wechselwirken. Dadurch bilden sie verschiedene neue Formationen.

<sup>189</sup> Strings sind etwa  $10^{-35}$  m lang. (Der Durchmesser eines Atoms ist ca.  $10^{-10}$  m, während der Durchmesser eines Protons  $10^{-15}$  m beträgt.)

<sup>190</sup> Vermutlich ca.  $10^{19}$  GeV.

der großen Gruppe ein. Der heutige Zustand des Universums entstand aus seinem supersymmetrischen Urzustand als Folge von Symmetriebrechungen oder Phasenübergänge der Materie, die mit der Expansion und Abkühlung des Universums verbunden waren.<sup>191</sup> Die Suche nach einer fundamentalen Weltformel, nach der «Theorie für Alles» (engl.: «Theory of Everything»),<sup>192</sup> aus der sich die Vielfalt der Erscheinungen, der Urzustand des Universums und die ganze kosmische Evolution erklären lässt, ist aber noch immer ein Projekt, ein «work in progress». Die Superstringtheorie lässt sich zur Zeit weder verifizieren noch falsifizieren, weil sie keinesfalls direkt überprüft werden kann. Die Logik und die Schönheit dieser auf den Prinzipien von Symmetrie beruhenden Theorie und ihren eleganten, widerspruchsfreien mathematischen Modells<sup>193</sup> garantieren allerdings nicht die Übereinstimmung mit der Realität unseres Universums.<sup>194</sup>

Vielleicht gibt es eine Art von Analogie im Bereich der Musik: Mathematisch – geometrische Logik, Symmetrie und Schönheit einer kompositorischen Struktur oder Formkonstruktion garantieren nicht, dass es sich um eine schöne, wertvolle oder «richtige» Musik handelt, obwohl eine solche Übereinstimmung nicht ausgeschlossen ist. Im Unterschied zur Wissenschaft, die Überprüfung und Verifikation verlangt, lässt sich die «künstlerische Wahrheit» (im Sinne einer wertvollen künstlerischen Leistung, die immer auf einer einmaligen, ästhetisch relevanten formal – inhaltlichen Synthese beruht) ohne Theorie und Beweis unmittelbar, intuitiv erkennen - und das reicht.<sup>195</sup>

---

<sup>191</sup> Die sehr allgemeine stetige Gruppe  $E_8 \times E_8$  beschreibt «die volle Symmetrie eines sehr hohen Energiezustandes, in dem alle Elementarteilchen ununterscheidbar und daher ineinander transformierbar sind. Während der Abbremsung der kosmischen Evolution und der damit verbundenen 'Abkühlung' werden schrittweise kritische Zustände realisiert, in denen die ursprünglichen Vereinigungs-Symmetrien in Teil-Symmetrien auseinanderbrechen und die jeweiligen Elementarteilchen und die damit verbundenen physikalischen Wechselwirkungen entstehen.» Aus: K. Mainzer, *Symmetrie*, in: *Historisches Wörterbuch der Philosophie*, Band 10, hrsg. von Joachim Ritter und Karlfried Gründer, Schwabe Verlag, Basel, S. 750.

<sup>192</sup> Die ganze Problematik erörtert Steven Weinberg (Nobelpreis für Physik 1979) von unterschiedlichen Gesichtspunkten aus in seinem Buch *Dreams of a Final Theory. The Search For The Fundamental Laws Of Nature*, Vintage Edition, London 1993. Es folgen zwei signifikante Gedanken aus diesem Werk: «Based on this century of experience, it is generally supposed that a final theory will rest on principles of symmetry.» (S. 169) «Plato and the neo-Platonists taught that the beauty we see in nature is a reflection of the beauty of the ultimate, the *nous*. For us, too, the beauty of present theories is an anticipation, a premonition, of a beauty of the final theory.» (S. 131)

<sup>193</sup> «The English mathematician G. H. Hardy explained that 'mathematical patterns like those of the painters or the poets must be beautiful. The ideas, like the colors or the words must fit together in a harmonious way. Beauty is the first test. There is no permanent place for ugly mathematics'.» Aus: Steven Weinberg, *Dreams of a Final Theory*, Vintage Edition, London 1993, S. 121-122.

<sup>194</sup> Vgl.: Davorin Kempf und Krunoslav Pisk: *Simetrija u znanosti i umjetnosti: glazba – fizika* (Symmetry in Sciences and Arts: Music – Physics), in: *Arti Musices*, 32/1, Zagreb 2001, K. Pisk: S. 119-120.

<sup>195</sup> «The beauty that we find in physical theories like general relativity or the standard model is very like the beauty conferred on some works of art by the sense of inevitability that they give us – the sense that one would not want to change a note or a brush stroke or a line. But just as in our appreciation of music or painting or poetry, this sense of inevitability is a matter of taste and experience and cannot be reduced to formula.» Aus: Steven Weinberg, *Dreams of a Final Theory*, Vintage Edition, London 1993, S. 118.

## SYMMETRIE IM CHAOS - Selbstähnlichkeit in komplexen Systemen

Der Begriff «Chaos» führte (1973) der Mathematiker James A. Yorke ein. Es handelt sich um solche dynamischen Systeme / Prozesse, die sich unendlich komplex – im Prinzip zwar berechenbar, praktisch aber doch unberechenbar – entfalten. Z. B. Wettermodelle, turbulente Strömungen (Strömung in engen Wasserrohren und hinter Brückenpfeilern) u. ä.

Eine Pioniertat in diesem experimentellen, hochkomplizierten mathematischen Bereich leistete der Meteorologe Edward Lorenz mit seinem *Lorenzattraktor*.

Deterministisches Chaos und Fraktale untersuchte Benoit B. Mandelbrot, der Vater der fraktalen Geometrie (*Fraktale Objekte*, 1975)<sup>196</sup>. Forschungen in diesem Bereich sind mit den Begriffen «virtuelle Realität» und «experimentelle Mathematik» verbunden. Seine *Mandelbrotmenge* ist eine computergraphische Entdeckung, die einen Bogen von Chaos zur Symmetrie spannt, und universelle Bedeutung für komplexe dynamische Systeme hat. Endlos neue Formen, Wechselspiel von Selbstähnlichkeit und Nichtselbstähnlichkeit, Komplexität des mathematischen Gebildes sind einige der wesentlichen Merkmale dieses phantastischen Objektes.<sup>197</sup>

Der Begriff «deterministisches Chaos» ist in der klassischen Physik mit Unvorhersagbarkeit der Geschehnisse, wegen der Unmöglichkeit der präzisen Bestimmung des Anfangszustandes eines Systems verknüpft. Geringe Abweichungen bzw. Fehler bei der Bestimmung des Anfangszustandes eines physikalischen Systems hat später die unerwartet großen Änderungen zur Folge. Das System wird chaotisch.<sup>198</sup>

In einem chaotischen Regime, das durch einen Computer programmiert werden kann, erscheinen zeitweilig kurze periodische Vorgänge. Unregelmäßigkeit und Regelmäßigkeit,

---

<sup>196</sup> Zwei Jahre später veröffentlichte Mandelbrot sein berühmtes Buch *The Fractal Geometry of Nature*.

<sup>197</sup> Vgl.: Heinz-Otto Peitgen, *Symmetrie im Chaos*, in: *Symmetrie in Geistes- und Naturwissenschaft: Hauptvorträge u. Diskussionen d. Symmetrie-Symposiums an d. Techn. Hochsch. Darmstadt*, hrsg. von Rudolf Wille, Springer-Verlag, Berlin 1988, S. 38.

<sup>198</sup> Henri Poincaré, der mit der Mathematik des deterministischen Chaos beschäftigt war, versöhnte Zufall, oder «effektive Gesetze» (Henning Genz), und Determinismus, oder «fundamentale Naturgesetze» miteinander in folgender Feststellung: «Eine sehr kleine Ursache, die uns entgehen mag, bewirkt einen beachtlichen Effekt, den wir nicht ignorieren können, und dann sagen wir, dass der Effekt auf Zufall beruht.» Aus: Henning Genz, *Wie die Zeit in die Welt kam. Die Entstehung einer Illusion aus Ordnung und Chaos*, Carl Hanser Verlag, München Wien 1996, S. 297. - H. Genz sagte denselben Gedanken folgendermaßen aus: «Durch die Brille der Physik gesehen, besitzt jedes Naturphänomen zwei Ursachen: erstens die allgemeingültigen Naturgesetze und zweitens die Umstände, unter denen sie wirken.» Aus: Henning Genz, *Wie die Zeit in die Welt kam*, Epilog, S. 303. - «Nature, as a matter of fact, seems to be so designated that the most important things in the real world appear to be a kind of complicated accidental result of a lot of laws.» Aus: Richard P. Feynman, *The Character of Physical Law*, Penguin Books, London 1992, S. 122.

Unordnung und Ordnung kommen abwechselnd vor. Ähnliche Vorgänge (vom Chaos zur Ordnung und *vice versa*) findet man in der musikalischen Komposition.

Die Physiker und Mathematiker Gumowski und Mira untersuchten die Relation zwischen Ästhetik und Chaos. Die veröffentlichten Resultate ihrer Computerexperimente enthalten viele Beispiele des «ästhetischen Chaos» (*chaos esthétique*).<sup>199</sup>

Kosmos und Chaos, Ordnung und Unordnung charakterisieren die Dynamik der physikalischen und künstlerischen Welt. Henry Miller sagte: «Chaos is the score upon which reality is written.»<sup>200</sup> Der große Musiker, Mathematiker und Philosoph aus der Epoche *Ars nova* Johannes Muris erklärte den Begriff *figura circularum* im vierten Kapitel seines Traktats *Musica Speculativa* (Paris, 1323) durch einen tiefen und hochinteressanten Gedanken: «*haec figura tanquam chaos in quo multae formae latent*».<sup>201</sup> Die Idee des Chaos, in dem viele Formen auf einer latenten Weise vorhanden sind, bezieht sich nicht nur auf das künstlerische Schaffen sondern auch auf das menschliche Leben.

Es folgen einige Komponisten, kompositorische Werke und Bereiche, in denen sich die Idee des Chaos («*in quo multae formae latent*») oder einer Art vom «deterministischen» Chaos manifestiert.

Zu Beginn des 4. Satzes seiner *III. Sinfonie* komponierte Beethoven eine stilisierte Vorstellung des Chaos (Ausdrucksmitteln der klassischen Epoche angemessen). Aus den separaten kurzen *pizz.*- Tönen (T. 12 ff) wird später das Hauptthema entwickelt.

Die Grenze eines chaotischen Zustandes erreichte Beethoven in seiner *Großen Fuge Op. 133* für Streichquartett bei der polyphonen Gegenüberstellung von völlig unterschiedlichen thematisch – kontrapunktischen Linien, deren eigentümliche rhythmische Strukturen einen dichten polyrhythmischen polyphonen Satz bilden.

---

<sup>199</sup> Z. B.: Aesthetic chaos in Mira's model. Aus: Hans Lauwerier, *Fractals. Endlessly Repeated Geometrical Figures*, Penguin Books, Princeton University Press, Princeton New Jersey 1991, S. 137.

<sup>200</sup> Aus: Heinz-Otto Peitgen, *Symmetrie in Chaos. Selbstähnlichkeit in komplexen Systemen*, in: *Symmetrie in Geistes- und Naturwissenschaft*: Symmetrie-Symposium, Darmstadt 1986, hrsg. von Rudolf Wille, Springer-Verlag, New York Heidelberg 1988, S. 30.

<sup>201</sup> *Figura circularum*. «Sed haec musica quasi unum chaos, in quo latitant plures formae, potest rationabiliter appellari, a qua secundum plus & minus conclusiones nobilissimas considerantis segregat intellectus, unus enim ab ea haurire poterit, quod alter numquam videt.» Aus: *Eiusdem Tractatus de Musica*. Ex MS. Cod. Mellic. Collato cum Vindob. *Ioannis de Muris Musica Speculativa*, S. 261.



**B**  
T.79 (Allegro)

Violino I  
Violino II  
Viola  
Violoncello

L. van Beethoven, *Große Fuge Op. 133*, 1. Teil, Doppelfuge in B-Dur, T. 79-80.

Haydns Oratorium *Die Schöpfung* beginnt mit der Einleitung unter dem Titel *Die Vorstellung des Chaos*. Die ganze Entwicklung führt zur Kulmination: «Es werde Licht» - C-Dur!

*Amen der Schöpfung*, der erste Satz des 7-teiligen Zyklus *Visions de l'Amen* für zwei Klaviere (1943) von O. Messiaen, mag als eine Vorstellung des Chaos, in dem gewisse Formen versteckt sind, aufgefasst werden.

Harmonische Klangstrukturen des Lichtes und chaotische Klangkonglomeraten von elektroakustisch transformierten Abschnitten aus meiner Vokal- und Instrumentalmusik charakterisieren meine Tape-Komposition *Fiat lux*, die 1994 im elektronischen Studio der Technischen Universität Berlin realisiert wurde. Die 1990 komponierte *Freske* für Orchester und Orgel fängt mit einem großen chaotischen Cluster-Fleck an, in dem einige, für die weitere kompositorische Entwicklung bedeutende Motive oder melodische Fragmente, auf einer latenten Weise vorhanden sind (z. B.: Orgel, Pedal: *DIES IRAE*).

Es gibt zahlreiche Werke von K. Stockhausen, M. Kagel, D. Schnebel, Ch. Ives, J. Cage, H. Cowell, F. Rzewski, C. Wolff, E. Brown, L. Berio, S. Bussotti, K. Penderecki, P. Boulez, I. Xenakis, P. Schaeffer, J. Slavenski, I. Malec usw., in denen die Idee des Chaos auf unterschiedliche Art und Weise zustandekommt.<sup>202</sup>

Neue kompositorische Techniken und Technologien, die im 20. Jahrhundert entwickelt wurden, sind irgendwie mit Unordnung und Chaos sowohl auf der Ebene des Klangbildes als auch im Bereich der Formgestaltung verbunden: Aleatorik und andere

<sup>202</sup> Z. B.: Sylvano Bussotti, *Piano Piece for David Tudor*. Aus: Karlheinz Stockhausen, *Musik und Graphik*, in: *Darmstädter Beiträge zur Neuen Musik III*, hrsg. von Wolfgang Steinecke, B. Schott's Söhne, Mainz 1960, S. 9.

Formen von Improvisation (einschließlich *jazz* und *free jazz*), Polytonalität, Polymodalität, Atonalität, homophone und polyphone Cluster-Progressionen, musikalische Collagen, *la musique concrete*, elektroakustische Musik, Computermusik, live – Elektronik, Quadrophonie und andere Möglichkeiten der Raum-Komposition bzw. der Klangbewegung im Raum, Momentform, offene Form usw. Solche Erscheinungen verlangten entsprechende Notationsänderungen oder ganz neue graphische Darstellungen.<sup>203</sup>

Zur Zeit befindet sich unser Kosmos (der auch die chaotischen Vorgänge einschließt) in einer Expansionsphase (8. Epoche nach Harald Fritzsch). Ist er offen oder geschlossen, expandiert er für immer oder, nachdem er eine maximale Größe erreicht, fällt er anschließend wieder in sich zusammen (so dass alle Epochen gewissermaßen «rückwärts» durchlaufen), weiß man nicht.<sup>204</sup>

Andrej Sacharow entwickelte eine kosmologische Pulsations-Hypothese, nach der sich das Universum zyklisch ausdehnt und wieder zusammenzieht. (Etwa alle 60 Milliarden Jahre beginnt das zyklische Prozeß aufs Neue.) Nach Sacharows Modell «eines 'pulsierenden Weltalls' müssten sich Universum auf Antiuniversum (s. o. Teilchen-Antiteilchen-Vertauschung) ewig die Hand reichen».<sup>205</sup>

Sacharows Modell des oszillierenden Universums entspricht einem Symmetrisationsprozess in der ARS EVOLUTORIA (vormals: Symmetrismus). In der Morpho-Evolution von Natur und Kunst spielt die Symmetrisation eine entscheidende Rolle. Werner Hahn, der sich mit diesem Thema beschäftigte, und dessen Meinung nach auch die Denkprozesse als Symmetrisationsprozesse bezeichnet werden können, gestaltete die *Einladung* für «erste 'größere' Ausstellung von Bildern unter dem Stilbegriff *Harmonic-Art / Symmetrismus*» (in Köln, 1971) auf folgende Weise:

---

<sup>203</sup> Eine systematische Darstellung der musikalischen Notation im 20. Jahrhundert ist im folgenden Buch zu finden: Erhard Karkoschka, *Das Schriftbild der Neuen Musik*, Hermann Moock Verlag, Celle 1966. Z. B.: Roland Kayn: *Galaxis*. Multiple Klangstruktur für variables Instrumentalensemble. Ausschnitt: 90° des Kreises, S. 114.

<sup>204</sup> Die weitere Entwicklung scheint in erster Linie von der gesamten Massendichte im Kosmos (einschließlich der unsichtbaren «kalten dunklen Materie») abhängig zu sein. «In fact, the present density seems to be very close to the critical density that separates recollapse from indefinite expansion. If the theory of inflation is correct, the universe is actually on the knife edge. So I am in the well-established tradition of oracles and prophets of hedging my bets by predicting both ways.» Aus: Stephen Hawking, *Black Holes and Baby Universes and Other Essays*, Bantam Books, New York 1993, 13 *The Future of the Universe*, S. 155.

<sup>205</sup> Aus: Werner Hahn, *Symmetrie als Entwicklungsprinzip in Natur und Kunst*, Langewiesche Königstein 1989, S. 94, Abb. 228: *Symmetrie des Weltalls* (ein Modell des Weltalls, das nach Expansion [1-3] in eine Gravitations-Kontraktion [4] übergeht).

---

*Am Anfang war  
die Symmetrie  
Plato  
Werner Heisenberg  
(1968)*

*Das Schöne ist eine  
Manifestation  
geheimer Naturgesetze  
Goethe*

aufbauprinzipien des weltbildes –  
geburt eines stiles der malerei:

**HARMONIC – ART**

↓   ↑

**SYMMETRISMUS**

im weiteren sinne  
DUALISMUS  
DIALEKTIZISMUS  
KOMPLEMENTARISMUS  
POLARISMUS  
TOTALITARISMUS

**einladung**

---

Werner Hahns *Einladung* für die Ausstellung *Harmonic-Art / Symmetrismus* (Köln, 1971).

### III. KAPITEL

#### SYMMETRIE UND VARIATION IN DER MUSIKALISCHEN ZEIT UND IM RAUM

##### Kompositorische, psychologische und philosophische Aspekte

##### Der musikalische Zeit-Raum

Musik ist eine Kunst, die in ihrem Wesen mit der zeitlichen Dimension verbunden ist<sup>206</sup> (= der ontologische Aspekt). Musikalische Form lässt sich als eine spezifische Art von Zeitartikulation definieren. Die Reihenfolge der musikalischen Geschehnisse<sup>207</sup> bzw. die Entfaltung der musikalischen Form im Zeitverlauf erleben wir zugleich, laut unserer Gesamterfahrung in der Welt, als ein graduelles Fortschreiten, eine Bewegung im Raum. Während in der bildenden Kunst oder in der Architektur der Raum physisch gegeben ist, handelt es sich in der Musik um einen imaginären Raum, der erst durch den Zeitablauf produziert wird.<sup>208</sup>

Der musikalische Zeit-Raum ist ein einheitliches Feld, dessen «Topologie» durch zeitlich-räumliche Konstellation aller klingenden und nicht-klingenden Elemente (Töne, Klänge, Geräusche und Stille bzw. Pausen) bestimmt wird. Alle Symmetrieverfahren, die im Prozess der Formentwicklung realisiert werden, sind dynamische Symmetrieverfahren.

Der Schein einer Umwandlung zeitlicher Beziehungen in gleichsam räumliche spielt eine bedeutende Rolle bei der Wahrnehmung und Auffassung der formalen Zusammenhänge in den hierarchischen, organischen Entwicklungsformen der traditionellen Musik, die auf den

---

<sup>206</sup> In seinem Brief an Otto Korradi (April 1940) äußerte Hermann Hesse seine Meinung über das Wesen der Musik: «Sie ist, so scheint mir, philosophisch formuliert: ästhetisch wahrnehmbar gemachte Zeit. Und zwar Gegenwart. Und dabei wieder fällt einem die Identität von Augenblick und Ewigkeit ein.» Aus: Volker Michels (Hrsg.), *Hermann Hesse Musik. Betrachtungen, Gedichte, Rezensionen und Briefe*, Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main 1976 und 1986, S. 177.

<sup>207</sup> «Die notwendige Form der Musik ist die Succession.» - «Die Musik ist ein reales Selbstzählen der Seele.» Aus: Friedrich Wilhelm Joseph Schelling, *Schriften 1801-1803*. Philosophie der Kunst, = Ausgewählte Schriften, Band 2, Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main 1985, S. 319. (Erstmals vorgetragen zu Jena im Winter 1802 bis 1803, wiederholt 1804 und 1805 in Würzburg.)

<sup>208</sup> Bezugnehmend auf das Kultus der Musik im *Glasperlenspiel* schrieb Hermann Kasack in seinem Essay *Hermann Hesses Verhältnis zur Musik*: «Die für den Kastalier und den Spielmeister so wichtige Fähigkeit des Meditierens, der jedem frommen Asiaten vertrauten Form der Selbstversenkung, lernt Knecht unmittelbar aus dem Erlebnis der Musik: beim Meditieren verwandeln sich ihm die Töne, der Gang der Noten in eine mathematische Figur, in ein rhythmisches Ornament.» Aus: Volker Michels (Hrsg.), *Hermann Hesse Musik*, Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main 1986, S. 14.

«Die Formen der Künste sind verschieden; sehr verschieden in Sonderheit die der bildenden von denen der musischen Künste. Denn die Form jener drei Künste (Architektur, Plastik, Malerei) ist die räumliche Anordnung eines gleichzeitigen Nebeneinander, die Form dieser (Ton-, Dicht- und Tanzkunst) aber die zeitliche Anordnung eines gleichzeitigen Nebeneinander. Dies ist natürlich *cum grano salis* zu verstehen. Denn philosophisch ist nichts räumliches ohne Zeit und nichts zeitliches ohne Raum denkbar.» Aus: Alfred Lorenz, *Der musikalische Aufbau von Richard Wagners «Tristan und Isolde»*, = *Das Geheimnis der Form bei Richard Wagner*, Band II, verlegt bei Hans Schneider, Tutzing 1966, S. 7.

Grundprinzipien von Wiederholung, Variation und Kontrast beruhen, und deren Verlauf grundsätzlich einer einzigen zeitlichen Bewegungsrichtung unterworfen ist.<sup>209</sup> Sukzessive Logik der Anordnung von Motiven, Themen, Harmonien, melodisch – harmonischen Progressionen und formalen Teilen, die der Zuhörer verfolgt, schließt das Gegenwärtige mit dem Vergangenen zusammen und weist auf das Kommende hin. Immanente Logik dieses Prozesses ist die Quelle der «Sprachähnlichkeit» der «tonalen» Formen.

Wiederholung bedeutet nicht immer – Symmetrie. Das hängt vom Kontext ab. Zum Beispiel, verschiedene Formtypen der westeuropäischen Musiktradition, die als Reihenformen mit wiederholten Teilen bezeichnet werden können, lassen sich in zwei Grundkategorien einordnen: **1. Symmetrische Formen**

## **2. Unsymmetrische Formen**

Beispielsweise gibt es zwei Typen der klassischen Rondoform mit drei Themen:

1. **A B A C A** (L. van Beethoven, *Klaviersonate op. 53, Waldstein, Finale*), und
2. **A B A C A B A** (L. van Beethoven, *Klaviersonate op. 14 Nr. 1, 3. Satz – Rondo*).

Natürlich, nur der letzte Typ lässt sich als symmetrisch bezeichnen.<sup>210</sup> Bei den periodischen Wiederholungen werden die thematischen Teile (aus ästhetischen Gründen) variiert. In dieser Hinsicht ist die Symmetrie gebrochen.

Es gibt noch eine interessante Tatsache. Durch die Wiederholung / Translation einer unsymmetrischen Formkonstruktion erscheint eine symmetrische Formkonstruktion. Zum Beispiel:

**a b** = Kontrast, keine Symmetrie,

**a b a b** = translative Symmetrie.

**M M** **a b** wird zum Modell (**M**), das wiederholt wird.

**Modell + Translation = symmetrische Ganzheit**

<sup>209</sup> Entsprechende Merkmale des traditionellen Romans sind: Der übergeordnete Zusammenhang der Handlung und das Entfalten einer zusammenhängenden Fabel, die eine Kette der Kausalität und eine wertende Selektion der Dingen- bzw. Erfahrungswelt einschließen. Vgl.: Viktor Žmegač, *Der europäische Roman. Geschichte seiner Poetik*, 2., unveränderte Auflage, Max Niemeyer Verlag, Tübingen 1991, S. 316-317.

<sup>210</sup> Obwohl es in der ersten, kürzeren Rondo-Form gewisse latente symmetrische Beziehungen zwischen den Teilen gibt: **A B A C A**, ist die formale Ganzheit nicht symmetrisch.

|.....|

Es folgt ein Beispiel aus dem mikroformalen Bereich:

W. A. Mozart: *Fantasie* für Klavier, K.V. 475, *Adagio*:

Das eintaktige Motiv **a** + das neue eintaktige Motiv **b** = **a b** .

Das zweitaktige Modell **a b** + die Doppeltranslation (in der Zeit und Höhe) = die symmetrische Ganzheit **a b a b** (= kleiner Satz).

Dies gilt auch für die Bar-Form **a a b** (zwei «Stollen» und «Abgesang»). Obwohl die Wiederholung / Translation des ersten Teils (**a a**) ein Symmetrieverhältnis darstellt, kann die Ganzheit (*Stollen-Stollen-Abgesang*) nicht als symmetrisch bezeichnet werden. Erst durch die Wiederholung / Translation des ganzen dreiteiligen Modells (**a a b**) erscheint ein symmetrisches Verhältnis:

**a a b a a b . . .**  
**M M**

Zum Beispiel: Franz Schubert, *Schweizerlied*<sup>211</sup> (Goethe):

**a a'** (kleine Periode, 4 + 4 T. - Singstimme)

**b** (2 korrespondierende Phrasen bzw. kleiner Satz, 2 + 2 = 4 T. – Klavier *solo*)

Strophisches Lied: **a a b a a b a a b a a b**

t----->

Der Prozess der Formentwicklung wird im Schriftbild visuell dargestellt. Das zweidimensionale Nebeneinander aller formalen Elemente und Teile bedeutet eine Erstarrung des Gesamtprozesses, eine simultane Darstellung oder Konservierung aller strukturellen Verhältnisse innerhalb einer Komposition.<sup>212</sup> Dynamische Symmetrieverhältnisse werden in statische umgewandelt.

Die statisch dargestellten dynamischen Symmetrieverhältnisse des imaginären, durch den Zeitablauf erzeugenden Raums, werden bei einer Aufführung gleichsam in einem realen, dreidimensionalen Raum (z. B. im Konzertsaal) verwirklicht, in dem die Schallquellen (Instrumente, Sänger, Lautsprecher) nach einem gewissen Plan distribuiert werden. Früher - links und später - rechts im Schriftbild und im Aufführungsraum korrespondieren manchmal

<sup>211</sup> *Schubert-Album*, Bd. 7, revidiert von Max Friedlaender, C. F. Peters, No. 2270, Leipzig, S. 36.

<sup>212</sup> Das Nebeneinander von musikalischen Elementen und Formabschnitten bei der musikalischen Umwandlung zeitlicher Beziehungen in gleichsam räumliche, kann mit dem Nebeneinander von Farben und Flächen in der Malerei verglichen werden. Es gibt Kompositionen von Earle Brown oder John Cage, die ebenso als Bilder wie als Musik aufgefasst werden können. Bei einer musikalischen Interpretation bzw. Aufführung solcher Werke (z. B. Earle Browns Klavierstücke *Four Systems* oder *For David Tudor, Dec. 1952*) müssen die optischen, räumlichen Verhältnisse der konstruktivistischen Bilder in zeitliche Relationen übersetzt werden. Die Bewegungsrichtung der Zeitachse ist nicht im voraus bestimmt. Sie ist flexibel und folgt dem Blick, der über das Bild in verschiedene Richtungen wandert.

miteinander. Das folgende Beispiel der translativen Symmetrie im polyphonen Kontext stellt diese Verhältnisse dar:

VI. II      Vle  
VI. I                      Vcl.+ Cb.

**Partitur (Streicher):**                      **Konzertsaal (Streicher):**

L. van Beethoven, *Sinfonie Nr. 5* in c-Moll, Op. 67, 1. Satz, T. 25-29.

Eine andere Projektion des Zeitablaufs im imaginären Raum ist in der Zwölfton- oder seriellen Musik zu finden. Die Austauschbarkeit der zeitlichen Richtungen, besonders im Spätwerk Weberns und in den integral-seriellen Kompositionen Messiaens oder Boulezs, die durch ständige Verwendung von originalen und rückläufigen Motivgestalten und anderen strukturellen Mittelachsengruppierungen erreicht wird, ruft eine psychologische Wirkung des ständigen Kreisens in einem vorgetäuschten, abstrakten Raum hervor.

Die durch das serielle Prinzip erreichten komplexen Strukturen mit ihren innewohnenden Symmetrien wirken statisch. Man spürt sozusagen eine Tendenz zur Zeitlosigkeit. Das auf der geometrischen Abstraktion beruhende Klangkonstellation stellt eine Reihe von «Klangobjekten» (Tönen, deren Parameter und Positionen durch das serielle Mechanismus determiniert sind) in einem abstrakten Raum, in dem horizontale, vertikale und diagonale Aspekte grundsätzlich nicht mehr zu unterscheiden sind.<sup>213</sup> Früher und später, hier und dort haben keine wesentliche Bedeutung.<sup>214</sup>

<sup>213</sup> Beispiele: *Sonate* für zwei Klaviere von Goeyvaerts, *Mode de valeurs et d'intensités* von Messiaen, *Structure I a* von Boulez.

<sup>214</sup> «Was ist die Zeit? Ein Geheimnis, - wesenlos und allmächtig. Eine Bedingung der Erscheinungswelt, eine Bewegung, verkoppelt und vermengt dem Dasein der Körper im Raum und ihrer Bewegung. Wäre aber keine Zeit, wenn keine Bewegung wäre? Keine Bewegung, wenn keine Zeit? Frage nur! Ist die Zeit eine Funktion des Raumes? Oder umgekehrt? Oder sind beide identisch? Nur zu gefragt! Die Zeit ist tätig, sie hat verbale Beschaffenheit, sie 'zeitigt'. Was zeitigt sie denn? Veränderung! Jetzt ist nicht Damals, Hier nicht Dort, denn zwischen beiden liegt Bewegung. Da aber die Bewegung, an der man die Zeit mißt, kreisläufig ist, in sich selber beschlossen, so ist das eine Bewegung und Veränderung, die man fast ebensogut als Ruhe und Stillstand bezeichnen könnte; denn das Damals wiederholt sich beständig im Jetzt, das Dort im Hier. Da ferner eine endliche Zeit und ein begrenzter Raum auch mit der verzweifeltsten Anstrengung nicht vorgestellt werden können, so hat man sich entschlossen, Zeit und Raum als ewig und unendlich zu 'denken', - in der Meinung offenbar, dies gelinge, wenn nicht recht gut, so doch etwas besser. Bedeutet aber nicht die Statuierung des Ewigen und Unendlichen die

Sowohl in der Literatur als auch in der Musik kann der Zeitablauf dissoziiert werden. Zeitliche Verschiebungen in der mosaikartigen Form des Romans *Cronica de una muerte anunciada*<sup>215</sup> von Gabriel Garcia Márquez, die auf die Technik der Filmmontage hinweisen, die Umschichtungen und Interpolationen von Ereignissen und Gedanken (innere Monologe) im James Joyces «Bewußtseinsfluß-Roman» *Ulysses*, sowie die flutenden Assoziationen und Beschreibungen psychischer Vorgänge in seinem letzten Werk *Finnegans Wake* (1939) oder die Dynamik des «Kinostils» in Alfred Döblins *Berlin Alexanderplatz (- die Geschichte vom Franz Biberkopf)*, die nicht nur die Aufeinanderfolge der Ereignisse sondern auch die Simultanität der Ereignisvielfalt, d. h. eine verwirrend vielfältige Realität widerspiegelt<sup>216</sup>, sind eklatante Beispiele aus der Literatur.

Analoge Erscheinungen in der Musik wären z. B. die polyphone Struktur des Kanons<sup>217</sup> und der Fuge, die sogenannte «Scheinreprise» oder *Quasi*-Reprise (verfrühtes Eintreten der Reprise) im klassischen Sonatensatz<sup>218</sup>, verschiedene Formen von Schichtüberlagerungen bzw. Simultanismus der Ereignisse und Technik der Collage in der elektroakustischen und anderen Raum-Kompositionen<sup>219</sup> oder im neuen Musiktheater von

---

logisch – rechnerische Vernichtung alles Begrenzten und Endlichen, seine verhältnismäßige Reduzierung auf Null? Ist im Ewigen ein Nacheinander möglich, im Unendlichen ein Nebeneinander? Wie vertragen sich mit den Notannahmen des Ewigen und Unendlichen Begriffe wie Entfernung, Bewegung, Veränderung, auch nur das Vorhandensein begränzter Körper im All? Das frage du nur immerhin!» Aus: Thomas Mann, *Der Zauberberg*, 6. Kapitel *Veränderungen*, S. 474, Fischer Taschenbuch Verlag, Frankfurt am Main 1991.

<sup>215</sup> *Chronik eines angekündigten Todes* (Fischer Taschenbücher, Bd. 16253, Frankfurt am Main 2004)

<sup>216</sup> Die Komposition des Romans *Berlin Alexanderplatz* (1929) ist dem «Simultanismus» des modernen amerikanischen Romans verwandt. (Z. B. Dos Passos, *The 42nd Parallel [1930]*: Technik der Montage oder Collage [unmittelbare Einblendung von unterschiedlichen Textsegmenten]). - In diesem Kontext möchte ich die Vielschichtigkeit der italienisch – kroatischen Familienverhältnisse («Familienfuge») und verwirrend vielfältige Realität der neueren politischen Geschichte (zweite Hälfte des 19. und erste Hälfte des 20. Jahrhunderts) der Stadt Rijeka (Fiume) in den Romanen *Vježbanje života* (1981) und *Berenikina kosa* (1988) vom kroatischen Schriftsteller Nedjeljko Fabrio erwähnen.

<sup>217</sup> «Daß du nicht enden kannst, das macht dich groß,

und daß du nie beginnst, das ist dein Los.

Dein Lied ist drehend wie das Sterngewölbe,

Anfang und Ende immerfort dasselbe,

und was die Mitte birgt, ist offenbar

das, was zu Ende bleibt und anfangs war.»

(Goethe)

Aus: Heinrich Martens (Hrsg.), *Der Kanon*, bearbeitet von Fritz Jöde, = *Musikalische Formen in historischen Reihen*, 17. Band, Chr. Friedrich Vieweg, Berlin Lichterfelde 1988, Einleitung, S. 2.

<sup>218</sup> Z. B.: L. van Beethoven, *Klaviersonate Op. 2 Nr. 3, C-Dur*, erster Satz *Allegro con brio*, T. 109: Schein- bzw. *Quasi*-Reprise in D-Dur. (Eigentliche Reprise tritt später im T. 139 in C-Dur ein.)

<sup>219</sup> Z. B.: K. Stockhausens *Solo* für Melodie-Instrument mit Rückkoppelung (1966).



Mauricio Kagel<sup>220</sup> und die in der europäischen Musikgeschichte sehr verbreitete Technik der Zitate.<sup>221</sup>

Die vielschichtige Struktur des musikalischen Zeit-Raums wird im Vokalkanon durch textliche Polyphonie unterstrichen. Ein schönes Beispiel ist das fünfstimmige *Agnus Dei II* aus der Komposition *Missa ad Fugam* von Giovanni Pierluigi da Palestrina. Es ist eigentlich ein Doppelkanon (Männerchor, Bass – Tenor: Kanon I; Frauenchor, Alt I – Alt II, Sopran: Kanon II).<sup>222</sup>

Der Prozess der Strukturbildung im live-elektronischen Stück *Solo* für Melodie-Instrument mit Rückkoppelung (1966) von K. Stockhausen schließt die vielschichtigen Erinnerungen, Kommentare, Ergänzungen und «Ankündigungen» des «laut denkenden» Spielers ein. Das klanglich wahrnehmbare mehrdimensionale Denken und Erleben vereinigt das Gegenwärtige, zuvor Gespielte und Folgende.<sup>223</sup>

Eine hochinteressante Struktur des musikalischen Zeit-Raums ist im *Orgelbuch (Livre d'orgue, 1951)* von O. Messiaen zu finden. Der erste Stück *Reprises par Interversio* (*Wiederholungen durch Interversio*), der auf den Hindu – Rhythmen *pratapacekhara*, *gajajhampa* und *sarasa*<sup>224</sup> beruht, teilt sich in vier Abschnitte:

**1. Abschnitt:** Exposition, die Musik in ihrer Grundgestalt.

Die ausgewählten drei Hindu – Rhythmen sind mit drei Gruppen von verschiedenen Tönen (Tonhöhen) verknüpft (*pratapacekhara*: 3 Töne, *gajajhampa*: 3 Töne, *sarasa*: 6 Töne), die eine Zwölfertonreihe bilden. Die Gruppe von 3 Rhythmen kommt (sukzessiv) 6 Mal vor.

---

<sup>220</sup> Z. B.: *Hallelujah* Film für zwei Chöre und Orgel (1968/69); *Montage* für verschiedene Schallquellen (instrumentale Fassung, 1967) oder *Montage`a titre de spectacle* (szenische Fassung, 1968).

<sup>221</sup> Z. B. Bachs Choral *Es ist genug* (merkwürdigerweise in B-dur) im letzten Satz *Adagio* des *Violinkonzertes* von Alban Berg, oder die *Sequentia Dies irae, dies illa* im 5. Satz *Songe d'une Nuit du Sabbat* der *Symphonie Fqantastique* von Hector Berlioz.

<sup>222</sup> Giovanni Pierluigi da Palestrina (1524-1596), *Missa ad Fugam, Agnus Dei II*, aus: *Le opere complete di Giovanni Pierluigi da Palestrina*, Volume IV, *Il libro secondo delle messe a 4, 5 e 6 voci*, per cura e studio di Raffaele Casimiri, Edizione Fratelli Scaleri, Roma 1939 – XVII, S. 89-90.

<sup>223</sup> Der Autor erklärt: «In der bisherigen Solo-Musik folgte immer eins nach dem anderen; der zeitliche Ablauf wurde als eine Linie konzipiert und gehört. Mir schwebten jedoch musikalische Räume vor, in denen die Reihenfolge der Ereignisse nicht festliegt, sondern in denen man sich in alle Richtungen bewegen kann, ähnlich wie man eine mobile Skulptur betrachtet. Die Spontanität des Spielens und das akustische 'Aufspeichern' und 'Vertikalisieren' von musikalischen Momenten müßte dieses räumliche Bewußtsein erlebbar machen.» Aus: Karlheinz Stockhausen, *Texte zur Musik 1963-1970*, hrsg. von Dieter Schnebel, = DuMont Dokumente, Band 3, Verlag M. DuMont Schauberg, Köln 1971, S. 86.

<sup>224</sup> Die drei Hindu - Rhythmen werden als «rhythmische Personen» behandelt. Ihre Rolle in der musikalischen Entwicklung könnte man mit einer imaginären Szene auf der Theaterbühne vergleichen. Die erste Person (*pratapacekhara*) ist die treibende Kraft bzw. die angreifende Person, die zweite Person wird angegriffen (*gajajhampa*) und zum Handeln angetrieben und die dritte betrachtet unbeweglich den Konflikt. Laut der dramaturgischen Funktion wird bei jeder Wiederholung dem Rhythmus *pratapacekhara* ein Zweiunddreißigstel pro Zeitwert hinzugefügt, dem Rhythmus *gajajhampa* ein Zweiunddreißigstel pro Zeitwert weggenommen, während der Rhythmus *sarasa* bei allen Wiederholungen unverändert bleibt. Die Individualität der ausgewählten Hindu – Rhythmen wird durch drei unterschiedliche Klangfarben unterstrichen.

Sie ist mit 6 unterschiedlichen 12-Ton-Konstellationen (Zwölfton-Reihen) verbunden.<sup>225</sup> Die Aufeinanderfolge von 3 Rhythmen wird ständig permutiert. Ihre Umordnungen bilden / verwirklichen eine vollständige Permutationsgruppe mit 3 Variablen:

- I. (1 – *pratapacekhara*, 2 – *gajajhampa*, 3 – *sarasa*)
- II. (1 – *pratapacekhara*, 3 – *sarasa*, 2 – *gajajhampa*)
- III. (2 – *gajajhampa*, 3 – *sarasa*, 1 – *pratapacekhara*)
- IV. (2 – *gajajhampa*, 1 – *pratapacekhara*, 3 – *sarasa*)
- V. (3 – *sarasa*, 2 – *gajajhampa*, 1 – *pratapacekhara*)
- VI. (3 – *sarasa*, 1 – *pratapacekhara*, 2 – *gajajhampa*)

Bei jeder Wiederholung wird *pratapacekhara* um ein Zweiunddreißigstel pro Zeitwert vergrößert und *gajajhampa* um ein Zweiunddreißigstel pro Zeitwert verkleinert. Obwohl diese Augmentationen und Diminutionen kaum wahrnehmbar sind, tragen sie zur inneren kompositorischen Dynamik bei.

**2. Abschnitt:** Dieselbe Musik (1. Abschnitt) wird von außen zur Mitte hin gelesen / gehört. Sie erscheint – nach dem Autor – in Form eines «**geschlossenen Fächers**». Es handelt sich um eine gleichzeitige zweischichtige, komplementäre Entwicklung: Vorwärtsbewegung, zeitlich – räumliche Translation (**translative Symmetrie**), + Krebsverlauf, zeitlich - räumliche Inversion (**Spiegelsymmetrie**).

←----->

**3. Abschnitt:** Dieselbe Musik (1. Abschnitt) wird von der Mitte nach außen gelesen/gehört, sie erscheint in Form eines «**geöffneten Fächers**». Rückläufige Bewegung von der Mitte nach dem Anfang, d. i. zeitlich- räumliche Inversion (**Spiegelsymmetrie**), + Vorwärtsbewegung von der Mitte nach dem Schluss, d. i. zeitlich – räumliche Translation (**translative Symmetrie**).<sup>226</sup>

**4. Abschnitt:** Dieselbe Musik (1. Abschnitt) in Krebsform. Rückläufige Bewegung vom Schluss nach dem Anfang / zeitlich – räumliche Inversion (**Spiegelsymmetrie**).

<sup>225</sup> Die Exposition bringt eine Aufeinanderfolge von sechs 12-Ton-Permutationen hervor:

I: 1(h'') 2(c'') 3(b), 4(Des) 5(a) 6(d''), 7(As) 8(es) 9(g) 10(e') 11(fis'') 12(f');  
 II: 2(c'') 7(as'') 1(h''), 3(b') 9(g'') 4(cis'') 6(d') 5(a) 8(es''), 11(fis'') 12(F) 10(e');  
 III: 3(B) 2(c') 1(h''), 12(f) 10(e') 11(fis''), 9(g') 5(a) 7(as'') 6(d'') 4(des'') 8(es);  
 IV: 2(C) 11(fis') 1(h''), 4(des'') 12(f'') 3(B), 6(d') 10(e) 5(a) 8(es') 9(g') 7(as'');  
 V: 12(f'') 1(h'') 4(des'') 2(c') 8(es') 5(a'), 10(e'') 6(d'') 9(G), 7(as) 11(fis'') 3(B);  
 VI: 2(c'') 8(es'') 7(as'') 1(h) 4(des'') 10(e'), 9(G) 3(b'') 6(d'), 12(F) 5(a') 11(fis'').

<sup>226</sup> Die Bewegung der Töne / Tongruppen in der musikalischen Raum-Zeit von den Abschnitten 2 und 3 erinnert etwas an die Bewegung der Sterne / Sternengruppen – im Uhrzeigersinn und in entgegengesetzter Richtung – in der von Vera Rubin entdeckten und beobachteten Scheibengalaxie im VIRGO CLUSTER. (Vgl.: D. Kempf, *Symmetrie und Variation als kompositorische Prinzipien. Interdisziplinäre Aspekte*, II. Kapitel, *Symmetrie in der Physik, Beziehungen zur Musik / Kunst / Philosophie*, S. 1, Fußnote.)



Dieses Verfahren wurde später in der bi- und polytonalen (–modalen) Musik, deren zwei- bzw. vielschichtige harmonische, rhythmische und metrische Strukturen einen aufgespalteten Zeitverlauf implizieren, generalisiert (I. Stravinski, D. Milhaud, A. Casella...). Die Verfolgung solcher zeitlich – räumlichen Verlaufsspaltungen verlangt eine zusätzliche Anstrengung des Zuhörers, der die vielschichtigen harmonischen und anderen Beziehungen zugleich simultan und sukzessiv hören soll.

Die ungewöhnliche Simultanität der harmonischen Funktionen  $D_T$  (Dominante und Tonika), die die Idee der Bi- und Polytonalität antizipierte, kommt auch bei dem geheimnisvollen verfrühten Eintreten des Anfangsmotivs des ersten Themas in der Hornstimme (2. Horn, T. 394-395, Tonika!) vor der Reprise (Schluss des Zwischensatzes, Dominante!) im 1. Satz der *Eroica* Sinfonie von L. van Beethoven vor.

In der Kanonstruktur des ersten Satzes der *Sinfonie op. 21* von A. Webern gibt es eine Verkettung von Zwölftonreihen, deren zwei Schluss- und Anfangstöne gemeinsam sind (Original- und Umkehrungsform der Reihe). Es ist klar, dass dieses Verfahren gewisse regelmäßige zeitliche Verschiebungen bzw. Verkettungen impliziert:

The image displays musical notation for two canons, KANON I and KANON II, illustrating the chain of twelve-tone rows. Each canon consists of two rows of notes. In KANON I, the first row starts with 'U (a)' and ends with 'O (c)', while the second row starts with 'O (a)' and ends with 'U (fis)'. In KANON II, the first row starts with 'O (f)' and ends with 'O (f)', and the second row starts with 'U (cis)' and ends with 'U (cis)'. The overlapping notes between the end of one row and the start of the next are circled, showing the chain structure. Each row is numbered 1-12, and the overlapping notes are circled to show the chain structure.

Eine schematische Darstellung der Verkettung von Zwölftonreihen am Anfang des 1. Satzes der *Sinfonie Op. 21* von A. Webern. (D. Kempf)

Man darf nicht vergessen, dass die Idee des vierstimmigen Kanons in Gegenbewegung selbst die Vielschichtigkeit des Zeit-Raums, sowie bestimmte zeitlich-räumliche Verschiebungen einschließt. Da es sich um eine komplexe, auf der Spiegelsymmetrie beruhende geometrische Struktur handelt, um einen pointillistischen Kosmos<sup>228</sup>, der von den latenten «Kanonstimmen», die unterschiedliche Klangfarben berühren (eine Tendenz zur «Klangfarbenmelodie») durchzogen ist, scheint es fast unmöglich zu sein, bei einer Aufführung diesem kontrapunktischen Labyrinth zu folgen. Auch in dem Fall, wenn die Form im voraus gründlich durchstudiert wurde!<sup>229</sup>

Ein interessantes Thema ist **das Verhältnis zwischen den imaginären, durch den Zeitablauf produzierten Raum und realen, dreidimensionalen Raum**. Es hat zwei Aspekte:

**1) der assoziative Aspekt** – eine Illusion des dreidimensionalen Raums. (Wie entsteht die Raumillusion? Auf welche Art und Weise können die drei Dimensionen durch musikalische Mittel erreicht und graphisch dargestellt werden?)

**2) der reale Aspekt** – der imaginäre Raum kann in einen realen dreidimensionalen Raum übersetzt werden. (Grund und Verwirklichung!)

Beide Aspekte werden in Zusammenhang mit bestimmten Formen von **Symmetrie** analysiert. (Metaphorische Sprache kann man nicht vermeiden):

**Ad 1): oben – unten (Frequenz- bzw. Tonhöhenbereich)**

Spiegelsymmetrie der Gegenbewegung (*motus contrarius*):

a) das Entfernen

---

<sup>228</sup> Dem «punktuellen Stil» in der Musik (auch A. Schönberg [*Fünf Stücke für Orchester*, Op. 21, Nr. 3: *Der wechselnde Akkord – Farben*], P. Boulez, L. Nono, B. Blacher, H. Henze und M. Kelemen benutzten gelegentlich diese Technik) ist der Pointillismus in der post-impressionistischen Malerei ähnlich (G. Seurat, P. Signac).

<sup>229</sup> «Already by Webern, Op. 21, we can find a kind of pointillistic musical texture which can be organized according to strict rules of canonic or other contrapuntal technique. But the resulting music is difficult for the listener to follow in order to grasp conception or to hear the separate tones (or small groups of tones) as a part of immanent lines or a complex of dodecaphonic series used in compositional process. In Webern's and Boulez's scores the tones are equally distributed in musical space like certain points in geometrical shapes. The horizontal and vertical plans are united.» Aus: Davorin Kempf, *Application of Contrapuntal Techniques in 20<sup>th</sup> Century Music* (mein Script für *Polyphonie* und *Grundlagen der Komposition*), Iowa City 1984, S. 12.

Richtung der Bewegung (Vl. I, Vl. II): nach «oben» (aufwärts)

Poco stringendo  
(Alle vier Instrumente: Plötzlich verschwinden, gleichsam im Nichts.)

←----->  
Richtung der Bewegung (Vla, Vcl): nach «unten» (abwärts)

György Ligeti, *Streichquartett Nr. 2* (1968), 5. Satz, *Allegro con delicatezza – stets sehr mild*, T. 80 (zweite Hälfte).

b) das Annähern

Richtung der Bewegung (obere Stimme): nach «unten» (abwärts)

Richtung der Bewegung (untere Stimme): nach «oben» (aufwärts)

Manuel Castillo, *Sonata para piano* (1972), Real Musical Madrid 1977, S. 17.

c) Diagonale Kreuzung

Die Annäherung und das Entfernen von Thema und Kontrapunkt (diagonale Kreuzung, Anwendung des Doppelkontrapunkts in der Oktave) am Anfang der *Zweistimmigen Invention in E-Dur, Nr. 6*, von J. S. Bach.

## links – rechts (Zeitfluss [«subjektive» und «objektive» Zeit])

Translative Symmetrie, Spiegelsymmetrie und Kombinationen von den beiden Symmetrieformen:

Sehr rasch und markiert

Zeitliche Translation einer Phrase im *Scherzo* der *Sonate Op. 22 in g – Moll* von Robert Schumann.

Eine **bilateral symmetrische** Mikrostruktur (U c: 8-12  $\updownarrow$  UK c: 1-5) aus dem III. Satz (*Ruhig fließend*) der *Variationen für Klavier Op. 27* von A. Webern, T. 35-36.

Fuga

**Translative und Spiegelsymmetrie:** Joh. Seb. Bach, *Toccata und Fuge D-Dur* für Klavier, Thema der Fuge (*dux & comes*).

## hinten (in der Ferne) – vorne (in der Nähe), Dynamik / Intensität

Die dritte Dimension des imaginären musikalischen Raums wird mit Hilfe der Dynamik / Intensität erreicht. (In der Malerei wird sie durch die Perspektive erzeugt.) *Piano* suggeriert die Ferne, *forte* die Nähe; *crescendo* ruft den Eindruck der allmählichen Annäherung hervor, *decrescendo* den Eindruck des allmählichen Entfernens.

Die gewünschte psychologische Wirkung «*lontano*» ist manchmal in der Partitur *explicite* ausgedrückt. György Ligeti schrieb am Anfang des letzten Satzes seines Streichquartetts Nr. 2, *Allegro con delicatezza – stets sehr mild (sempre pp)*, die Bemerkung: «wie aus der Ferne». Der Titel seiner Komposition für großes Orchester *Lontano*<sup>230</sup> weist auf die leise Musik und räumliche Distanz hin. Das Werk beginnt *pppp* und endet mit einem Übergang von *ppp* (Streicher), bzw. *pp* (Bläser) zur Stille: *pp / ppp - dim. - morendo - niente* (G. P. 10-20").<sup>231</sup>

Verschiedene Echo-Effekte, die auf der translativen Symmetrie beruhen, suggerieren auch eine räumliche Entfernung. Die wohl bekannte Flächendynamik in der Musik des Barocks wurde oft bei mikrostrukturellen Wiederholungen benutzt. In einer Orgelkomposition spielt man die (*piano -*) Echoes am II. Manual:

J. S. Bach, *Toccate und Fuge in d-Moll, Fuge*, T. 77-79.

Die kontrastive Flächendynamik im Zusammenhang mit dem Wiederholungs- oder Nachahmungsverfahren erscheint oft in der klassischen Musik. Besonders kräftige und ausdrucksvolle Kontraste sind im Beethovens Schaffen zu finden.<sup>232</sup>

Die dramaturgisch funktionelle Verwendung der Chöre hinter der Bühne in der Welt der Oper bedeutet zugleich eine fortschreitende Verräumlichung des musikalischen Zeitverlaufs. Die «*lontano* – Wirkung» ist nämlich mit der Entfernung im realen Raum verbunden.<sup>233</sup>

<sup>230</sup> Kompositionsauftrag des Südwestfunks Baden-Baden für die *Donauessinger Musiktage* 1967. (Das Werk ist dem Sinfonie-Orchester des Südfunks Baden-Baden und seinem Leiter Ernest Bour gewidmet.)

<sup>231</sup> Allmähliche, kaum hörbare Übergänge vom Klang zur Stille und *vice versa* forschte und wendete der zeitgenössische deutsche Komponist Dieter Schnebel an.

<sup>232</sup> Zwei Beispiele aus dem zweiten Satz seiner *Sinfonie Nr. 5*, c-Moll: **1)** Kontrastive Dynamik im Bereich der Nachahmung eines Motivs (Translation in der Zeit und Höhe): Das letzte Motiv des *fortissimo* – Abschnitts, T. 29-37 (Ob. Cor., Tr.) erscheint in der Stimme der VI. I *pianissimo* (T. 38-40). **2)** Flächendynamik auf der Ebene der Nachahmung des (variieren) Themas: T. 106-113 – das variierte Thema in der Oberstimme (VI. I), *dolce, sempre pianissimo*; T. 114-123 – das variierte Thema in der Unterstimme (Vc. + Cb.) *forte*.

<sup>233</sup> Ein Beispiel: G. Puccini, *Tosca*, Zweiter Akt (Palazzo Farnese), Chor hinter der Scene (*Andante sostenuto*), durch das offene Fenster hört man die im Saale der Königin aufgeführte Chor-Cantate: «Singet, singet vereint im vollen Chor!» usw. (Aus: G. Puccini, *Tosca*, G. Ricordi Verlag und Druckerei, Mailand 1902, S. 152-171.)



In der instrumentalen Einleitung zur *Tuba mirum* im zweiten Satz (*Dies irae*) der *Totenmesse* Verdis sind zwei Gruppen von je 4 Trompeten räumlich getrennt. Die erste Gruppe spielt im Orchester und die zweite «*in lontananza ed indivisibili*». Translative Symmetrie wird in der Zeit, im Tonhöhenraum und im dreidimensionalen Raum verwirklicht.<sup>234</sup>

Nicht nur wegen der räumlichen Entfernung der Orchestergruppen (Streicher vorne, Holzbläser hinten) sondern auch wegen der Änderung der Klangfarbe und der Tonhöhe bei der Nachahmung des Motivs (die Holzbläser spielen eine Oktave höher, die Intensität / Dynamik *piano* bleibt unverändert!) wird im folgenden Abschnitt aus der Ouvertüre zur R. Wagners Oper *Tristan und Isolde* eine Echo-Wirkung hervorgerufen: T. 36-40, Br.1 – Ob. 1.<sup>235</sup>

Die Vision einer allmählichen Annäherung von römischen Legionären, die aus der Ferne marschierend hierherkommen ruft der letzte Teil *I pini della via Appia* aus O. Respighis sinfonischer Dichtung *Pini di Roma* hervor. Ständige Wiederholung (translative Symmetrie) des «Schrittmotivs» (am Anfang: Tritonus [Cb., Vc., Pf., Tp., Arpa], später: reine Quarte / Quinte u. a. Intervalle [+ Cfg., Fg., Org., G.C.]), und das lange *crescendo* vom *piano pianissimo* (Anfang) bis zum *forte fortissimo* (Schluss, T. 65-78) sind die kompositorischen Mittel, mit dessen Hilfe die erwünschte psychologische Wirkung erreicht wird.<sup>236</sup>

Eine imaginäre räumliche Bewegung - im Sinne einer allmählichen Annäherung - wird im *Bolero* von M. Ravel durch eine Kombination von ständiger Wiederholung / Translation des Bolero-Rhythmus (2-taktige «*TALEA*») und des Bolero-Themas und ständiger Verstärkung der Dynamik vom *pianissimo* (Anfangsteil, T. 1-21<sup>237</sup>) bis zum *fortissimo* (Schlußteil, T. 291 ff), die mit Hilfe der Instrumentation realisiert wird, erreicht. Die Verräumlichung des musikalischen Zeitverlaufs wird durch die steigende Dynamik intensiviert.<sup>238</sup>

Ähnliches kompositorisches Verfahren verwendete D. Schostakowitsch im Mittelteil des ersten Satzes seiner *Sinfonie Nr. 7*, Op. 60 (der Stadt Leningrad gewidmet). Die

---

<sup>234</sup> Vgl.: G. Verdi, *Requiem*, Edition Peters Nr. 636, Leipzig. *Tuba mirum* (*Allegro sostenuto*), S. 43-44.

<sup>235</sup> Vgl.: R. Wagner, *Tristan und Isolde*, Einleitung, Ernest Eulenburg No. 905, London Zürich, S. 4-5.

<sup>236</sup> Vgl.: O. Respighi, *Pini di Roma*, Poema sinfonico, Ricordi (P. R. 439), Milano 1978, *I pini della via Appia* / *Die Pinien der Via Appia*, S. 56 ff.

<sup>237</sup> Einleitung / Exposition des Bolero-Rhythmus (Tamburo 1, T. 1-4), der die ganze Komposition beherrscht, + Exposition des ersten Teiles des Themas (Fl. 1 Solo, T. 5-21)

<sup>238</sup> Vgl. die Partitur: M. Ravel, *Bolero*, Editions Durand & C<sup>ie</sup>, D. & F.. 11839, Paris 1957.

Durchführung beruht auf ständiger Wiederholung eines Rhythmus (wiederum handelt es sich um die Translation eines zweiktigen Modells) und eines Themas, das später ein wenig variiert wird. (D. h. dass die translative Symmetrie im melodischen Bereich gebrochen wird.) Dynamische Steigerung vom *ppp* bis zum *fff*, die mit der Idee der Instrumentationsvariationen verbunden ist, produziert eine Illusion des Annäherens im Raum.<sup>239</sup>

In diesem Zusammenhang möchte ich noch den Übergang zur Koda des letzten Satzes *Allegro con brio* aus der *IV. Sinfonie* von Stjepan Šulek erwähnen. Er beginnt – wie aus der Ferne – mit kaum hörbarem Pauken-Tremolo<sup>240</sup> (*pp – poco a poco cresc.*) und durch die Hinzufügung von anderen Schlagzeug-Instrumenten (*Tamb. tr., Piatto sosp. tr., Tam-tam tr.*) und ständige Verstärkung der Intensität führt zum *fortissimo* (tutti) Orchesterklang. Auf der Stelle, wo das *ff*- Akkord erreicht wird, haben wir, bei einer Aufführung im Konzertsaal, den Eindruck, als ob wir uns nicht nur in der Nähe des mächtigen großen Cluster-ähnlichen Klanges befinden sondern direkt in seiner Mitte.<sup>241</sup>

Umgekehrt: *decrescendo* ruft eine Wirkung des allmählichen Entfernens hervor, die sowohl im imaginären als auch im realen Raum bedeutungsvoll ist. Das folgende Beispiel aus der Oper *Il Barbiere di Siviglia* von Gioacchino Rossini ist mit der translativen Symmetrie verbunden (Wiederholung eines kurzen Motivs bzw. der Folge D - T [Authentischer Schluss]): *Atto primo, seguito e stretta dell' introduzione* (Conte – Fiorello e Coro), Chorus: *Mille grazie, mio signore*. Am Ende verlassen alle Beteiligten (der Graf Almaviva, Fiorello, Straßenmusikanten) allmählich die Bühne.<sup>242</sup>

---

<sup>239</sup> Vgl.: D. Schostakowitsch, *Sinfonie Nr. 7*, Op. 60, Edition Peters Nr. 5727 (E. P. 12626), Leipzig, S. 14, Ziffer 19 (*a tempo*) ff.

<sup>240</sup> Tremolo beruht auf der translativen Symmetrie.

<sup>241</sup> Partitur: Stjepan Šulek, *IV Simfonija – Desperans Pacem Spero*, JAZU, Zagreb 1961, S. 162-163.

<sup>242</sup> Vgl.: Gioacchino Rossini, *The Barber of Seville* in Full Score, Dover Publications, New York 1989, S. 51. VIDEO, Deutsche Gramophon (VHS), Gioacchino Rossini, *Il barbiere di Siviglia*, Herman Prey, Teresa Berganza, Luigi Alva, Coro e Orchestra del Teatro alla Scala, Conductor: Claudio Abbado, Directed by Jean-Pierre Ponnelle, UNITEL, Munich 1974.

## Ad 2) Musik im Raum: musikalische Raumkomposition und Symmetrie

Obwohl die Musik im Allgemeinen als Zeitkunst «*par excellence*» gilt, ist sie offensichtlich auch, mehr oder weniger, mit dem Raum verbunden. Sie schließt den Raum ein und existiert im Raum.<sup>243</sup> Und zwar nicht nur im abstrakten, geistigen sondern auch im konkreten, dreidimensionalen Raum. Der räumliche Aspekt kann eine wesentliche kompositorische Funktion haben und mit der Realisierung von Symmetrie verbunden sein. Die Verteilung der Schallquellen (Instrumente, Instrumentalgruppen, Sänger, Chöre, Lautsprecher, Lautsprechergruppen) im Raum erschließt neue Möglichkeiten der kompositorischen Gestaltung. Tonort bzw. Klangort wird zum selbstständigen, gleichberechtigten Parameter.<sup>244</sup> Die Gestaltung von Hörerlebnissen im Raum spielt eine bedeutende Rolle bezüglich der ästhetischen Konsequenzen. Technische Innovationen und die Entwicklung der elektroakustischen Musik im 20. Jahrhundert erlaubten den Komponisten, spezifische Klangräume zu kreieren, deren Topophonie gewisse geometrische und architektonische Konstellationen der klingenden Orte, «Hörinseln» oder Raumklangkörper sowie artifizielle Raumklangbewegungen einschließt. Eine begehbare Raumklanginstallation ermöglicht dem Besucher unterschiedliche Hörperspektiven ihres virtu-realen Raums zu erleben. In diesem Fall, insbesondere hinsichtlich der Bewegung des Klanges im Raum, scheint es, dass das Zeitempfinden durch das Raumempfinden realisiert wird.

Im folgenden Beispiel wird der reale architektonische Raum, durch den künstlich geschaffenen akustischen Raum der Klanginstallation stark modifiziert.

---

<sup>243</sup> Raum in der Musik und Musik im Raum!

<sup>244</sup> In seiner «*la musique concrete*» entwickelte P. Schaeffer die Idee des «Klangobjektes im Raum». Es handelt sich um eine Art von musikalischer Architektur, die später auf verschiedene Weise im Bereich der elektroakustischer Komposition verwendet wurde. (D. Kempf)

Im Verlauf der abendländischen Musikgeschichte bildete sich eine Rangordnung der Toneigenschaften oder Parameter heraus: «1. Tonhöhe (Harmonik – Melodik)

2. Tondauer (Metrik – Rhythmik)

3. Tonfarbe (Phonetik)

4. Tonlautheit (Dynamik)

5. Tonort (Topik)»

Aus: Karlheinz Stockhausen, *II Musik im Raum*, in: *die Reihe 5. Berichte Analysen*, Universal Edition, Wien 1959, S. 64.

Die jüngste Entwicklung strebt die Gleichberechtigung der Parameter an. Durch eine gemeinsame Skala der Parameter-Veränderungen, die auf bestimmten Zahlenproportionen beruht, wird ein Symmetrieverhältnis erreicht.

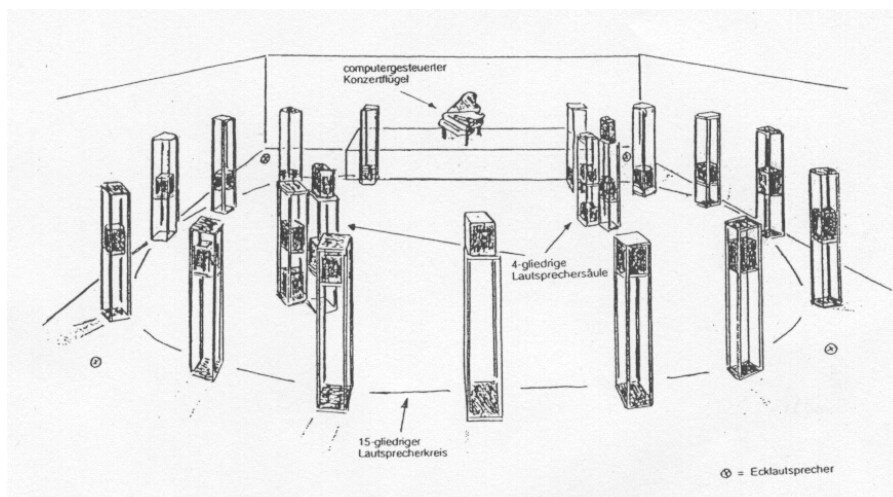


Abb. 1: Sabine Schäfer, *TopoPhonicPlateaus* (Sternensaal, Donaueschingen, 1995), begehbare Raumklanginstallation Lautsprecherkörper mit Computerflügel. Der Lautsprecherkörper besteht aus vier Komponenten; einem fünfzehngliedrigen Lautsprecherkreis mit auf- bzw. absteigend positionierten Lautsprechern, zwei jeweils viergliedrige Lautsprechersäulen und vier Ecklautsprechern, die sog. Aurafelder breit in den Raum legen. «Ich entwickelte die Idee, Resonanzfelder des Flügels zu kreieren, die auf dem Lautsprecherensemble bewegt werden konnten». Aus: Sabine Schäfer, *Topophonien. Ästhetische Ansätze in der Realisierung von Raumklangkompositionen auf dem Gebiet der Klanginstallation*, in: *Mitteilungen 33*, PFAU Neue Musik, DEGEM 1999, S. 30.

In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts gab es eine große Produktion der elektroakustischen, elektroakustisch-instrumentalen oder –vokalen Raum-Musik (Gebiete: reine elektronische Musik [Köln], «*la musique concrete*» [Paris], live – elektronische Musik). Schon in der Mitte der 50-er Jahre (1955/56) komponierte Karlheinz Stockhausen sein bedeutendes Werk *Gesang der Jünglinge* für fünf Lautsprechergruppen<sup>245</sup>. Nach seiner kompositorischen Vorstellung sollen sie rings um die Zuhörer im Raum verteilt werden. Das ziemlich komplexe «Panorama» beruht auf vielfältigen Interaktionen von starren und beweglichen Klängen, ihren Links- und Rechtsdrehungen im Aufführungsraum. Von der Stimme eines Knaben wurden durch Montage- und Playback-Verfahren vielschichtige Chorklänge komponiert.

Eine neue Entwicklung der Instrumentalmusik im Raum ist mit den Stockhausenschen Ideen der Gruppen-Komposition<sup>246</sup>, 'Kollektiv-Form'<sup>247</sup> und vielschichtigen Zeitorganisation

<sup>245</sup> Das Werk wurde am 30. Mai 1956 im großen Sendesaal des Kölner Funkhauses uraufgeführt.

<sup>246</sup> Gruppen von Klängen, Geräuschen und Klanggeräuschen als selbstständige, räumlich distanzierte Einheiten.

verbunden. Seine *Gruppen für 3 Orchester* (1955-1957) sind für drei selbstständige Orchester ungefähr gleicher Besetzung komponiert, die symmetrisch – im Halbkreis – das Publikum umgeben<sup>248</sup>. Auf diese Weise befindet sich der Zuhörer inmitten von mehreren Zeiträumen und kann die Simultanität der musikalischen Geschehnisse erleben. Der gesamte Prozess dieser Musik wird von räumlichen Dispositionen des Klanges mitbestimmt. Synchroner und asynchroner Vorgänge im Tempo (einschließlich *accelerando* und *ritardando*) oder in der Dynamik (einschließlich *crescendo* und *decrescendo*) dürfen als Symmetrie und gebrochene Symmetrie oder Asymmetrie interpretiert werden.

*Carré* für 4 Orchester und Chöre (1959/60) war uraufgeführt in der ungefähr quadratischen Festhalle *Planten un Blomen* in Hamburg<sup>249</sup>. Durch die quadratische Aufstellung der Klanggruppen<sup>250</sup> und die Bewegung der Klänge im Raum wird eine quasi-quadrophonische Wirkung hervorgerufen.<sup>251</sup> Eine vierkanalige Tonbandaufnahme und die Wiedergabe mit einem 4-Spur-Magnetophon und 4 Lautsprecher-Gruppen ermöglichen ein räumliches Hören, das mit der *live*-Aufführung im Konzertsaal vergleichbar ist<sup>252</sup>. Das Werk spielt eine bedeutende Rolle in der 'Moment-Form'-Genese.

Die Symbolik des Kreuzes und natürliche Quadrophonie bestimmen die symmetrische Distribution der Klangkörper im Raum in der *Passio et mors Domini nostri Iesu Christi secundum Lucam* von K. Penderecki. Ein großer gemischter Chor ist in drei Chöre aufgeteilt, die räumlich getrennt vorne, links und rechts postiert sind. Dazu kommt noch ein Kinderchor hinten und das Orchester vorne:<sup>253</sup>

---

<sup>247</sup> «Kollektiv-Form» ist eine statistische Form. Der Begriff «Kollektiv» bedeutet «statistisch bestimmter – massenhafter – Komplex». Vgl.: K. Stockhausen, *Texte zur elektronischen und instrumentalen Musik*, DuMont Dokumente, Band 1, hrsg. und mit einem Nachwort versehen von Dieter Schnebel, Verlag M. DuMont Schauberg, Köln 1963, S. 235.

<sup>248</sup> *Gruppen für 3 Orchester* wurden am 24. März 1958 mit dem Kölner Rundfunk-Sinfonie-Orchester unter der Leitung von Karlheinz Stockhausen (Orchester I, links), Bruno Maderna (Orchester II, Mitte) und Pierre Boulez (Orchester III, rechts) im Rheinsaal des Messegeländes Köln-Deutz uraufgeführt. Eine schematische Darstellung der symmetrischen Aufteilung des großen Orchesters von 109 Spielern in drei Gruppen (36 + 37 + 36 Spielern), die – vom Publikum aus – vorne, links und rechts plziert sind (die Sitzordnung bei der Uraufführung in Köln) wurde in der Partitur (UE 13673) veröffentlicht.

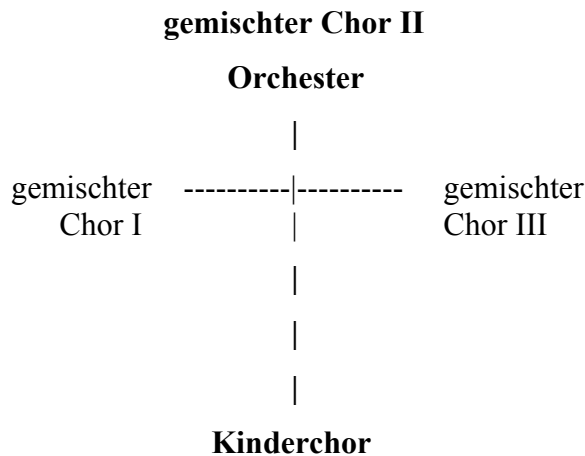
<sup>249</sup> Die Uraufführung fand am 28. Oktober 1960 mit dem Chor und Sinfonieorchester des Norddeutschen Rundfunks Hamburg statt. Die 4 Dirigenten waren Mauricio Kagel (Chor und Orchester I), Karlheinz Stockhausen (Chor und Orchester II), Andrzej Markowski (Chor und Orchester III) und Michael Gielen (Chor und Orchester IV).

<sup>250</sup> Zu jedem Orchester von 20 Spielern gehört ein gemischter Chor mit 8 oder 12 Sängern.

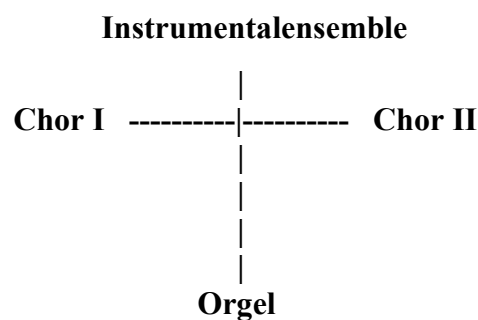
<sup>251</sup> Eine Skizze der symmetrischen quadratischen Aufteilung des Aufführungsapparats: Karlheinz Stockhausen, *Texte zur Musik 1963-1970*, DuMont Dokumente, Band 3, S. 23.

<sup>252</sup> Aus der während der Generalprobe gemachten vierkanaligen Tonbandaufnahme wurde von Stockhausen eine zweikanalige stereophone Fassung für die Schallplatte hergestellt (Orchester und Chor I links, II ca.  $\frac{1}{3}$  links, III ca.  $\frac{1}{3}$  rechts, IV rechts).

<sup>253</sup> Das Werk war am 30. März 1966 in der Kathedrale in Münster uraufgeführt (Kölner Rundfunk-Sinfonieorchester, Tölzer Knabenchor, Kölner Rundfunkchor, Dirigent: Henryk Czyz).



Dieter Schnebels *MISSA (Dahlemer Messe)* ist für einen Kirchenraum komponiert.<sup>254</sup> Räumliche Aufteilung der Klangkörper folgt dem Kreuzgrundriss alter Kirchen, so dass man von einer «ekklesiogenen» Quadrophonie sprechen kann. Es ist ein doppelchöriges Werk. Durch die Gegenüberstellung von Chören links und rechts und vom Instrumental-Ensemble vorn und der Orgel hinten wird die gewünschte natürliche Quadrophonie erreicht:

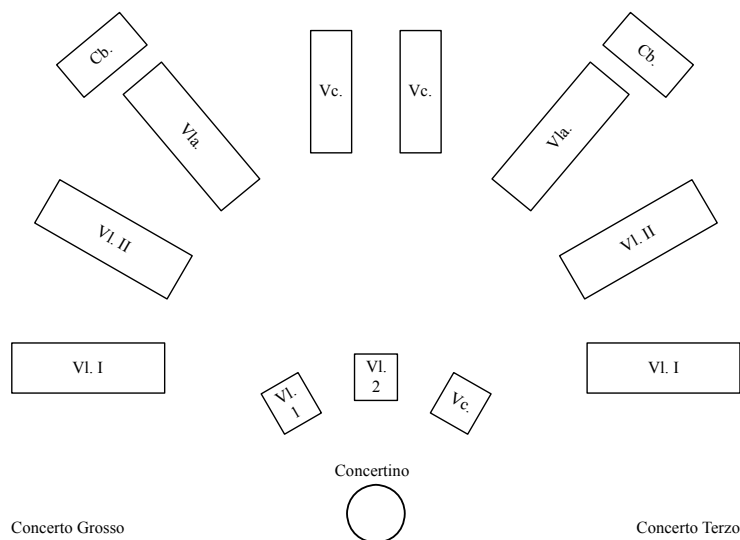


Eine ganz bestimmte, funktionelle Verteilung der Klangkörper im Raum verlangt Hans Werner Henze in seiner Komposition *Antifone* für 11 Solo-Streicher, Bläser und Schlagzeug. Die Bewegungen, in erster Linie der Schlagzeugklänge im «Stereo-Panorama», Raum-Dialog von unterschiedlichen Instrumenten und Instrumentengruppen sowie spezifische Farbwirkungen, die durch statische und dynamische räumliche Klangfarbenverhältnisse entstehen, sind von besonderer Bedeutung für die ganze kompositorische Entwicklung.

<sup>254</sup> Die Uraufführung fand 1988 in der Jesus-Christus-Kirche in Berlin-Dahlem statt - mit dem Scharoun-Ensemble, dem RIAS-Kammerchor, dem Südfunk-Chor und vier Gesangsolisten unter der Leitung von Zoltán Peskó.

Michael Tippetts *Fantasia Concertante* on a theme of Corelli (*Concerto grosso* op. 6 Nr. 2, *Adagio*) ist für ein dreifach aufgeteiltes Streichorchester komponiert:

**1. Concertino** (zwei Sologeigen, ein Solocello), **2. Concerto grosso** (etwa die Hälfte der bleibenden Streicher), **3. Concerto Terzo** (die andere Hälfte). Um seine wunderschöne, sich im musikalischen Zeit-Raum verzweigte Klangarabeske <sup>255</sup>, die eine Synthese der alten und neuen Kunst darstellt, richtig zur Geltung kommen zu lassen, verlangt der Komponist die folgende symmetrische Distribution der 3 Instrumentalgruppen im Aufführungsraum <sup>256</sup>:



M. Tippett, *Fantasia Concertante*. Räumliche Disposition des dreifach aufgeteilten Streichorchesters.

Die Entwicklung der Raum-Musik regte den Ausbau der neuen Aufführungsräume oder Hörsäle an, die den innovativen kompositorischen Ideen und Anforderungen entsprachen.

Eine spiralförmige Klangbewegung im Raum gestaltete Karlheinz Stockhausen in seinem 1969 für das Los Angeles Junior Arts Center komponierten Projekt *TUNNEL – SPIRAL*. <sup>257</sup> Der Klang «läuft» durch 10 Lautsprecher-Ringe von je 10 Lautsprechern. Durch die Verzögerung der Klangübertragung in jedem der Lautsprecher 1-100, wird eine

<sup>255</sup> In seinem Bericht zur Uraufführung schrieb Felix Aprahamian über «ineinander verwobenes Klanggebilde». Aus: Felix Aprahamian, *The Sunday Times*, 6. September 1953, in: Ian Kemp, *Preface / Vorwort* zur Partitur: Tippett, *Fantasia Concertante*, Edition Eulenburg No. 1395.

<sup>256</sup> Die Uraufführung fand am 29. August 1953 während des Edinburgh Festivals statt. (Das BBC Symphony Orchestra unter der Leitung von M. Tippett.)

<sup>257</sup> «The Tunnel was designed by sculptor Eric Orr and by students of the Junior Arts Center. Collaborators include engineers, technicians and composers.» schrieb unter anderem in seinem Einladungsbrief John Mizelle. Aus: Karlheinz Stockhausen, *Texte zur Musik 1963-1970*, DuMont Dokumente, Band 3, hrsg. von Dieter Schnebel, Verlag M. DuMont Schauberg, Köln 1971.

kontinuierlich langsam werdende Spiralbewegung realisiert. Wenn die Skala der Zeitverzögerungsintervalle mit  $\frac{1}{12}$  sec. beginnt, dauert der ganze Prozess ca. 16 sec.<sup>258</sup>

Für das Osaka-Projekt Stockhausens wurde ein **Kugelauditorium** gebaut. Seine für die Weltausstellung 1970 in Osaka komponierte Licht-Raum-Musik *HINAB-HINAUF* verlangte einen kugelförmigen Raum, in dessen Mitte eine kreisrunde, schalldurchlässige Plattform für das Publikum eingebaut ist. Um ein adäquates musikalisch – visuelles Erlebnis zu haben, d. h. die räumlichen Bewegungsformen und Geschwindigkeiten der Klänge<sup>259</sup>, sowie die Raum-Lichtwirkungen verfolgen und erleben zu können, müssen die Zuhörer / Zuschauer von den Klang- und Lichtereignissen umgeben werden. Die Musik wird «von allen Himmelsrichtungen» gehört.

Für die akustische Realisation des Werkes waren 8 Lautsprecher-Ringe von je 8 Lautsprechern vorgesehen.<sup>260</sup> Nach der Vorstellung und Anforderung des Komponisten steigen sie aus der tiefsten Ebene unterhalb des Publikums bis zum Zenit der Kuppel auf. Richtung und Geschwindigkeit jedes Klanges im gesamten Raum ist steuerbar und eine vollkommene Synchronisation mit der Lichtkomposition erreichbar. Die visuelle Komponente des Werkes besteht aus abstrakt-kinetischen Lichterscheinungen, Filmen, Diapositiven und konkreten Lichtobjekten.<sup>261</sup>

Der dynamische, kompositorisch-psychologische Prozess, der 13 Minuten und 31 Sekunden dauert<sup>262</sup>, schließt acht unterschiedliche Bewusstseinsbereiche ein<sup>263</sup>. Die musikalische und visuelle Komposition, das Tonband und die Filme sind synchron

---

<sup>258</sup> K. Stockhausen, *TUNNEL SPIRAL*, page 3. Eine Zeichnung des Tunnels im Querschnitt und der Lautsprecheranlage. Aus: K. Stockhausen, *Texte zur Musik 1963-1970*, DuMont Dokumente, Band 3, Verlag M. DuMont Schauberg, Köln 1971, S. 193.

<sup>259</sup> Nach der Vorstellung des Komponisten fliegen die Klänge «frei im Raum herum, in Kreisen, Spiralen, unter und über den Zuhörern.» (S. 183) «Die 'musikalische Raumfahrt' hat mit diesem Auditorium endlich seine dreidimensionale Räumlichkeit bekommen im Gegensatz zu all meinen bisherigen Aufführungen mit *einem* horizontalen Lautsprecherring um die Zuhörer.» (S. 155.) Aus: Karlheinz Stockhausen, *Texte zur Musik 1963-1970*, DuMont Dokumente, Band 3, Verlag M. DuMont Schauberg, Köln 1971.

<sup>260</sup> Das ursprüngliche Projekt, Darmstadt, August 1968. (Der Kugelraum des Deutschen Pavillons auf der EXPO'70 in Osaka war mit Rundum-Lautsprechern in 7 Ringen ausgerüstet.)

<sup>261</sup> Vgl.: Karlheinz Stockhausen, *Texte zur Musik 1963-1970*, DuMont Dokumente, Band 3, Verlag M. DuMont Schauberg, Köln 1971, S. 156-157.

<sup>262</sup> Er besteht aus einer Folge von 55 Ereignissen, die zwischen 2 und 89 Sekunden dauern und die durch «gefärbte» Pausen getrennt sind.

<sup>263</sup> «Beginnend mit hellen, hohen, namenlosen Ereignissen führen Klang, Licht und räumliche Bewegung gemeinsam in einer ersten Phase durch abstrakte Formierungen, dann technisch-objektive, dann körperlich-vitale, dann surreale und traumhafte, dann tierische und pflanzliche, dann mineralische und anorganische bis in die unbewußte Schicht des Atomaren. In den weiteren Phasen lösen sich Klang, Licht und räumliche Bewegung mehr oder weniger voneinander, durchlaufen unabhängig verschiedene der genannten Bereiche, treffen sich von Zeit zu Zeit wieder und vereinigen sich zunehmend in einem langsamen, kontrapunktischen Aufstieg aus der tiefsten Sphäre des Toten und Unbelebten, bis sie zur höchst erreichbaren ruhigen, reinen, kontinuierlich hellen und hohen Klang- und Lichtintensitäten gelangen.» Aus: Karlheinz Stockhausen, *Texte zur Musik 1963-1970*, DuMont Dokumente, Band 3, Verlag M. DuMont Schauberg, Köln 1971, S. 155.



programmiert. Wie es aus dem Titel *HINAB-HINAUF* hervorgeht, wird der Prozess kontinuierlich fortgesetzt bzw. wiederholt. Durch die Mitwirkung des Instrumentalensembles von 6 Interpreten, die neben ihren traditionellen musikalischen Instrumenten auch bestimmte Lichtinstrumente spielen, wird die gewünschte Variation der periodisch wiederholten musikalisch-visuellen Ereignisse verwirklicht. Die translative Symmetrie der determinierten Vorgänge wird durch das spontane Spiel und die live-elektronische Interventionen gebrochen.<sup>264</sup>

Weitere Möglichkeiten im Bereich der Raum-Musik erforschte Stockhausen in seinem Opernzyklus *LICHT*.<sup>265</sup>

<sup>264</sup> Aus den Skizzen zu *HINAB-HINAUF* (September 1968):

«Licht bis zu so strahlender Helle,  
daß man nichts mehr sieht, die Augen schließen muß.  
Viele Scheinwerfer – oder besser: helles Licht *ohne* Quellen.  
Spiegel!»

«Sieh all das Licht, das die Gestorbenen gesehen haben.  
Höre alle Töne, die die Gestorbenen gehört haben.  
Sieh all das Licht, das die Ungeborenen sehen werden.  
Höre all die Töne, die die Ungeborenen hören werden.

Die Zeit steht still

Der Raum steht still

In dieser Zeit ist es gleichgültig,  
wann Du geboren bist.

In diesem Raum ist es gleichgültig,  
In welchem Land Du geboren bist.

In dieser Zeit und in diesem Raum ist es gleichgültig,  
ob Du ein Kind, ein Mann oder eine Frau bist.

Das Tier ist ein Mensch geworden.

Der Mensch wird ein Geist werden.»

Aus: Karlheinz Stockhausen, *Texte zur Musik 1963-1970*, DuMont Dokumente, Band 3, hrsg. von Dieter Schnebel, Verlag M. DuMont Schauberg, Köln 1971, S. 164.

<sup>265</sup> K. Stockhausen: *LICHT*, ein Zyklus von 7 Opern bzw. sieben Tagen, ca. 30 Stunden Musik. Das neue Gesamtkunstwerk Stockhausens präsentiert auch seine neue Gestaltung der Raum-Musik. Zum Beispiel:

- **Dienstag**. Zum ersten Mal gibt es vertikale und diagonale Bewegungen zusätzlich zu den horizontalen Bewegungen der bisherigen 4- oder 8-kanaligen elektronischen Musik. Ein 18 Meter Auditorium mit kubischer Anordnung von 16 (8 x 2) Lautsprechern («octophonic electronic music») ist notwendig. Stockhausen erklärt:

- **Mittwoch / Wednesday**: «The first scene is called World Parliament. Delegates from all over the world come together for a World-Parliament. The 36 singers should be in a half circle and the sound projected very neatly on 36 speakers so you can hear very clearly what each singer is singing.» The second scene: «For example 12 musicians are flying in from afar and they hover above a city, above airports... until finally there is a scene above an African jungle. So you hear the sounds at different positions and the musicians play in contacts with these scenes and disappear to the back where they are flying around in a half circle.» The third scene: the Helicopter String Quartet. «The musician board the helicopters with their instruments. They fly into the air and the music is transmitted by four times three microphones and four cameras providing a video link to the the auditorium where multiple video screens are set up so the public can watch and hear the four musicians playing perfectly synchronously in four helicopters.» The next scene. «It is called Michaelion a sacred futuristic meeting place of delegates from different galaxies who are dressed in different ways and sing in different styles and in different dialects not of this planet. The number of singers on stage changes all the time.»

- **Freitag** / «**Friday** from *Light* is driven entirely by time-code on the tape which includes lighting cues and cues for the soloists, dancers and mimes etc. together with a 12 channel speaker distribution for the electronic music.»

- **Samstag / Saturday** from *Light*: the third scene *Lucifer's Dance*. «It is a huge human face 25 meters high and divided into five floors (levels) above each other with 82 musicians.»

Bernard Leitners Zeit-Räume stellen eine neue Vorstellungswelt dar. Während Stockhausen seine Musik für bestimmte Räume komponierte und künstlich erzeugte räumliche Bewegungen von Klängen als zusätzliche Parameter betrachtete, forschte der Architekt Leitner<sup>266</sup> die raumbildende Kraft der Klänge. Ihm ist es gelungen, bewegte Räume zu schaffen, die unseren üblichen Vorstellungen von Architektur als statischer Kunst widersprechen. Der durch den Klang gestaltete dreidimensionale Raum gerät in Bewegung. Bewegung impliziert Zeit. Die vierte, zeitliche Dimension wird eben durch die Bewegung des Raums erzeugt. Auf diese Weise entsteht eine neue Erfahrungswirklichkeit, eine dynamische vierdimensionale musikalische Architektur oder architektonale Musik, in der der Raum zur Zeitgestalt wird.<sup>267</sup> Der Raum selbst wird musikalisiert.

Eines der bedeutendsten Projekte Leitners ist der TON-RAUM an der Technischen Universität Berlin. Folgende Ideen werden realisiert:

«VERSPANNUNGEN, VERSCHLINGUNGEN, RHYTHMUS-RAUM, GEKNETETER RAUM, ZEIT-GEWÖLBE; FLACKER-RAUM, TON-LINIEN, ATMENDER RAUM, CRESCENDO-LINIE, VERTIKAL FEDERND, GESCHLEUDERTE KLÄNGE, GESPROCHENE WÖLBUNG, TON-TORE, ZUCKENDER RAUM, TON-WAND-ORNAMENTE, GEGENLÄUFIGES KREISEN, LANGSAMER RAUM, WOGENDER RAUM».<sup>268</sup>

Wie es aus der präsentierten Liste hervorgeht, ist die TON-RAUM Komposition Leitners oft mit geometrischen Formen und ihren innewohnenden Symmetrien verbunden.

*Sonntag / Sunday* from *Light*. «I see an enormous planetarium system with a sun in the centre and the planets of our solar system. The planets are inhabited, with traffic between the planets, a traffic of musicians, singers, dancers and performers. So this would need an enormous auditorium like an exhibition hall.»

(Each day from LICHT has associated colours, symbols, plants and animals etc. **Monday** – Eve day – opal & silver – light green – the day of birth, **Tuesday** – Day of dispute – war – red – conflict, **Wednesday** Conference /collaboration day – bright yellow, **Thursday** – **Michael** day – light blue – purple – the day of life and learning, **Friday** – Eves temptation by Lucifer – orange, **Saturday** – **Lucifer** day – Black – Day of Death and resurrection, **Sunday** – mystical union of Eve and Michael – gold.)

Aus: *LICHT aus STOCKHAUSEN* Malcolm Ball reveals an exclusive interview with the giant of 20<sup>th</sup> century music Karlheinz Stockhausen, [http://www.stockhausen.org/licht\\_by\\_malcolm\\_ball.html](http://www.stockhausen.org/licht_by_malcolm_ball.html) 06. 08. 2005, pages 6-8. Malcolm Ball – December 1997, first published in the contemporary music magazine AVANT Issue 5.

<sup>266</sup> Bernhard Leitner, geboren 1938 in Österreich; lebt und arbeitet in New York seit 1968.

<sup>267</sup> «Raum ist nunmehr ein pulsierendes Erfahrungsfeld, geschaffen durch Bewegung von Tönen, modifiziert durch Bewegung des aufnehmenden Menschen – Bewegung als raumschaffender zeitlicher Vorgang; Raum als Zeit-Raum.» Aus: Hermann Kern, *Zeit-Räume. Hinweise auf die Arbeit Bernhard Leitners*, in: Bernhard Leitner, *Ton – Raum TU Berlin*, Herausgeber: Der Präsident der TU Berlin, Berlin 1982.

«Raum und Zeit entstehen zugleich und sind also wohl eins wie Subjekt und Objekt. Raum ist beharrliche Zeit, Zeit ist fließender, beharrlicher Raum; Raum Basis alles Beharrlichen, Zeit Basis alles Veränderlichen... Ein durchdrungener Raum ist ein Zeitraum. Eine durchdrungene Zeit eine Raumzeit... Der Raum als Niederschlag aus der Zeit – als notwendige Folge der Zeit... Zeit ist innerer Raum – Raum ist äußere Zeit.» (Novalis, «Sämtliche Werke», ed. Ernst Kammitzer, 4 Vol., München 1924, Vol. III, Fragmente 451, 452, 454, 456, pp. 184-186), in: Bernhard Leitner, *Ton – Raum TU Berlin*, Herausgeber: Der Präsident der TU Berlin, Berlin 1982.

<sup>268</sup> Aus: Bernhard Leitner, *Ton – Raum TU Berlin*, Herausgeber: Der Präsident der TU Berlin, Berlin 1982.

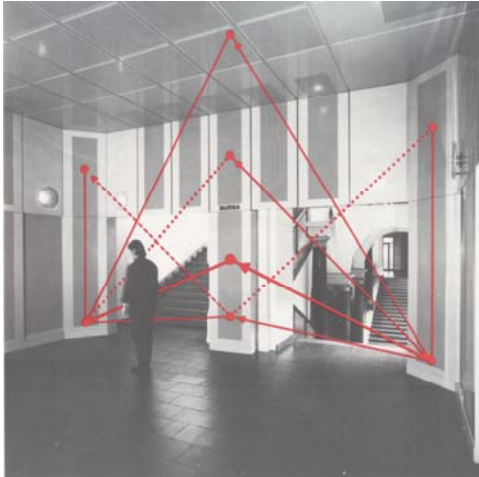


Abb. 2: B. Leitner, *Akustische Wandornamente*.  
Aus: Bernhard Leitner, *Ton – Raum* TU Berlin,  
Herausgeber: Der Präsident der TU Berlin, Berlin  
1982.<sup>269</sup>

Ton- und Klangort(-Veränderung), (veränderliche) Klangfläche, KlangPlastik / Collage, funktionelle räumliche Distribution der Klänge und aufs Theater bezogener Ablauf akustischer Prozesse, Dynamik der Kompositions- und Aktionszusammenhänge, Synchronität oder Asynchronität von Hören und Sehen spielen eine wesentliche Rolle im neuen Musiktheater von Mauricio Kagel, das eine unaflösbare Vereinigung von Musik, Licht (Film), Raum und Bewegung darstellt.

Im Musiktheaterstück *Pas de cinq, Wandelszene für fünf Schauspieler* (1965) wird die Musik der Schritte und Stockanschläge<sup>270</sup> in Theater verwandelt und *vice versa*. Die Bahnen bzw. Bewegungsrichtungen der 5 Interpreten werden durch die Geometrie eines regelmäßigen Fünfecks bestimmt. Die rhythmischen Modelle der Schritt- und Stockanschläge sowie die Tempi des Gehens werden im Verlauf des Stücks verändert. Kagel verlangt, dass jeder Schauspieler «mehrere 'Rollen' verkörpert».<sup>271</sup> Die vielschichtigen räumlich-zeitlichen, musikalisch-theatralischen Vorgänge sind für den zuschauenden Hörer und zugleich für den hörenden Zuschauer komponiert.

Symmetrie wird auf verschiedenen Ebenen realisiert:

<sup>269</sup> Das neueste Projekt Leitners: *Tonkuppel / Tonstrahlen*, Parochialkirche, Klosterstr. 67, 10179 Berlin (2005). Die Installation *Tonstrahlen* ist eine mehrkanalige Komposition, in der die Tonstrahlen die Vorhalle der Parochialkirche werden linienartig durchkreuzt und an der Wand und Decke der Vorhalle akustisch verortet bzw. wahrgenommen. In der Vorhalle sind mehrere Parabolschalen montiert, in die Klänge abgestrahlt werden. Die als gebündelter Klangstrahl in den Raum projizierten Klänge sind durch ihre paraboloiden Krümmung gekennzeichnet. Vor der Zerstörung im zweiten Weltkrieg wurde der Zentralbau des Kirchenschiffs durch eine Kuppel gekrönt. Mit akustischen Mitteln formt Leitner eine virtuelle Kuppel. Die Dynamik des mächtigen klänglichen Einwölbens des Kirchenraums (Klänge einer Bassposaune) kontrapunktiert der starren Geometrie des Dachstuhls. Dies ist die Grundidee der Klanginstallation *Tonkuppel*. Vgl.: *DEGEM-News*, den 31. März 2005, Einladung zur Vernissage – singuhr-hörgalerie in parochial – Bernhard Leitner (am 6. April 2005 um 18 Uhr).

<sup>270</sup> Spazierstock, eventuell Regenschirm.

<sup>271</sup> Dramaturgische Beziehungen zwischen den Darstellern sollen die Illusion einer Handlung hervorrufen.

1. Die Symmetrien eines regelmäßigen Fünfecks, dessen Winkel zusätzlich verbunden sind (Spiegelsymmetrien, Rotationssymmetrien).
2. Zeitlich-räumliche translative Symmetrie: Die Wiederholung der metrisch-rhythmischen Modelle (von Stockschlägen und Schritten).
3. Dilatationssymmetrie in der vielschichtigen zeitlich-räumlichen Struktur.
4. Eine Art von bilateraler Symmetrie zwischen den akustischen und visuellen Komponenten, zwischen der Musik und dem Theater.

Eine vielfältige, multimediale Raum-Komposition, deren bewegliche und veränderliche Komponenten durch gemeinsame Behandlungsprinzipien gewisse Symmetrieverhältnisse erreichen, ist *Camera obscura, Chromatisches Spiel für Lichtquellen mit Darstellern* (1965). Die in gleicher Weise komponierten Bewegungen der 3 Darsteller, der 3 Verfolgescheinwerfer (Lichtkegel, Lichtkreisen, Lichtflächen – die Darsteller tragen kreisförmige, viereckige und rechteckige Projektionsflächen), der 3 Filmprojektoren (wandernde Filmbilder) und der 3 akustischen Projektoren bzw. räumlichen Klanggruppen (räumliche Klangwechsel, Lautstärkeänderungen oder «quasi-Klangschwenks») sind häufig gewissen kontrapunktischen Verfahren oder musikalischen Strukturen und Formen ähnlich: Parallelführung, Gegen- und Seitenbewegung, Kanon, Kanon in Gegenbewegung usw.

Die Übereinstimmung oder Symmetrie zwischen optischen und musikalischen Verläufen charakterisiert den Film *Solo für einen Dirigenten*<sup>272</sup> (1967). Die Gestik und Bewegungen des Darstellers sowie die Komposition des Raums (ein phantasmagorischer Konzertsaal im Jugendstil mit immer neu gruppierten Spiegeln) und der Kameraführung im Darstellungsraum sind nach musikalischen Prinzipien gestaltet. Da im Film *Solo* ein (musikalischer) Raum ständig umstrukturiert wird, handelt es sich um so eine Komposition des Raums, die als eine permanente musikalische Variation des Raums bezeichnet werden kann.

Die ausgewählten Beispiele sollten einige der bedeutendsten Richtungen und Ergebnisse in der jüngsten Entwicklungsphase der Raum-Musik zeigen, die mit gewissen neuen Aspekten der Realisierung von Symmetrie verbunden sind. Inzwischen gibt es in der abendländischen Musikgeschichte eine lange Tradition der Raum-Musik. Die

---

<sup>272</sup> Ein Film über Dieter Schnebels Stück *Nostalgie für 1 Dirigenten*, das Kagel zuerst 1996 als Theaterstück inszenierte.

Grundprinzipien ihres Formbaus sind Raum-Dialog und Echo-Wiederholung.<sup>273</sup> Translative Symmetrie ist *implicit* in allen Echo-Wiederholungen vorhanden, sie ist eine *conditio sine qua non*. Obwohl es verschiedene kompositorische Möglichkeiten gibt, ist ein Raum-Dialog ohne irgendwelches Translationsverfahren kaum denkbar. Translative Symmetrie und Symmetrie in der Anordnung seiner Formabschnitte sind keine Seltenheit.

Schon in der mittelalterlichen Kirchenmusik<sup>274</sup> gab es schöne Beispiele der auf der Symmetrie beruhenden Raum-Musik im Gebiet der räumlichen Antiphonie (gegenhörige Vorträge der Psalmodie) und der Responsorialgesänge (Solo mit Chorantwort, d. h. der Kantor / Vorsänger / Solist und die Gemeinde / das Volk / der Chor im Wechselgesang). Wenn man über die Responsorialgesänge spricht, handelt es sich zunächst um die Offiziumsresponsorien im Stundengebet und um das Meßgraduale (Stufengesang vor der Epistel).

Im *RESPONSORIUM GRADUALE* aus dem *PROPRIUM MISSAE IN DOMINICA RESURRECTIONIS* wird der solistische *Versus* von einem Chorrefrain umrahmt. So entsteht eine regelmäßige, dreiteilige Reprisesform, die auf dem Translationsverfahren und Raum-Dialog beruht:

## II. *RESPONSORIUM GRADUALE*

**a (tutti):** II Haec dies, quam fecit Dóminus : exultémus, et laetémur in ea. ||

**b (solo):** V. Confitémuni Dómino, quóniam bonus : quóniam in saéculum misericórdia eius. ||

**a (tutti):** II Haec dies, quam fecit Dóminus : exultémus, et lactémur in ea. ||

(Ps. 118. 24.1)

Symmetrie in der Anordnung der Teile: **a (tutti) b (solo) a (tutti)**

t----->

Der erste Satz *ANTIPHONA AD INTROITUM* und der letzte Satz *ANTIFONA AD COMMUNIONEM* haben ähnliche, d. h. symmetrische Formkonstruktion, die auf die klassische Rondo-Form mit einem Thema und zwei Episoden hinweist:

**A (tutti) b (solo) A (tutti) c (solo) A (tutti)**

t----->

(A = Antiphon-Refrain)

<sup>273</sup> Raum-Dialog und Echo-Wiederholung können, aber müssen nicht synonyme Begriffe sein.

<sup>274</sup> «Gregorianischer Choral» (Papst Gregor I, 590-604).

Die formbildende Kraft der Raumvorstellung und Symmetrie sind in der doppel- und mehrhörigen Vokalmusik der italienischen Renaissance sofort zu erkennen. Ein gutes Beispiel ist die doppelchörige Komposition *Das Echo* von Orlando di Lasso, in der die zeitlich-räumliche Translation zum Grundprinzip des Formbaus wird. Es ist bemerkenswert, dass die Idee des zweichörigen Kanons im Einklang auf die Idee des zweistimmigen Kanons im Unisono zurückgeht. Da die Chöre räumlich getrennt aufgestellt werden (Chor I – links, Chor II – rechts) handelt es sich um eine Art von natürlicher Stereophonie.

Die Höhepunkte der mehrhörigen Musik sind mit der venezianischen Schule<sup>275</sup> und den Raumverhältnissen der Markuskirche<sup>276</sup> verbunden. Giovanni Gabrieli pflegte den mehrhörigen Nachahmungstil. Das folgende Musikbeispiel ereignet sich im dreischichtigen Zeit-Raum und stellt eine Synthese von Zeit- und Raumtranslation dar. Eine melodisch-harmonische Struktur erklingt in regelmäßigen kleinen Zeitintervallen an drei Lagen im Raum (Chor I, Chor II, Chor III).

GLORIA

The image shows a musical score for a Gloria by Giovanni Gabrieli, arranged for three choirs (I, II, and III). Each choir has four vocal parts: Contralto (C), Alto (A), Tenor (T), and Bass (B). The lyrics are 'Et in ter-ra pax ho-mi-ni-bus'. The score is written in a 2/2 time signature with a key signature of one flat (B-flat). The music is characterized by its polyphonic texture, with each choir part entering in a staggered fashion, creating a rich, layered sound. The lyrics are printed below each vocal line.

Giovanni Gabrieli, *Gloria*

<sup>275</sup> Adriaen Willaert, Cipriano de Rore, Andrea Gabrieli, Giovanni Gabrieli.

<sup>276</sup> Die Markuskirche besaß zwei einander gegenüberliegende Orgeln.

In seiner vierhörigen Motette *OMNES GENTES* verwendet Giovanni Gabrieli eine Kombination von Zeit- Tonhöhen- und Raumtranslation.<sup>277</sup> Die räumliche Komponente der dreifältigen Translation erschließt eine neue musikalische Vorstellungswelt und bereichert die psychologisch-ästhetische Wirkung.

Die mehrhörigen Werke stellen eine Art Gruppenkomposition dar. Symmetrie wird auf zwei Ebenen realisiert:

**1. Symmetrische Anordnung der Klanggruppen im Raum (d. h. der Chöre im Aufführungsraum);**

**2. Dynamische, zeitlich-räumliche Symmetrien der Komposition, die sich jetzt auch im realen dreidimensionalen kompositorischen Raum verwirklichen.**

In künftigen stilistischen Epochen, zunächst in der instrumentalen und vokal-instrumentalen Musik des Barocks und der Klassik sind analoge räumliche Vorstellungen zu finden. Zum Beispiel J. S. Bach komponierte Konzerte für 2, 3 und 4 Klaviere und W. A. Mozart Werke für 2 und 4 Orchester<sup>278</sup>. Sowohl bei Bach als auch bei Mozart spielen unterschiedliche Formen von translativer Symmetrie und Variation eine entscheidende Rolle.

Mozarts *Notturmo für vier Orchester*, KV 286 (269<sup>a</sup>), beruht auf vielfältigen Echo-Wiederholungen bzw. auf der zeitlich-räumlichen translativen Symmetrie. Das Grundprinzip des Formbaus lässt sich bereits am Anfang erkennen. Durch die allmähliche Verkürzung des «Nachhalls», während seiner auskomponierten Bewegung im Raum, wird eine echte räumliche Echo-Wirkung erreicht. Kurze zeitlich-räumliche Überlappungen in der Nachahmungsfolge machen die Übergänge von einem Klangort zum anderen unmerklich und tragen der Kontinuität des Kompositionsprozesses bei.<sup>279</sup>

Wie es aus den präsentierten Beispielen hervorgeht, gibt es in Raum-Musik drei Arten von Translation, die in verschiedenen Kombinationen vorkommen: Translation in der Zeit, in der «Höhe» bzw. im Frequenzbereich (im tonpsychologischen Raum) und im (dreidimensionalen) Raum. Wenn ein strukturelles Modell von zwei oder mehreren Chören bzw. Orchestern gleichzeitig im gleichen Tempo gesungen bzw. gespielt wird, handelt es sich nur um die Translation im Raum. Man darf aber nicht vergessen, dass die Raum-Translation

---

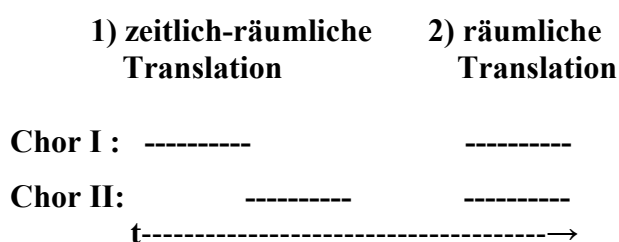
<sup>277</sup> Z. B. der Ausschnitt „*ascendit Deus*“. Vgl.: Giovanni Gabrieli, *Opera Omnia*, edited by Denis Arnold, II Motetta – *Sacrae Symphoniae* (1597), American Institute of Musicology, Rome 1939, S. 240.

<sup>278</sup> *Serenada Notturmo* (K.V. 239, 1776) für 2 kleine Orchester gleicher Besetzung (Streichorchester mit Pauken und 2 Soloviolenen, Viola und Kontrabass als Solisten), und *Notturmo* für vier Orchester (vierfache Streicher mit je 2 Hörnern), K.V. 286 (269<sup>a</sup>).

<sup>279</sup> Vgl. die Partitur: Wolfgang Amadeus Mozart, *Orchesterwerke II*, = Neue Ausgabe sämtlicher Werke, Band 13, Bärenreuter-Verlag, Kassel 1991, S. 123-124.

in der Musik eine dynamische Symmetrieform ist, die sich im Zeitablauf ereignet. Es folgen einige Beispiele aus der Vokal-Instrumentalen Musik.

Im letzten, doppelchörigen Satz der *Matthäus-Passion* von J. S. Bach kommen die räumlichen und zeitlich-räumlichen Translationen abwechselnd vor. Beide Prinzipien, einerseits Echo-Wiederholung, Nachahmung, d. h. zeitlich-räumliche Translation und andererseits strukturell-zeitliche Übereinstimmung zwischen den Chören I und II, d. h. nur räumliche Translation, lassen sich folgendermaßen graphisch darstellen:



Analoge räumliche Verhältnisse sind im Instrumentalteil vorhanden, der von zwei Orchestern gleicher Besetzung gespielt wird. Nach der instrumentalen Einleitung folgt der vokal-instrumentale Teil, in dem der erste Chor und das erste Orchester sowie der zweite Chor und das zweite Orchester dieselbe Musik aufführen. Hinsichtlich der Tatsache, dass die vokale und instrumentale Schicht fast völlig übereinstimmen, darf man über eine Art von bilateraler Symmetrie sprechen.<sup>280</sup>

In Penereckis *Passio et mors Domini nostri Iesu Christi secundum Lucam* (1964/65) gibt es interessante Beispiele räumlicher Translation im homophonen Bereich, die mit Spiegelsymmetrie und Höhenttranslation verknüpft sind.

Die folgende akkordische Verbindung (*quasi* authentischer Schluß in e-Moll), die auf der Spiegelung an einer Horizontalachse basiert, erklingt gleichzeitig in vier Klangräumen bzw. an verschiedenen Klangorten im Raum (Chöre I, II, III und Orgel)<sup>281</sup>. Da die obere akkordische Schicht (d. h. die übermäßigte Sexte  $as^1$ - $fis^2$  und ihre Auflösung in die Oktave  $g^1$ - $g^2$ ), auch vom Kinderchor gesungen wird, erklingt sie an fünf Lagen im Raum<sup>282</sup>. Die

<sup>280</sup> Der Schluss (die Schlussseite der Partitur) der *Matthäus-Passion* mag als ein Beispiel dienen.

<sup>281</sup> Vgl.: K. Penderecki, *Passio et mors Domini nostri Iesu Christi secundum Lucam*. Partitur, Polskie Wydawnictwo Muzyczne / Moeck Verlag, Celle 1967, S. 8, Ziffer D (Text: „Domine“).

<sup>282</sup> Penderecki verlangt *explicite* (in der Partitur): «Die Chöre müssen räumlich getrennt aufgestellt werden.» Die Wahrnehmung sowie die ganze psychologische Wirkung der Musik hängen von der Aufstellung der Klangquellen im Raum ab. Für die Uraufführung seiner Komposition *Coro* (Köln, WDR Konzertsaal, Spielzeit 1976/77) verlangte Luciano Berio, dass die Chorsängerinnen und Chorsänger im Orchester sitzen - zusammen mit den Streichern (Soprane mit Violinen I, Alt



bilateral symmetrische Intervall-Struktur ist eigentlich der Ausgangspunkt des Vierklangaufbaus. Die zweischichtige, bilateral symmetrische Struktur des Akkordes mag entweder durch Spiegelung an einer horizontalen Tonhöhenachse oder durch Höhentranslation entstehen:

The image shows two musical staves. The left staff illustrates 'Spiegelung an einer horizontalen Tonhöhenachse' (reflection on a horizontal pitch axis), showing a chord being mirrored across a horizontal line. The right staff illustrates 'Tonhöhentranslation' (pitch transposition), showing a chord being moved up or down. A quarter note is labeled '(Viertelton)'.

Der ganze Spiegelungsprozess mag folgendermaßen rekonstruiert werden:

The diagram shows a sequence of musical notes and chords on a staff. Above the staff, arrows indicate the process: TON (note) → INTERVALL (interval) → AKKORD (DISS.) (chord) → AUFLÖSUNG (KONS.) (resolution). Below the staff, a dashed arrow points from 'Quasi e-Moll: Dominante' to 'Tonika'. A quarter note is labeled '(Viertelton)'.


Eine Synthese von Raum- und Höhentranslation kommt am Ende des *Pars I* im Chorteil vor. Ein verminderter Septakkord, dessen Struktur spiegelsymmetrisch ist, wird bei seinen räumlichen Translationen stufenweise um eine kleine Sekunde transponiert. Durch die zwei Transpositionen bzw. Höhentranslationen wird er zu einem 12-Ton Akkord, dessen Komponenten an drei unterschiedlichen Klangorten erklingen (Cori: I, II, III).<sup>283</sup> Wie die ganze harmonische Struktur aus dem Tritonus-Intervall errichtet wird, mag folgendermaßen graphisch dargestellt werden:

The image shows two musical staves. The left staff is labeled '1)' and 'Spiegelung an einer horizontalen Tonhöhenachse', showing a chord being mirrored. The right staff is labeled '2)' and 'Höhentranslation', showing a chord being transposed. A quarter note is labeled '(Viertelton)'.

mit Violinen II usw.). Auf diese Weise entstand ein gemischter, vokal-instrumentaler Klangkörper und ein ganz neues Klangbild, den Vorstellungen des Komponisten gemäß.


<sup>283</sup> Krzysztof Penderecki, *Passio et mors Domini nostri Iesu Christi secundum Lucam*, Partitur, PWM / Moeck Verlag, Celle 1967, S. 51 (Schluss, Chöre I, II, III: *Crucifige*).

CHOR II :




GRUNDAKKORD

CHOR I :




GRUNDAKKORD

CHOR III :




GRUNDAKKORD


12-TON AKKORD



12-TON CLUSTER




(MITTE) GRUNDAKKORDE:




Spiegelsymmetrische Verhältnisse im  
 '12-Ton' Akkord, Cori I, II, III. (D. Kempf)  
 Der Basston (Grundton) FIS im Orchesterteil  
 gibt der ganzen Harmonie die Bedeutung  
 eines „clusterisierten“ Dominantseptnonakkordes  
 (Fis-[b]ais-cis-e-g). Seinen Rahmen verstärkt  
 die Orgel:

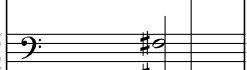
(CHOIR I)



MAN.



PED.



Eine analoge kompositorische Situation erscheint später im *Pars II*, Nr. 20, *Cori a capella*. Diesmal wird aber die akkordische Raum- und Höhentranslation (div. S. und T.) mit einem oktavierten Pedalton («Tonika», bzw. Tonalitätszentrum d-d<sub>1</sub>, *Bassi* und *Alti*) kombiniert, der nur der Raumtranslation unterworfen wird. Durch dieses Verfahren werden spezielle Klang- und Farbwirkungen erzeugt.

Außer dem Pedalton *d* (Tonika im *quasi* d-Moll), der eine Konstante ist, erklingen gleichzeitig in den drei Klangräumen drei verschiedene verminderte Septakkorde (Höhentranslation), deren obere und untere Teile (kleine Terzen oder übermäßige Sekunden) im Tonhöhenraum symmetrisch voneinander entfernt sind. Sie gehören zu den Tonalitätsfunktionen der Dominante, Zwischendominante zur Subdominante, und

Doppeldominante. Das Ergebnis ist eine zusammengesetzte, vielschichtig symmetrische Harmonie und eine Art von räumlicher Polyfunktionalität.<sup>284</sup>

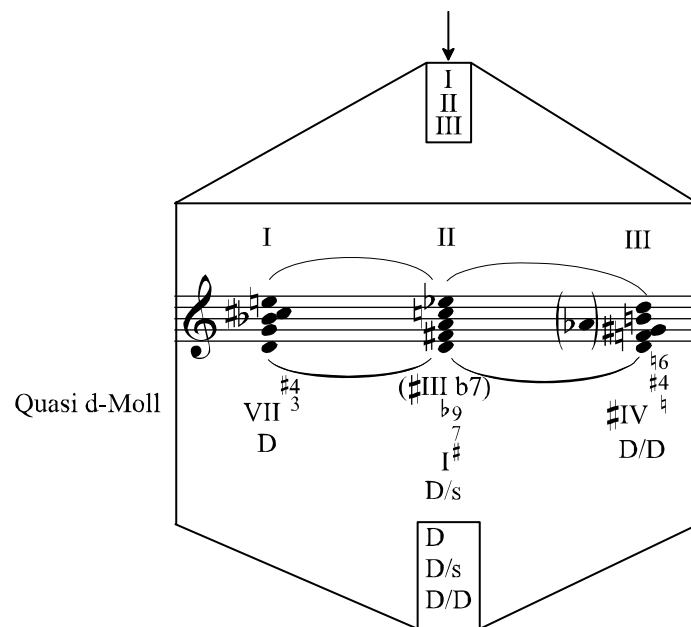
quasi d-Moll:                      GRUNDAKKORD:

Chor I: (Viertelton) Symmetrieachse, Symmetrieachse (vom Pedalton), VII<sup>7</sup> D

Chor II: (Viertelton) Symmetrieachse, Symmetrieachse (vom Pedalton), HARMONISCHES ZENTRUM, b<sup>9</sup> 7 D/s

Chor III: (Viertelton) Symmetrieachse, Symmetrieachse (vom Pedalton), #IV<sup>7</sup> D/D

Räumliche Polyfunktionalität:



<sup>284</sup> K. Penderecki, *Passio et mors Domini nostri Iesu Christi secundum Lucam*, Partitur, PWM / Moeck Verlag, Celle 1967, S. 79 (Cori I, II, III *a cappella*: „foderunt“).

Im folgenden dreiteiligen Sprechchor-Abschnitt werden räumliche und zeitlich-räumliche Translationen verwendet. Die räumlich-zeitlichen Translationen des Mittelteils («*et dimitte*», Cori I, II, *piano*) sind spiegelsymmetrisch komponiert. In den Tutti-Abschnitten («*Tolle hunc*», *f* und «*Barabbam*», *fff*) herrscht eine Raumtranslation auf verschiedenen Ebenen. Die zeitlich synchronisierten und im Raum symmetrisch distribuierten (vorne, links und rechts) klanglichen, strukturellen (rhythmischen) und Bedeutungs-Übereinstimmungen implizieren unterdessen komplexe spiegelsymmetrische Verhältnisse.

### CORI

Räumliche und zeitlich-räumliche Translationen und Spiegelsymmetrie in einem Sprechchor-Abschnitt aus der *Lukaspassion* von K. Penderecki:

S		<b>Tolle hunc et dimitte</b>			
I	A		<b>Tolle hunc et dimitte</b>		
	T		<b>Tolle hunc et dimitte</b>		
	B		<b>Tolle hunc et dimitte</b>		
		<i>f</i>	<i>p</i>		
II	S		<b>Tolle hunc et dimitte</b>		
	A		<b>Tolle hunc et dimitte</b>		
	T		<b>Tolle hunc et dimitte</b>		
	B		<b>Tolle hunc et dimitte</b>		
		<i>f</i>	<i>p</i>		
III	S		<b>Tolle hunc</b>	<b>nobis</b>	
	A		<b>Tolle hunc</b>	<b>nobis</b>	
	T		<b>Tolle hunc</b>	<b>nobis</b>	
	B		<b>Tolle hunc</b>	<b>nobis</b>	
		<i>f</i>		<i>(fff)</i>	
		t----->			

### CHOR II

(T.)	(B.)
<b>Barabbam</b>	<b>Barabbam</b>
(S.)	(A.)
<b>Barabbam</b>	<b>Barabbam</b>

### CHOR I

(T.)	(B.)
<b>Barabbam</b>	<b>Barabbam</b>
(S.)	(A.)
<b>Barabbam</b>	<b>Barabbam</b>

### CHOR III

(T.)	(B.)
<b>Barabbam</b>	<b>Barabbam</b>
(S.)	(A.)
<b>Barabbam</b>	<b>Barabbam</b>

Eine vereinfachte graphische Darstellung der vielfältigen und vielschichtigen symmetrischen Verhältnisse. Alle Interpreten, die sich an bestimmten Orten im Raum befinden, sprechen denselben Text gleichzeitig und im gleichen Tempo aus. (D. Kempf)

Die präsentierten Ausschnitte aus der Lukaspassion, insbesondere die aus der Bibelszene des Gerichtes (Christus, Pilatus, populus) am Ende des ersten Teils zeigen, wie der Komponist seine Klang- und Raumvorstellungen, die von inneren und äußeren Symmetrien durchzogen sind, in die dramatische Funktion der Musik einbezieht. Die musikdramatische Raumdarstellung und das Raumerlebnis als mitschaffender Faktor der musikalischen Gesamtform sind bedeutende Aspekte der vokal-instrumentalen Musik von H. Berlioz<sup>285</sup> und des Gesamtkunstwerks von R. Wagner.

Die letzte Szene im zweiten Aufzug des *Tanhäuser (Der Sängerkrieg)* mag als ein Beispiel dienen. Die musikalisch-dramatischen, zeitlich-räumlichen Beziehungen zwischen den Protagonisten bzw. den vokalen Klanggruppen im Raum (zunächst die Solisten Elisabeth, Tannhäuser, Walther, der Schreiber, Wolfram, Biterolf, Reinmar, Landgraf und der Chor der Ritter auf der Bühne, später der Chor der jüngeren Pilger tief im Hintergrund) beruhen auf dem Raumdialog und der translativen Symmetrie und Variation.<sup>286</sup> Der Zusammenhang oder eine Art von Symmetrie zwischen den spirituellen und klanglichen Gegebenheiten, zwischen der Bedeutung des Textes und der Expressivität der Musik, das theatrale dramatische und musikalische Raumerlebnis, das ästhetische Potential von Räumen, Klangarchitektonik und die veränderlichen Klanggruppenverhältnisse mit ihren innewohnenden Symmetrien, kompositorische Dynamik der Klangfülligkeit des Raums, musikdramatische Raumtieferdarstellung und akustisch-visuelle Wahrnehmung spielen eine wesentliche Rolle im Musiktheater von Richard Wagner.

Räumliche Vorstellungen und gegenseitige Beeinflussungen, Übergänge und Verbindungen zwischen den imaginären und realen musikalischen Räumen kennzeichnen die ganze musikgeschichtliche Entwicklung. *Solo – Tutti* oder «Frage» und «Antwort» im Wechselspiel, Raum-Dialog und Echo-Wiederholung, die auf den Prinzipien von Symmetrie und Variation beruhen und die schon in der mittelalterlichen und Renaissancevokalmusik vorhanden waren, erschienen später in verschiedenen Varianten und im immer neuen kompositorischen und stilistischen Kontext, zunächst in der instrumentalen und vokal-

---

<sup>285</sup> *Trauer- und Triumph-Sinfonie* für zwei Orchester und Chor, zweichörige Kantate *L'Imperiale, Requiem (Grande messe des morts, 1837)* – «im Pariser Invalidendom mit Riesenaufwand aufgeführt: großes Orchester, vier an verschiedenen Stellen postierte Nebenorchester (Trompeten, Posaunen, Tuben), dazu 16 Pauken, Soli, ein Chor mit 600 Ausführenden.» (Aus: *ro ro Musikhandbuch*, Band 2, Rowohlt Taschenbuch Verlag, Reinbek bei Hamburg 1973); *Te Deum* (1855, französischer Text) für großes Orchester, Tenorsolo, zwei Chöre (ohne Altstimmen) und ein Kinderchor.

<sup>286</sup> Ein Ausschnitt aus der letzten Szene im zweiten Aufzug des *Tanhäuser (Der Sängerkrieg)*: Translation in der Zeit, im dreidimensionalen Raum und im Tonhöhen-Raum (d. h. im tonpsychologischen Raum): R. Wagner, *Tanhäuser*, Partitur, C. F. Peters 3810b, S. 331-333.

instrumentalen Musik des Barocks, der frühklassischen Mannheimer Schule und der Wiener Klassik (solistisches Konzert, Concerto Grosso, Kantate, Oratorium, Passion, Messe, Oper, Streichquartett, Sinfonie...) und dann in der Epoche der Romantik und in unterschiedlichen Richtungen und Formen der Musik des 20. Jahrhunderts. Trotz der stilistischen und formalen Metamorphosen und Änderungen der kompositorischen Systeme, die auch die Änderungen des räumlichen Bewusstseins einschließen, lassen sich in der komplexen «Polyphonie» der zeitlich (bzw. chronologisch) und räumlich (bzw. geographisch) oft asynchronen, dissoziierten oder simultanen musikgeschichtlichen Vorgänge, gewisse universale räumliche oder zeitlich-räumliche Prinzipien des musikalischen Formbaus erkennen. Die Idee der Symmetrie oder gebrochener Symmetrie wird auch im Gebiet der Raum-Musik auf mehreren Ebenen verwirklicht. Beispielsweise kann man folgende Fragen stellen: Auf welche Art und Weise wird Symmetrie in einer bestimmten Raum-Komposition realisiert? Welche Formen räumlicher bzw. zeitlich-räumlicher Symmetrie sind für eine stilistische Epoche oder für ein kompositorisches System typisch? Welche Übereinstimmungen oder Analogien gibt es zwischen solchen Werken aus verschiedenen, im Zeitraum der abendländischen Musikgeschichte möglicherweise weit entfernten stilistischen Epochen oder kompositorischen Systemen, hinsichtlich der Realisierung von Symmetrie?

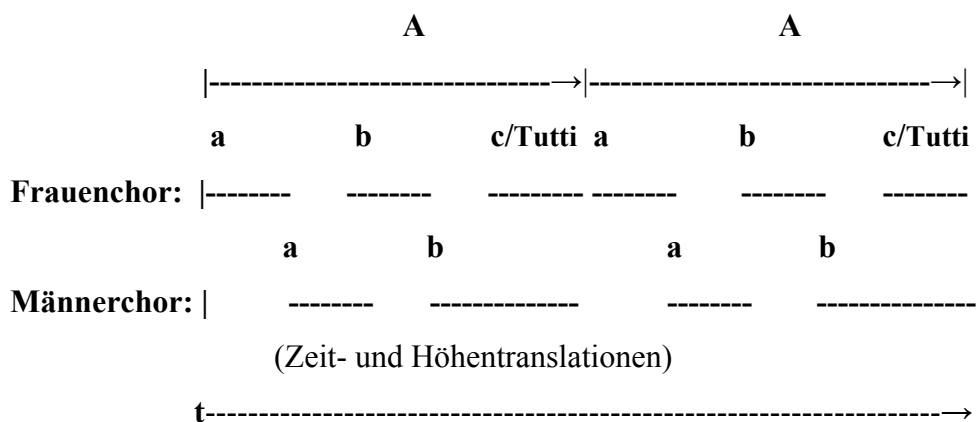
Eine mit dem Nachahmungsverfahren verbundene Mehrchörigkeit im Satz, die zunächst die alten Meister der niederländischen Vokalpolyphonie pflegten (besonders Johannes Ockeghem in seinen Motetten) und die später in der italienischen Vokalpolyphonie des 16. Jahrhunderts und im Madrigalschaffen von Claudio Monteverdi eine signifikante Rolle spielte, reflektiert sich auf verschiedene Art und Weise auch in der Instrumentalmusik des Barocks und der künftigen Epochen. Der akustische und kompositorisch-ästhetische Potenzial von Klangraumgruppen oder Klangfarbengruppen innerhalb eines vokalen oder instrumentalen Ensembles (z. B. gemischter Chor oder Orchester) ist einer der bedeutendsten Faktoren der musikalischen Formgestaltung.

Den ersten Teil seines vierstimmigen Liedes oder Madrigals *Quand mon mari* komponierte Orlando di Lasso im Sinne eines Dialogs zwischen dem Frauenchor und dem Männerchor. Der Farb- und Tonhöhenkontrast ist hier wichtiger als die geringe Entfernung der 2 Klangkörper im Raum:

T. (Männerchor) B.  
S. (Frauenchor) A.

Die ganze polyphone Struktur stellt ein Netz von Translationen dar:

(Translation in der Zeit)



O. di Lasso, *Quand mon mari*<sup>287</sup> (Anfang): simultane Translationen in der Zeit und im Tonhöhenraum (im tonpsychologischen Raum). Graphische Darstellung: D. Kempf.

Eine echte Mehrhörigkeit im Satz und eine dichte Nachahmungsstruktur sind im Gastoldis sechsstimmigen Madrigal *Al mormorar* vorhanden<sup>288</sup>. Translative Symmetrie waltet auf allen Ebenen.

Im *Brandenburgischen Konzert Nr. 3* übertrug J. S. Bach das äußerliche Wechselspiel *Concertino – Concerto grosso* in die innere Struktur des divisierten / verteilten Streichorchesters. Die Idee der *Ritornell*-Form geht auf die responsoriale Psalmodie des frühen Mittelalters zurück (Refrainformen Mailänder Liturgie).<sup>289</sup>

Die formbildende Funktion der Klangraumgruppenverhältnisse innerhalb eines großen Orchesters ist bereits am Anfang der Benjamin Brittens *Variationen und Fuge über ein Thema von Purcell*<sup>290</sup> (*The Young Person's Guide to the Orchestra*) zu erkennen. Unterschiedliche Klangräume mit unterschiedlichen Klangfarben werden durch Symmetrie und Variation innerlich verbunden. Die Komposition beginnt mit einer erweiterten Exposition

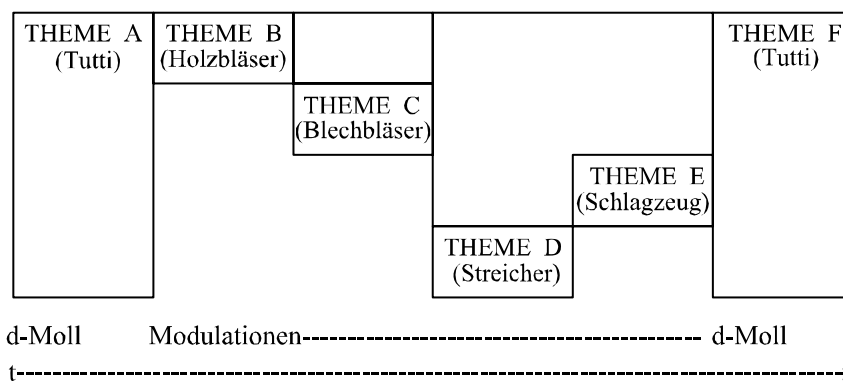
<sup>287</sup> Vgl. die Partitur: Orlando di Lasso, *Quand mon mari*, aus: *Le Premier Livre de Chansons a Quatre Parties* (Anvers, 1564), = W. Barclay Squire, *Selected Madrigals and Part-Songs by Composers of the 16<sup>th</sup> and 17<sup>th</sup> Centuries*, Book II, Breitkopf & Härtel, Ed. 2033, Leipzig, S. 39-40.

<sup>288</sup> Vgl. die Partitur: G. G. Gastoldi, *Al mormorar*, aus: *Il trionfo di Dori* (Venedig, 1592), = W. Barclay Squire, *Selected Madrigals and Part-Songs by Composers of the 16<sup>th</sup> and 17<sup>th</sup> Centuries*, Book II, Breitkopf & Härtel, Ed. 2033, Leipzig, S. 8-9. - Natürlich gibt es viele Beispiele einer echten Mehrhörigkeit im Satz, sowohl im vokalen als auch im vokalinstrumentalen Schaffen aus verschiedenen stilistischen Epochen. Ich möchte nur zwei anführen: Claudio Monteverdis Madrigal *Lasciate mi morire*, in dem die translative Symmetrie der Nachahmung sowie eine Symmetrie in Anordnung der formalen Teile (**a b a<sub>1</sub> b' a**) realisiert werden, und Arthur Honeggers Oratorium *König David* (Erster Teil: 11. *Psalm*; Zweiter Teil: 16. *Tanz vor der Bundeslade*; Dritter Teil: 20. *Psalm*, 24. *Psalm*, 27. *Davids Tod*).

<sup>289</sup> = Musikgeschichtliche Symmetrie.

<sup>290</sup> = Musikgeschichtliche Symmetrie.

des Themas, in der es vom Tutti-Orchester und von vier Instrumentalgruppen nach einem bestimmten Plan gespielt wird:



(graphischer Überblick: D. Kempf)

Im Verlauf der Formentwicklung erklingt das ständig variierte Thema an verschiedenen Klangorten bzw. Klangfarbenorten (einzelne Instrumente) in unterschiedlichen lokalen Klangräumen oder Klangfarbenräumen (Instrumentalgruppen) und im großen Klangraum des Tutti-Orchesters. Der Schlussteil stellt eine schnelle polyphone Rekapitulation des ganzen Kompositionsprozesses dar. Das Fugenthema ist im Sinne einer diminuierten Variante des dem Werk zugrunde liegenden Themas komponiert. Gegen Ende erscheint das augmentierte Thema von Purcell. Häufige Tempo-Änderungen während der Komposition<sup>291</sup>, sowie die Verwendung von Diminution und Augmentation des Themas weisen auf eine Art von fraktaler Dilatationssymmetrie, die in der musikalischen Zeit und im Raum realisiert wird.<sup>292</sup>

Es folgt ein Beispiel aus dem Bereich des deterministischen Chaos in der neuen Raum-Musik. Im Wolfgang Fortners *Versuch eines Agon um...?* für 7 Sänger und Orchester wird vor dem Schluss eine punktuelle, chaotische Struktur zunächst von den 7 Sängern exponiert und dann in bestimmter Reihenfolge und Zeitintervallen von allen Instrumentalgruppen des Orchesters gespielt. Der chaotische Prozess der Ineinandermischung und gradueller Transformation verbreitet sich allmählich über den ganzen Klangraum des

<sup>291</sup> Fast jede Variation hat ihr eigenes Tempo: Variation A: *Presto*, Variation B: *Lento*, Variation C: *Moderato*, Variation D: *Allegro alla marcia*, Variation E: *Brillante – alla pollaca*, Variation F: *Meno mosso*, Variation H: *Cominciando lento ma poco a poco accel.-- al Allegro*, Variation I: *Maestoso*, Variation K: *Vivace*, Variation L: *Allegro pomposo*, Fugue: *Allegro molto*. («Theme A, B, C, D, E, F» am Anfang der Komposition: *Allegro maestoso e largamente*.)

<sup>292</sup> Hinsichtlich der Metamorphosen des Themas wird die Dilatationssymmetrie gebrochen.



Orchesters. Die pointillistische chaotische Struktur wird einerseits durch die vom Komponisten vorgeschriebenen Töne oder Gruppen von Tönen und andererseits durch die Bewusstseinsvorgänge der Interpreten, die sich während der Aufführung ereignen, determiniert.

Der Zustand so einer aleatorischen Struktur kann man nur statistisch, d. h. unpräzise beschreiben, ähnlich wie man die Brownsche Bewegung der Moleküle eines Gases nur durch den statistischen Wert der Temperatur bestimmen kann. Ständiges *crescendo* und wachsende Schalldichte tragen der gesamten kompositorischen Dynamik bei. Der pointillistische Kontrapunkt wird allmählich in eine dichte, cluster-ähnliche Klangmasse umgewandelt, die den ganzen Klangraum des Orchesters ausfüllt. Da die vielschichtige Improvisation alle 12 Töne der chromatischen Skala umfasst, lassen sich alle melodischen und harmonischen Strukturen des Werks von diesem deterministischen Chaos, in dem «*multae formae latent*» ableiten.<sup>293</sup> Oder umgekehrt: Sie werden alle in den chaotischen Zustand umgewandelt. Von diesem Gesichtspunkt aus, darf man über gewisse symmetrische Verhältnisse zwischen dem Chaos und der Ordnung sprechen.

Eine mehr oder weniger gebrochene translative Symmetrie wird auf zwei Ebenen realisiert: Auf der Ebene der Wiederholungen von Einzeltönen und Tongruppen und auf der Ebene der Nachahmungen der aleatorischen Struktur von unterschiedlichen Instrumentalgruppen.

Bezugnehmend auf die Bemerkung des Komponisten, dass die Tonfolge beliebig aufgeführt werden soll, werden die Symmetrien der Permutationsgruppen mit drei, vier oder fünf Variablen, mindestens teilweise verwirklicht. Hinsichtlich der chaotischen Struktur, die die unterschiedlichen Klangfarbenräume gleichzeitig ausfüllt, darf man von einer latenten, mehr oder weniger gebrochenen Spiegelsymmetrie sprechen. Im Moment der Kulmination (*ff*) hört alles plötzlich auf, wie abgerissen.<sup>294</sup> Der Klangraum wird zum Stilleraum (G. P.). Die Antisymmetrie von Klang und Stille wird realisiert.<sup>295</sup>

---

<sup>293</sup> Durch die Einführung der *Glissandi* der Streicher (VI. I, Br. I, Vel I) wird der gegebene Frequenzbereich völlig «gedeckt» und die größte Klangdichte erreicht.

<sup>294</sup> Dies soll nicht buchstäblich aufgefasst werden. Der Nachhall soll nämlich in Kauf genommen werden.

<sup>295</sup> Vgl.: Wolfgang Fortner, *Versuch eines Agon um...?* für sieben Sänger und Orchester (1973), Studien-Partitur, B. Schott's Söhne, Mainz 1973, S. 70-72.

## Der psychologische Aspekt <sup>296</sup>

### Psychologie des musikalischen Schaffensprozesses und Symmetrie

Die Wiederholung / Symmetrie ist mit einem tiefen psychologischen Bedürfnis verbunden, und zwar mit dem Bedürfnis, etwas Schönes, Interessantes, Wichtiges, Substantieles wieder zu hören und zu erleben.

In einer «tonalen» und «erweitert-tonalen» Komposition werden in erster Linie das Thema oder das thematische Komplex – also die Hauptgedanken, die im Prinzip bereits am Anfang exponiert werden – wiederholt bzw. variiert wiederholt. Durch mikro- und makrostrukturelle Wiederholungen wird die musikalische Form gebaut. Die Suche nach wohlproportionierten formalen Zusammenhängen, nach Gleichgewicht und Symmetrie ist auch mit tiefen psychologisch – ästhetischen Bedürfnissen verbunden. Bei der Komposition einer organischen Musikform spielt die innere, intuitive Kontrolle der Zeit- bzw. des Formverlaufs eine entscheidende Rolle. Die bewussten und unbewussten psychischen Sphären wirken zusammen. Symmetrische Verhältnisse können völlig intuitiv erreicht werden (Debussy, Penderecki u. a.).

In der dodekaphonischen oder seriellen Musik (z. B. im Spätwerk Weberns, bei Messiaen oder Boulez) übernimmt die Zwölftonreihe sozusagen eine thematische Funktion. Symmetrie, insbesondere die Spiegelsymmetrie wird zum Grundprinzip des Formbaus. Aber die Spontanität und Mitwirkung aller kreativen Potentialen (auf den beispielsweise Bachsche Kunst beruht) sind verloren und durch einen zerebral vorgeschriebenen Automatismus ersetzt. Diese Tatsache wird in der psychologischen Wirkung solcher Musik gespiegelt.<sup>297</sup>

---

<sup>296</sup> «Art being a thing of the mind, it follows that any scientific study of art will be psychology. It may be other things as well, but psychology it will always be.» (Max J. Friedländer, *Von Kunst und Kennerchaft*)

Aus: E. H. Gombrich, *Art & Illusion. A study in the psychology of pictorial representation*, Phaidon, London 2002, Introduction, *Psychology and the Riddle of Style*, S. 3.

<sup>297</sup> Eine tiefgreifende Analyse und Kritik des seriellen Kompositionsprozesses und seiner Ergebnisse brachte P. Boulez vor: «When the serial principle was first applied to all the components of sound, we were thrown bodily, or rather headlong, into a cauldron of figures, recklessly mixing mathematics and elementary arithmetic; the theory of permutations used in serial music is not a very complex scientific concept; one need only reread Pascal to be convinced of this, and to realise that our system and calculations are summed up in quite modest theories, whose scope is limited to a definite object. Moreover, by dint of 'preorganisation' and 'precontrol' of the material, total absurdity was let loose; numerous distribution-tables necessitated almost as many correction-tables, and hence a *ballistic* of notes; to produce valid results, everything had to be rectified! In fact the basic 'magic squares' were related to an ideal material ('My overcoat also became an ideal' - Rimbaud: *Ma Boheme*), without any thought of contingencies – donkey work – of any kind: rhythmic organisation disregarded realisable metric relationships, structures of timbres scorned the registers and dynamics of instruments, dynamic principles paid no heed to balance, groups of pitches were unrelated to harmonic considerations or to the limits of tessitura. Each system, carefully worked out in its own terms, could only cohabit with the others through a miraculous coincidence. The

## **Die Rolle der Erlebniszeit bei der Wahrnehmung von Symmetrie und Variation in der Musik – in Bezug auf den zeitlichen Aspekt der Musik.**

Musik wird in der Zeit erlebt und erfasst. Die Logik des Erlebnisses und der geistigen Erfassung eines musikalischen Vorgangs ist mit der Perzeption des Zeitverlaufs eng verbunden. Man darf nicht vergessen, dass die musikalische Zeit eine dynamische Mischung von der «subjektiven» (veränderlichen) und «objektiven» (konstanten) Zeit ist.

Um die verschiedenen symmetrischen Vorgänge / Zusammenhänge im musikalischen Zeitverlauf / Formablauf wahrnehmen und erkennen zu können, braucht der Hörer eine gewisse Zeit – die Erlebniszeit. Das Erlebnis beruht auf den strukturellen Zusammenhängen und der aus diesen Zusammenhängen hervorgehenden psychologischen Wirkung. Es handelt sich um einen parallelen, sozusagen symmetrischen, musikalisch – psychologischen Prozess, und zwar einen kontinuierlichen Prozess. Wir hören nicht nur separate Momente, unser Bewusstsein und der ganze Wahrnehmungsapparat «hört», d. h. erlebt, erfasst den Kontext. *Conditio sine qua non* sind die Erinnerung und Fähigkeit (man darf sagen: musikalische Intelligenz), die strukturellen Beziehungen bzw. die Form im Ganzen zu erleben und zu fassen.

Das Niveau und die Qualität der Wahrnehmung, des Erlebnisses und Verständnisses hängt natürlich von der musikalischen Ausbildung, Sensibilität, Konzentration, Komplexität der Formstruktur und anderen Faktoren ab. Es ist auch wichtig, ob der Hörer die Komposition schon kennt oder nicht.

Eine der interessantesten Fragen ist das Verhältnis zwischen unterschiedlichen Formen von Symmetrie und ihrer psychologischen Wirkung in der Musik und in der bildenden Kunst und Architektur. In erster Linie sollen translative und Spiegelsymmetrie berücksichtigt werden.

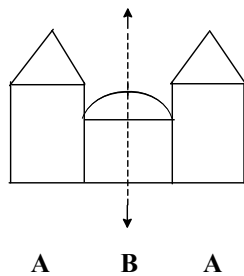
---

works of this period also show an extreme inflexibility in all their aspects; elements in the 'magic squares' which the composer, with his magic wand, forgot at the birth of the work, react violently against the foreign and hostile order forced upon them; they get their own revenge: the work does not achieve any conclusively coherent organisation; it sounds bad and its aggressiveness is not always intentional.

Enslaved in such a yoke it was difficult not to feel oneself at the mercy of the law of large numbers: in the last resort any choice had only a relative importance, simply amounting to cutting a slice of chance. This procedure might be seen as a take-over by numbers; the composer fled from his own responsibility, relying on a numerical organisation which was quite incapable of choice and decision; at the same time he felt bullied by such an organisation in that it forced him to depend on a crippling absurdity.» Aus: Pierre Boulez, *Boulez on Music Today*, translated by S. Bradshaw and R. Bennett, Faber and Faber, London 1975 (Originally published as *Musikdenken heute* by B. Schott's Sohne, Mainz 1963, and *Penser la Musique Aujourd'hui*, Paris 1963), *General Considerations*, S. 25-26.

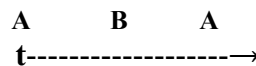
Der wesentliche Unterschied zwischen den symmetrisch angeordneten Teilen innerhalb einer architektonischen (räumlichen, statischen) und einer musikalischen (zeitlichen, dynamischen) Komposition mag durch folgende schematische Darstellung erläutert werden:

**architektonische Komposition:**



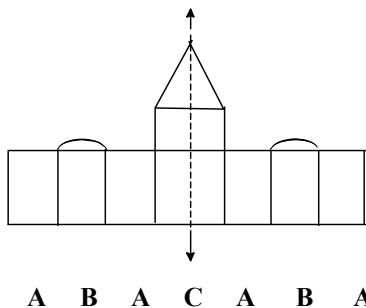
Z. B. eine Kirche.  
**Gleichzeitigkeit, Statik.**  
**Spiegelsymmetrie!**

**musikalische Komposition:**

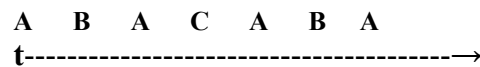


Z. B. barocke «Da capo» - Arie.  
**Zeitverlauf, Dynamik.**  
 Vor allem: **verschobene translative Symmetrie!** Wenn die Teile A und B bilateral symmetrisch komponiert sein würden, würde eine Analogie zur räumlichen Spiegelsymmetrie einer Kirche gewissermaßen möglich sein.

Oder eine mehrteilige Formkonstruktion:

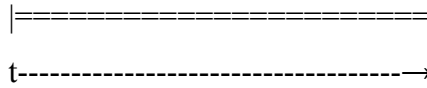


Z. B. ein siebenteiliges Gebäude:  
**Architektur: Gleichzeitigkeit, Statik.**  
**Spiegelsymmetrie!**



Z. B. klassisches Rondo mit drei Themen, Sonatenrondo:  
**Musik: Zeitverlauf, Bewegung, Dynamik.**  
**Die Buchstaben bezeichnen nur die symmetrische Anordnung von Teilen bzw. Phasen des Formverlaufs in der Zeit. Die symmetrische Anordnung beruht auf verschobener Translation oder Doppeltranslation (Reprise des zweiten Themas [B] im Sonatenrondo). Es gibt keine Spiegelsymmetrie im Sinne der sogenannten «Zeitumkehr»!**

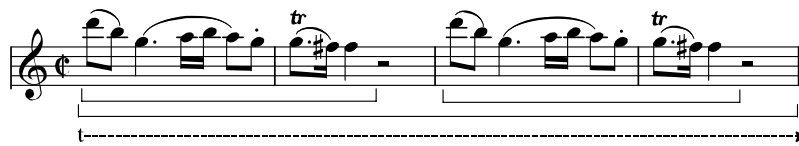
Gewisse Analogie gibt es zwischen der Kunst der Photographie und der Filmkunst:



**Eine Photographie: Statik.**

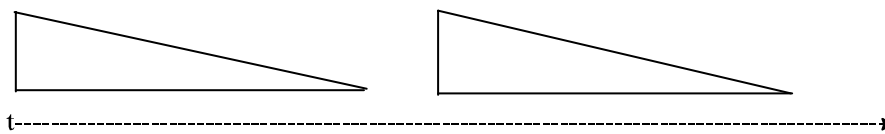
**Ein Film: Dynamik. Entwicklung im Zeitablauf.**  
(Der Zuschauer hat eigentlich eine Illusion der kontinuierlichen Bewegung.)

Durch einfache Wiederholung (ohne Spiegelung) wird in der Musik die stärkste Symmetriewirkung erzeugt. Diese Tatsache ist mit ihrem zeitlichen Wesen verbunden. Je kürzer der formale Abschnitt ist, desto stärker wirkt die translative Symmetrie. Bei zeitlicher Translation eines kurzen musikalischen Gedankens, kann der Zuhörer das kompositorische Verfahren ohne Schwierigkeiten erkennen und deutlich verfolgen:

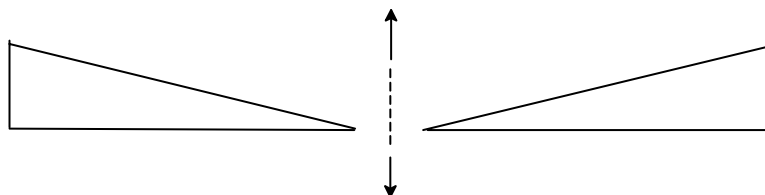


W. A. Mozart, *Klaviersonate C-Dur, K.V. 545 («Facile»)*, 1. Satz, 2. Thema (Doppelphrase, G-Dur).

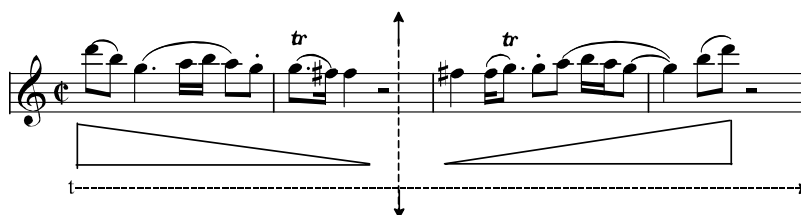
Entsprechende graphische Darstellung dieser musikalischen Zeittranslation wäre:



Vom visuellen Gesichtspunkt aus betrachtet, wird ein stärkeres (oder richtiges, wahres) Symmetrieverhältnis durch die Spiegelung an einer Vertikalachse erzeugt. Der spiegelsymmetrische Zusammenhang beider Formen ist visuell sofort erkennbar:



Im musikalischen (zeitlichen) Bereich bedeutet das aber folgendes:



Unabhängig von den zusätzlichen ästhetischen Problemen, die durch die Spiegelung («Zeitumkehr») eines solchen klassischen musikalischen Gedankens entstehen, bleibt die Tatsache, dass die Krebsform (in diesem Fall die Krebsform eines melodischen Fragmentes) im Vergleich zur Originalversion ganz unterschiedlich klingt und eine andere musikalische Bedeutung hat. Da sich die spiegelsymmetrische Struktur allmählich im Zeitablauf entwickelt, lässt sich das kompositorische Verfahren häufig nicht erkennen und demzufolge nicht vom Anfang an präzise verfolgen.<sup>298</sup> Die spiegelsymmetrische (rückläufige)<sup>299</sup> Version der Klänge, der formalen Elemente und Teile, widerspricht der Natur der Zeit, die *de facto* nur in einer Richtung verläuft. Dies ist, bezugnehmend auf die psychologische Wirkung der Musik, auf das Erlebnis und Verständnis der Symmetrie entscheidend. Auch in dem Fall, wenn die Spiegelung wörtlich durchgeführt wird, mag sich der Zuhörer überhaupt nicht dessen bewusst sein, dass es sich um eine Original- und Krebsform ein und desselben musikalischen Gedankes oder formalen Abschnitts handelt. Bei der „Zeitumkehr“ längerer Abschnitte oder Formteile, die im «erweitert tonalen» und «atonalen» kompositorischen Systemen vorkommen, ist es oft fast oder ganz unmöglich, das Symmetrieverhältnis (ohne analytischer Vorbereitung) wahrzunehmen und verfolgen.

<sup>298</sup> Als zweidimensionale ornamentale Darstellung (im Schriftbild) lässt sich dieselbe bilateral symmetrische Ganzheit leichter visuell erkennen.

<sup>299</sup> „Rückläufe beziehen sich nur auf die Reihenfolge der Klänge, jedoch nicht auf diese selbst; in welchem Ausmaß sie bei einem wirklichen Rücklauf bis zum Nichtwiedererkennen ihre Mikrostruktur verwandeln, kann man gewahr werden, sobald man ein Tonband in umgekehrter Richtung ablaufen lässt.“ Aus: György Ligeti, *Wandlungen der musikalischen Form*, in: *Die Reihe 7. Form – Raum*, UE, Wien 1960, S. 16-17.

# IV. KAPITEL

## VERSCHIEDENE FORMEN VON SYMMETRIE

### - eine systematische Übersicht

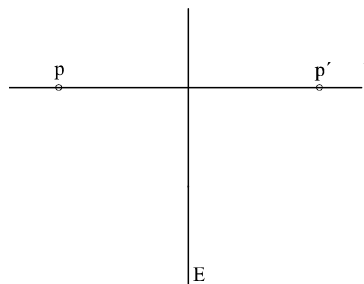
«Kein Phänomen erklärt sich an und aus sich selbst; nur viele, zusammen überschaut, methodisch geordnet, geben zuletzt etwas, das für Theorie gelten könnte.»

Goethe<sup>300</sup>

### 1. BILATERALE SYMMETRIE (SPIEGELSYMMETRIE)

Bilaterale Symmetrie oder Symmetrie von links und rechts ist ein geometrischer, absolut präziser Begriff. Hermann Weyl definiert sie auf folgende Weise: «Ein Körper, ein räumliches Gebilde, ist symmetrisch auf eine Ebene  $E$ , wenn es durch Spiegelung an  $E$  in sich selbst übergeführt wird.»<sup>301</sup>

Spiegelung an einer Ebene ist ein Automorphismus: Ihre Iteration  $SS$  ergibt die Identität. Diese Tatsache führt zur Folgerung, dass links und rechts gleich sind. Wie alle Punkte in einem Raum so sind auch links und rechts wesensgleich. Dies gilt auch für positiven und negativen Magnetismus, für positive und negative Elektrizität, sowie für linke und rechte Schraube. Albert Einsteins Relativitätsprinzip lautet: «Lage, Richtung, links und rechts sind relative Begriffe. Es ist unmöglich aufgrund irgendwelcher physikalischer Erscheinungen ein absolutes Bezugssystem zu bestimmen.»<sup>302</sup>



Spiegelung an  $E$ .<sup>303</sup>

<sup>300</sup> J. W. Goethe, *Maximen und Reflexionen*, Insel Verlag, Frankfurt am Main und Leipzig 1976, S. 209.

<sup>301</sup> Hermann Weyl, *Symmetrie*, Birkhäuser Verlag, Basel und Stuttgart 1955, S.12.

<sup>302</sup> Hans Breuer, *dtv-Atlas Physik*, Band 2, Deutscher Taschenbuch Verlag, München 1988, (Moderne Physik, Relativitätsprinzip) S. 345.

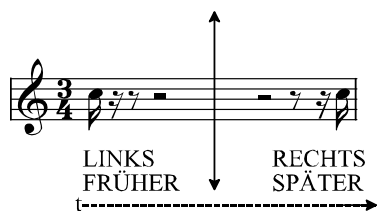
<sup>303</sup> Vgl.: Hermann Weyl, *Symmetrie*, Birkhäuser Verlag, Basel und Stuttgart 1955, S. 12.

Es gibt zwei Hauptaspekte der Realisierung von bilateraler Symmetrie in der Musik (in der Ebene des Schriftbildes / Notenbildes):

1. Spiegelung an einer Vertikalachse,
2. Spiegelung an einer Horizontalachse.

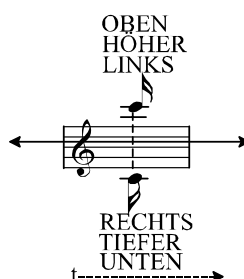
Der erste Fall ist mit der **zeitlichen Organisation** von Tönen oder Klängen verbunden («Zeitumkehr», «Krebsgang») und der zweite Fall mit ihrer **Höhenorganisation** («Raumumkehr», «Inversion»): [a] harmonischer Bereich: spiegelbildliche Frequenzenstruktur [Struktur der Intervalle in den Zusammenklängen, Akkorden], [b] melodischer Bereich, der mit dem Zeitablauf wesentlich verbunden ist: Gegenbewegung / Inversion). In zweidimensionaler graphischer Darstellung (d. h. im Schriftbild) links und rechts bedeuten grundsätzlich entweder früher – später, oder höher – tiefer. Diese zwei Aspekte der bilateralen Symmetrie können nur theoretisch getrennt werden. Die musikalische Raum-Zeit oder der musikalische Zeit-Raum ist eine Einheit.

1. Der erste Aspekt:



Gleiche Frequenzen (Tonhöhen),  
keine Gleichzeitigkeit;

2. Der zweite Aspekt:



Verschiedene Frequenzen (Tonhöhen),  
Gleichzeitigkeit.

«In der ebenen Geometrie kann die Spiegelung an einer vertikalen Achse auch dadurch erzeugt werden, dass man die Ebene im Raum durch  $180^\circ$  um  $l$  dreht. Eine Abbildung ist immer dann definiert, wenn eine Regel aufgestellt wird, die jedem Punkt  $p$  einen Bildpunkt  $p'$  zuordnet. Bilaterale Symmetrie erscheint so als der erste Fall eines geometrischen Symmetriebegriffs, der sich auf solche Operationen wie Spiegelungen oder Drehungen bezieht.»<sup>304</sup>

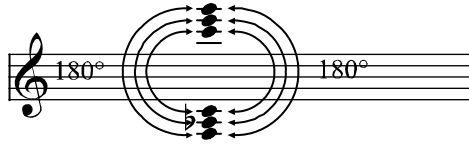
<sup>304</sup> Aus: Hermann Weyl, *Symmetrie*, Birkhäuser Verlag, Basel und Stuttgart 1955, S. 13.



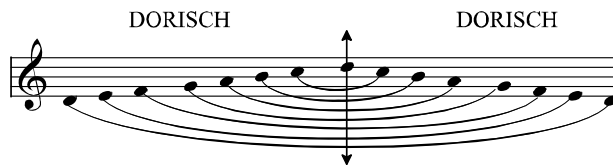
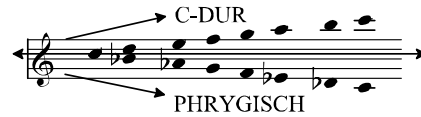
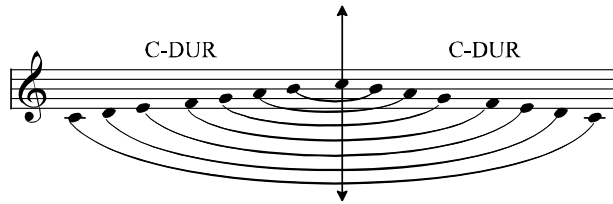
SPIEGELUNG:



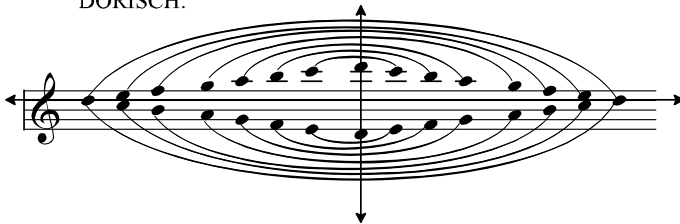
DREHUNG:



Tonleitern:

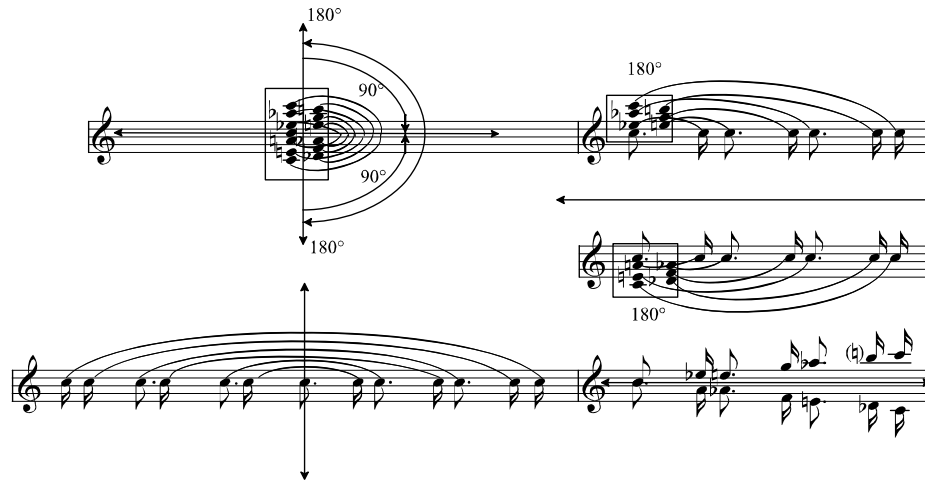


DORISCH:



Korrespondenz zwischen Harmonie, Melodie und Rhythmus, die durch die Symmetrioperationen Spiegelung und Drehung erreicht wird:

Grundwert: .|` = kleine Sekunde



Die durch Spiegelung und Drehung erreichten harmonischen, melodischen und rhythmischen Verhältnisse. (D. Kempf)



Es gibt zahlreiche Beispiele der bilateralen Symmetrie in der Kunst, sowie in der Natur und Wissenschaft. In den «räumlichen» Künsten, die – im Gegenteil zur Musik - nicht wesentlich mit der Zeitdimension verbunden sind (Malerei, Bildhauerei, Architektur) wird die Symmetrie sofort erkennbar. In der Musik ist sie in der formalen Mikrostruktur am besten erkennbar oder wahrnehmbar.

Unter den Völkern der antiken Welt haben besonders die Sumerer die sogenannte «heraldische» Symmetrie <sup>305</sup> gepflegt. Die Zeichnung auf der silbernen Vase des Königs Entemena, der um 2700 v. Chr. Regierte, mag als ein Beispiel dienen. <sup>306</sup>

Zum Vergleich sei hier ein Detail aus A. Weberns *Klaviervariationen Op. 27* präsentiert: Die bilateral symmetrische Struktur am Anfang des 1. Satzes – in der

<sup>305</sup> D. i. bilaterale Symmetrie im Bereich der Heraldik.

<sup>306</sup> Vgl.: Hermann Weyl, *Symmetrie*, Birkhäuser Verlag, Basel und Stuttgart 1955, S. 16 (Figur 3).

zweidimensionalen, graphischen Darstellung. (Solche «lokale» Spiegelungen charakterisieren den ganzen Satz.):

Anton Webern, *Variationen für Klavier* Op. 27, T. 1-7.

Der Adler mit zwei Köpfen, symmetrisch nach entgegengesetzten Seiten gewandt, wurde später zum typischen heraldischen Muster (Persien, Syrien, Byzanz, das zaristische Russland und die österreichisch-ungarische Monarchie).<sup>307</sup>

In der abendländischen Kunst – im Gegenteil zu der orientalischen - wird die strenge Symmetrie sehr oft aufgelockert, gemildert. Auch dort aber, wo die Abweichungen groß sind, empfindet man Symmetrie als Norm.<sup>308</sup>

In diesem Zusammenhang sollen die Forschungen von Heinrich Wölfflin (1864-1945) erwähnt werden (*das Problem der Umkehrung in Raphaels Teppichkartons; Gedanken zur Kunstgeschichte*, 1941). Er hat eine Reihe von Beispielen analysiert und expliziert (z. B.: Raphaels Sixtinische *Madona* und Rembrandts Radierung *Landschaft mit den drei Bäumen*) was ihm ermöglicht hat, folgendes festzustellen: Rechts hat in der Malerei eine andere Bedeutung, einen anderen Stimmungswert als links. Demzufolge ist die Symmetrie gebrochen, und statt den strengen, geometrischen Begriff «bilaterale Symmetrie» sollte man den wagen Begriff «Ausgewogenheit» verwenden.<sup>309</sup>

In seinem Artikel *Zum Problem der Symmetrie in der bildenden Kunst* schließt Dagobert Frey: «Symmetrie beinhaltet Ruhe und Bindung. Daraus ergibt sich, dass in der Asymmetrie als dem polaren Gegensatz Bewegung und Lösung zum Ausdruck gelangt.

<sup>307</sup> Vgl.: Hermann Weyl, *Symmetrie*, Birkhäuser Verlag, Basel Stuttgart 1955, S. 17, Figur 4: Ein sumerisches Bild. Die adlerköpfigen Männer sind in der Ebene des Bildes nicht ganz symmetrisch (die Anordnung der Füße und Flügel!), weil die Spiegelung an einer vertikalen Gerade *l* dadurch erzeugt wurde, dass die Ebene im Raum durch 180° gedreht wurde.

<sup>308</sup> Vgl.: Hermann Weyl, *Symmetrie*, Birkhäuser Verlag, Basel Stuttgart 1955, S. 21, Figur 9: Die Reiter aus der berühmten etruskischen Grabkammer des Trikliniums in Tarquinia.

<sup>309</sup> Z. B.: Michaelangelo, *Erschaffung Adams*, 1508-12. Fresco, ca. 2.8 x 5.7 m. Sixtinische Kapelle, Vatikan, Rom. (Der belebende Funke springt von Gottes rechtem Zeigefinger auf Adam über.) Vgl.: Anna-Carola Krause, *Geschichte der Malerei von der Renaissance bis heute*, Könemann Verlagsgesellschaft, Köln 1995, S. 17. Oder eine quasi bilaterale Symmetrie im Jugendstil: Peter Behrens (1868-1940), *Der Kuss / Le Baiser*, 1898. Gravure sur bois. 27.2 x 21.7 cm. Vgl.: Hans H. Hofstätter, *Jugendstil – Graphik und Druckkunst*, Originalausgabe: Holle Verlag, Baden-Baden 1983 / *Jugendstil et art nouveau. Ouvres graphiques*. Éditions Albin Michel, Paris 1985, S 139.

So entspricht einerseits der Ordnung der Symmetrie die Willkür der Asymmetrie, der Gesetzmäßigkeit der Zufall, andererseits der Bindung die Freiheit, der Erstarrung das Leben.»<sup>310</sup>

Viele Bildhauer modellierten den menschlichen Körper durch die Geschichte der Kunst hindurch, wobei seine harmonische Proportionen und die Symmetrie von links und rechts schon im antiken Griechenland (Polyklet, Fidias u. a.) eine bedeutende Rolle spielten. Eben eine griechische Skulptur aus dem vierten Jahrhundert v. Chr., die Statue eines betenden Knaben, triebte Hermann Weyl an, über den Ursprung der Symmetrie und ihrer ästhetischen Wert zu philosophieren. Er zog die folgende Schlussfolgerung: «Die mathematischen Gesetze, welche die Natur beherrschen, sind der Ursprung der Symmetrie in der Natur; ihr Ursprung in der Kunst ist die intuitive Erfassung der Idee im Geist des schöpferischen Künstlers; dabei bin ich bereit zuzugeben, daß in der Kunst die Tatsache der bilateralen Symmetrie des menschlichen Körpers in seiner äußeren Erscheinung als weiterer Antrieb gewirkt hat.»<sup>311</sup>

Die Art und Weise in der ein Bauwerk künstlerisch gestaltet wird, kann auf den Proportionen des menschlichen Körpers beruhen. In der Baukunst der Renaissance findet man viele Beispiele solcher Übereinstimmungen.<sup>312</sup>

Le Corbusier studierte diese Möglichkeiten bzw. architektonische Proportionen, die aus der menschlichen Figur abgeleitet werden können.<sup>313</sup>

Griechische Tempel<sup>314</sup> und christliche Basiliken<sup>315</sup> sowie andere öffentliche Gebäude und Stätten der Anbetung sind von der bilateralen Symmetrie beherrscht. Die gotische Kathedrale in Chartres ist ein Beispiel der sogenannten «historischen Asymmetrie». (Seine Türme sind nicht gleich, weil sie zu verschiedenen Epochen gebaut worden sind.)

---

<sup>310</sup> Hermann Weyl, *Symmetrie*, Birkhäuser Verlag, Basel 1955, S. 24.

<sup>311</sup> Aus: H. Weyl, *Symmetrie*, Birkhäuser Verlag, Basel 1955, S. 16. Vgl. auch: *Leonardos Kanon der Proportionen (1492) in Anlehnung an Vitruvius* (Venice, Academy of Fine Arts), aus: *Leonardo da Vinci*, Istituto Geographico de Agostini, Novara, Italy, printed in Japan (S. A.), S. 446.

<sup>312</sup> Vgl. Z. B.: Francesco di Giorgio. Drawing from Cod. Magliab., Bibl. Naz., Florence, und Leonardo da Vinci. Design of a Church, Ms. B, Inst. De France, Paris (detail). Aus: Rudolf Wittkower, *Architectural Principles in the Age of Humanism*, originally published in 1949 as Volume 19 of the *Studies of the Warburg Institute*. The present edition is published by arrangement with, and courtesy of, The Warburg Institute, S. 13.

<sup>313</sup> Vgl.: Architectural proportions based on the human figure (Source: Le Corbusier 1948b). Aus: Stephen Grabow, *Frozen Music: the Bridge Between Art and Science*, in: *Companion to Contemporary Architectural Thought*, edited by Ben Farmer and Hentie Louw, Routledge, London 1993, S. 442.

<sup>314</sup> Unter anderen der Tempel von Artemida auf der Insel Krf.

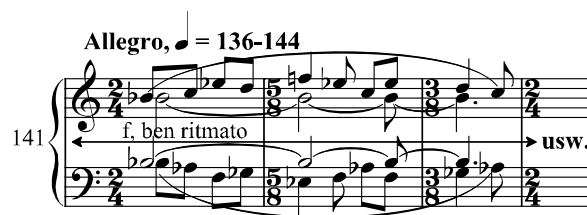
<sup>315</sup> Z. B. gotische Architektur (von der Mitte des 12. bis Ende des 15. Jahrhunderts): Die Kathedrale *Notre-Dame* in Paris, der Kölner Dom, die Kathedralen in Ulm, Bamberg, Straßburg, usw.

Verschiedene Arten der bilateral symmetrischen Brückenkonstruktion stellen eine Synthese von Statik (Mathematik), Funktionalität und Schönheit dar.<sup>316</sup>

Ein Glasspiegel oder die spiegelförmigen Oberflächen des Sees, des Meers, des Flusses, erzeugen Spiegelbilder. Dieses Motiv erscheint häufig in der Natur und in der Kunst (Malerei, Literatur, Film...). Ein schönes und außergewöhnliches Beispiel ist die Erzählung über Narziss, die auch Hermann Hesse (*Narziss und Goldmund*) und Paulo Coelho (*Alquimista*) verwendeten und variierten.

*Der Dorfteich* (1910) von Erich Heckel (Öl auf Leinwand, 56,5 x 73,5 cm, Sprengel Museum Hannover) ist ein Beispiel aus der expressionistischen Malerei.<sup>317</sup>

Musikalisches Äquivalent der erwähnten Spiegelbilder in der Natur und in der visuellen Kunst ist die Widerspiegelung einer musikalischen Struktur im Sinne einer Inversion im Tonhöhenraum (Spiegelung an einer Horizontalachse). Z. B.:



B. Bartók, *Spiegelung*, aus *Mikrokosmos VI*, Nr. 141.<sup>318</sup>

### Spiegelsymmetrische Akkorde:<sup>319</sup>

#### Klassische Harmonie:

					as'	h'	d''	f'	c'	a'	f'	d''
f'	h'	gis'	c''	e''	f'	as'	h'	d''	a	d'	d'	a'
d'	d'	e'	gis'	c''	d'	f'	as'	h'	f	c'	c'	f'
<u>h</u>	<u>f</u>	<u>c'</u>	<u>e'</u>	<u>gis'</u>	<u>h</u>	<u>d'</u>	<u>f'</u>	<u>as'</u>	<u>d</u>	<u>f</u>	<u>a</u>	<u>c'</u>

<sup>316</sup> Bilateral symmetrische Brückenkonstruktion: 1. simple truss, 2. steel arch, 3. continuous truss, 4. cantilever, 5. suspension. Aus: *Webster's Ninth New Collegiate Dictionary*, Merriam-Webster, Publishers Springfield, Massachusetts, USA, S. 179.

<sup>317</sup> Vgl. die Abbildung aus dem Buch: Anna-Carola Krause, *Geschichte der Malerei von der Renaissance bis heute*, Könemann Verlagsgesellschaft, Köln 1995.

<sup>318</sup> Weitere Beispiele: J. S. Bach, *Die Kunst der Fuge*, BWV 1080, *Contrapunctus XI*, Tripel-(Quadrupel-)Fuge über zwei (drei) neue Themen und das variierte Hauptthema (vierstimmig). T. 158-162, 1. und 2. Stimme. *Motus contrarius* schließt manchmal die Kreuzung der Stimmen ein: J. Haydn, *Symphonie D-Dur* (mit dem Dudelsack), *IV Finale: Spiritoso*, T. 73-81, VI. 1 und 2.

<sup>319</sup> Es gibt zwei Möglichkeiten: 1. Spiegelung an einer real klingenden Horizontalachse (ein Ton in der Mitte des Akkordes, z. B.: h d' f'), 2. Spiegelung an einer imaginären Horizontalachse, die oft eine Vierteltonteilung voraussetzt. Z. B.: h d' ↓ f' as'. (Die Symmetrieachse ist der Viertelton zwischen es' und e'.)

h	g'	e'	c''	f'	g'	h'	des''	a'	f'	a'	d'
g	c'	c'	g'	des'	f'	g'	h'	f'	dis'	f'	h
e	h	h	e'	h	des'	f'	g'	d'	des'	dis'	g
c	e	g	h	g	h	des'	f'	h	h	h	es
								g	g	g	c

Weitere Möglichkeiten:

Bifunktionalität:	Bi- und Polytonalität:	des'''									
		b''									
c''		g''									
as'		c''									
f'	g	es'	c''	e'	a'	es'	f'	des''	fes''	e'	
d'	e	c	e'	es'	fis'	d'	d'	as'	des''	cis'	
h	es	g	es'	g	des'	h	h	f'	b'	c'	
g	c	e	g	c	b	g	fis	d'	ais	a	
Subdom.	Dur/Moll.....										
Dom.											

C. Debussy,  
Prélude a l'après-midi  
d'un faune, T. 4-10

Modus B-A-C-H: (Zwölftonakkord)

es''	h''	des''	c'''	b'	c	des'''	c'''	g''	g''	c''	ais'	
des''	c''	b'	h'	a'	H	c''	des''	c''	es''	as'	dis'	
e'	a'	c'	b'	c'	B	g'	fis'	as'	as'	fis'	h	
d'	b	a	a	h	A	fis	g	fis'	fis'	d'	fisis	
								d'	h	h	dis	
								g	g	g	Gis	

Ganztonsystem:

Pentatonik:

Quarten-/Quintensystem:

ais	gis'		des''									
gis	e'		h'									
fis	c'	e'	a'	gis'								
e	b	b	g'	fis'	cis'							
d	gis	gis	fis'	dis'	ais							
c	e	fis	e'	d'	gis							
	c	c	d'	h	fis							
			c'	a	dis							

↓  
B. Bartók,  
Streichquartett IV,  
II Prestissimo, con sord.  
(T. 161-164)

↓  
I. Strawinski,  
LE SACRE DU PRINTEMPS:  
Danses des adolescentes  
(Trombe: 1., 2., 3., 4., picc.)

↓  
A. Berg,  
Lyrische Suite,  
1. Satz, T. 1.

Man. *pppp* *f*  
Ped.

J. Blume: *Orgelsonate III* (1974) - *Protuberanzen* für Orgel, Schluss.

Wenn sich ein Bauwerk, das bilateral symmetrisch konstruiert ist, im Wasser spiegelt, so entsteht ein Doppelspiegelbild (links – rechts, oben – unten). Im folgenden Beispiel ist die links – rechts Spiegelsymmetrie des Bauwerks ein wenig gebrochen: *Schloß Charlottenburg*<sup>320</sup>, Berlin.

Ein solches Doppelspiegelbild im Schriftbild der Musik (links – rechts, oben – unten) bedeutet eine simultane Spiegelung im Zeitablauf (die sogenannte «Zeitumkehr») und im Tonhöhenraum (Frequenzbereich, tonpsychologischer Raum). Im folgenden Beispiel erscheint diese Doppelspiegelung auf der mikrostrukturellen Ebene.

Fl. *fz*  
Ob. *fz*  
Fg. *fz*

J. Haydn, *Symphonie Nr. 92, G-Dur, «Oxford»*, (T. 176-177, Ob. – Fg., Vla – Vcl. e Cb.).

Die Doppelspiegelung wird im Bereich der Tonleiter realisiert. Z. B.:

Ganztonleiter (eine Halbe):

		h'		
	a'		a'	
f'	g'		g'	f'
f'	es'		dis'	f'
	des'		cis'	
	h			

Chromatische Skala (ein Segment):

		es'		
	d'		d'	
c'	cis'		des'	c'
c'	h		h	c'
	b		ais	
	a			

<sup>320</sup> Ein analoges wunderschönes Beispiel in Indien: *Taj Mahal*, Agra (1631-43). – Einfachheit der Proportionen, elegante Spiegelsymmetrie und vollkommene Harmonie!

## Analogien in der Poesie:

Es folgen einige Beispiele der reflexiven Symmetrie in der Flächenorganisation des Textes. (Der poetische Text besitzt auch seinen linearen, zeitlichen Aspekt. In unserer Zivilisation: Die Schreib- und Leseweise von links nach rechts und von oben nach unten.<sup>321</sup>)

Folgendes Zitat ist aus der Dichtung von Jure Kaštelan genommen: 3. und 5. Strophe aus dem Gedicht *Uspavanka vremena (Wiegenlied der Zeit)*, «weisen auf R. Döhls Konstellation hin»<sup>322</sup>

Ti koji voliš,  
Znaš mirisne lastavice i cvrkutave ruže.  
←(.....)-----→  
Znaš mirisne lastavice i cvrkutave ruže,  
Ti koji voliš.

Der Vers «Znaš mirisne lastavice i cvrkutave ruže» ist auch auf dem Prinzip der reflexiven Symmetrie komponiert. Zugleich zeigt es sich, dass die Synästhesie<sup>323</sup> eigentlich eine Spiegelstruktur ist:

mirisne lastavice i cvrkutave ruže  
└──────────────────┘  
└──────────────────┘  
(= duftende Schwalben und zwitschernde Rosen )  
└──────────────────┘  
└──────────────────┘

Synästhetische sprachliche Ausdrücke wie z. B. «der Ton der Farbe» und «die Farbe des Tones» weisen auf die synästhetischen Verhältnisse zwischen Malerei und Musik hin, die als eine Art der bilateralen Symmetrie interpretiert werden können.

Der Gründer der Zwölftonkomposition Joseph Mathias Hauer (*Nomos* für Klavier, 1919), der mit der Farbenlehre Goethes fasziniert wurde, verglich das Spektrum von Farben (den Farbkreis) mit der chromatischen Skala. Sein Freund und künstlerischer Mitarbeiter<sup>324</sup> der Mahler Johannes Itten (1888-1967) versuchte in seiner Farbenlehre verschiedene

<sup>321</sup> J. Faryno betrachtete die textliche Spiegelsymmetrie vom Gesichtspunkt ihrer Entwicklung in der Zeit aus. – In diesem Zusammenhang sei noch der Begriff «Kronotop» aus M. M. Bachtins Theorie der Literatur erwähnt.

<sup>322</sup> Aus: Branko Vuletić (Philosophische Fakultät, Zagreb), *Odrzi. O plošnom / prostornom ustrojstvu pjesništva Jure Kaštelana*, in: *Umjetnost riječi* XXXV (1991) . 1., Zagreb, siječanj – ožujak. S. 9.

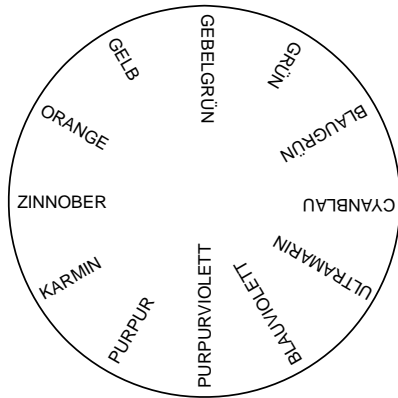
<sup>323</sup> = Verschmelzung mehrerer Sinneseindrücke.

<sup>324</sup> Itten «malte» Hauers Kompositionen und Hauer «komponierte» Ittens Gemälde.



Disziplinen wie z. B. Experimentalwissenschaft, Kunsttheorie und Philosophie in Verbindung zu bringen.<sup>325</sup>

FARBENKREIS /-KUGEL: Gelbgrün, Grün, Blaugrün; Cyanblau, Ultramarin Blauviolett; Purpurviolett, Purpur, Karmin; Zinnober, Orange, Gelb:



FARBENKUGEL (in der ebenen Darstellung: **Farbenkreis**) in 7 Lichtstufen und 12 Tönen von J. Itten.<sup>326</sup> (Aus einer Ausstellung im Goethe Institut Zagreb, 2001/2002.)

Die Farbwahrnehmung ist für Goethe ein physiologisches, physikalisches und psychisches Geschehen, das wesentlich vom Auge bestimmt wird. Die Voraussetzungen unserer Wahrnehmungen und Erlebnisse, die so tiefe philosophische Fragen eröffnen und ein Symmetrieverhältnis einschließen, drückte der große Künstler auf eine einfache, poetische Weise folgendermaßen aus:

«Wär´ nicht das Auge sonnenhaft  
 Es würde nie die Sonn´ erblicken;  
 Wär´ nicht in uns des Gottes eigne Kraft  
 Wie könnt uns göttliches entzücken?»  
 (J. W. Goethe, *Zahme Xenien*, 1805)

Töne und Farben verband A. N. Skrjabin. Bekannt ist sein *Prometheus, le poème du feu*, Op. 60 (1911), für Orchester und Farbklavier.

Arthur Bliss (1891-1975) komponierte *A Colour Symphony* mit vier Farben - Sätzen:

1. Purple: *Andante maestoso*, 2. Red: *Allegro vivace*, 3. Blue: *Gently flowing*, 4. Green: *Moderato*.

<sup>325</sup> Die Resultate seiner interdisziplinären Forschungen veröffentlichte Johannes Itten 1961 in seinem Buch *Kunst der Farbe. Subjektives Erleben und objektives Erkennen als Wege zur Kunst*.

<sup>326</sup> Nach der bis heute gültigen physikalischen Theorie von I. Newton (*Opticks*, 1704), sei das Licht aus sieben Spektralfarben (Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo, Violet) zusammengesetzt, die sichtbar werden, wenn ein Lichtstrahl durch ein Prisma fällt (Spektralzerlegung).

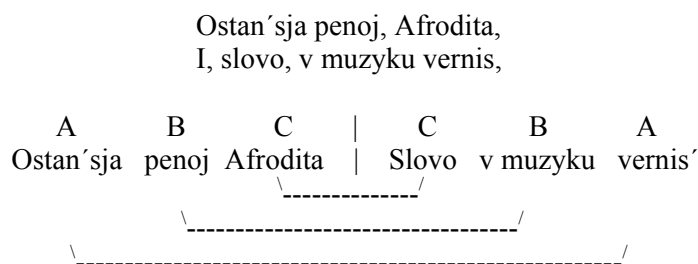
In seinem Sonett *Voyelles* (1871) entwickelte Arthur Rimbaud ein System von Übereinstimmungen zwischen bestimmten Vokalen (Klängen) und entsprechenden Farben («A noir, E blanc, I rouge, U vert, O bleu»), die bei ihm weitere phantasievolle künstlerische Assoziationen hervorriefen.

Die Begriffe wie z. B. Farbskala, Farbkontrast /-nuance, Farbenmischung, die in der Malerei gewisse Bedeutung haben, werden auch in der Musik verwendet, beispielsweise im Bereich der Tonarten, Harmonien, Instrumenten, bei der Instrumentation bzw. Orchestrierung, usw.

Ähnliche symmetrischen Verhältnisse gibt es auch auf der stilistischen Ebene. Zum Beispiel: Impressionismus in der Malerei (französische Impressionisten) und Impressionismus in der Musik (Debussy). Derartige «bilaterale» oder «multilaterale» Symmetrien zwischen den Künsten, die mit dem Begriff «Zeitgeist» verbunden sind, sind natürlich anderer Art, und keinesfalls so exakt wie jene, die z. B. in einer architektonischen oder in einer musikalischen Komposition realisiert werden können.<sup>327</sup>

Auf verschiedenen Ebenen der Textorganisation erscheint die Spiegelsymmetrie als Grundfaktor der Formgestalt: Z. B. semantische Spiegelstruktur, klangliche Spiegelstruktur, gramatische Spiegelstruktur, Spiegelstruktur im Bereich der Syntax, komplexe Spiegelstruktur...

Ein Segment aus dem Gedicht *Silentium* (1910) von Ossip Mandelstam mag – nach Josip Užarević - als ein Beispiel der semantischen Spiegelung in der Dichtung dienen. Alle semantischen Elemente (Wörter) bilden, in Bezug auf die Symmetrieachse, die spiegelsemantische kompositorische Perspektive<sup>328</sup>:



<sup>327</sup> In diesem Kontext sollen geschichtliche Übereinstimmungen in der philosophischen und kompositorischen Struktur des Denkens erwähnt werden. Z. B.:

Philosophie: Leibniz (Monadon) ----- Musik: barocke monothematische Fuge.

Philosophie: Hegel (Dialektik) ----- Musik: klassischer Sonatensatz.

<sup>328</sup> Vgl.: Josip Užarević (Philosophische Fakultät, Zagreb), *Zrcalna kompozicija (Spiegelkomposition)*, Umjetnost riječi XXXIX (1995) 2 · Zagreb · travanj – lipanj, S. 99.

Offensichtlich gibt es in diesem Fragment keine Spiegelsymmetrie auf der strukturellen Ebene der Sprache. Eine solche Spiegelsymmetrie (bilateral symmetrische räumliche, bzw. zeitliche Anordnung der Phoneme / Wörter) kommt sehr selten vor. Es folgen zwei Beispiele aus der kroatischen Sprache:

- 1. a)                                 ↑  
ANA VOLI MILOVANA (= Ana liebt Milovan.)
- b) ANA VOLI MILOVANA↓ANAVOLIM ILOV ANA (Spiegelsymmetrie, [?])
- c) ANA VOLI MILOVANA↓ANA VOLI MILOVANA (= translative Symmetrie und zugleich gebrochene Spiegelsymmetrie)
  
- 2. a)                                 ↑  
SIR IMA MIRIS (= Der Käse hat einen Geruch.)
- b) SIR IMA MIRIS↓SIRIM AMI RIS (Spiegelsymmetrie [?])
- c) SIR IMA MIRIS↓SIR IMA MIRIS (translative Symmetrie und zugleich gebrochene Spiegelsymmetrie)

Jedoch gibt es auch hier keine vollkommene Spiegelsymmetrie, und zwar aus folgenden Gründen: Nur ein Teil der geschriebenen Phoneme (A, V, O, I, M) hat spiegelbildliche Eigenschaften (bezugnehmend auf eine vertikale Achse). Die sinnvollen Gruppen der Phoneme (Wörter) - sowie der ganze Satz – verlieren nach der Spiegelungsachse, d. h. bei der Raum- bzw. «Zeitumkehr», ihren Sinn (Beispiele 1. b und 2. b), obwohl die Reihenfolge der Phoneme unverändert bleibt. Um denselben Sinn wieder zu erreichen, soll die Spiegelsymmetrie ein wenig gebrochen werden (Beispiele 1. c und 2. c). Falls eine Aufnahme des gesprochenen Satzes (Nr. 1. a oder Nr. 2. a) rückläufig gespielt werden würde, würde diese rückläufige Version im Vergleich zum Original unterschiedlich (unnatürlich und merkwürdig) klingen. Bei einer normalen Wiederholung der Originalversion (Beispiel 1. c oder 2. c) würde es sich um eine gebrochene Spiegelsymmetrie und zugleich um eine regelmäßige translative Symmetrie handeln.

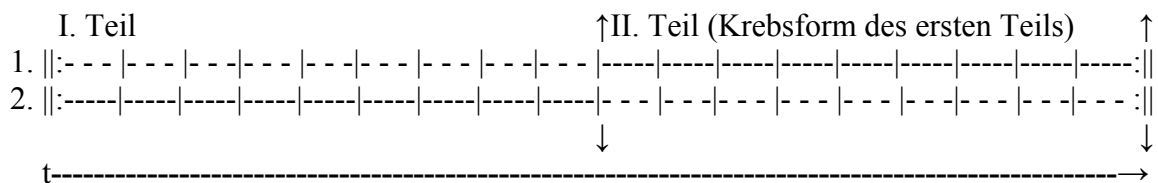
Noch ein Beispiel auf Englisch:

  ↑  
«Able was I ere I saw Elba» (nur ein wenig gebrochene Spiegelsymmetrie!)  
  ↓

Die Spiegelsymmetrie wird stark gebrochen, wenn der Satz gesprochen wird.

  ↑  ↑  ↑  
Able was I ere I saw Elba | Able was I ere I saw Elba  
  ↓  ↓  ↓  
(Spiegelsymmetrie und translative Symmetrie sind beim geschriebenen Text fast gleich.)

Nehmen wir jetzt ein analoges musikalisches Beispiel, einen kurzen Krebskanon von J. S. Bach:



J. S. Bach, *Musikalisches Opfer, Canon I a 2 (cancrizans)*, BWV 1079.3a.

Obwohl die in der Partitur graphisch dargestellte axialsymmetrische Struktur des Krebskanons vollkommen symmetrisch zu sein scheint, klingt eine «live»-Aufführung des zweiten Teils (T. 10–18) auffallend unterschiedlich im Vergleich zu einer rückläufig reproduzierten Aufnahme des ersten Teils (T. 9-1). Auch die vorgeschriebene «live»-Wiederholung des ganzen Kanons ist nicht mit der rückläufig reproduzierten Aufnahme des ganzen Kanons identisch.<sup>329</sup> Dies ist noch ein Aspekt der Symmetriebrechung. Vollkommene Spiegelsymmetrie ist sowieso nur auf der Ebene der Idee realisierbar.

Es gibt eine andere Möglichkeit: Spiegelsymmetrie kann nur auf der Ebene der Reihenfolge der Wörter (oder der Motive in der Musik) realisiert werden. Dabei kann der Sinn des Satzes unverändert bleiben:

«Is it odd how asymmetrical is 'symmetry'?  
'Symmetry' is asymmetrical how odd it is.»<sup>330</sup>

Spiegelsymmetrische Anordnungen von Reimen sind im Petrarca's Sonett *O invidia* zu finden:

- (1) O invidia, nemica di virtute, ----- ] ----- ]
- (2) Ch'a bei principi volentier contrasti, ..... ] ----- ]
- (3) Per qual sentier cosi tacita intrasti ..... ] ----- ]
- (4) In quel bel petto, e con quali arti il mute? ----- ] ----- ]
- (5) Da radice n'hai svelta mia salute: ----- ] ----- ]
- (6) Troppo felice amante mi mostrasti ..... ] ----- ]
- (7) A quella, ch'i miei prieghi humili e casti ..... ] ----- ]
- (8) Gradi alcun tempo, hor par, ch'odi'e refute.----- ] ----- ]
- (9) Né pero che con atti acerbi e rei ----- ] ----- ]
- (10) Del mio ben pianga, e del mio pianger rida, ----- ] ----- ]
- (11) Poria cangiar sol un de'pensier miei. ----- ] ----- ]
- (12) Non perché mille volte il di m'ancida, ----- ] ----- ]
- (13) Fia, ch'io non l'ami, e ch'i non spero in lei:----- ] ----- ]
- (14) Ché s'ella mi spaventa, Amor m'affida. ----- ] ----- ]

<sup>329</sup> Ein- und Ausschwingvorgänge markieren unvertauschbar Anfang und Ende bei allen instrumentalen und vokalen Klängen. Rückläufe beziehen sich nicht auf die Klänge selbst sondern auf ihre Reihenfolge.

<sup>330</sup> Aus: B. Pavlović & N. Trinajstić, *On Symmetry and Asymmetry in Literature*, in: *Symmetry. Unifying Human Understanding*, edited by István Hargittai, = International Series in Modern Applied Mathematics and Computer Science, Volume 10, Pergamon Press, New York Oxford, 1986, S. 210.

A. Willaert vertonte dieses Sonett. In seinem Madrigal *O invidia* stimmen die Reimen oft mit bestimmten Intervallen überein.

A. Willaert, *O invidia*: textliche und musikalische Reimen zu Beginn des Madrigals (erste Strophe des Sonetts).<sup>331</sup>

Die Übereinstimmungen zwischen textlichen und musikalischen Reimen stellen eine Art bilaterale Symmetrie dar.

Hochinteressant ist die berühmte alte *SATOR-Zauberformel* (*Sator Arepo tenet opera rotas*.), die eine komplexe Syntax von unterschiedlichen räumlich-zeitlichen Symmetrieverhalten darstellt:

SATOR AREPO TENET OPERA ROTAS ↓ SATOR AREPO TENET OPERA ROTAS

Jedes Wort kann vier Mal gelesen werden. Diagonale Anordnung der Phoneme ist bilateral symmetrisch:

S	A	T	O	R
A	R	E	P	O
T	E	N	E	T
O	P	E	R	A
R	O	T	A	S

<sup>332</sup>

<sup>331</sup> Vgl.: Benito V. Rivera, *Finding the Soggetto in Willaert's Free Imitative Counterpoint: A Step in Modal Analysis*, in: *Music Theory and the Exploration of the Past*, edited by Christopher Hatch and David W. Bernstein, The University of Chicago Press, Chicago 1993, S. 83 (bzw. S. 81-102).

<sup>332</sup> Eine Erläuterung der SATOR-Formels von Hardenberg (1932): Der Buchstabe N befindet sich in der Mitte des Kreuzes, das aus dem Wort TENET zusammengesetzt ist. Vier Ecken des Quadrats bilden jedes Mal das Wort *ro-sa* (Symbolik: die Rosen umkreisen das Kreuz). Die Buchstaben R - P - P - R, die das N umrunden, repräsentieren die 4 Dienste Christs: *Rex – Pontifex – Propheta – Redemptor*. Die Diagonalen des Quadrats machen das Zeichen X aus. Die Buchstaben S – S und R – R

Die erste Zeile ist die rückwärts gelesene fünfte Zeile, und die zweite Zeile ist die rückwärts gelesene vierte Zeile:

S	A	T	O	R	↑	R	O	T	A	S
A	R	E	P	O		O	P	E	R	A
T	E	N	E	T		T	E	N	E	T
O	P	E	R	A		A	R	E	P	O
R	O	T	A	S		S	A	T	O	R
←----- -----→										
R	O	T	A	S		S	A	T	O	R
O	P	E	R	A		A	R	E	P	O
T	E	N	E	T		T	E	N	E	T
A	R	E	P	O		O	P	E	R	A
S	A	T	O	R	↓	R	O	T	A	S

F. Grosser und Sigurd Agrell weisen auf die Tatsache hin, dass die Buchstaben der SATOR-Formel das Pater-noster-Kreuz bilden, das an den Enden die Buchstaben O und A (das Alpha und das Omega) hat.

	A	
	P	
	A	
	T	
	E	
	R	
A	P	A
T	E	R
N	O	S
T	E	R
O	S	T
	E	
	R	
	O	

Weitere latente symmetrische Kombinationen:

1. Möglichkeit: zwei Mal *Oro te pater* (+ *sanas*);
2. Möglichkeit: zwei Mal *Pater noster* und zwei Mal *AO* – Alpha und Omega.<sup>333</sup>

Dieser alte lateinische Spruch mit vielen latenten Bedeutungen und vielschichtigen symmetrischen Verhältnissen ruft eine Assoziation auf die Struktur des kompositorischen Denkens im Spätwerk Anton Weberns hervor (besonders im Op. 21, Op. 24, Op. 28 und Op. 30).

Die Innenstruktur der Zwölftonreihe des *Konzerts Op. 24* besteht aus vier isomorphen Figuren, die als Diminutiv der Grundformen der Reihe gestaltet sind: Originalgestalt, Krebs, Umkehrung und Umkehrungskrebs. Wegen der vielfältigen Übereinstimmungen bzw. der

---

bedeuten: *Rex Regum* und *Spiritus Salvator*. Vgl.: Zvonimir Doroghy, *Blago latinskoga jezika (Thesaurus linguae latinae)*, SNL, Zagreb 1986, S. 393-394.

<sup>333</sup> Vgl.: Zvonimir Doroghy, *Blago latinskog jezika (Thesaurus linguae latinae)*, SNL, Zagreb 1986, S. 394-399.

strukturell-musikalischen «Vieldeutigkeit» der Dreitongruppen im Zwölftonsystem, erinnert die folgende graphische Darstellung an das magische Quadrat der SATOR-Formel.

S A T O R  
A R E P O  
T E N E T  
O P E R A  
R O T A S

Anton Webern, *Konzert op. 24*, eine graphische Darstellung der Innenstruktur der Reihe in Zusammenhang mit vier Grundformen der Reihe.

In der «visuellen Poesie» werden Teile des Textes gegenseitig gespiegelt. Das Verfahren resultiert mit einer geschlossenen, symmetrischen Organisation / Konstruktion. Das Gedicht gestaltet seine eigene Welt.

ugnel laugl  
 s rəvol lover s  
 a si əvol love is a  
 tɪd s si əvol love is a bit  
 rɛttɪd s si əvol love is a bitter  
 tɛɪm rɛttɪd s si əvol love is a bitter mist  
 ʎɛɪtɛɪm rɛttɪd s si əvol love is a bitter mystery  
 tɛɪm rɛttɪd s si əvol love is a bitter mist  
 rɛttɪd s si əvol love is a bitter  
 tɪd s si əvol love is a bit  
 s si əvol love is a  
 s rəvol lover s  
 rɔʒl laʊg

Ein Gedicht von Reinhard Döhl mit vielschichtigen Spiegelungen, durch die eine geometrische, nicht nur zweidimensionale sondern auch dreidimensionale, kugelförmige Raumkomposition erreicht wird.

Michael von Albrecht (Heidelberg, Deutschland), der die Spiegelungstechniken in der Literatur und Musik studierte (Spiegelung auf einer waagrechten Achse [x-Achse] oder «Krebstang» und Spiegelung auf einer senkrechten Achse [y-Achse] oder «Inversion»), analysierte das Verhältnis der «doppelten Spiegelung» zwischen dem vierten Buch und der Mittelszene des sechsten Buchs von Vergils *Aeneis*. Diese vielfältige bilateral symmetrische Beziehungen sind aber anderer Art, sie sind nicht so exakt und beziehen sich auf die Handlung des Epos (die Beziehungen zwischen Dido, Sychaeus, Aeneas and Götter), die

regelmäßige und umgekehrte Chronologie der Geschehnisse einschließt. Die Ergebnisse seiner Analyse fasste er schematisch zusammen.<sup>334</sup>

Spiegelsymmetrie wird auf der Ebene der Buchstaben und Wörter realisiert:

a) Spiegelung an einer Vertikalachse: große Buchstaben A, M, T, U, V, W, Y, Namen: AVA (Ava Gardner, amerikanische Schauspielerin), AMMA (Elmer L. Amma, Professor at Department of Chemistry, the University of South Carolina), AMA (American Medical Association)...

b) Spiegelung an einer Horizontalachse: große Buchstaben B, C, D, E, K; Namen/Begriffe: BEDE (Venerable Bede, 673-735, englischer Historiker und Theologe), DIOXID (eine Substanz, bei der zwei Sauerstoffatome an ein Atom eines anderen Elementes gebunden sind), OHIO (einer der Vereinigten Staaten)...

c) Vertikale und horizontale Spiegelung: H, I, O, X;

c<sub>1</sub>) Diagonale Symmetrieachsen: N, S, Z.<sup>335</sup>

Es folgen symmetrische Anordnungen und Spiegelungen in der Dichtung von Juan Ramón Jiménez:

PERRO DIVINO	EL DIA BELLO
<p>¡Aquí esta! ¡Venid todos!              ¡Cavad, cavad! ↓            ¡Mis manos echan sangre,            y ya no pueden más!            ¡Aquí está!-----             ¡Entre la tierra húmeda,            que olor a eternidad!              ¡Aquí está!-----             ¡Oíd mi aullido largo            contra el sol inmortal!            ¡Aquí esta! ¡Venid todos!              ¡Cavad, cavad, cavad! ↓</p>	<p style="text-align: center;">Y en todo desnuda tú _____             He visto <u>la aurora rosa</u> _____   <u>y la mañana celeste,</u> _____             he visto <u>la tarde verde</u> _____             y he visto <u>la noche azul.</u> _____             _____             ←-----Y en todo desnuda tú.-----→            _____             Desnuda en <u>la noche azul,</u>              desnuda en <u>la tarde verde</u>              y en <u>la mañana celeste,</u>              desnuda en <u>la aurora rosa.</u>    <u>Y en todo desnuda tú.</u>  <sup>336</sup></p>

<sup>334</sup> Vgl.: Michael von Albrecht, *Some Types of Mirroring in Literature and Music*, in: *International Journal of Musicology* 4, 1995 (Europäischer Verlag der Wissenschaften, Frankfurt am Main 1996), S. 47-49.

<sup>335</sup> Vgl.: B. Pavlović und N. Trinajstić, *On Symmetry and Asymmetry in Literature*, in: *Symmetry. Unifying Human Understanding*, edited by István Hargittai, = International Series in Modern Applied Mathematics and Computer Science, Volume 10, Pergamon Press, Oxford 1986, S. 207-208.

<sup>336</sup> Die zwei Gedichte (*Perro divino*, *El dia bello*) aus: J. R. Jiménez, *Pjesme*, izabrao i preveo Nikola Miličević, Logos, Split 1987, S. 112 und 190.



Ein Gedicht ist eine Synthese von vertikalen und horizontalen strukturell – semantischen Spiegelungen und Äquivalenzen. Die Möglichkeit der Korrespondenz zwischen den unteren und oberen Spiegelebenen («z. B.: Rhythmus eines Gedichtes im gesamten Werk eines Dichters; 'ich' in der 'Welt' - die 'Welt' in 'mir'»<sup>337</sup>) ist eingeschlossen.

**Die Übereinstimmungen zwischen der dichterischen und musikalischen Form stellen eine Art bilaterale Symmetrie dar:**

K. Stockhausens *Gesang der Jünglinge* bezieht sich auf die deutsche Fassung des lateinischen Textes des *Lobgesangs der drei Jünglinge* (eine Folge von Akklamationen aus den Apokryphen zum Buch Daniel). Hier sind 9 Verse des Lobgesangs, die Stockhausen in seiner Komposition verwendete. (Drei Worte [Preiset den Herrn] werden ständig wiederholt. Stockhausen erklärte: «die Konzentration richtet sich auf das Geistliche, Sprache wird rituell.»)<sup>338</sup>

„Preiset (Jubelt) den(m) Herrn, ihr Werke alle des Herrn –  
Lobt ihn und über alles erhebt ihn in Ewigkeit.

Preiset den Herrn, ihr Engel des Herrn –  
preiset den Herrn, ihr Himmel droben.

Preiset den Herrn, ihr Wasser alle, die über den Himmeln sind –  
preiset den Herrn, ihr Scharen alle des Herrn.

Preiset den Herrn, Sonne und Mond –  
preiset den Herrn, des Himmels Sterne.

Preiset den Herrn, aller Regen und Tau –  
preiset den Herrn, alle Winde.

Preiset den Herrn, Feuer und Sommersglut –  
preiset den Herrn, Kälte und starrer Winter.

Preiset den Herrn, Tau und des Regens Fall –  
preiset den Herrn, Eis und Frost.

Preiset den Herrn, Reif und Schnee –  
preiset den Herrn, Nächte und Tage.

Preiset den Herrn, Licht und Dunkel –  
preiset den Herrn, Blitze und Wolken.“<sup>339</sup>

<sup>337</sup> «(npr. ritam određene pjesme u cjelokupnu pjesnikovu opusu, 'ja' u 'svijetu' i 'svijet' u 'meni').» Aus: Josip Užarević (Zagreb, Filozofski fakultet), *Zrcalna kompozicija*, in: *Umjetnost riječi* XXXIX (1995) \* 2 \* Zagreb \* travanj – lipanj, S. 99.

<sup>338</sup> Karlheinz Stockhausen, *DuMont Dokumente*, Band 2. Texte zu eigenen Werken, zur Kunst Anderer, Aktuelles. Verlag M. DuMont Schauberg, Köln 1975, *Musik und Sprache III*, S. 58.

<sup>339</sup> Aus: K. Stockhausen, *Musik und Sprache III*, in: *DuMont Dokumente*, Band 2, K. Stockhausen, Texte zu eigenen Werken, zur Kunst Anderer, Aktuelles, M. DuMont Schauberg Verlag, Köln 1975, S. 58-59.

Dass solche vertikalen Übereinstimmungen in der Flächenorganisation des Textes, die in der Dichtung häufig zur Anwendung kommen, in einer zeitlichen Projektion (beim Lesen) als periodische Wiederholungen / Translationen des betreffenden strukturell–semantischen Abschnittes erscheinen, mag an einem kurzen Gedicht von W. B. Yeats gezeigt werden:

SUPERNATURAL SONGS

IV  
*There*<sup>340</sup>

There all the barell-hoops are knit,  
There all the serpent-tails are bit,  
There all the gyres converge in one,  
There all the planets drop in the Sun.

a                    b                    a                    c                    a                    d                    a                    e

There all the barell-hoops are knit, there all the serpent-tails are bit, there all the gyres converge in one, there all the planets drop in the Sun.

----->

= horizontale Translation vom «a» («there all»), d. h. periodische Wiederholung im Zeitablauf.

Das Resultat einer linearen, zeitlichen Projektion ist eine Art von Kettenform, die in der Musik ursprünglich als die **Rundtanz-/ Rundgesang-Form** bekannt wurde.

In der Kunstmusik gibt es zwei Arten der uralten Rundtanz-, bzw. Rundgesang-Form:

**1. Art:** a b c b d b e b f b .....

(b = Refrain bzw. «Refrain»-Thema; a, c, d, e, f... = Gegenthemen)

Z. B.: L. van Beethoven: **6 Ecossaisen** (1806).

Analoge Idee der Form in der Dichtung: W. B. Yeats,

*Those Dancing Days are Gone*<sup>341</sup>, Anfang (1. Strophe mit dem *Refrain*):

Come, let me sing into your ear;  
Those dancing days are gone,  
All that silk and satin gear;                    a  
Crouch upon a stone,  
Wrapping that foul body up  
In as foul a rag:  
*I carry the sun in a golden cup,*                    b  
*The moon in a silver bag.*  
Usw.

Lineare zeitlich-räumliche Komposition der Form ist: a b c b d b

<sup>340</sup> Aus: W. B. Yeats, *The Poems*, Everyman's Library, London 1992, S. 335.

<sup>341</sup> Vgl.: W. B. Yeats, *The Poems*, Everyman's Library, London 1992, S. 317: *Those Dancing Days are Gone*. Diese Formkonzeption wendete Yeats auch auf der Ebene der Anordnung von Strophen an: *Three Marching Songs* (1. Strophe: a, 2. Strophe: b, 3. Strophe: c, 4. Strophe: b, 5. Strophe: d, 6. Strophe: b), S. 380-381.

Derselbe Formtypus im Kontext eines dreiteiligen strophischen Liedes (A A A) stellt Goethes Gedicht *Nachtgesang* komponiert von Franz Schubert dar. Die Übereinstimmungen von Silben am Ende der betreffenden Zeilen (die Reime) sind noch eine zusätzliche Realisation von Symmetrie.<sup>342</sup>

**2. Art: a b a c a d a e a f.....**

(a = «Refrain»-Thema; b, c, d, e, f ..... = Gegenthemen)

Obwohl die beiden Arten der Rundtanz-/ Rundgesangform das Translationsverfahren einschließen (periodische Wiederholung des «Refrain»-Themas) darf nicht die ganze Form als symmetrisch bezeichnet werden, und zwar wegen den interpolierten unterschiedlichen Gegenthemen.

F. Couperins «Rondeau» mit «couplets» R C<sub>1</sub> R C<sub>2</sub>..... R, sowie die barocke Rittornell-Form R Z<sub>1</sub> R Z<sub>2</sub>.....R (R = Ritornell, Z = Zwischenspiel), gehören zu diesem Formtyp. *Rondeau* war auch eine dichterische Form in jener Zeit in Frankreich, und der wunderschöne Park in Versaille, mit seinen periodisch wiederholten Rondellen war nach demselben Formprinzip gestaltet. In diesem Zusammenhang sei noch ein Beispiel aus der zeitgenössischen kroatischen Filmkunst erwähnt. Das seltsame *Rondo in a-Moll* von W. A. Mozart inspirierte den Regisseur Zvonimir Berković zu seinem außergewöhnlichen Film *Rondo*, dessen Form die Idee der musikalischen Form verfolgt.

R. Schumanns *Faschingschwank aus Wien*, Op. 26 ist nach der Idee der Rondo-Form komponiert: A B A C A D A E A F A + Coda

Es folgt ein Beispiel aus der spanischen Poesie: Federico García Lorca, POEMA DEL CANTE JONDO, *Memento*

- Cuando yo me muera,  
-enterradme con mi guitarra  
bajo la arena.
- Cuando yo me muera,  
-entre los naranjos  
y la hierbabuena.
- Cuando yo me muera,  
-enterradme si queréis  
en una veleta.
- ¡Cuando yo me muera!<sup>343</sup>

<sup>342</sup> Vgl: F. Schubert / J. W. Goethe, *Nachtgesang* (Nachlass, Lfg. 47), aus: *Schubert – Album*, Band VI, Nr. 25, revidiert von Max Friedlaender, Edition C. F. Peters, No. 793, Leipzig, S. 56.

<sup>343</sup> Aus: Federico García Lorca, *Prosa Poesía Teatro*, Moscú Editorial Progreso 1979, S. 160.

Das Formschema: **a b a c a d a**  
t----->

Weitere musikalische Analogien / Assoziationen:

Die Grundidee der Form von Chopins *Mazurka Op. 7, Nr. 4* (As Dur), besitzt ein ähnliches Schema: **a b a c a** (a = kleiner Doppelsatz)

Wenn die Wiederholung vom **a** Teil eingerechnet wird, erscheint das folgende

Formschema: **a b a b a c a**.

F. Mendelssohn: *Hochzeitsmarsch* im *Sommernachtstraum*:

Die Form: **A B (Trio I) A C (Trio II) A**<sup>344</sup>

Diese Idee der Form entspricht dem klassischen Rondo mit drei Themen (die sogenannte «kleine Rondoform» A B A C A), und dem klassischen Rondo mit einem Thema und zwei Episoden (A e<sub>1</sub> A e<sub>2</sub> A). In diesem Fall darf man von gebrochener Symmetrie im Bereich der musikalischen Form sprechen.

Die Form des Gedichtes *Renacere yo* von Juan Ramón Jiménez kann als eine Tendenz zur **Synthese** von beiden formalen Varianten (**1. und 2. Art**) aufgefasst werden:

**a b a<sub>1</sub> b a<sub>2</sub> b a<sub>3</sub> b a<sub>4</sub> b**

*Renaceré yo*

Renaceré yo piedra,  
y aún te amaré mujer a ti.

Renaceré yo viento,  
y aún te amaré mujer a ti.

Renaceré yo ola,  
y aún te amaré mujer a ti.

Renaceré yo fuego,  
y aún te amaré mujer a ti.

Renaceré yo hombre,  
y aún te amaré mujer a ti.<sup>345</sup>

Eine ähnliche Konstruktion der Form verwendete I. Stravinski im Aufbau des Mittelteils (*Ricercar II*) seiner *Cantata*. Nach der Einleitung (Vorspiel [1 Takt], Krebs 1, Ritornell 1, Krebs 2, Ritornell 1, Krebs 3) folgt der Hauptteil:

<sup>344</sup> Analoge Anordnung von Strophen in einem Gedicht: W. B. Yeats, 'I Am of Ireland' (1. Strophe: a, 2. Strophe: b, 3. Strophe: a, 4. Strophe: c, 5. Strophe: a). Aus: W. B. Yeats, *The Poems*, Everyman's Library, London 1992, S. 317-318

<sup>345</sup> Aus: Juan Ramón Jiménez, *Renaceré yo*, Pjesme, Logos, Split 1987, S. 194-195.

**K<sub>1</sub> R K<sub>2</sub> R K<sub>3</sub> R K<sub>4</sub> R K<sub>5</sub> R K<sub>6</sub> R K<sub>7</sub> R K<sub>8</sub> R K<sub>9</sub> R | Vers III**  
 t----->  
 (K = Kanon, R = Ritornell, t = tempus)

Es folgen noch einige Beispiele, die als weitere Varianten von derselben Idee der Form aufgefasst werden können:

**Instrumentalmusik:**

B. Bartók: *Klavierkonzert Nr. 3*, erster Teil des 2. Satzes (*Adagio religioso*):

**a b a<sub>1</sub> b<sub>1</sub> a<sub>2</sub> b<sub>2</sub> a<sub>3</sub> b<sub>3</sub> a<sub>4</sub> b<sub>4</sub> a<sub>5</sub>**  
 t----->  
 a = chorale Polyphonie (Streich)  
 b = chorale Homophonie (Klavier)

L.van Beethoven, *Klavierkonzert Nr. 4*, *G-Dur*, 2. Satz:

a = Choral-Rezitativ in Oktaven, *forte* (Orchester) TUTTI  
 b = harmonisierter Choral, *piano* (Klavier) SOLO

Die Formkonzeption basiert auf ständiger Abwechslung von *tutti* (Orchester) und *solo* (Klavier). Im Laufe des Satzes wird das Orchester-Rezitativ immer leiser und am Ende gibt es keinen Kontrast mehr. Die entgegengesetzten Schichten werden vereint.

**Vokalmusik:**

**PROPRIUM MISSAE IN DOMINICA RESURRECTIONIS**

5. *ANTIFONA AD OFFERTORIUM* :

**a (tutti):** Terra trémuit, et quiévit, / **a<sub>1</sub>(tutti):** dum resúrgeret in iudicio Deus, allelúia. ||  
**b (solo):** V. 1. Notus in Iudaéa Deus, in Israel magnum nomen eius, alleluia. ||  
**a<sub>1</sub> (tutti):** Dum resúrgeret in iudicio Deus, allelúia. ||  
**c (solo):** V. 2. Et factus est in pace locus eius et habitatio eius in Sion, alleluia. ||  
**a<sub>1</sub> (tutti):** Dum resúrgeret in iudicio Deus, allelúia. ||  
**d (solo):** V. 3. Ibi confrégit cornu, arcum, scutum et gládium et bellum : illúminans tu mirabiliter a móntibus aetérnis allelúia. ||  
**a<sub>1</sub> (tutti):** Dum resúrgeret in iudicio Deus, allelúia. ||

Entwicklung in der Zeit:

**a a<sub>1</sub> (tutti) b (solo) a<sub>1</sub> (tutti) c (solo) a<sub>1</sub> (tutti) d (solo) a<sub>1</sub> (tutti)**  
 t----->

Carlo Gesualdo (1560 – 1613), *Miserere*

Das (vereinfachte) Formschema: **a b a b a b a b a b a b a b a b**

**a** = homophoner Teil (eine akkordische Progression, die bei den Wiederholungen ein wenig variiert wird)

**b** = eine Melodie gregorianischer Herkunft

Stevan Mokranjac, *VII. Rukovet, Iz moje domovine* (Aus meinem Vaterland) für gemischten Chor. Analyse des ersten Teils: **a b a b a<sub>1</sub> b<sub>1</sub> a b**

**a** = kleiner Satz + sein Refrain-Motiv («more of»), 4 + 2 T. = 6 T.  
**b** = großer Satz, 8 T.

Oder: S. Mokranjac, *X. Rukovet, Narodne pjesme sa Ohrida* (Folkslieder aus Ohrid),

**1. Satz**: **a b a<sub>1</sub> b<sub>1</sub> a<sub>2</sub> b<sub>2</sub> a<sub>1</sub> b<sub>1</sub> a<sub>3</sub> b<sub>3</sub>**

**a** = kleine Periode (8 T.)  
**b** = kleine Periode (8 T.)

J. S. Bach, *Wohltemperiertes Klavier, Buch I, Fuge Nr. 12, f-Moll*:

**a** (T. 1-10) **b** (T. 10-13) **a<sub>1</sub>** (T. 13-16) **b<sub>1</sub>** (T. 16-19) **a<sub>2</sub>** (T. 19-22) **b<sub>2</sub>** (T. 22-27)  
t----->

**a<sub>3</sub>** (T. 27-31) **b<sub>3</sub>** (T. 31-34) **a<sub>4</sub>** (T. 34-37) **b<sub>4</sub>** (T. 37-40) **a<sub>5</sub>** (T. 40-43) **b<sub>5</sub>** (T. 43-47)  
t----->

**a<sub>6</sub>** (T. 47-50) **b<sub>6</sub>** (T. 50-53) **a<sub>7</sub>** (T. 53-58)  
t----->

**a, a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, a<sub>3</sub>**, usw. = Durchführungen des Themas (Chromatik)  
**b, b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>, b<sub>3</sub>**, usw. = Zwischenspiele (Diatonik)

Eine Aufeinanderfolge von instrumentalen und vokal-instrumentalen Abschnitten (Choral-Verse, gesungen vom Chor) kommt beispielsweise in Bachs Kantaten *Wie schön leuchtet der Morgenstern* (1. Satz) und *Erhalt' uns Herr bei deinem Wort* (1. Satz).

K. Stockhausen: *REFRAIN* für 3 Spieler (1959)

Der Komponist erklärte: «Ein stiller, statischer Klangzusammenhang wird sechsmal durch einen variierten Refrain 'gestört'; der Refrain ist erkennbar durch Triller, Cluster, eine kurze Melodie, Baßtöne; die Zeitpunkte der Refraineinsätze sind variabel von Version zu Version.»<sup>346</sup>

<sup>346</sup> Aus: Karlheinz Stockhausen, *Texte zur Musik 1963 – 1970*, DuMont Dokumente, Band 3, Verlag M. DuMont Schauberg, Köln 1971, S. 27.

**Die Übereinstimmungen im Bereich der musikalischen Formkonzeption in einer geschichtlichen Perspektive, die manchmal sehr große räumlich – zeitliche und stilistische Entfernungen implizieren, stellen noch einen Aspekt der Symmetrie oder gebrochener Symmetrie dar.**<sup>347</sup>

#### MIKROFORMALER BEREICH:

Eine melodische, harmonische oder harmonisch – melodische Sequenz kann auf demselben Bauprinzip beruhen:

#### **1. Melodische Sequenz (Modell: zwei unterschiedliche Motive: M.<sub>1</sub> und M.<sub>2</sub>):**

Mäßig geschwind

T. 9 M.1 M.2 M.1' M.2' M.1 M.2

Bäch-lein, laß dein Rau-chen sein! Rä-der, stellt eur Brau-sen ein! all ihr mun-tern Wald-vö-ge-lein,

F. Schubert, *Mein!* Singstimme, T. 9-14.<sup>348</sup>

a — b — a<sub>1</sub> — b<sub>1</sub> — a<sub>2</sub> — b<sub>2</sub>

<sup>347</sup> Ein spezifischer, interdisziplinärer Aspekt dieser «geschichtlichen Symmetrie» ist das Verhältnis Vergangenheit – Gegenwart durch den Spiegel der Erinnerung. Beispiele: J. W. Goethe schrieb im *Faust I (Zueignung)*: «Was ich besitze, seh ich wie im Weiten,

Und was verschwand, wird mir zu Wirklichkeiten.» Seine Idee der «Urpflanze» (*Die Metamorphose der Pflanzen*, 1798) sowie die Archetypen (Tiefenpsychologie) von K. G. Jung (*majestas, energeticum, fascinans, sanctum, mirum, tremendum*) gehören auch zu diesem Bereich. In der Musikgeschichte: Archetypische Verbindung zwischen musikalischen Werken, die in unterschiedlichen stilistischen Epochen komponiert wurden. Z. B.: *Requiem (Missa pro defunctis)* von J. Ockeghem, O. di Lasso, W. A. Mozart, G. Verdi, G. Fauré, G. Ligeti, usw. - Das Gesamtwerk von Marcel Proust trägt den Titel *A la recherche du temps perdu*. Barbara Wertheim Tuchman schrieb *A distant Mirror*, eine Chronik über das vierzehnte Jahrhundert. - Federico Fellinis Film *Amarcord* beruht auf den Erinnerungen der 30-er Jahren in Italien: phantastisches, surrealistisches Mosaik, Bilder der Kindheit im Spiegel seiner Erinnerung. - Platons Philosophie beruht auf der Idee der «Wiedererinnerung» (*Anamnesis*). - Formale, stilistische und archetypische Beziehungen zwischen der Renaissancekunst und der Kunst der Antike, Neogotik und Gotik, Neobarock und Barock, Neoklassik und Klassik, können als eine Art der geschichtlichen künstlerischen Erinnerung aufgefasst werden. – J. L. Borges: *The Immortal* (das Motto): «Salomon saith: 'There is no new thing upon the earth'. So that Plato had an imagination, that all knowledge was but remembrance; so Solomon giveth his sentence, 'that all novelty is but oblivion'. (Francis Bacon: *Essays, LVIII*)». - Die Reprogrammierung des kompositorischen Prozesses (Analyse der kompositorischen Denkweise, z. B. bei Beethoven) in Laboratorien der künstlichen Intelligenz als Grundmethode der sogenannten «kognitiven Musikwissenschaft» (engl.: cognitive musicology), die in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts in den Vereinigten Staaten entwickelt wurde und eine neue wissenschaftliche Einsicht in die Geschichte der Musik ermöglichte, soll auch in diesem Kontext erwähnt werden.

<sup>348</sup> Aus: Franz Schubert, *Die schöne Müllerin*, Nr. 11, ein Zyklus von Liedern von Wilhelm Müller, = *Lieder* für Singstimme und Klavier, hrsg. von Max Friedlaender, Band 1, Ausgabe für Sopran oder Tenor, Edition Peters, Nr. 20a, Leipzig, S. 28.

J. S. Bach, *Dreistimmige Invention Nr. 3, D-Dur*, Thema. (Das zweite Motiv *b* gehört zur latenten zweiten Stimme).<sup>349</sup>

## 2. Harmonische (akkordische) Sequenz (Modell: zwei unterschiedliche Akkorde, z.

B: Septakkord - Terzquartakkord):

Vollkommene Symmetrie: *Rosalia*, Dominantseptakkord - Dominanterzquartakkord, chromatische Quintenverwandschaft (+ Enharmonie):

C: V<sup>7</sup> F: V<sup>3</sup> B: V<sup>7</sup> Es: V<sup>3</sup> usw.  
 a b a b a b a b a b a b

Gebrochene Symmetrie: Diatonische Sequenz (C-Dur), Septakkord – Terzquartakkord (verschiedene Stufen des Tonleiters):

C: V<sup>7</sup> I<sup>3</sup> IV<sup>7</sup> VII<sup>3</sup> III<sup>7</sup> VI<sup>3</sup> II<sup>7</sup> V<sup>3</sup> I<sup>7</sup> IV<sup>3</sup> VII<sup>7</sup> III<sup>3</sup> VI<sup>7</sup> II<sup>3</sup>  
 a b a<sub>1</sub> b<sub>1</sub> a<sub>2</sub> b<sub>2</sub> a<sub>2</sub> b<sub>3</sub> a<sub>1</sub> b a<sub>3</sub> b<sub>2</sub> a<sub>2</sub> b<sub>2</sub>

## 3. Harmonisch – melodische Sequenz

Modell: Zwei unterschiedliche Motive und Harmonien / Akkorde:

T. 9 M.1 M.2 M.1' M.2'  
 E: VI<sup>6</sup> H: II<sup>6</sup> V<sup>7</sup> I<sup>6</sup> IV<sup>7</sup>

J. S. Bach, *Zweistimmige Invention Nr. 6, E-Dur*, T. 9-12.

<sup>349</sup> Auch: J. Haydn: *Sonate D-Dur*, 2. Satz (*Adagio, ma non troppo*), A-Dur, T. 1-3 (auch: T. 5-7). Aus: *Sonaten von Joseph Haydn*, Bd. 1, Nr. 9, hrsg. von Louis Köhler und Adolf Ruthardt, neue revidierte Ausgabe, C. F. Peters Verlag, Nr. 9146, Leipzig, S. 92.



**Dasselbe Gestaltungsprinzip (das tatsächlich auf dem Translationsverfahren beruht) wird also im makro- und mikroformalen Bereich realisiert. Die Beziehung zwischen dem Makro- und Mikroplan stellt einen spezifischen Aspekt der bilateralen Symmetrie dar.**

**Die Übereinstimmung zwischen der Formgestalt in der Musik und in der Dichtung, deren Form sich auch in der Zeit entwickelt, ist eine Art der bilateralen Symmetrie, die auf einer höheren, umfassenden künstlerischen Ebene realisiert wird.**

Symmetrische Verhältnisse in der Form und die Entsprechungen zwischen Form und Inhalt (die als eine Art von bilateraler Symmetrie oder Spiegelsymmetrie interpretiert werden können) sind von verschiedenen Sprachwissenschaftlern (z. B. von Roman Jakobson) erörtert worden. Elmar Holenstein behauptet: «Sinn und Stimmung eines Gedichtes sind nie unabhängig von seiner formalen (lautlichen, gegebenenfalls schriftlichen und grammatischen) Struktur. Formale Zusammenhänge stiften Sinnzusammenhänge, Lautformen, die einander gleichen, färben auch in der Bedeutung aufeinander ab.»<sup>350</sup>

Es folgt ein Beispiel aus einem ganz spezifischen Bereich: Japanische 17silbige Kurzgedichte – *Haiku*. Ihre Aufteilung in drei Verse von 5, 7 und 5 Silben (in der klassischen Haikai-Dichtung) weist schon auf das Symmetrieprinzip hin. «Das berühmteste Haiku des berühmtesten Haikai-Dichters» Basho Matsuo (1644-1694) hat Elmar Holenstein folgendermaßen analysiert:

Furu-ike ya		Der alte Teich:	
Kawazu tobikomu		Ein Frosch springt hinein,	
Mizu no oto		Des Wassers Laut.	
-----			
Silbenzahl:	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>5</b>
Grammatik:	Nominalphrase Funktionswort	Satz	Nominalphrase Funktionswort
Schriftzeichen:	1 : 3 (2 : 1)	1 : 5 (2 : 3)	1 : 3 (2 : 1)
Sinngehalt:	Beständigkeit Stille		Vergänglichkeit Laut <sup>351</sup>
-----			

<sup>350</sup> Aus: Elmar Holenstein, Symmetrie und Symmetriebruch in der Sprache, in: Symmetrie in Geistes- und Naturwissenschaft: Hauptvorträge u. Diskussionen d. Symmetrie-Symposiums an d. Techn. Hochsch. Darmstadt vom 13. – 17. Juni 1986, hrsg. von Rudolf Wille, Springer-Verlag, Berlin 1986, S. 194.

<sup>351</sup> Aus: Elmar Holenstein, Symmetrie und Symmetriebruch in der Sprache, in: Symmetrie in Geistes- und Naturwissenschaft: Hauptvorträge u. Diskussionen d. Symmetrie-Symposiums an d. Techn. Hochsch. Darmstadt vom 13. – 17. Juni 1986, hrsg. von Rudolf Wille, Springer-Verlag, Berlin 1986, S. 195.

Der gleiche oder ähnliche Klang von Wörtern oder Silben am Ende von zwei oder mehr Zeilen eines Gedichtes können als bilaterale, oder gegebenenfalls als multilaterale Symmetrie aufgefasst werden. (Ein Sonderfall des Reimes ist *terzina dantesca*.)

Synonyme (a) und Homonyme (b) stellen eine Art bilaterale Symmetrie dar:

a) unterschiedliche sprachliche Struktur (Wörter) – gleiche Bedeutung,

= Symmetrie auf der Bedeutungsebene: z. B.: Sonnabend – Samstag;

b) gleiche sprachliche Struktur (Wörter) – unterschiedliche Bedeutung,

= Symmetrie auf der strukturellen Ebene: z. B.: der Fall (Sturz) - der Fall (eine Situation die eintreten kann oder jemanden betrifft); das Verhältnis (die Beziehung zwischen zwei oder mehreren Dingen, die man messen oder vergleichen kann) – das Verhältnis (die Art der persönlichen Beziehung, die jemand zu jemandem / etwas hat), usw.

Synonyme haben doch im Prinzip keine vollkommen gleiche Bedeutung (z. B.: schließen – folgern, die Bedeutung – der Sinn). In dieser Hinsicht ist die bilaterale Symmetrie doch ein wenig gebrochen.

Homonyme lassen sich häufig, beispielsweise durch Akzentuierung ein wenig unterscheiden. (Ein Beispiel aus der kroatischen Sprache: luk [die Zwiebel] – luk [der Bogen].) Geringe Unterschiede in der Aussprache sowie in der Schreibweise bedeuten eine kleine Symmetriebrechung.

Entsprechungen zwischen lautlicher oder syntaktischer Form und semantischem Inhalt, bzw. die bilaterale Symmetrie zwischen formaler Struktur und Sinnstruktur ist *conditio sine qua non* der Verständlichkeit einer Sprache.

Für die Gründer der strukturellen Linguistik Ferdinand de Saussure und André Martinet ist die sprachliche Struktur, als Träger / Repräsentant der begrifflichen Inhalte, ein vereinbarter Code, eine allgemein akzeptierte Konvention, durch die, die Grundfunktion der Sprache, die menschliche Kommunikation ermöglicht wird.

In der Musik, die als eine ganz spezifische Sprache bezeichnet werden kann, ist das Form–Inhalt–Verhältnis komplizierter und komplexer. Musikalische Struktur kann keine konkrete begriffliche Inhalte ausdrücken. Eine Ausnahme sind die *Leitmotive* und die *Leitthemen*, die – auf der Ebene einer Konvention (man muss wissen oder lernen, welche Bedeutung ein Leitmotiv oder ein Leitthema hat) - eine Person, eine Sache, eine Idee oder eine dramatische Situation repräsentieren. Die musikalische, klangliche Struktur der

Leitmotive oder der Leitthemen als «Begriffs»-, bzw. «Bedeutungsträger» (auf der Ebene eines vereinbarten und erkennbaren Codes) ist mit der sprachlichen Struktur vergleichbar.

«Die menschliche Sprache ist ein multisymmetrisches Gebilde, in dem verschiedene Symmetrietendenzen miteinander teils konvergieren, teils konkurrieren.»<sup>352</sup> Es folgt eine zusammenfassende Übersicht von vielschichtigen Symmetrietendenzen zwischen Sprache und Besprochenem – nach Elmar Holenstein:

„Sprachliche Distanz (Länge der Grußformel) - Gesellschaftliche Distanz (Grad der Höflichkeit)

Zeitliche Reihenfolge des Berichts - Zeitliche Reihenfolge des Berichteten

Grammatische Abhängigkeit - Sachliche Abhängigkeit

Nähe der Adjektive zum Nomen - Inhärenz der Eigenschaften im Gegenstand

Reihenfolge in der Aufzählung - Rangfolge in der Wirklichkeit“<sup>353</sup>

Spiegelsymmetrische Beziehungen sind auch im Bereich der Metrik zu finden. Wenn man z. B. einen *tróchaeus* und einen *iambus* gegenüberstellt, so erscheint eine bilateral symmetrische Struktur:  $\sim \sim | \sim \sim$ . Während solche Gegenüberstellungen in der Dichtung keine praktische Bedeutung haben (metrische Struktur der Verse in einem Gedicht beruht auf der Wiederholung, d. h. auf der translativen Symmetrie), finden sie manchmal ihre Anwendung in der Musik. Die Komposition des Hauptthemas im dritten Satz des 3. Klavierkonzerts von Béla Bartók beruht beispielsweise auf diesem Verfahren.



Béla Bartók, *Piano Concerto No. 3*, III Satz (*Allegro vivace*), Klavier, T. 4-10.

Symmetrische und harmonische Verhältnisse in der metrischen Struktur in der Dichtkunst stellte J. Kepler in seinem Werk *Harmonice Mundi* dar.<sup>354</sup>

<sup>352</sup> Aus: Elmar Holenstein, *Symmetrie und Symmetriebruch in der Sprache*, in: *Symmetrie in Geistes- und Naturwissenschaft: Hauptvorträge und Diskussionen des Symmetrie-Symposiums an der Technischen Hochschule Darmstadt 1986*, hrsg. von Rudolf Wille, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 1988, S. 199.

<sup>353</sup> Aus: Elmar Holenstein, *Symmetrie und Symmetriebruch in der Sprache*, in: *Symmetrie in Geistes- und Naturwissenschaft* (Symmetriesymposium, Darmstadt 1986), hrsg. von Rudolf Wille, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 1988, S. 199.

Mathematik:

Es gibt viele Zahlen, die bilateral symmetrisch sind. Zum Beispiel:

1881, 80008, 8888, 123454321, usw.

Rhythmische Strukturen in der Musik, die sich immer durch Zahlen darstellen lassen, können bilateral symmetrisch sein. Wohlbekannt sind die sogenannten nicht-umkehrbaren Rhythmen (*rythme non rétrogradable*) O. Messiaens. In seinem Buch *Technique de mon langage musical* präsentierte Messiaen viele Beispiele solcher rhythmischen Strukturen aus seinem Schaffen.

Olivier Messiaen, *Danse de la fureur*, pour les sept trompettes; **a)** die Reihe von 16 Tonhöhen auf denen die Melodie gebaut ist, **b)** eine rhythmisch – numerische Analyse des Anfangsabschnitts der Melodie.(D. Kempf)

Eine bilateral symmetrische metrisch – rhythmische Struktur applizierte Boris Blacher in der ersten *Studie* aus *Ornamente* für Klavier (1950). Der regelmäßige Taktwechsel folgt einem Schema der Zunahme und Abnahme von Achteln:

<sup>354</sup> Vgl.: Keplers Darstellung der symmetrischen und harmonischen Relationen in der metrischen Struktur, die auch die bilaterale Symmetrie einschließen. Aus: Johannes Kepler, *Harmonice Mundi*, hrsg. von Max Caspar, = *Gesammelte Werke*, Band IV, C.H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, München MCMXXXX, Liber IV, Caput III, S. 231. Es folgt ein Fragment:

“duplâ proportione. Quod idem et poetæ imitantur, concinnatione pedum ex syllabis, longâ et brevi; quarum illa ponitur esse dupla hujus ; ubi Iambus ~, Trochæus ~ vel Tribrachys ~~, ad Spondaem ~~, Dactylum ~~, Anapaestum ~~, vel Amphibrachyn ~~, vel Proceleusmaticum ~~, est, ut 3. ad 4; ad Bacchios ~~, ~~, Creticum ~~ et Paeonas ~~	12. In Saltarione.
136 30 ut 3. ad 5. ad Molossum ~~, Choriambum ~~~, Ionicos et compositos suos, ut 1. ad 2. ad eosdem Spondeus, Dactylus, et qui totidem cum ijs tempora habent, ut 2. ad 3. ; et hi ijdem, ad Paeonas, ut 4. ad 5. Paeones vero ad Choriambum et socios, ut 5. ad 6.“	13. Harmoniae pedum poeticorum. ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~

Vivace ♩ = 108-118

234567898765432 ♩

Reale Zahlen sind entweder positive oder negative, - oder Null, die eine Art Inversionspunkt darstellt.

↑  
usw. -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6 usw.  
↓

Ein Beispiel der Anwendung in der Quantenphysik:

Mögliche Werte der magnetischen Quantenzahl  $m$

---

$l = 0$				0					
$l = 1$			-1	0	+1				
$l = 2$		-2	-1	0	+1	+2			
$l = 3$	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3		
$l = 4$	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4

---

Dass der Unterschied zwischen «nichts» und «Null» in der Dichtung keine wichtige Rolle spielt, mag an folgendem Beispiel gezeigt werden:

-----	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0
-----						

***I Poem about nothing***

***II Poem about zero***

Lionello Pogliani, *Gedicht über nichts* und *Gedicht über Null*.<sup>355</sup>

---

<sup>355</sup> Aus: Lionello Pogliani (Dipartimento di Chimica, Università della Calabria, Italy), Milan Randić (Department of Mathematics and Computer Science, Drake University, Des Moines, Iowa, USA), and Nenad Trinajstić (The Rugjer Bošković Institute, Zagreb, Croatia), *Is Zero Something Rather than Nothing?*, *Kem. Ind*; 47 (11) 387-396 (1998), S. 394.

## Bilaterale Symmetrie in Natur und Wissenschaft

Die Symmetrie von links und rechts tritt in der organischen und anorganischen Welt in Erscheinung. Tiere und Pflanzen sowie der menschliche Körper sind auffällig bilateral symmetrisch. Immer gibt es aber gewisse Abweichungen von der idealen Symmetrie.

Während der menschliche Körper, sowie der Körper der Wirbeltiere überhaupt, nur zwei Symmetrien, d. h. Transformationen, die ihn invariant lassen, hat, besitzt ein Seestern zehn Symmetrien und zwar 5 verschiedene Spiegelungen und fünffache Drehungssymmetrie. (Dies ist eine Diedergruppe  $[D_5]$ .)

Bilaterale Symmetrie (a): Insgesamt 5 verschiedene Spiegelungen, die einen (idealen) Seestern invariant lassen sind möglich. (Die Achsen sind gegeneinander um  $72^\circ$  geneigt.)

Drehungssymmetrie (b): Es gibt 5 unterschiedliche Winkel, um die ein (idealer) Seestern gedreht werden kann, ohne die Veränderung zu bemerken:  $0^\circ$ ,  $72^\circ$ ,  $144^\circ$ ,  $216^\circ$  und  $288^\circ$ .<sup>356</sup>

In seiner Monographie über das Rechts-Links-Problem in der Zoologie stellte Wilhelm Ludwig fest, dass bilaterale Symmetrie im Tierreich von den Echinodermen aufwärts waltet.

In der Phylogenese und in der Ontogenese kommen abwechselnd stabile – symmetrische - und instabile – asymmetrische - Zustände vor. Diese komplizierten Prozesse werden durch mehrere Faktoren bestimmt (die in den DNS-Molekülen kodierten «Anweisungen», unterschiedliche Umgebungsfaktoren...).<sup>357</sup>

Eine Symmetrieänderung tritt auch vor. Zum Beispiel bei der Neurulation (Nervenbildung) des Froschembrios, die nach der Gastrulation (Magenbildung) folgt, flacht sich die kreisförmig symmetrische Röhrenstruktur des Embrios ab und wird bilateral symmetrisch.

---

<sup>356</sup> Vgl.: Ian Stewart und Martin Golubitsky, *Denkt Gott symmetrisch? Das Ebenmaß in Mathematik und Natur*, Birkhäuser Verlag, Basel Berlin, 1993, S. 43-44. Weitere Beispiele der bilateralen Symmetrie in der organischen Natur: Different types of Horns in wild goats: *Capra pyrenaica*, *C. caucasica caucasica*, *C. caucasica cylindricornis*. (From P. Grassé, *Traité de Zoologie* [Paris: Masson et C<sup>ie</sup>.] Vgl.: D'Arcy Wentworth Thompson, *On Growth and Form*, Cambridge University Press, Cambridge 1961, S. 207. *Monarch butterfly*. Vgl.: *Webster's Ninth Collegiate Dictionary*, Merriam-Webster 1983, S. 765. Leonardo da Vincis Forschungen im Bereich der komparativen Anatomie (sein Studium der Anatomie im Tierreich): *Proportion of thorax of horse*, Windsor Royal Collection, No. 12290. Aus: *Leonardo da Vinci*, Reynal and Company in association with William Morow and Company, New York / Instituto Geografico De Agostini, Novara, Italy, printed in Japan (S. A.), *Comparative Anatomy*, S. 389.

<sup>357</sup> Z. B. die ersten Stadien der Zellteilung beim Wurm *Ascaris megalo-cephalia*. Vgl.: Hermann Weyl, *Symmetrie*, Birkhäuser Verlag, Basel und Stuttgart 1955, S. 43.

Noch eine interessante Erscheinung: Es gibt Lebewesen, die entweder eine Links- oder Rechtsform haben. (Englisches Wort für dieses Phänomen ist *chirality*.) Zum Beispiel: Links- und rechtshändige Schnecken der Familie *Patula Saturalis*.<sup>358</sup>

Die Drehungsrichtung eines Schneckenhauses wird schon bei der dritten Zellteilung bestimmt, also gerade bei dem Stadium (vier Zellen, tetraedrische Symmetrie), wenn die Rechts-Links-Symmetrie der Zellenanordnung zum ersten Mal gebrochen werden kann.<sup>359</sup>

Die asymmetrischen Proteinmoleküle, die bei Pflanzen und Tieren auftreten, besitzen Links- und Rechtsformen. Unterschiedliche Häufigkeit dieser Formen ist noch ein Aspekt der Symmetriebrechung.

In der anorganischen Welt sind Kristalle die auffallendsten Beispiele der Symmetrie.<sup>360</sup> Die meisten der 32 geometrisch möglichen Systeme von Kristallsymmetrie<sup>361</sup> schließen bilaterale Symmetrie ein. Dort wo sie nicht vorkommt, gibt es die folgende Möglichkeit: Die sogenannten enantiomorphen Kristalle treten entweder in einer Links- oder Rechtsform auf. (Die eine Form ist das Spiegelbild der anderen.)

Die Mehrzahl der zahlreichen Kohlenstoffverbindungen in der Natur tritt auch entweder in einer Links- oder Rechtsform auf.

Bilaterale Symmetrie waltet die Natur durch. «Wäre die Natur reine Gesetzmäßigkeit, so würde jede Erscheinung an der vollen Symmetrie der universellen Naturgesetze teilhaben, wie die Relativitätstheorie sie formuliert. Die bloße Tatsache, daß dem nicht so ist, beweist, daß der *Zufall* ein Wesenszug der Welt ist.»<sup>362</sup>

Die Frage der Gleichwertigkeit von «links» und «rechts» erhebt sich besonders in Bezug auf Vergangenheit und Zukunft, die sich durch die Umkehrung der Zeitrichtung

---

<sup>358</sup> Vgl.: Ian Stewart und Martin Golubitsky, *Denkt Gott symmetrisch? Das Ebenmaß in Mathematik und Natur*, Birkhäuser Verlag, Basel Berlin 1993, S. 194.

<sup>359</sup> Vgl.: Ian Stewart und Martin Golubitsky, *Denkt Gott symmetrisch?*, Birkhäuser Verlag, Basel Berlin 1993, S. 193, Abb. 80: Frühe Stadien in der Entwicklung von links- und rechtshändigen Schnecken. (Die kleinere Zellschicht ist gegenüber der größeren verdreht. Die Zellen unterschiedlicher Größe entstehen schon bei der ersten und zweiten Zellteilung. Das ist aber eine andere Art von Symmetriebrechung.)

<sup>360</sup> Vgl.: Ian Stewart und Martin Golubitsky, *Denkt Gott symmetrisch?*, Birkhäuser Verlag, Basel 1993, S. 92, Abb. 34, Schneekristalle: vielfältige Muster mit hexagonaler Symmetrie.

<sup>361</sup> Schon 1830 bewies Johann Hessel geometrisch, dass es nur 32 unterschiedliche Punktgruppen (= die Gruppen der Symmetrien der Kristallstruktur bezugnehmend auf einen einzelnen Punkt) geben kann. Unabhängig davon kam Auguste Bravais 1848 zu derselben Erkenntnis. Vgl.: Ian Stewart und Martin Golubitsky, *Denkt Gott symmetrisch? Das Ebenmaß in Mathematik und Natur*, Birkhäuser Verlag, Basel Berlin 1993, S. 104.

<sup>362</sup> Aus: Hermann Weyl, *Symmetrie*, Birkhäuser Verlag, Basel und Stuttgart 1955, S. 34.

vertauschen. – Unter anderen Wissenschaftlern befasste sich Hermann Minkowski (1864-1909) mit diesem Rätsel (die sogenannte «Minkowskische Raumzeit»)<sup>363</sup>

Die aufeinander stehenden Lichtkegel (der Ort aller Weltpunkte) stellen die Raumzeit anschaulich dar. Die Gegenwart: Hier – Jetzt ( $t = 0$ ) ist außerhalb beider Lichtkegel. Die obere Lichtkegel umschließt die Zukunft ( $t > 0$ ). Alle Ereignisse (und natürlich alle Körper) existieren in Raum und Zeit. Sie sind durch die Weltlinien beschrieben, die innerhalb der Lichtkegel liegen, weil die Lichtgeschwindigkeit ( $c$ ) die größtmögliche Kommunikationsgeschwindigkeit ist. Jeder Beobachter besitzt seinen eigenen Lichtkegel. In der Gegenwart, außerhalb beider Lichtkegel, ( $t = 0$ ), sind alle Ereignisse mit dem Hier – Jetzt räumlich verknüpft. Sie liegen im Anderswo. Alle Ereignisse innerhalb der Lichtkegel sind zeitig verknüpft. Sie liegen im Früher und Später.

In der Minkowskischen Raumzeit werden die Gesetze der Mechanik neu formuliert. Anstelle der dreidimensionalen Größen erscheinen vierdimensionale Größen, die auf Vierervektoren mit den relativistischen Koordinaten  $x_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4$ ) basieren. ( $x_1 = x$ ,  $x_2 = y$ ,  $x_3 = z$ ,  $x_4 = ict$ . Die vierte, zeitliche Achse muss man sich vorstellen, sie lässt sich nicht anschaulich darstellen.  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , = Raumkoordinaten;  $i = \sqrt{-1}$ ;  $c$  = Lichtgeschwindigkeit;  $t$  = Zeit.) Ein Vierervektor verbindet also jeden Weltpunkt mit dem Ursprung der Raumzeit. Falls die Geschwindigkeiten – beziehend auf die Lichtgeschwindigkeit – sehr klein sind, vereinfachen sich die Vierervektoren zu den klassischen Größen. Die relativistische Mechanik spielt eine bedeutende Rolle in der Kern- und Elementarteilchenphysik.<sup>364</sup>

Unterdessen kann man nicht über die Gleichwertigkeit sondern über den Unterschied zwischen Zukunft und Vergangenheit sprechen, und zwar aus folgenden Gründen:

1. Die Gesamtdynamik des Universums ist ein unreversibler Prozess.
2. Vom Gesichtspunkt des menschlichen Bewusstseins und der Erfahrungstatsachen aus, ist die Vergangenheit bekannt und unbeeinflussbar und die Zukunft unbekannt und noch beeinflussbar.

In seinem Essay *Komposition mit zwölf Tönen* entwickelte A. Schönberg seine Idee des «absoluten musikalischen Raums». Das symmetrische Verhältnis zwischen der

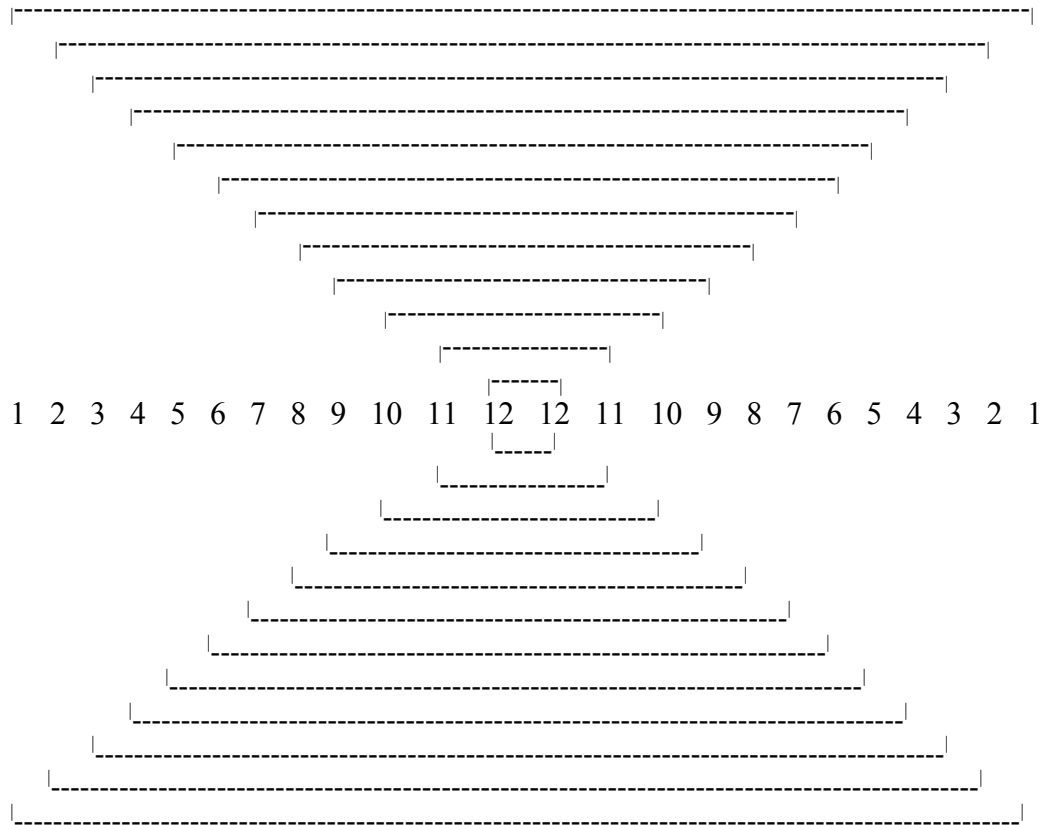
---

<sup>363</sup> Vgl.: Hans Breuer, *dtv-Atlas Physik*, Band 2, Deutscher Taschenbuch Verlag, München 1988, S. 348: Vierdimensionale Welt (Minkowskische Raumzeit).

<sup>364</sup> Vgl.: Hans Breuer, *dtv-Atlas Physik*, Band 2: *Elektrizität, Magnetismus, Festkörper, Moderne Physik*, Deutscher Taschenbuch Verlag, München 2000, S. 349-350.



Originalreihe und ihren drei Spiegelformen (Umkehrung, Krebs, Umkehrung des Krebses)  
vereint alle Formen der Reihe sowie unterschiedliche Aspekte der musikalischen Raum-Zeit.



Eine graphische Darstellung des «absoluten musikalischen Raums» (nach Arnold Schönberg).<sup>365</sup>

<sup>365</sup> Vgl. auch: David W. Bernstein, *Symmetry and Symmetrical Inversion in Turn-of-the-Century Theory and Practice*, in: *Music Theory and the Exploration of the Past*, edited by Christopher Hatch and David W. Bernstein, The University of Chicago Press, Chicago and London 1993, S. 378.

## 2. TRANSLATIVE, ROTATIVE UND VERWANDTE SYMMETRIEN

Translation oder Parallelverschiebung ist mit dem geometrisch – mathematischen Begriff Ähnlichkeitstransformationen verbunden. Diese Art von Raumstrukturbeschreibung basiert auf dem Kongruenzbegriff. Eine Kongruenz kann entweder eigentlich oder uneigentlich sein. Uneigentliche Kongruenzen sind reflexiv und werden Spiegelungen genannt. Eigentliche Kongruenzen, deren einfachste Art Parallelverschiebung oder Translation ist, sind diejenigen Transformationen, die z. B. eine links- bzw. rechtsgewundene Schraube in eine ebensolche (also links- bzw. rechtsgewundene Schraube) überführen.

**Musikalische Bedeutung** dieser Begriffe wäre:

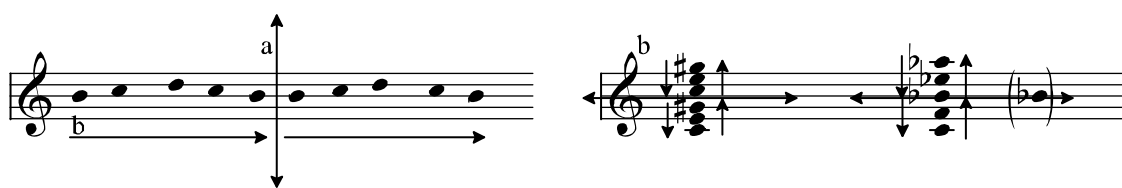
a) Uneigentliche Kongruenz (Spiegelung):



b) Eigentliche Kongruenz (Translation):



a)b) Es ist möglich, dass beide Kongruenzen (Spiegelung und Translation) gleich sind:



ALLELUIA (ein Fragment),  
Paris, B. N. lat. 903, 1v (Thk 251).<sup>366</sup>

Eine Translation lässt sich durch einen Vektor, der seine Länge und Richtung hat, darstellen:

$$\begin{array}{c} \text{--->} \\ A \ A' . \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{--->} \quad \text{--->} \\ A \ A' = B \ B' . \end{array}$$

Eine Aufeinanderfolge der Translationen  $A \ B, B \ C$  ergibt die Translation  $A \ C$ .

<sup>366</sup> Weitere Beispiele: B. Bartók, *Konzert für Orchester*, III. Satz (*Elegia*), Fl. 1, T. 10-11; Harfe 1, T. 10.

- Oder: «1. Jede Figur ist sich selbst ähnlich;  
 2. Ist  $F'$  ähnlich  $F$ , so ist auch  $F$  ähnlich  $F'$ ;  
 3. Ist  $F$  ähnlich  $F'$  und  $F'$  ähnlich  $F''$ , so ist  $F$  ähnlich  $F''$ .»<sup>367</sup>

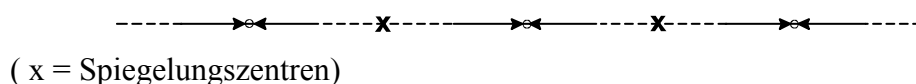
Dies stimmt mit der Symmetrie- und Gruppdefinition überein: «Eine Symmetrie ist eine Transformation, die das Objekt invariant läßt.»..... «Die Symmetrien eines Objektes bilden eine *Gruppe*. Eine Gruppe ist ein *abgeschlossenes* System von Transformationen.»<sup>368</sup>

Wiederholung in einem regelmäßigen räumlichen Rhythmus ist in der Kunst der Ornamentik unter dem Namen «unendlicher Raport» bekannt:



Analoge Erscheinungen in der musikalischen Komposition: Isorhythmik, Ostinato-Technik, «minimal music»....

Eine ganze Reihe von Translationen basiert auf einer Grundtranslation  $a$ . Wenn diese Rhythmik mit spiegelbildlicher Symmetrie gekoppelt wird, folgen die Spiegelungszentren im halben Abstand,  $a/2$ , aufeinander.<sup>369</sup>



Bei einem eindimensionalen<sup>370</sup> Muster oder beziehend auf die longitudinale Dimension eines Bandornamentes, sind - nach H. Weyl - nur diese zwei Arten von Symmetrie möglich.<sup>371</sup> Die beiden Translationsarten sind natürlich nur potentiell unendlich. In der Praxis wird das Verfahren früher oder später beendet.

<sup>367</sup> Aus: Hermann Weyl, *Symmetrie*, Birkhäuser Verlag, Basel und Stuttgart 1955, S. 47

<sup>368</sup> Aus: Ian Stewart und Martin Golubitsky, *Denkt Gott symmetrisch? Das Ebenmaß in Mathematik und Natur*, Birkhäuser Verlag, Basel 1993, S. 51.

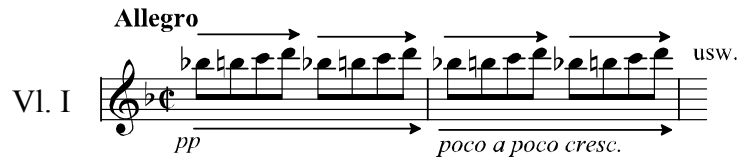
<sup>369</sup> Vgl: Hermann Weyl, *Symmetrie*, Birkhäuser Verlag, Basel und Stuttgart 1955, S. 52.

<sup>370</sup> Der Begriff «eindimensional» darf nicht buchstäblich aufgefasst werden. Die Bandornamente «fließen» in einer Richtung, sind aber tatsächlich zweidimensional.

<sup>371</sup> Vgl.: Hermann Weyl, *Symmetrie*, Birkhäuser Verlag, Basel 1955, S. 53: Zwei Typen von Bandornamenten aus der griechischen Kunst, Figur 23: Typus I (Translation + Spiegelung), Figur 24: Typus II (Translation).

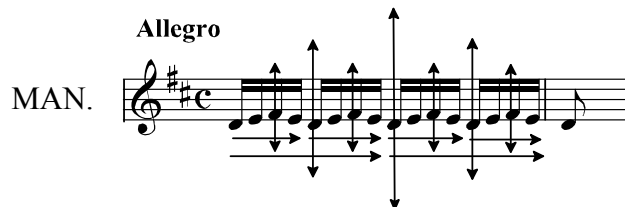
## Analoge Beispiele in der Musik:

### 1. TRANSLATION:



A. Bruckner, *Symphonie III*, d-Moll, *Finale*.

### 2. TRANSLATION + SPIEGELUNG:



J. S. Bach, *Präludium und Fuge in D-Dur* für Orgel (BWV 532), Fuge, *Dux* – Kopfmotiv.

= eine Sinusoide:



Translative Symmetrie kommt oft in der Architektur vor: Der Dogenpalast in Venedig ist ein bekanntes Beispiel.<sup>372</sup>

Mathematisch ausgedrückt:

$na$  ( $n = 0, +1, +2, +3 \dots$ ).

$a$  = eine Translation,  $n$  = die Iteration oder Potenz  $t^n$  ( $t$  = Translation).

Translative Symmetrie wird oft in der Dichtung angewendet.<sup>373</sup> Unmittelbare Wiederholungen eines Wortes (*Loved!*) oder zwei Wörter (*no more*) aus dem Gedicht

<sup>372</sup> Vgl.: Der Dogenpalast in Venedig von der Lagune aus. Aus: Ernst H. Gombrich, *Symmetrie, Wahrnehmung und künstlerische Gestaltung*, in: *Symmetrie in Geistes- und Naturwissenschaft*: Hauptvorträge und Diskussionen des Symmetrie-Symposiums in Darmstadt 1986, hrsg. von Rudolf Wille, Springer Verlag, Berlin Heidelberg 1988, S. 109.

<sup>373</sup> Manchmal erscheint sie im Prosatext. Beispielsweise Danilo Kiš schrieb den folgenden Satz in seiner Erzählung *Garden, Ashes*: «Gentlemen, et cetera, et cetera, et cetera, et cetera, et cetera.» Aus: Danilo Kiš, *Garden, Ashes*, Faber and Faber, London Boston, S. 134. (First published in Yugoslavia in 1965 under the title *Bašta, pepeo*. This English translation first published in the USA in 1978 by Harcourt Brace Jovanovich, Inc., New York.). - Ähnliche Translationen der Wörter oder der Wörtergruppen erscheinen im Roman *Never more* von Ranko Marinković. – Noch ein Beispiel: Eugene Ionesco, *The Chairs*: OLD WOMAN: Just coming. OLD MAN: Just coming. OLD WOMAN: Just coming. OLD MAN: Just coming. OLD WOMAN: Just coming. OLD MAN: Just coming, just coming. OLD WOMAN: Just coming, just coming. Aus: Eugene Ionesco, *Rhinoceros, The Chairs, The Lesson*, Penguin Books, London 1962, S. 170.

*Out of the Cradle Endlessly Rocking* von Walt Whitman mögen als Beispiele dienen:

O past! O happy life! O songs of joy!  
In the air, in the woods, over fields,  
Loved! Loved! Loved! Loved! Loved!  
But my mate no more, no more with me!  
We two together no more.<sup>374</sup>

Es folgt ein Beispiel aus der graphischen Poesie, ein Sonett von Dobrivoje Jevtić.<sup>375</sup>

#### SONNET ABOUT THE RAIN

////////////////////  
////////////////////  
////////////////////  
////////////////////  
  
////////////////////  
////////////////////  
////////////////////  
////////////////////  
  
////////////////////  
////////////////////  
////////////////////  
  
////////////////////  
////////////////////  
////////////////////

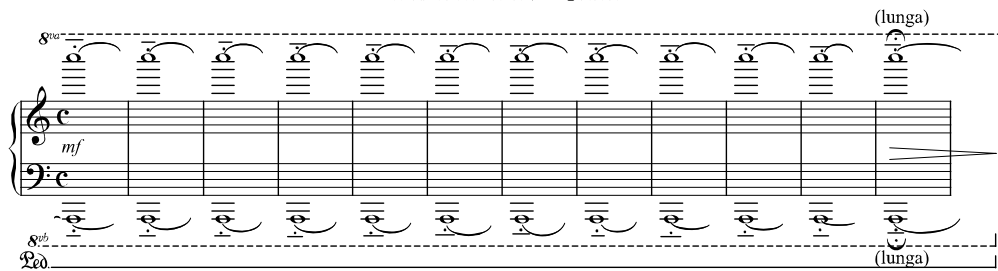
Ein junges Mädchen, das die experimentelle Musikschule von Elly Bašić (*Funkcionalna muzička škola*) in Zagreb besuchte, kreierte eine ähnliche Klangkomposition. Statt der visuellen Assoziation (der Regen) wird in diesem Fall eine akustische Assoziation (eine große Kirchenuhr schlägt Mitternacht) hervorgerufen.

---

<sup>374</sup> Aus: Walt Whitman, *Everyman's Poetry*, edited with annotations and introduction by Ellman Crasnow University of East Anglia, Everyman J. M. Dent, London 1996, S. 59.

<sup>375</sup> Ein moderner serbischer Dichter. Aus: B. Pavlović und N. Trinajstić, *On Symmetry and Asymmetry in Literature*, in: *Symmetry. Unifying Human Understanding*, edited by István Hargittai, = International Series in Modern Applied Mathematics and Computer Science, Volume 10, Pergamon Press, Oxford 1986, S. 208.

## MITTERNACHT



Ein junges Mädchen (*Funkcionalna muzička škola, Zagreb*), *Mitternacht*. (Schriftbild: D. Kempf)

Einfache und stilisierte dekorative Kunst von Andy Warhol beruht auf der Wiederholung eines Elementes / Motivs. Durch das Translationsverfahren geht die Individualität des Motivs verloren, besonders wenn es sich um eine Person handelt. Das vervielfältigte Porträt von Marilyn Monroe ist ein schönes Beispiel für das stilisierte *pop-art* Design.<sup>376</sup>

Symmetrie der Reime kann auch als translative Symmetrie interpretiert werden. Z. B.: *Terzina Dantesca* - als eine Kette von Reimen - ist mit einem Ornament zu vergleichen (das z. B. im Fries eines griechischen Tempels fließt):

### CANTO I

«Nel mezzo del cammin di nostra vita  
 mi ritrovai per una selva oscura,  
 ché la diritta via era smaritta.  
 Ah! quanto a dir qual era `e cosa dura,  
 esta selva selvaggia e espra e forte  
 che nel pensier rinova la paura!  
 Tant'è amara che poco e piu morte;  
 Ma per trattar del ben ch'ì vi trovai,  
 Diro de l' altre cose ch'ì v'ho scorte.  
 Io non so ben ridir com'ì v' entrai:»  
 Usw...

Dante Alighieri: *La Divina Commedia, Inferno* (ein Fragment).<sup>377</sup>

In der organischen Natur tritt die translative Symmetrie (Metamerie) selten regelmäßig auf. Es folgen einige Beispiele, die Hermann Weyl in seinem Buch *Symmetrie* präsentierte:<sup>378</sup>

1. Ein Ahornsproß
2. Ein Sproß von *Angraecum distichum* (Translation + longitudinale Gleitspiegelung)
3. Der mittlere Teil des Skolopenders (Translation + longitudinale Spiegelung)

<sup>376</sup> Vgl.: E. H. Gombrich, *The Sense of Order. A study in the psychology of decorative art*, Phaidon Press, London 1984, Part Two: *The Perception of Order*, S. 152, Andy Warhol: Marilyn Monroe, 1963 (Öl auf Leinwand, 205,5 x 169,5 cm).

<sup>377</sup> Aus: Dante Alighieri, *La Divina Commedia, Inferno*, Grandi classici, I edizione Oscar grandi classici, Oscar Mondadori, Milano 1991, S. 1.

<sup>378</sup> Vgl.: Hermann Weyl, *Symmetrie*, Birkhäuser Verlag, Basel 1955, S. 56-57.

## **Die Symmetrie im Raum (translative und rotative Symmetrie):**

Ein Muster wird wiederholt. Durch eine Reihe von Iterationen (Drehungen um die Zylinderachse) erreicht es die Identität (die Drehung um  $360^\circ$ ). Es handelt sich um eine endliche Drehungsgruppe der Ordnung  $n$  (d. h. die aus  $n$  Operationen besteht).<sup>379</sup>

Der Mathematiker Hermann Weyl erklärte: «Jede endliche Gruppe eigentlicher Drehungen um einen Punkt  $\circ$  in einer Ebene oder um eine gegebene Achse im Raum enthält eine primitive Drehung  $t$ , deren Winkel ein aliquoter Teil  $360^\circ/n$  der vollen Umdrehung um  $360^\circ$  ist und besteht aus deren Iterationen  $t_1, t_2, \dots, t_{n-1}, t = \text{Identität}$ . Die Ordnung  $n$  charakterisiert die Gruppe vollständig.»<sup>380</sup>

### **Die Rotationssymmetrie in der Architektur:**

Das Baptisterium in Pisa mag als ein Beispiel dienen. In jeder der sechs horizontalen Lagen an der Außenseite des Zentralbaus wird eine Rotationssymmetrie von anderer Ordnung realisiert.<sup>381</sup>

Es gibt die **Möglichkeit einer assoziativen Verbindung mit der Musik**. Z. B.:

T. Riley, *Keyboard Study No. 2* – kreisförmige Version (Handschrift, 8 Seiten), Seite Nr. 7.<sup>382</sup>

G. Rossini: *Il Barbiere di Siviglia*. Bestimmte formale Abschnitte werden im Wiederholungsprozess weiter geteilt (z. B.: Sätze - Phrasen – Motive). Dieses Kompositionsverfahren ruft eine psychologische Wirkung der beschleunigten Rotation (des Ringelspiels) hervor.

P. Boulez, *III. Klaviersonate*. Diese unvollendete zyklische Komposition, die als ein «Work in Progress» offener Form bezeichnet werden kann, basiert auf einer Improvisation über gewisse formale Elemente, gemäß den Richtlinien und Hinweisen des Komponisten.

Die Sonate umfasst fünf individuell profilierten Formanten: 1. Antiphonie, 2. Tropus, 3. Konstellation und deren Double: Spiegelkonstellation, 4. Strophe, 5. Sequenz, die auf eine bewegliche, symmetrische Weise gruppiert sind. Die vier paarweise gruppierten Formanten (I-II, IV-V) kreisen um die Konstellation (Spiegelkonstellation). Ihre zwei konzentrische

---

<sup>379</sup> Z. B.: Eine attische Vase aus der „geometrischen Periode“, aus: Hermann Weyl, *Symmetrie*, Birkhäuser Verlag, Basel 1955, S. 58.

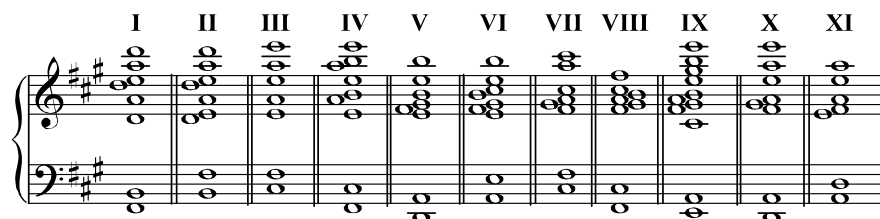
<sup>380</sup> Hermann Weyl, *Symmetrie*, Birkhäuser Verlag, Basel 1981, S. 60.

<sup>381</sup> Vgl.: Hermann Weyl, *Symmetrie*, Birkhäuser Verlag, Basel 1955, S. 62, Figur 33: Das Baptisterium in Pisa.

<sup>382</sup> Vgl.: Keith Potter, *Four Musical Minimalists: La Monte Young, Terry Riley, Steve Reich, Philip Glass*, Cambridge University Press, Cambridge 2000, S. 126.

Bahnen (innere und äußere) können vertauscht werden. Dies bedeutet, dass es, hinsichtlich der vorgeschriebenen Bedingung der Symmetrie, insgesamt 8 Permutationen der Reihenfolge bzw. Aufführungsmöglichkeiten gibt.<sup>383</sup>

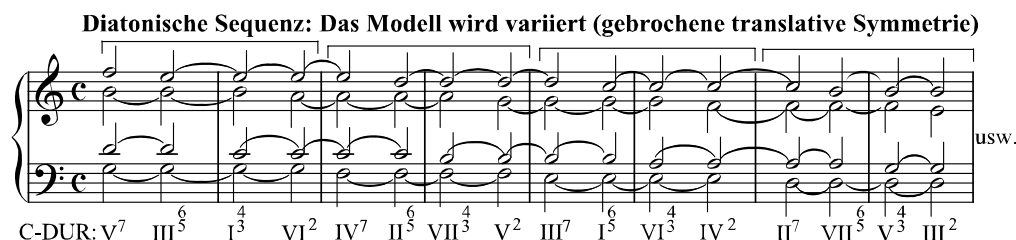
S. Reich: *Music for Eighteen Musicians*. Die Komposition basiert auf einem Zyklus von 11 Akkorden und enthält 11 «kleine Stücke» (Sektionen). Vielschichtig strukturierte rhythmisch – melodische und harmonische Modelle werden ständig wiederholt (translative, zyklische Symmetrie im musikalischen Zeitverlauf).



Steve Reich, *Music for Eighteen Musicians*, der Zyklus von 11 Akkorden.

Bei allen periodischen Bewegungen in der Natur (z. B. bei verschiedenen Gangarten der vierfüßigen Tiere) sind die Symmetrien Mischungen von Raum und Zeit. (Die Zeitsymmetrien sind Phasenverschiebungen.)<sup>384</sup> Eine analoge Erscheinung, d.h. eine zyklische Bewegung in der musikalischen Raum-Zeit stellt beispielsweise eine harmonische Sequenz dar:

**Diatonische Sequenz: Das Modell wird variiert (gebrochene translative Symmetrie)**



Da die zeitlichen Phasenverschiebungen mit den Stufenverschiebungen (Höhentranslation) kombiniert werden, wird bei einer diatonischen Sequenz die innere Struktur des harmonischen Modells ständig geändert. Die Symmetrie wird ein wenig gebrochen.

<sup>383</sup> Vgl.: Pierre Boulez, *III. Sonate*, eine graphische Darstellung der Formkonzeption (eine mobile Form), aus: Pierre Boulez, *Zu meiner III. Sonate*, in: *Darmstädter Beiträge zur Neuen Musik III*, 1960, S. 39.

<sup>384</sup> Z. B. Der Trab eines Pferdes. (Eine Bemerkung: Das eine Paar der Beine ist gegenüber dem anderen um eine halbe Periode phasenverschoben.) Aus: Ian Stewart und Martin Golubitsky, *Denkt Gott symmetrisch?* Birkhäuser Verlag, Berlin 1993, S. 212, Abb. 89.



Im Bereich der Chromatik / Enharmonie ist es möglich, eine vollkommene translative Symmetrie zu erreichen:

**Chromatisch - enharmonische Sequenz: Das Modell bleibt unverändert (translative Symmetrie)**

In der **Physik** gibt es sowohl irreversible als auch reversible Kreisprozesse.<sup>385</sup>

Carnotscher Kreisprozess bei einer Wärmekraftmaschine, der auf die Umwandlung von Wärmeenergie (des Gases) in mechanische Energie (Arbeit) basiert, ist ein reversibler Prozess. Im CARNOT-Prozess gibt es eine Folge von vier Zustandsänderungen:

1. isotherme Expansion (1-2)
2. isentrope Expansion (2-3)
3. isotherme Kompression (3-4)
4. isentrope Kompression (4-1)

Es folgt eine Sequenz mit vier harmonischen «Zustandsänderungen» (4 Akkorden / Klänge). Diese zyklische harmonische Progression ist reversibel, d. h. dass kein Gesetz der klassischen Harmonie verletzt wird, wenn sie in entgegengesetzter Richtung abläuft.

ORIGINALFORM:

KREBSFORM:

(usw.)

Notenbeispiel: D. Kempf

<sup>385</sup> Kreisprozesse sind solche Prozesse, bei denen nach einer Reihe von Zustandsänderungen der Ausgangszustand wieder erreicht wird. Ein Vorgang in einem abgeschlossenen System ist umkehrbar, «wenn durch Umkehr seiner Ablauffrichtung der Ausgangszustand wieder erreicht wird, ohne dass Energiezufuhr nötig ist». Aus: Horst Kuchling, *Taschenbuch der Physik*, 13. korrigierte Aufl., Verlag Harri Deutsch, Thun und Frankfurt/Main 1991, S. 241.

In seinem wohlbekannten Orchesterwerk *Pacific 231* (1923), dessen Form als Choralvariation über ein *Cantus firmus* aufgefasst werden kann, war Arthur Honegger von der (beschleunigten) Bewegung einer Lokomotive inspiriert.

A. Berg: *Wozzeck*. Der lineare Handlungsablauf : Exposition (1. Akt), Peripetie (2. Akt) und Katastrophe (3. Akt) wird mit der musikalischen Idee der Reprise (die Akte schließen alle mit dem gleichen Akkord) und der dramaturgischen Idee einer Kreisform, die hinsichtlich der linearen Erfüllung weder offen noch geschlossen ist (an die letzten Takte der Schlusszene könnten die ersten Takte der Oper angeknüpft werden), kombiniert.

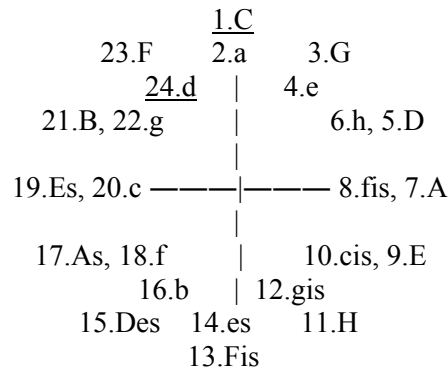
Richard Wagner, *Der Ring des Nibelungen* (*Rheingold* – als Vorspiel, *Walküre*, *Siegfried*, *Götterdämmerung*). Der Ring und sein Kreislauf dürften folgendermaßen zusammengefasst werden: Das Gold, das am Anfang dem Rhein geraubt (Alberich) und zum Ring geschmiedet wurde, wird am Ende dem Rhein (den Rheintöchtern) als Ring, als Gold zurückgegeben. Zahlreiche Leitmotive und Leitthemen durchziehen alle Teile der Tetralogie.

Zyklische Formen (z. B. Messe in der Vokalpolyphonie der Renaissance, klassische Sonatenform), deren Sätze thematisch oder motivisch verbunden sind, mögen auch als Beispiele dienen. Große Meister der Messkomposition im 15. und 16. Jahrhundert benutzten auf unterschiedliche Art und Weise (z. B. *cantus firmus* in der Tenorstimme, verwandte Themen in den Messensätzen) entweder gregorianische oder weltliche Melodien (Themen), z. B. *Pange lingua*, oder *L'homme armé*, *Se la face ay pale*, usw. Guillaume Dufay (um 1400 - 1474) führte diese kompositorische Technik ein. Die Melodien / Themen oder Motive, die durch die Messen der Epoche der Renaissance ständig variiert «zirkulierten», waren ein Wegbereiter der Leitthemen und Leitmotive, die in Sinfonien, sinfonischen Dichtungen und Opern der Romantik eine bedeutende formal – kompositorische Funktion hatten (Berlioz, Wagner, R. Strauss u. a.).<sup>386</sup>

---

<sup>386</sup> Im Bereich der Literatur gibt es analoge Erscheinungen. Leitmotive in literarischen Werken (vor allem in Romanen) haben zugleich eine gliedernde und verknüpfende Funktion. Sie durchziehen den Text, vereinigen seine auseinanderstrebenden Elemente und tragen seiner Kohärenz bei. Manchmal lassen sie sich thematisch gruppieren wie z. B. in Alfred Döblins Roman *Berlin Alexanderplatz* (Krieg, Gewalt, Tod).

Die Reihenfolge der Tonarten in F. Chopins Präludien Op. 28 und D. Schostakowitschs 24 Präludien und Fugen Op. 87 verfolgt den Quintenzirkel:



F. Chopin, 24 *Präludien Op. 28*: Tonartenzirkel.

### Schostakowitschs Tonartenplan:

BAND I:

1. Präludium und Fuge C-Dur, 2. Präludium und Fuge a-Moll,  
 3. Präludium und Fuge G-Dur, 4. Präludium und Fuge e-Moll,  
 5. Präludium und Fuge D-Dur, 6. Präludium und Fuge h-Moll,  
 7. Präludium und Fuge A-Dur, 8. Präludium und Fuge fis-Moll,  
 9. Präludium und Fuge E-Dur, 10. Präludium und Fuge cis-Moll,  
 11. Präludium und Fuge H-Dur, 12. Präludium und Fuge gis-Moll,

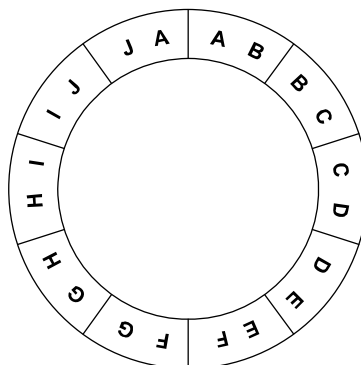
BAND II:

13. Präludium und Fuge Fis-Dur, 14. Präludium und Fuge es-Moll,  
 15. Präludium und Fuge Des-Dur, 16. Präludium und Fuge b-Moll,  
 17. Präludium und Fuge As-Dur, 18. Präludium und Fuge f-Moll,  
 19. Präludium und Fuge Es-Dur, 20. Präludium und Fuge c-Moll,  
 21. Präludium und Fuge B-Dur, 22. Präludium und Fuge g-Moll,  
 23. Präludium und Fuge F-Dur, 24. Präludium und Fuge d-Moll.

### **Rotationssymmetrie in der Literatur:**

Eine Art von Rotationssymmetrie wird im Arthur Schnitzlers Werk *Reigen* realisiert. In jeder Episode dieses erotischen Zyklus, der als ein Panorama der gesellschaftlichen Schichten (*theatrum mundi*) bezeichnet werden kann, erscheinen zwei Personen, und zwar eine weibliche und eine männliche. Die zyklische Komposition/Kettenform dieses szenischen Rondos ist auf folgende Weise gestaltet: A + B (die Dirne und der Soldat), B + C (der Soldat

und das Stubenmädchen), C + D (das Stubenmädchen und der junge Herr), D + E (der junge Herr und die junge Frau), E + F (die junge Frau und der Ehemann), F + G ( der Gatte und das süße Mädels), G + H (das süße Mädels und der Dichter), H + I (der Dichter und die Schauspielerin), I + J (die Schauspielerin und der Graf), J + A (der Graf und die Dirne). Durch die Zwiegespräche wird «die verwirrende wechselseitige Spiegelung von Illusionen und Irrtümern» als «die tragende dramaturgische Schicht» des Schauspiels dargestellt.<sup>387</sup>



Schnitzlers *Reigen*:  
eine graphische  
Darstellung (D. Kempf).

Die regelmäßige Struktur der Konfiguration,<sup>388</sup> die der Titelmetapher folgt, lässt sich durch einen binären Zahlencode quantitativ bestimmen:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
die Dirne	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
der Soldat	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
das Stubenmädchen	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
der junge Herr	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
die junge Frau	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
der Ehemann	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
das süße Mädels	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
der Dichter	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
die Schauspielerin	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
der Graf	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Manfred Pfister: Struktur der Konfiguration im A. Schnitzlers Schauspiel *Reigen*.<sup>389</sup>

<sup>387</sup> Vgl.: Viktor Žmegač, *Bečka moderna: portret jedne kulture (Die Wiener Moderne. Porträt einer Kultur)*, = Knjižnica Saeculum, knj. 1, Matica hrvatska, Zagreb 1998, S.157-163, 276.

<sup>388</sup> Der Terminus «Konfiguration», der sich auf die Anwesenheit von *dramatis personae* auf der Bühne bezieht, stammt vom wichtigsten Vertreter der mathematischen Analyse des Dramas Solomon Marcus. Vgl.: Manfred Pfister, *Das Drama. Theorie und Analyse*, Wilhelm Fink Verlag, München 1994, S. 255. Kroatische Ausgabe: Manfred Pfister, *Drama. Teorija i analiza*, s njemačkog preveo Marijan Bobinac, Hrvatski centar ITI, Zagreb 1998 (Manualia Universitatis Studiorum Zagradiensis).

Eine entsprechende Kettenform ist in der Mikrowelt eines Gedichtes von Ante Stamač<sup>390</sup> vorhanden. Hier handelt es sich um eine Kette von Wörtern, um einen «Reigen» von verketteten Begriffen / Bedeutungen:

**RONDO**<sup>391</sup>

Ein Nichts in den Hauch	A	B
Ein Hauch ins Wort	B	C
Wort in den Wind	C	D
Wind in Gestalt	D	E
Gestalt in Fetzen	E	F
Fetzen in Schau	F	G
Schau in Wort	G	H
Wort in Hauch	H	B

Es gibt analoge (d. h. symmetrische) Strukturen in der Musik. Eine ähnliche Denkweise ist in der Formkonzeption des Bachschen Kanons, BWV 1079.3e, aus dem *Musikalischen Opfer* vorhanden. Das zu Beginn der Komposition exponierte achttaktige polyphone Modell (3. und 2. Stimme bilden einen zwistimmigen Kanon in der Oberquinte und die erste Stimme ist eine hinzugefügte freie Stimme), das von c-Moll/g-Moll nach d-Moll moduliert, wird stufenweise nach oben transponiert (translative Symmetrie). «Ascendentque Modulatione Ascendat Gloria Regis» schrieb Bach auf dem Widmungsexemplar. Die ganze Form des Kanons wurde also nach folgendem Schema komponiert:

1. Abschnitt (T. 1–8) c-Moll-----d-Moll, 2. Abschnitt (T. 9–16) d-Moll-----e-Moll,  
3. Abschnitt (T. 17–24) e-Moll----fis-Moll, 4. Abschnitt (T. 25–32) fis-Moll----gis-Moll,  
5. Abschnitt (T. 33–40) gis-Moll----b-Moll, 6. Abschnitt (T. 41–48) b-Moll----c-Moll,  
 (usw.)

Eine modulierende Sequenz, die unter dem Namen *Rosalia* bekannt ist, kann z. B. nach folgendem Schema komponiert werden: C – F, F – B, B – Es, Es – As, As – Des, Des

---

<sup>389</sup> Aus: Manfred Pfister, *Das Drama. Theorie und Analyse*, Wilhelm Fink Verlag, München 1994, (hrvatsko izdanje) Hrvatski centar ITI, Zagreb 1998, S. 259.

<sup>390</sup> Ein zeitgenössischer kroatischer Schriftsteller, Dichter und Professor an der Philosophischen Fakultät der Zagreber Universität.

<sup>391</sup> Übersetzung: Ina Jun Broda. Aus: Boro Pavlović und Nenad Trinajstić, *On Symmetry and Asymmetry in Literature*, in: *Symmetry. Unifying Human Understanding*, edited by István Hargittai, = International Series in Modern Applied Mathematics and Computer Science, Vol. 10, Pergamon Press, Oxford 1986, S. 206.

– Ges(Fis), Fis – H, H – E, E – A, A – D, D – G, G – C. (Hier wird der End- und zugleich der Anfangspunkt dieser zyklischen harmonischen Progression erreicht.)

(♩ = 96)

C: I  
F: V ..... V<sup>2</sup> I ..... F: I<sup>6</sup>  
B: V<sup>6</sup> ..... V<sup>6</sup> (tr) B: I

B: I  
Es: V ..... V<sup>2</sup> ..... I<sup>6</sup> ..... Es: I<sup>6</sup>  
As: V<sup>6</sup> ..... V<sup>6</sup> (tr) I ..... As: I  
Des: V ..... V<sup>2</sup> ..... I<sup>6</sup>

Des: I<sup>6</sup>  
Ges: V<sup>6</sup> ..... V<sup>6</sup> (tr) ..... I usw.

D. Kempf, *Rosalia*. Modulationsplan: C – F, F – B, B – Es, Es – As, usw.

Eine Akkorden-Folge in der gis-Moll *Etüde op. 25, Nr. 6* von F. Chopin möge als ein mikrostrukturelles homophones Beispiel dienen:

F. Chopin, *Etüde in gis-Moll, Op. 25 Nr. 6*, akkordische Progression (linke Hand), T. 5-6.

W. Shakespeare gründete seine Komödien auf die zyklische Struktur des Raums. Sie ist im *Sommernachtstraum* völlig symmetrisch komponiert:

-----  
 /-----\  
 /-----\  
 -----

Der Hof (I, 1) - die Stadt (I, 2) - der Wald (II, 1-IV, 1) - die Stadt (IV, 2) - der Hof (V, 1)

**Athen** - **der Wald** - **Athen**

Die Folge der Orte an denen sich die Handlung des *Sommernachtstraums* entwickelt. (M. Pfister) <sup>392</sup>

<sup>392</sup> Aus: Manfred Pfister, *Drama. Theorie und Analyse*, Wilhelm Fink Verlag, München 1994, (hrvatsko izdanje) Hrvatski centar ITI, Zagreb 1998, S. 368.

## Die Idee der kreisförmigen Bewegung in der Philosophie:

Heraklit (6. Jhd. vor Ch.) sprach über den ewigen Kreis des Lebens und des Todes.

In der dritten und letzten Phase seiner Philosophie entwickelte Friedrich Nietzsche (1844–1900) die Idee der ewigen Wiederkehr des gleichen.

«Singt mir nun selber das Lied, des Name ist 'Noch einmal', des Sinn ist 'in alle Ewigkeit!' - singt, ihr höheren Menschen, Zarathustras Rundgesang!

O Mensch! Gib acht!  
Was spricht die tiefe Mitternacht?  
Ich schlief, ich schlief -,  
Aus tiefem Traum bin ich erwacht: -  
Die Welt ist tief.  
Und tiefer als der Tag gedacht.  
Tief ist ihr Weh -,  
Lust – tiefer noch als Herzeleid:  
Weh spricht: Vergeh!  
Doch alle Lust will Ewigkeit -,  
will tiefe, tiefe Ewigkeit!»<sup>393</sup>

---

<sup>393</sup> Aus: Friedrich Nietzsche, *Also sprach Zarathustra. Ein Buch für alle und keinen*, Insel Taschenbuch Verlag 145, Baden-Baden 1976, S. 328. Diesen Text benutzte Lukas Foss im vierten Satz seiner Komposition *Time Cycle. Four Songs for Soprano, Clarinet, Cello, Percussion, and Piano-Celesta* (Originally composed for Soprano Solo with Full Orchestra, *Première* October 20, 1960, New York Philharmonic Orchestra, Leonard Bernstein – conducting, Adele Addison – soprano): I *We're Late* (W. H. Auden), II *When the Bells Justle* (A. E. Housman), III *Sechzehnter Januar* (from Franz Kafka's Diaries, translation from the German by the composer), IV *O Mensch, gib Acht* (from Friedrich Nietzsche's *Thus Spoke Zarathustra*; Translation from the German by the Composer).

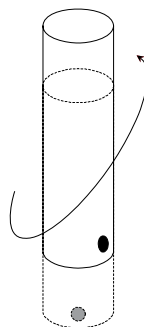
Die Symmetrien eines Zylinders sind: **Drehung, Translation, und Spiegelung** (vertikale und horizontale).<sup>394</sup>

Da ein Baumstamm nahezu zylinderförmig ist, kann er als ein Beispiel der in der Natur realisierten zylindrischen Symmetrie verwendet werden. Besonders der Baumstamm von riesigen Bäumen, die in Nordkalifornien wachsen (die Redwoods und Mammutbäume). Die Bäume haben entweder vertikale oder spiralförmige Rindenmuster.<sup>395</sup>

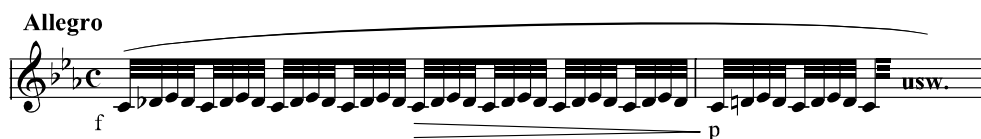
Falls die Kerben der Rinde (ungefähr) vertikal verlaufen, ist die zylindrische Symmetrie des Rindmusters (näherungsweise) vollkommen. Falls die Kerben der Rinde spiralförmig verlaufen, wird zylindrische Symmetrie durch die Symmetrie der Spirale (Schraube) gebrochen.

Eine **Schraubensymmetrie** ist eine **Mischung von Drehung und Translation**:

Eine Schraubensymmetrie  
(spiralförmige Bewegung).



Das Kopfmotiv des Themas der *Orgelfuge D-Dur* von J. S. Bach (BWV 532) assoziiert an solche spiralförmige Bewegung. Ein analoges Beispiel kommt im ersten Satz der Klaviersonate Es-Dur von J. Haydn vor:



J. Haydn, *Klaviersonate in Es-Dur*, Hob. XVI : 52 (1794), 1. Satz (*Allegro*), Exposition: T. 31-32 (oben, rechte Hand) und analoge Stelle in der Reprise.

Durch das ganze Lied *Gretchen am Spinnrade* (aus Goethes *Faust*) Op. 2, von Franz Schubert «kreist» ein Sechszentel-Motiv, das die Drehbewegung des Spinnrades suggeriert.

<sup>394</sup> Vgl.: Ian Stewart und Martin Golubitsky, *Denkt Gott symmetrisch? Das Ebenmaß in Mathematik und Natur*, Birkhäuser Verlag, Basel, Boston 1993, S. 30, Abb. 8: Die Symmetrien eines Zylinders.

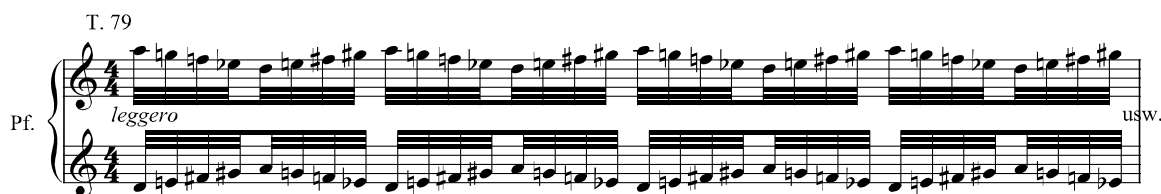
<sup>395</sup> Vgl.: Ian Stewart und Martin Golubitsky, *Denkt Gott symmetrisch?* Birkhäuser Verlag, Basel 1993, S. 31, Abb. 9: a) Die gerade Rinde eines Mammutbaums und b) eine spiralförmige Rinde.



Zwei parallele Schraubenbewegungen erscheinen am Anfang der V. Symphonie von A. Bruckner (1. Satz, Introduction, *Adagio*) in den Stimmen von *Violoncelli* und *Contrabassi* (*pp*, *pizz*).

In der Klavierkomposition *Scherzo fantastico* von Boris Papandopulo sind verschiedene spiralförmige Bewegungen zu finden.<sup>396</sup>

Zwei synchrone zweiseichtige «Schraubenbewegungen» («linke» und «rechte Schraube») sind im zweiten Satz des *Klavierkonzerts Nr. 3* von B. Bartók zu finden.<sup>397</sup>



Béla Bartók, *Klavierkonzert Nr. 3*, 2. Satz (Mittelteil), Solo-Klavier Stimme, T. 79.

In der Molekülwelt findet man eine hochinteressante doppelspiralige Form: Die Struktureinheit eines DNS-Moleküls besteht aus zwei rechtsläufigen schraubenförmigen Polynukleotid-Strängen, die um eine gemeinsame Achse parallel laufen. Die symmetrische DNS-Doppelhelix ist selbstvermehrungsfähig. Im Selbstverdopplungsvorgang werden beide rechtsgewundene Stränge der DNS aufgebrochen, so dass zwei Einzelfäden (Matrizen, Starterfäden) entstehen, die durch einen komplementären Strang wieder dieselbe spiralförmige Struktur erzeugen.<sup>398</sup>

Die Halbtonstufen der chromatischen<sup>399</sup> Skala lassen sich durch eine Spirale (Schraube) darstellen. Bezugnehmend auf die Hörpsychologie ist es interessant, dass die Frequenzskala nicht als Reihe gleichwertiger Qualitäten gehört wird. Einerseits gibt es – nach Ulrich Michels<sup>400</sup> - 12 unterschiedliche Toncharaktere<sup>401</sup>, die sich mit einer «Farbskala»

<sup>396</sup> Z. B.: Boris Papandopulo, *Scherzo fantastico* für Klavier. **a)** T. 20-31. Zwei parallele «Schraubenbewegungen»; rechte Hand: schnelle «Schraubenbewegung», linke Hand: langsame «Schraubenbewegung»; **b)** T. 77-90 (linke Hand). Vgl.: B. Papandopulo *Scherzo Fantastico* za klavir, Izdanja Hrvatskog glazbenog zavoda, Zagreb 1961, S. 3-4.

<sup>397</sup> Ähnliche «Schraubenbewegungen» kommen auch im 3. Satz (*Rondo alla Pollaca*) des *Konzerts für Klavier, Violine und Violoncell* Op. 56 von L. van Beethoven vor: (Vl. c., Vc. c., Pft.) T. 87-90, 104-105, 280-283, 297-298, 400-412 und 462-464.

<sup>398</sup> Vgl.: Werner Hahn, *Symmetrie als Entwicklungsprinzip in Natur und Kunst*, Langewiesche Königstein 1989, S. 101, Abb. 235: Doppelhelixmodell der rechtsgewundenen B-Form des DNS (Desoxyribonucleinsäure) Moleküls, S. 100, Abb. 234: Die Selbstverdopplung der DNS-Doppelhelix (Watson-Crick-Modell). Es gibt auch eine verwandte linksgewundene Z-Form der DNS, die eine sechszählige Symmetrie erkennen läßt.

<sup>399</sup> Griech. *Chroma* = Farbe.

<sup>400</sup> Vgl.: Ulrich Michels, *dtv-Atlas Musik*, Band I, Deutscher Taschenbuchverlag, München 1977, S. 20-21.

verknüpfen lassen, und andererseits besitzen die oktavverwandte Töne eine gewisse Toneigenart, Oktavgleichheit oder Tonigkeit: «c-igkeit», «fis-igkeit» usw. Nach der Oktavverwandtschaft kommt als zweiter Verwandtschaftsgrad die Quintverwandtschaft vor, auf der das ganze Tonleitersystem der abendländischen Musik beruht.<sup>402</sup>

Anwendung: J. S. Bach, *Das Wohltemperierte Klavier*,

**Buch I:**

*Präludium und Fuge* Nr. 1: C-Dur, Nr. 2: c-Moll; Nr. 3: Cis-Dur, Nr. 4: cis-Moll; Nr. 5: D-Dur, Nr. 6: d-Moll; Nr. 7: Es-Dur, Nr. 8: es-Moll; Nr. 9: E-Dur, Nr. 10: e-Moll; Nr. 11: F-Dur, Nr. 12: f-Moll; Nr. 13: Fis-Dur, Nr. 14: fis-Moll, Nr. 15: G-Dur, Nr. 16: g-Moll; Nr. 17: As-Dur, Nr. 18: gis-Moll; Nr. 19: A-Dur, Nr. 20: a-Moll, Nr. 21: B-Dur, Nr. 22: b-Moll; Nr. 23: H-Dur, Nr. 24: h-Moll.

**Buch II:**

*Präludium und Fuge* Nr. 1: C-Dur, Nr. 2: c-Moll; Nr. 3: Cis-Dur, Nr. 4: cis-Moll; Nr. 5: D-Dur, Nr. 6: d-Moll; Nr. 7: Es-Dur, Nr. 8: dis-Moll; Nr. 9: E-Dur, Nr. 10: e-Moll; Nr. 11: F-Dur, Nr. 12: f-Moll; Nr. 13: Fis-Dur, Nr. 14: fis-Moll; Nr. 15: G-Dur, Nr. 16: g-Moll; Nr. 17: As-Dur, Nr. 18: gis-Moll; Nr. 19: A-Dur, Nr. 20: a-Moll; Nr. 21: B-Dur, Nr. 22: b-Moll; Nr. 23: H-Dur, Nr. 24: h-Moll.

---

<sup>401</sup> Meiner Meinung nach, eben hinsichtlich der Hörpsychologie, gibt es mehr als 12 Tonigkeiten, weil die unterschiedliche psychologische Wirkung im Bereich der Enharmonie in Kauf genommen werden sollte. «Fis-igkeit» und «ges-igkeit» sind beispielsweise zwei unterschiedliche «Tonigkeiten» oder «Farben», und Fis-Dur und Ges-Dur sind zwei unterschiedliche Systeme von Tönen. Die ganze Problematik ist noch komplizierter, weil die psychologische Wirkung von Tönen, Harmonien und Tonleitern vom musikalischen Kontext abhängig ist. Ein einfaches Beispiel aus der Welt der klassischen Harmonie: Nicht nur die Richtung der melodischen Bewegung sondern auch der harmonische Background bestimmen ob ein «Kreuz» oder ein «Be» verwendet wird, bzw. wie wir einen Ton «hören» oder erleben.



<sup>402</sup> Vgl.: Ulrich Michels, *dtv-Atlas Musik*, Band I, Deutscher Taschenbuch Verlag, München 1977, S. 20: Chromatische Tonigkeitsfolgen (Halbtonstufen), die eine Spirale bilden, und ihre Beziehung zur Ähnlichkeitsfolge der Tonigkeiten (Quintenzirkel).

## Zyklische Symmetrie

- in der Ebene mit dem Zentrum (Zentralsymmetrie):

Beispiele in der Kunst: Die Fensterrosen gotischer Kathedralen mit ihrer Glasmalerei.

Die Rosette von St-Pierre in Troyes, Frankreich, beruht auf der Dreieckssymmetrie (Rotationswinkel beträgt  $120^\circ$ ).

Vom mathematischen Blickwinkel aus betrachtet, gibt es zwei Möglichkeiten in der Ebene:

a) Zyklische Gruppe,  $C_n$ :  $C_1$   $C_2$   $C_3$   $C_4$ ...; ( $C_1$  = überhaupt keine Symmetrie).

b) Diedergruppe,  $D_n$ :  $D_1$   $D_2$   $D_3$   $D_4$ ...; ( $D_1$  = nur Bilateralsymmetrie).

Die wunderschöne Fensterrose auf der nördlichen Seite der Kirche *Notre-Dame* in Paris ist eine Verwirklichung der **Diedergruppe** ( $D_{16}$ ), **eine Kombination von rotativen und Spiegelsymmetrien**.<sup>403</sup>

## Beispiele aus der organischen Natur:

Die auf 6, 5, 4, 3 und 2 aufgebaute Symmetrie findet man bei Blumen. (Die Fünfeckssymmetrie kommt am meisten vor):

- Sechssersymmetrie / hexagonale Symmetrie (Rotationswinkel =  $60^\circ$ ): Familien *Iridaceae* oder *Liliaceae*.

- Die Fünfeckssymmetrie / pentagonale Symmetrie (Rotationswinkel =  $72^\circ$ ): Familien *Caryophyllaceae*, *Rosaceae*, usw.<sup>404</sup>

- Vierersymmetrie / tetragonale Symmetrie (Rotationswinkel =  $90^\circ$ ): Familien *Papaveraceae*, *Cruciferae* oder *Rubiaceae*.

- Die Dreieckssymmetrie (Rotationswinkel =  $120^\circ$ ): Z. B. eine *Iris*.

- Nur bilaterale Symmetrie (Rotationswinkel =  $180^\circ$ ): Familie *Labiatae*.

## Musikalische Äquivalenzen:

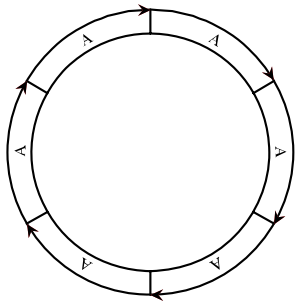
Sechs-, fünf-, vier-, drei- und zweitellige zyklische Formen des strophischen Liedes mögen als Beispiele gewisser musikalischer Realisierung von den Gruppen  $C_6$ ,  $C_5$ ,  $C_4$ ,  $C_3$  und  $C_2$  aufgefasst werden.

---

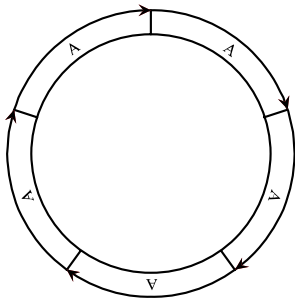
<sup>403</sup> Vgl.: Notre-Dame, Paris, Fensterrose auf der nördlichen Seite, aus: E. H. Gombrich, *The Sense of Order. A study in the psychology of decorative art*, Phaidon Press, London 1984.

<sup>404</sup> Beispiele: Ein *Geranium*. Gruppe  $D_5$  (rotative + reflexive Symmetrie). *Vinca herbacea*. Gruppe  $C_5$  (Da ihre Blumenblätter asymmetrisch sind, gibt es keine reflexive Symmetrie.) Vgl.: Hermann Weyl, *Symmetrie*, Birkhäuser Verlag, Basel 1955, S. 71, Figur 39.

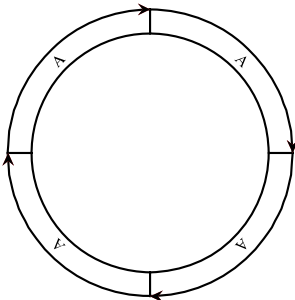
Zeitliche Translationen des kompositorischen Modells können bei einer ebenen Projektion kreisförmig dargestellt werden:



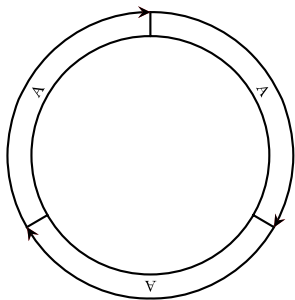
**C<sub>6</sub>** : Sechs Strophen: a b c d e f, sechsteilige musikalische Form: A A A A A A.  
F. Schubert: *Der Gott und die Bajadere* (Goethe), *Schubert – Album*, Band VII, Nr. 48, (Friedlaender), C. F. Peters Verlag, No. 2270, Leipzig, Nr. 48, S. 106.



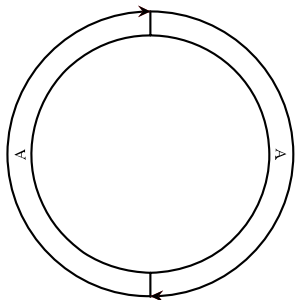
**C<sub>5</sub>** : Fünf Strophen: a b c d e, fünfteilige musikalische Form: A A A A A .  
F. Schubert: *Des Baches Wiegenlied*, aus dem Zyklus *Die schöne Müllerin* (Wilhelm Müller), Nr. 20.



**C<sub>4</sub>** : Vier Strophen: a b c d, vierteilige musikalische Form: A A A A.  
F. Schubert: *Nähe des Geliebten* (Goethe), Op. 5, Nr. 2. Aus: Franz Schubert, *Lieder (Ausgewählte Lieder)* für Singstimme und Klavier, hrsg. von Max Friedlaender, Bd. I, Edition Peters Nr. 20a, Leipzig, S. 243.



**C<sub>3</sub>** : Drei Strophen: a b c, dreiteilige musikalische Form: A A A.  
F. Schubert: *Die liebe Farbe*, aus dem Zyklus *Die Schöne Müllerin* (W. Müller), Nr. 16.



**C<sub>2</sub>** : Zwei Strophen: a b, zweiteilige musikalische Form: A A.  
F. Schubert: *Nachtgesang*, aus: *Schubert Album*, Band VII. (Friedlaender), Edition Peters No. 2270, Leipzig, Nr. 38, S. 88.

Zyklische Symmetrie kommt häufig bei den niederen Tieren vor. Darüber schrieb Ernst Haeckel in seinem Buch *Kunstformen der Natur*. Eine Discomeduse mit oktagonaler Symmetrie mag als ein Beispiel dienen.<sup>405</sup>

Zum Vergleich: Die Anwendung der oktagonalen Symmetrie in der Baukunst der italienischen Renaissance: Filippo Brunelleschi, Grundriss der Kirche *Sta Maria degli Angeli*, Florenz 1434-37.<sup>406</sup>

Im Gegenteil zur organischen Welt, wo die Fünfecksymmetrie oft in Erscheinung tritt, sind bei den Kristallen nur die Drehsymmetrien der Ordnung 2, 3, 4, und 6 möglich.

Schöne Beispiele hexagonaler Symmetrie finden wir bei den Schneekristallen, die auch in der künstlerischen Welt vorkommen.<sup>407</sup>

*Der Zauberberg* Thomas Manns ist ein bekanntes Beispiel aus der deutschen Literatur. Regelmäßigkeit und Schönheit der Schneekristalle haben Hans Castorp zu interessanten ästhetischen und philosophischen Überlegungen angeregt.<sup>408</sup>

In der Architektur sind Zentralbauten mit Sechssersymmetrie eine Seltenheit. Dies gilt auch für die pentagonale Symmetrie. (Ein bekanntes Beispiel aus unserer Zeit ist das Pentagon-Gebäude in Washington.) Die Vierersymmetrie dagegen überwiegt. Eines der berühmtesten Beispiele in der Geschichte der Sakralarchitektur ist die von Donato Bramante projektierte St. Peters Basilika in Rom.<sup>409</sup>

---

<sup>405</sup> Vgl.: Hermann Weyl, *Symmetrie*, Birkhäuser Verlag, Basel 1955, S. 67, Figur 37.

<sup>406</sup> Vgl.: H. W. Janson, *Istorija umetnosti / History of Art*, Harry N. Abrams, New York 1965, izdavač: Izdavački zavod Jugoslavija, Beograd 1966, S. 320.

<sup>407</sup> Vgl.: Snow-crystals. From Bentley and Humphreys, 1931, aus: D'Arcy Wentworth Thompson, *On Growth and Form*, Cambridge University Press, Cambridge 1961, S. 154.

<sup>408</sup> «Es waren Myriaden im Erstarren zu ebenmäßiger Vielfalt kristallisch zusammengeschossener Wasserteilchen, Teilchen eben der anorganischen Substanz, die auch das Lebensplasma, den Pflanzen-, den Menschenleib quellen machte, - und unter den Myriaden von Zaubersternchen in ihrer untersichtigen, dem Menschenauge nicht zugehenden, heimlichen Kleinpracht war nicht eines dem anderen gleich; eine endlose Erfindungslust in der Abwandlung und allerfeinsten Ausgestaltung eines und immer desselben Grundschemas, des gleichseitig-gleichwinkligen Sechsecks, herrschte da; aber in sich selbst war jedes der kalten Erzeugnisse von unbedingtem Ebenmaß und eisiger Regelmäßigkeit, ja, dies war das Unheimliche, Widerorganische und Lebensfeindliche daran; sie waren zu regelmäßig, die zum Leben geordnete Substanz war es niemals in diesem Grade, dem Leben schauderte vor der genauen Richtigkeit, es empfand sie als tödlich, als das Geheimnis des Todes selbst, und Hans Castorp glaubte zu verstehen, warum Tempelbaumeister der Vorzeit absichtlich und insgeheim kleine Abweichungen von der Symmetrie in ihren Säulenordnungen angebracht hatten.» Aus: Thomas Mann, *Der Zauberberg*, Fischer Taschenbuch Verlag, Ungekürzte Ausgabe, Frankfurt am Main, April 1991, 6. Kapitel *Schnee*, S. 656-657.

<sup>409</sup> Vgl.: Bramante's plan of St. Peter's, Rome (1506), aus: Rudolf Wittkower, *Architectural Principles in the Age of Humanism*, published by arrangement with, and courtesy of, The Warburg Institute (originally published in 1949 as Volume 19 of the *Studies of the Warburg Institute*), Appendix, Abb. 11a.

## WACHSENDE SPIRALE

Spiralförmige Strukturen und Bewegungen sind ein Phänomen in der Natur und Kunst, das mit dem Begriff der dynamischen Symmetrie eng verknüpft ist. Insbesondere gilt dies für eine wachsende Spirale. Man kann von der Spiraltendenz in der Natur und ihrer Auswirkung auf das künstlerische Schaffen sprechen.<sup>410</sup>

Bestimmte Abschnitte in der *Étude op. 25 - Nr. 6, gis-Moll*, von F. Chopin suggerieren eine spiralförmige Entwicklung, die auf einer frei gestalteten Kombination von Drehung, Dilatation und Translation beruht.

Spiralförmige melodische Bewegungen, die auf einer regelmäßigen Verbreitung der Intervalle beruhen, komponierte ich in meinem Präludium Nr. 4 aus dem Zyklus *Reminiszenzen – 12 Präludien* für Klavier: (**Appendix IV**, S. 393)

Eine frei gestaltete wachsende Spirale ist im Schriftbild der Vokalkomposition *Stimmung* von K. Stockhausen zu finden (der Abschnitt *Kala Kasesa Ba-ú*).<sup>411</sup>

*III. L'échange* aus den *Vingt Regards sur l'Enfant – Jésus* O. Messiaens ist durch Gegenüberstellung von zwei parallelen komplementären motivischen Entwicklungen - einer größerwerdenden und einer kleinerwerdenden Spirale - gekennzeichnet. Das zweischichtige Entwicklungsprozess symbolisiert «den fürchterlichen menschlich – göttlichen Austausch: Gott wurde Mensch damit wir Götter werden.» So Messiaen.<sup>412</sup>

Der einleitende Teil des Coda, *Allegro molto* aus dem *Streichquartett III* von Béla Bartók ist im Zeichen der vierstimmigen, auf der Idee einer unregelmäßigen wachsenden Spirale beruhenden polyphonen Entwicklung komponiert. Das Spiel von synchronen und asynchronen Sechzehntel-Bewegungen und die spezifische Klangfarbe (*pp sul pont.*) tragen zur aparten, reizvollen Wirkung bei.

---

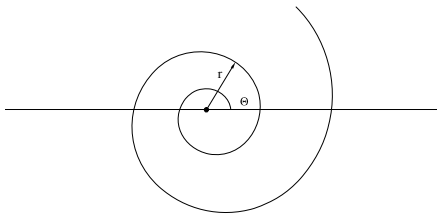
<sup>410</sup> «From the tiny twisted biological molecules to the gargantuan curling arms of many galaxies, the physical world contains a startling repetition of spiral patterns»...«Spirals play an important role in the growth processes of many biological forms and organisms. Also, through time, humans have imitated spiral motifs in their art forms, and invented new and unusual spirals which have no counterparts in the natural world.» *Spiral Symmetry*, edited by I. Hargittai (Hungarian Acad. of Sci.) & C. A. Pickover (IBM T. J. Watson Res. Center), Pub. Date: Sept. 1991, Special Books on Symmetry from World Scientific (=Zitat aus einer Annonce).

<sup>411</sup> Vgl.: K. Stockhausen, *Stimmung*, der Abschnitt *Kala Kasesa Ba-ú*, aus: Roberto Donnini, *The Visualisation of Music: Symmetry and Asymmetry*, in: *Symmetry. Unifying Human Understanding*, edited by István Hargittai, = International Series in Modern Applied Mathematics and Computer Science, Volume 10, Pergamon Press, New York 1986, S. 453.

<sup>412</sup> *III. L'échange*. «Descente en gerbe, montée en spirale; terrible commerce humano-divin. Dieu se fait homme pour nous rendre dieux... Dieu, c'est le trait en tierces alternées : ce qui ne bouge pas, ce qui est tout petit. L'homme, ce sont les autres fragments qui grandissent, grandissent et deviennent énormes, selon un procédé de développement que j'appelle : 'agrandissement asymétrique'.» Aus: O. Messiaen, *Vingt Regards sur l'Enfant – Jésus*, Durand & C<sup>ie</sup>, Paris 1947, S. 8.

Wie schon erwähnt, ist die sogenannte Schraube oder Schraubenbewegung eine spiralförmige Bewegung im dreidimensionalen Raum. (Drehung um eine Fixgerade / Dreheachse kombiniert mit einer Translation längst dieser Achse.) Eine solche regelmäßige Spiralenanordnung kommt häufig bei den Blättern an einem Pflanzspross vor. In der Kettenbruchentwicklung von Blättern entdeckten die Botaniker das Verhältnis des **Goldenen Schnittes**. Die Brüche, welche die Anordnung von Blättern darstellen, sind oft Glieder der sogenannten «**Fibonacci-Folge**». (Wie es schon erwähnt wurde, ist in der Fibonacci-Folge jede Zahl die Summe ihrer beiden Vorgänger: **(0, 1, 1), 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89**, usw. Die Reihe von Proportionen  $\frac{2}{3}, \frac{3}{5}, \frac{5}{8}, \frac{8}{13}, \frac{13}{21}, \frac{21}{34}, \frac{34}{55}, \frac{55}{89}$ , usw. stellt eine Annäherung zur Proportion des Goldenen Schnittes dar.)<sup>413</sup>

Die Fibonacci-Folge und der *Goldene Schnitt* sind mit dem geometrischen Begriff **LOGARITHMISCHE SPIRALE (Drehung verbunden mit Translation und Dilatation)** verknüpft. Ihre Definition ist:  $\log r = K\theta$  (wo K eine Konstante ist).



Logarithmische Spirale<sup>414</sup>.

Die Symmetrie einer diskreten logarithmischen Spirale entfaltet z. B. die Nautilus – Schale. Das Gehäuse vieler Lebewesen, vor allem von Schnecken und die Hörner vieler Tiere besitzen sie ebenfalls.<sup>415</sup>

Die aus der logarithmischen Spirale abgeleiteten Proportionen spielen eine bedeutende Rolle in der Musik von Claude Debussy. Die strukturellen Verbindungen (Symmetrie) zwischen der formal – kompositorischen Dynamik am Anfang des 3. Satzes seiner Orchesterkomposition *La mer* und den Ozeanwellen stellte Roy Howat in seinem Buch *Debussy in Proportion* dar.<sup>416</sup>

<sup>413</sup> SECTIO AUREA:  $1 : 0,61803$  oder  $1 : 1,61803$ ; d. h.  $a : b :: b : (a+b)$ .

<sup>414</sup> Hans Lauwerier erklärt: «The growth spiral embraces a microcosmos and a macrocosmos in its endless rotation.»... «The growth spiral is selfsimilar and looks the same when magnified. That is why it can be seen as a kind of protofractal.» Aus: Hans Lauwerier, *Fractals. Endlessly Repeated Geometrical Figures*, Penguin Books, London New York 1991, S. 54.

<sup>415</sup> Vgl.: Die Symmetrie einer diskreten logarithmischen Spirale: Querschnitt durch ein Gemeines Perlboot, aus: Ian Stewart und Martin Golubitsky, *Denkt Gott symmetrisch? Das Ebenmaß in Mathematik und Natur*, Birkhäuser Verlag, Basel 1993, S. 282, Abb. 126.

<sup>416</sup> Vgl.: Roy Howat, *Debussy in Proportion*, Cambridge University Press, Cambridge 1983. S. 97: Claude Debussy, *La mer – III Dialogue du vent et de la mer* (Anfang, T. 1-55). Eine graphische Analyse von R. Howat. S. 179: *The hollow of the*

Der menschliche Körper repräsentiert die vielschichtige Verwirklichung des goldenen Schnittes. Dieses System von Proportionen fand Anwendung durch die ganze Kunstgeschichte hindurch.<sup>417</sup>

## **STARRE BEWEGUNGEN (in $n$ – dimensionalen Raum): Eine Übersicht**

(Eine Transformation soll ausschließlich nach ihrem Endergebnis beurteilt werden.)

**1. Eindimensionaler Raum** (= eine Gerade): Die Translation um einen gewissen Abstand (a) entlang der Raumachse, b) entlang der Zeitachse) oder die Spiegelung an einem bestimmten Punkt.

### **2. Zweidimensionaler Raum** (eine Ebene)

Der zweidimensionale Raum hat ein Koordinatensystem, in dem jeder Punkt durch zwei Zahlen bestimmt wird. Die Ebene kann:

a) verschoben werden, und um einen Winkel

b) gedreht werden. (Im zweiten Fall gibt es irgendwo einen Fixpunkt.)

Weitere Möglichkeiten:

c) Spiegelungen an einer Geraden (Jeder Punkt der Geraden bleibt fixiert während sich alle anderen Punkte bewegt haben.)

d) Eine Translation kann mit einer Spiegelung kombiniert werden (= Gleitspiegelung).<sup>418</sup>

### **3. Dreidimensionaler Raum**

(Jeder Punkt wird durch drei Zahlen bestimmt.)

Es gibt - Translationen (man benötigt jetzt drei Zahlen),

- Drehungen (Fixpunkt, Fixgerade),

- Spiegelungen,

---

*wave of Kanagawa* from Katsushika Hokusai's *Thirty-six Views of Mount Fuji*, c. 1820-9 (reproduced by courtesy of the Trustees of the British Museum).

<sup>417</sup> Beispiele aus: Jay Kappraff, *A Course in the Mathematics of Design*, in: *Symmetry. Unifying Human Understanding*, edited by István Hargittai, = International Series in Modern Applied Mathematics and Computer Science, Volume 10, Pergamon Press, Oxford 1986, S. 936: a) The „trademark“ of Le Corbusier's proportional system, the Modulor. „A man-with-arm-upraised provides, at the determining points of his occupation of space – foot, solar plexus, head, tips of fingers of the upraised arm – three intervals which give rise to a series of golden sections, called the Fibonacci series.“ b) Analysis of a Botticelli Venus, using the golden mean (courtesy of Dover Press).

<sup>418</sup> Vgl.: Ian Stewart und Martin Golubitsky, *Denkt Gott symmetrisch?*, Birkhäuser Verlag, Basel 1993, S. 48.



- Gleitspiegelungen, die sogenannte
- Schraube (Eine spiralförmige Bewegung, d. h. die Kombination einer Drehung um eine Achse mit einer Translation, die parallel zu dieser Achse verläuft.) und
- wachsende Spiralen (z. B. die Arhimedes Spirale oder logarithmische Spirale).

**Translative Symmetrie** ist von größter Bedeutung für die ganze europäische Musiktradition. Sie wird auf allen Ebenen der musikalischen Komposition realisiert: In rhythmischen, melodischen, polyphonen, harmonischen, homophonen Strukturen, in mikro- und makroformalen Bereichen. Das Translationsprinzip darf ohne weiteres als Grundprinzip des musikalischen Formbaus oder als Archetyp des formalen Denkens in der Musik bezeichnet werden. Grundsätzlich gibt es zwei Möglichkeiten ihrer Verwirklichung in der musikalischen Struktur und Form. Sie sind eine direkte, unmittelbare Translation und eine verschobene Translation. Die unmittelbare Translation / Wiederholung ist in erster Linie mit dem Begriff zweiteilige oder Dualform (a a), und verschobene Translation mit dem Begriff dreiteilige oder Reprisesform (a b a) verknüpft. Symmetrische Strukturen und Formen, die auf dieser zweiten Art von Translation beruhen, implizieren Kontrast sowie Symmetrie in der Anordnung von unterschiedlichen formalen Elementen oder Teilen (a b a, a b a b a, a b a c a b a, a b c b a, a b c d c b a, usw.). Gebrochene Symmetrie bzw. Variation spielt in beiden Fällen eine bedeutende künstlerische Rolle. Im Prinzip gilt folgendes: Je mehr Wiederholungen desto mehr Abweichungen oder Veränderungen.

Im musikalischen Zeit-Raum gibt es drei Grundformen von Translationen, die sowohl in der homophonen als auch in der polyphonen Musik erscheinen:

- 1. Translation in der Zeit** (und zugleich im abstrakten, imaginären musikalischen Raum)
- 2. Translation im Tonhöhenraum** (im tonpsychologischen Raum) **bzw. im Frequenzbereich.**
- 3. Translation im realen dreidimensionalen Raum**, die mit Zeit- und Tonhöhenttranslation auf unterschiedliche Art und Weise kombiniert werden kann.

Es folgen einige Beispiele aus dem mikro- und makroformalen Bereich:

## 1. Zeittranslation:

a) eines Tons (und einer Phrase: Variation / Symmetriebrechung)



Gregorianischer Choral: *accentus*.<sup>419, 420</sup>

b) eines Intervalls

Tutte semicrome egale, ♩ = 250

I. Stravinski, *Requiem Canticles*, *Prelude*, T. 2-3.<sup>421</sup>

c) eines Akkords

Moderato ♩ = 72  
senza misura a tempo

G. Verdi, *Messa da Requiem*, No. 7 *Libera me (Moderato)*.<sup>422</sup>

<sup>419</sup> Die folgende Melodie von O. Messiaen ist auf ähnliche Weise komponiert: Olivier Messiaen, *The Technique of my Musical Language*, Alphonse Leduc, Paris 1956, Bd. 2, Musikbeispiele, S. 31, Nr. 176, Action de grâces, Chant, Soprano (Tres modéré, p): *Le ciel*,...usw.

<sup>420</sup> Weitere Beispiele: O. Messiaen, *Vingt Regards sur l'Enfant – Jésus pour piano* (Paris 1944), I. *Regard du Pere* (Schluss), Durand & C<sup>ie</sup>, Editeurs, Paris 1947, S. 5. F. Chopin, *Préludium Nr. 15, Des-Dur* (24 Präludien für Klavier):

Die Wiederholung eines Tons (Dominante) im konstanten Achtel-Rhythmus, die – wie ein roter Faden – das ganze musikalische Geschehen verbindet. Im dritten Akt der Oper *Wozzeck*, in der zweiten Szene *Waldweg am Teich* (Invention auf einem Ton), wo der Gipfelpunkt des Dramas erreicht wird, verwendet A. Berg eine obsessive Wiederholung des Tons «h». (Eine der Wiederholungsarten ist das *tremolo* – bei den Streichern.)

<sup>421</sup> Auch: I. Stravinsky, *Symphony of Psalms for chorus and orchestra*, 3. Satz, T. 65: Chorus, A., T., „*Laudate DOMINUM*“.

<sup>422</sup> Weitere Beispiele: I. Stravinsky, *Messe* (1948) für Chor, möglichst mit Knabenstimmen und 10 Bläsern, *Credo*, Chor: «*Confiteor unum baptisma*...»; B. Bartók, *Musik für Saiteninstrumente, Schlagzeug und Celesta*, IV. Satz *Allegro molto*, Anfang (Streicher); I. Stravinsky, «*Sacre Akkord*», *Le sacre du printemps. Les augures printaniers, Danses des adolescentes, Tempo giusto*; O. Messiaen, *Vingt Regards sur l'Enfant – Jésus pour piano*, VI. *Par Lui tout a été fait*, Durand & C<sup>ie</sup>, Paris 1947, S. 44-45; A. Skrjabin, *Sonate Nr. 10, Op. 70*, akkordisches *tremolo*, aus: Alexander Skryabin, *Complete Works VIII, Sonatas (II) for piano*, S. 96; L. van Beethoven, *Sinfonie Nr. 5 c-Moll Op. 67*, 1. Satz, T. 390-395, Streicher,

#### d) eines Motivs

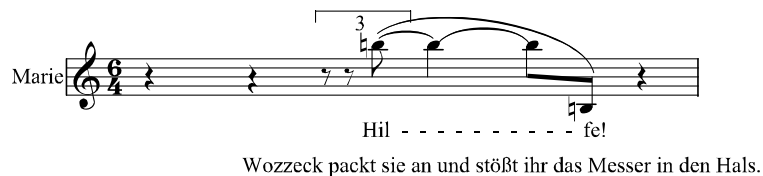
P. Hindemith, *Ludus tonalis*, *Fuga sexta in Es*.  
Das Thema beginnt mit dem Kopfmotiv  
(Taktmotiv) und seiner Zeittranslation.<sup>423</sup>



## 2. Zeit- und Höhentranslation:

#### a) eines Tons

Im dritten Aufzug der Oper *Wozzeck* gestaltete A. Berg den Schrei von Marie im Moment der Ermordung als zwei-Oktaven-Sprung-Motiv (h"- h):



Alban Berg, *Wozzeck*, Akt III, 2. Szene: Waldweg am Teich.

Motiv 1: Zeitliche Translation eines Tons

Motiv 2: Zeit- und Höhentranslation eines Tons



G. F. Händel, *Concerto grosso Op. 6, Nr. VII*. Das zweite Motiv wurde vom ersten -durch die Hinzufügung der Höhentranslation – abgeleitet. Es folgt die Zeittranslation des Motivs 2.

---

Partitur: Ernst Eulenburg No. 402, S. 21. In der Komposition *Four Organs* von Steve Reich wird die translative Symmetrie auf zwei Ebenen realisiert: Kontinuierlicher Achtel-Puls, der von Maracas aufgeführt wird, und nach spezifischen rhythmischen Mustern programmierte Wiederholung eines Dominantundezimakkordes (E-Gis-H-D-Fis-A), der von 4 Orgeln gespielt wird. Und zwar in der Weise, dass seine 4 Komponenten gleichzeitig an vier Orten im Raum erklingen.

<sup>423</sup> Auch: J. S. Bach, *Praeludium und Fuge e-Moll*, *Fuge*. Das Thema beruht ausschließlich auf der Zeittranslation von Motiv 1 (Kopfmotiv) und Motiv 2 (Fortsetzung).

Im Verdis *Falstaff* sind durch dieselbe Methode vom Kopfmotiv des Fugenthemas «*Tutto nel mondo e burla...*» zwei weitere spiegelsymmetrische Varianten abgeleitet, die im Laufe des Themas vorkommen.

G. Verdi,  
*Falstaff*, das  
Thema der  
Schlussfuge.

### Größere Zusammenhänge:

Vielfältige Zeit- und Höhentranslation von Tönen und Motiven ist kennzeichnend für das Ostinato-Thema (Continuo) des *Crucifixus* in der *H-Moll Messe* von J. S. Bach. Es kommt ohne Unterbrechung zwölfmal vor (die Idee der Passacaglia-Form) und wird am Schluss, wegen der Modulation vom e-Moll nach G-Dur, ein wenig variiert.

J. S. Bach, *Die Hohe Messe in h-Moll*, Nr. 16 *Crucifixus*, «Lamento»-Bass.

### **b) eines Intervalls**

Z. B. Quinte: Giacomo Puccini, *La Boheme*, Drittes Bild, *Die Barriere d'Enfer*, Anfang (Orchester), Fl., Hf. (Eine Melodie von parallelen Quinten).

### Größere Zusammenhänge:

Die drei *Etüden* von F. Chopin basieren auf der Doppeltranslation der bestimmten Intervalle: *Op. 25 Nr. 6* (Terz), *Nr. 8* (Sexte) und *Nr. 10* (Oktave). Der Anfang vom *Op. 25 Nr. 10* ist zugleich ein Beispiel für die Doppeltranslation eines Motivs. Das Anfangsmotiv besteht aus zwei Komponenten (a, b). Nach drei Wiederholungen wird es gespalten und in der Fortsetzung (T. 3-4) wird die zweite Komponente (b) dem Translationsverfahren unterworfen. Es ist aber bemerkenswert, dass durch die Hinzufügung der Akzente eine parallele, zeitlich

verschobene Schicht in Erscheinung tritt, die auf der Doppeltranslation der ersten motivischen Komponente (a) beruht.

T.: 1	2	3	4
M.:   a b a b   a b a b   b b b b   b b b b			
----- ----- ----- -----		----- ----- ----- -----	
		M.: a a a a a a a	
(a---b— = Halbtaktmotiv)		(latente, zeitlich verschobene zweite Schicht)	

F. Chopin, *Etüde Op. 25 Nr. 10*, Anfang, T. 1-4.

### c) eines Akkords

Z. B. Quintakkord: G. Puccini, *La Boheme*, Zweites Bild: *Im Quartier Latin*, Anfang (*Allegro focoloso*, Tp. *fff marcatisissimo*). Melodische Bewegung beruht auf einer Reihe von parallelen Quintakkorden. Translative und Spiegelsymmetrie (Doppeltranslation und „Zeitumkehr“) werden kombiniert.

### Die Zeittranslation (eines Motivs) innerhalb der Zeittranslation (einer Phrase):

Allegro vivace,  
ritmico e robusto

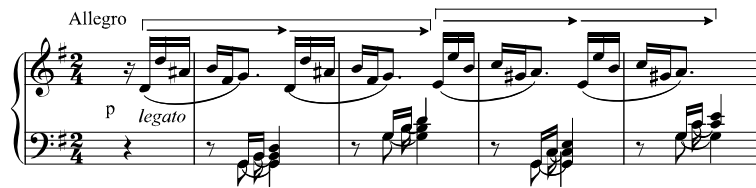
A. Casella, *Nove pezzi, Op. 24*, per Pianoforte, N. 9: *In modo rustico*.

### Die Doppeltranslation (eines Mikromotivs) innerhalb der Zeittranslation (eines Makromotivs):

Allegro quasi maestoso (♩ = 120)

R. Schumann, *Intermezzi Op. 4, Nr. 1*. Der ganze musikalische Vorgang beruht auf einem melodisch – harmonischen Mikromotiv.

### Die Zeittranslation (eines Motivs) innerhalb der Doppeltranslation (einer Phrase):



L. van Beethoven, *Sonate Op. 14 Nr. 2, G-Dur, 1. Satz, 1. Thema (Anfang)*.

### Zeit- und Höhentranslation auf verschiedenen Ebenen (innerhalb eines Themas):

Das Fugenthema aus der Ouvertüre zur *Zauberflöte* von W. A. Mozart beruht auf den Zeit- und Höhentranslationen von Tönen und Motiven. Es folgt eine graphische Analyse:



W. A. Mozart, *Zauberflöte, KV 620, Ouverture, Allegro. Fuge, Dux*.

### Symmetrie und gebrochene Symmetrie:

*Vivace* (♩ = 144)



P. Hindemith, *Ludus tonalis, Fuga quinta in E*. Das Thema beginnt mit einer Folge von Doppeltranslationen des Kopfmotivs. Am Ende der Translationskette kommen rhythmische Veränderungen vor.

Es gibt zweiteilige Themen deren beide Teile auf der Doppeltranslation beruhen.

Z. B.: J. S. Bach, *Fantasie und Fuge in g-Moll* für Orgel, *Fuge, Dux*. Bei der Doppeltranslation des Kopfmotivs des Themas wird die Symmetrie aus harmonischen Gründen ein wenig gebrochen.

Das folgende Beispiel kann man auf zwei Weisen auffassen:

a) als zeitliche Translation eines Motivs: a – a – a'

Adagio ♩ = 84

46

Timp. solo

fff ppp ff ppp pp

b) als Translationskette von zwei kurzen Motiven: a-b-a-b-a-b'

54

Timp. solo

fff ppp ff ppp pp

D. Schostakowitsch, *Symphonie Nr. 1, Op. 10, 4. Satz, ... Adagio.*

### Zeittranslation, Tonhöhentranslation und Spiegelsymmetrie im Aufbau eines Themas:

**J. Brahms, *Symphonie Nr. IV e-Moll, 1. Satz, 1. Thema (Anfang):***

Analytischer Hintergrund:

Dem Hauptthema des ersten Satzes liegt eine zweiteilige, ungefähr bilateral symmetrische Terzkette zugrunde, die durch eine regelmäßige Doppeltranslation eines Tons entsteht.

**1. Teil:** der Anfangston: h" (Dominante), die Richtung: abwärts, das Translationsintervall: die Terz, der Tonhöhenraum / Umfang: zwei Oktaven.

**2. Teil:** der Anfangston: e' (Tonika), die Richtung: aufwärts, das Translationsintervall: die Terz, der Tonhöhenraum / Umfang: zwei Oktaven.

Der zweite Teil kann durch Spiegelung des ersten an einer Vertikalachse und Translation um eine Quarte aufwärts im Tonhöhenraum erreicht werden (Gleitspiegelung). Symmetrie ist ein wenig gebrochen, weil die Anordnung von großen und kleinen Terzen nicht übereinstimmt.

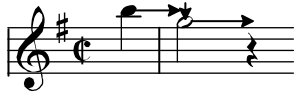
Eine Darstellung des beschriebenen Tonsystems.

## Die Gestaltung des Themas:

### 1. Ausgangsmotiv:

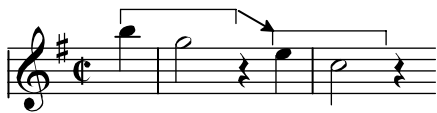


Zeittranslation des Ausgangstons (h" - Dominante) im rhythmisch – metrischen Kontext des Themas.

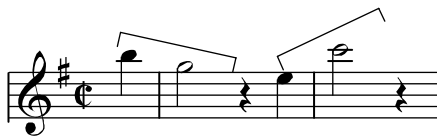


Hinzufügung der Höhenttranslation.

### 2. Die Formung der ersten Phrase:

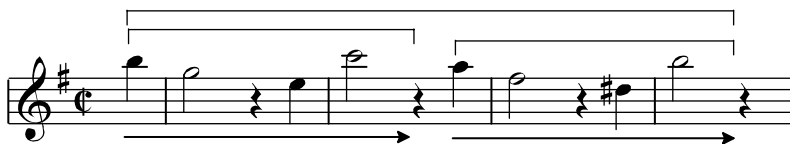


a) Die Doppeltranslation des Ausgangsmotivs.



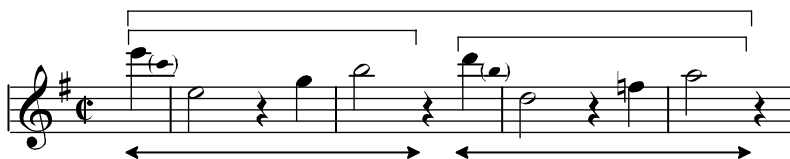
b) Die Verrierung des wiederholten Motivs durch die Anwendung des komplementären Intervalls in entgegengesetzter Richtung (die Sexte).

### 3. Die Konstruktion des kleinen Satzes mit Hilfe der Doppeltranslation der Phrase:



### 4. Weitere Formung des Themas:

Die folgenden zwei Phrasen, die den zweiten kleinen Satz bilden, sind im Sinne einer freigestalteten zeitlichen Umkehrung des ersten Phrasenpaars komponiert. Anstelle der Sexte fangen sie mit einem Oktavsprung an:





Die miteinander korrespondierenden Sätze bilden eine ungewöhnliche kleine Periode, die offen ist und eine unmittelbare weitere melodisch – harmonische Entwicklung ermöglicht und verlangt. Da die Periode grundsätzlich nur auf einem Motiv beruht, musste der Motivmangel durch eine reiche und aparte Harmonisierung kompensiert werden.

Manchmal beruhen die ganzen Sätze oder Stücke auf einem Motiv. In so einem Fall wird das betreffende Motiv variiert, und harmonische Verhältnisse bauen die Form. Eines der bekanntesten Beispiele ist der erste Satz der 5. *Sinfonie* L. van Beethovens. Im Schumanns Schaffen sind auch solche Beispiele zu finden, und zwar in seinen zyklischen Werken *Dauidsbündlertänze, Op. 6, Nr. 9, Lebhaft* und *Carnaval, Op. 9, Nr. 11, Chiarina*.

### **Zeit-, Höhentration und Variation in einer vielschichtigen Struktur:**

Mauricio Kagel, *kontra – danse ballett für nicht – tänzer* 1970, (Schluss).<sup>424</sup>

Vorgeschriebene Wiederholungen in der siebenschichtigen musikalischen Struktur am Ende des Balletts (7 letzte Takte, d. h. letzte Partiturseite):

3 4

||:---4x---:||:---3x---:||:---2x---:||:---3x---:||:---4x---:||:---3x---:||:---2x---:|| (Ende)

Durch Wiederholung(en) / Translation(en) eines mikroformalen Modells wird eine zusammengesetzte, höhere Formkonstruktion geschaffen, die mehr oder weniger offen oder geschlossen sein kann. Zum Beispiel: Ein Motiv und seine Wiederholung entwickeln sich im Zeitverlauf und verwirklichen ein dynamisches Symmetrieverhältnis. Der Hörer verfolgt den Formungsprozess, erkennt zunächst eine Gruppe von aufeinanderbezogenen Tönen als eine musikalisch bedeutungsvolle Einheit, behält sie als solche im Gedächtnis und vergleicht das Kommende mit dem Vergangenen. Durch die Wechselbeziehung der akustischen Ereignisse

---

<sup>424</sup> Einige Erläuterungen des Komponisten: «MUSIK: 1 Zur Realisation sind 7 Mitwirkende erforderlich. 1.1 Die Besetzung ist beliebig: nur Instrumentalisten, nur Vokalistinnen oder eine Zusammensetzung von beiden. 2 Auswahl und Wechsel von Instrumenten sowie das Hinzufügen oraler Ereignisse und der Verwendung beliebiger Klangerzeuger bleibt dem Vokalistinnen frei überlassen. 5 Bei Wiederholungen ist der Tonhöhenverlauf zu verändern. 5.1 Lautstärkeschweller bei Wiederholungen können sowohl für jede Wiederholung als auch für den Gesamtverlauf der Wiederholungen gelten. 7 Die vorliegende Partitur (S. 36) ist in der Regel für eine Tonbandaufnahme bestimmt, welche während der tänzerischen Darstellung mit einem batteriebetriebenen Tonbandgerät (bzw. Cassetten-Recorder) wiedergegeben wird. 8 Die Musikpartitur kann in selbstständiger Form (ohne Ballett) als konzertante Aufführung dargeboten werden.» Aus: Mauricio Kagel, *kontra – danse ballett für nichttänzer* 1970, Universal Edition, London 1971, UE Nr. 15766 LW, - Erläuterung.

und Wahrnehmungs- und Bewusstseinsvorgänge erkennt man das Formungsprinzip, gewisse kompositorische Logik und innere musikalische Bedeutung. Dies gilt natürlich auch für größere formale Zusammenhänge und schließlich für die gesamte Form eines Werks, in der unterschiedliche Formen von Symmetrie bzw. gebrochener Symmetrie realisiert werden. Einfach ausgedrückt verfolgt man im Zeitverlauf, so viel wie möglich, alle musikalischen Zusammenhänge, die durch den Schaffensprozess erreicht wurden, z. B. eine ganze Komposition mit ihrer musikalischen Form und ihrem Inhalt, ihrer Poetik, Ästhetik und psychologischen Wirkung. Auch auf der mikroformalen Ebene ist das Ganze mehr als die Summe der Teile. Ein Motiv und seine Wiederholung stellen ein Doppelmotiv oder eine Phrase dar, die in der Hierarchie der klassischen bzw. traditionellen Formbildung einen höheren Platz einnehmen. Eine Phrase mag demselben oder ähnlichen Translationsverfahren unterworfen werden und eine Doppelphrase oder einen kleinen Satz bilden. Der kleine Satz wird dann zum kleinen Doppelsatz oder, unter bestimmten Bedingungen, die eine spezifische Art und Weise von Symmetriebrechung implizieren, zu einer kleinen Periode. Und dann weiter, wie in konzentrischen Kreisen, verbreitet sich der formale Horizont, in dem die nächste Stufe ein großer Doppelsatz oder eine große Periode ist. Die Vergrößerung des Maßstabs weist auf die Verwirklichung der Fraktale und der fraktalen Dilatationssymmetrie hin. Das abstrakte, mathematisch – geometrische System von musikalisch verwendbaren Mustern und Proportionen ist eine vielschichtige hierarchische Struktur des Formdenkens, ein symmetrisches Gebilde, das in der Geschichte der europäischen Musik in unzähligen Werken unterschiedlicher Komponisten erkennbar ist und immer in einer anderen konkreten, unwiederbringlichen inhaltlich – formalen Konstellation oder Variation in Erscheinung tritt. Von diesem Gesichtspunkt aus, können die gemeinsamen Prinzipien des musikalischen Formbaus, mit ihren innewohnenden Symmetrien, relativ unabhängig vom stilistisch – inhaltlichen musikgeschichtlichen Pluralismus und von den unterschiedlichen individuellen kompositorischen Lösungen, die zugleich gewisse Metamorphosen der strukturellen Modelle selbst einschließen, betrachtet werden.<sup>425</sup> Demzufolge weist der Formbegriff in der Musik eine Doppeldeutigkeit auf. Einerseits gibt es bestimmte Formtypen, wie z. B. Kanon, Fuge, Sonatensatz, usw., und andererseits kann man sagen, dass jede Komposition ihre eigene Form hat, dass z. B. jede Sinfonie von J. Haydn eine einmalige individuelle Form darstellt. Oder:

---

<sup>425</sup> Der wohlbekannte Wölfflins Gedanke, dass in der Kunst zu allen Zeiten nicht alles möglich sei, bezieht sich auf stilistische und kompositionstechnische musikgeschichtliche Entwicklung.

Obwohl die Zeittranslation eines Motivs immer eine und dieselbe symmetrische mikroformale Idee darstellt, erscheint sie in der europäischen Musikgeschichte in unzähligen Varianten bezugnehmend auf konkrete Motive mit ihren unterschiedlichen rhythmischen, metrischen, melodischen, harmonischen, dynamischen und Klangfarbeneigenschaften. Ihre Größe und Entfernung im musikalischen Zeit-Raum, sowie der ganze musikalische Kontext sind natürlich auch bedeutungsvoll. Die zugrunde liegende universelle musikalische Formgestalt ist nicht nur der gemeinsame Nenner aller möglichen kompositorischen Lösungen sondern weist auf interdisziplinäre Implikationen dieses, auf der translativen Symmetrie beruhenden geometrischen Strukturmodells hin, das die Musik mit Natur, Wissenschaft und anderen Künsten verbindet.

### **3. Räumliche Translation**

#### **Raumdialog von Orchestergruppen:**

P. I. Tschaikowski, *Sinfonie Nr. 6*, h-Moll („*Pathétique*“), Op. 74, 1. Satz, *Allegro non troppo*, 1. Thema: Kleine Periode. Vordersatz: Streicher, Nachsatz: Holzbläser (zeitlich-räumliche Verschiebung, Variation und Klangfarbenänderung).

#### **Zeit-, Höhen- und Raumtranslation:**

K. Penderecki, *Lukaspassion, Pars II*, (24) Cori I, II, III: **1. «Polyphonisierte» räumliche Translation eines Tons** («A»). Der Text («*Stabat mater dolorosa...*») wird in Silben gespaltet und zirkuliert im Raum. **2.** Im nächsten Abschnitt wird **räumliche und Höhenttranslation eines Tons** (Coro I: Bassi – «A», Cori I, II, III: Alti «a»: «*Stabat mater dolorosa...*») **und eines Intervalls** (reine Quarte, Cori I, II, III: Tenori: «*Dum pendebat Filius*») realisiert. Vgl.: K. Penderecki, *Passio et mors Domini nostri Iesu Christi secundum Lucam*, Partitur, PWM Edition, Moeck Verlag, Celle 1967, S. 95.<sup>426</sup>

---

<sup>426</sup> Weitere Beispiele aus Pendereckis *Lukaspassion*: 1) Zeitliche und räumliche Translation eines Zwölfton-Clusters (Coro I, *Christe*), das auf bestimmten Tonhöhenttranslationen vom B-A-C-H Modus beruht. Durch zwei aufeinanderfolgende zeitlich-räumliche Translationen verbreitet sich der Cluster-Klang über den ganzen Klangraum der drei symmetrisch aufgestellten gemischten Chöre. 2) Der anschließende polyphone Sprechchor-Cluster unbestimmter Frequenzen (quasi una litania: *Christe...*) wird derselben Doppeltranslation unterworfen und zieht regelmäßig von einem Klangraum (Coro I) zu einem anderen (→ Coro II, → Coro III) um. Partitur: PWM Edition, Moeck Verlag, Celle 1967, S. 100.

**Verschobene Translation:**

**a b a Form:**

*Piu Andante*

C. solo: Ky - ri - e e - le - i - son

W. A. Mozart: *Missa in C-Dur, KV 317, «Krönungsmesse», I. Kyrie, Canto solo: T. 7-9.*

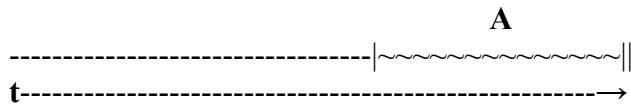
**Polyphone Verwirklichung:**

Dreistimmige Fuge, Exposition: DUX (a) COMES (b) DUX (a)

Z. B. : P. Hindemith, *Ludus tonalis, Fuga octava in D*, Exposition: a) *Dux* - in D), b) *Comes* - in A, a) *Dux* - in D; usw.

**Ritornell-Form:**

A	A'
----- ----- ----- ----- ----->	
t----->	
<b>G-Dur</b>	<b>G-Dur</b>
Tutti (T. 1-8) «solo» (T. 9 ff)	«Tutti» (T. 39-46) «solo» (T. 47 ff)
1. Zwischengruppe	R 1, Hauptgruppe 2. Zwischengruppe
(Zwischensatz)	(variiert) (Zwischensatz)
<b><u>Modell-----</u></b>	<b><u>verschobene Zeit-translation-----</u></b>
	(gebrochene Symmetrie)
//	//
A''	A''' (quasi A''')
----- ----- ----- ----- ----->	
t----->	
<b>e-Moll</b>	<b>h-Moll</b> <b>G-Dur</b>
«Tutti» (T. 54-58) «solo» (T. 58 ff)	«Tutti» (T. 70-74/77) «solo» (T. 78 ff)
R 2, Hauptgruppe	R 3, Hauptgruppe 4. Zwischengruppe
3. Zwischengruppe (Zwischensatz)	(variiert) (Zwischensatz)
(variiert)	Anfang: quasi R 4 mit einem neuen Kp.
<b><u>verschobene Zeit- und Höhentranslation-----</u></b>	<b><u>verschobene Zeit- und Höhentanslation-----</u></b>
(gebrochene Symmetrie)	(gebrochene Symmetrie)
//	//



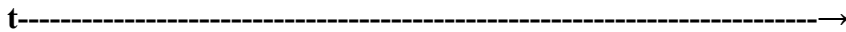
**G-Dur**  
 Tutti (T. 126-132, 132-136)  
**R 4**, Hauptgruppe + Coda  
verschobene Zeittranslation  
mit hinzugefügter Coda

Eine vereinfachte Darstellung des symmetrischen Tonalitätsplan der Hauptgruppen:

**h-Moll**

**G-Dur – G-Dur.....(G-Dur) - G-Dur**

**e-Moll**



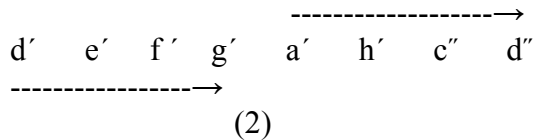
J. S. Bach, *Brandenburgisches Konzert Nr. 3 (Concerto grosso ohne Solisten)*, 1. Satz. Eine schematische Darstellung der Grundidee der Form.

**Die Bedeutung von translativer Symmetrie und Spiegelsymmetrie für unterschiedliche Tonleitersysteme. - Eine analytische Übersicht**

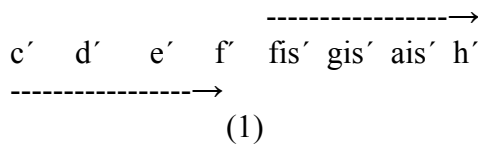
Tetrachordales Aufbauprinzip:

Es gibt drei Möglichkeiten der translativen Verbindung von Tetrachorden:

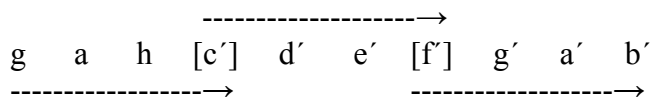
1. Ein Ganzton (2) liegt zwischen den Tetrachorden



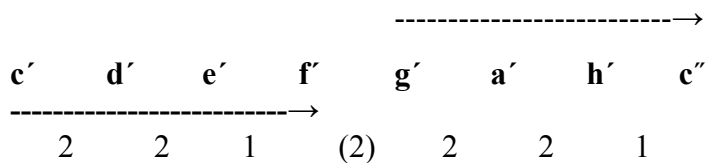
2. Ein Halbton (1) liegt zwischen den Tetrachorden



3. Die Kopplung von Tetrachorden durch einen gemeinsamen Ton [ ]. (Der letzte Ton des ersten Tetrachords ist zugleich der erste Ton des zweiten Tetrachords, usw.):



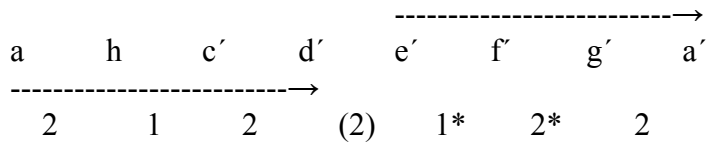
Die **Dur-Tonleiter** besteht aus zwei analogen Viertongruppen (im Umfang einer reinen Quarte) oder Tetrachorden, zwischen den ein Ganzton liegt. Der zweite Tetrachord entsteht durch die Doppeltranslation des ersten Tetrachords (vollkommene Symmetrie):



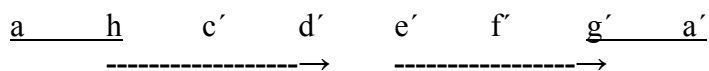
Im **Moll-Tonleiter-System** ist die translative Symmetrie gebrochen. Bei allen drei Formen bleibt der Ausgangstetrachord unverändert, während der zweite Tetrachord immer eine neue Variante der inneren Intervallfolge (kleine, große und übermäßige Sekunde) besitzt. Keine von den Varianten stimmt mit dem I. Tetrachord überein. Ein Ganzton liegt zwischen den Tetrachorden:

### Natürliches (äolisches) Moll:

Die gebrochene translative Symmetrie\* erscheint als Folge der Natur des diatonischen Tonsystems:



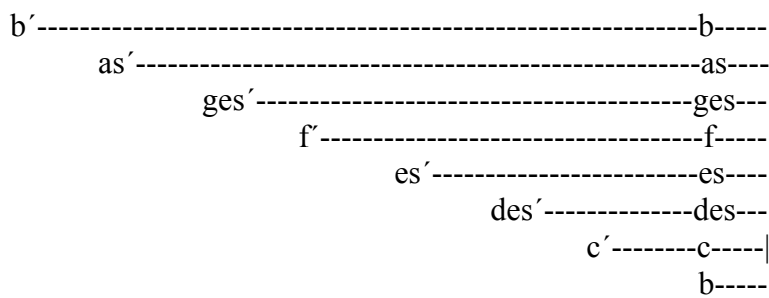
Jedoch gibt es innerhalb der Leiter zwei durch einen gemeinsamen Ton verknüpfte symmetrische Tetrachorde: h-c-d-[e]-f-g-a. Außerdem gibt es noch eine Mikrostrukturelle translative Übereinstimmung in der Mitte der Skala: h-c-d und e-f-g. Die translativ symmetrischen Mini-Modi sind mit großen Sekunden umrahmt (= verschobene Doppeltranslation oder Doppelspiegelung / Krebsumkehrung + Transposition):



### **Sukzessiver und simultaner Aspekt der Leiter:**

Der Übergang vom sukzessiven zum simultanen Klang benutzte Richard Strauss in seiner *Alpensinfonie*, Op. 64.

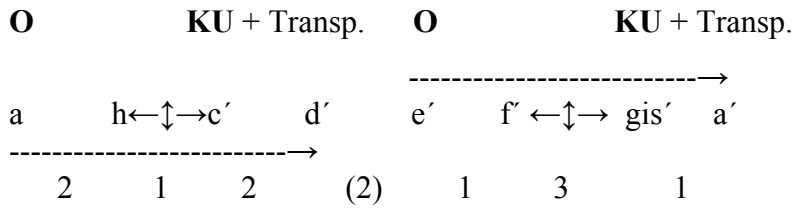
Natürliches b-Moll als Leiter und als Zusammenklang (diatonischer Cluster-Klang):



R. Strauss, *Eine Alpensinfonie*, Op. 64, Nacht, *Lento*. Eine schematische Darstellung des kompositorischen Verfahrens.

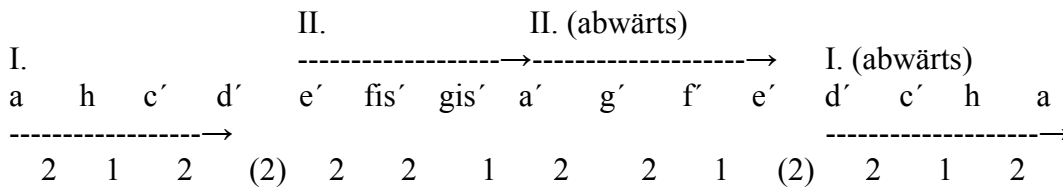
### Harmonisches Moll:

Im harmonischen Moll kommt, hinsichtlich der Beziehung von 2 Tetrachorden, eine stark gebrochene translative Symmetrie vor. Zugleich gibt es spiegelsymmetrische Anordnung der Intervalle innerhalb des I. und des II. Tetrachords (Doppelspiegelung / Krebsumkehrung + Transposition):



**Melodisches Moll:**

2. Tetrachord: aufwärts = Dur-Tetrachord, abwärts = natürliches Moll-Tetrachord <sup>427</sup>

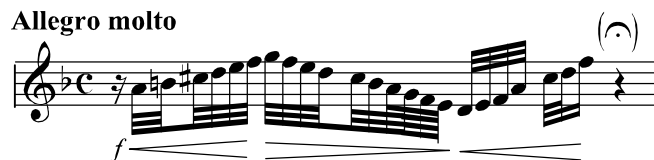
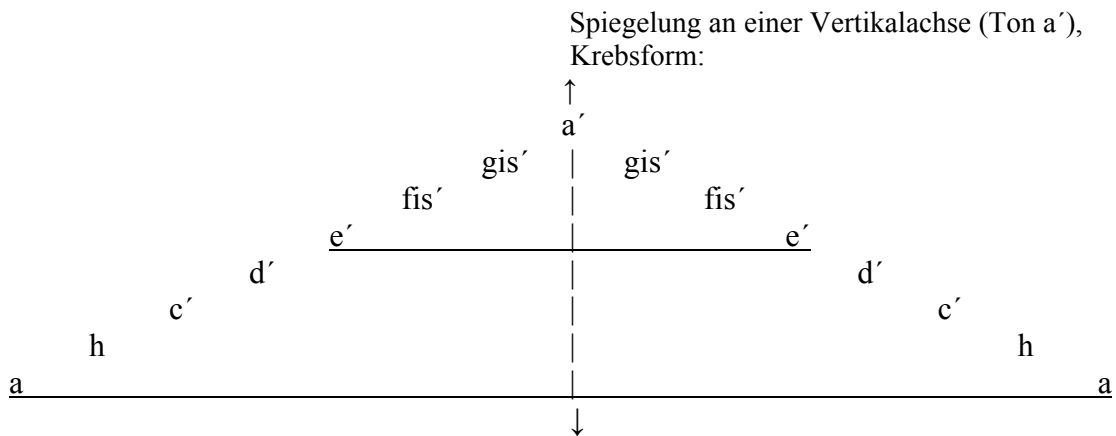


Spiegelung vom II. T.  
an einer Horizontalachse  
+ Doppeltranslation.

Verschobene Spiegelung  
des I. Tetrachords an  
einer Vertikalachse  
(= Krebsform).

**Melodisches Moll bei J. S. Bach:**

(Das Dur-Tetrachord bleibt oft beim Abstieg unverändert.)



J. S. Bach, *Chromatische Phantasie und Fuge, Phantasia*, T. 2.

<sup>427</sup> J. S. Bach verwendet dasselbe Dur-Tetrachord in beiden Richtungen.



Das sogenannte **Zigeunermoll** (eine Variante des harmonischen Moll):

a	$\begin{array}{ccccccc} & & & 1 & & 3 & & 1 \\ & & &   & \text{-----} & & & \\ & & & \text{-----} & & & & \\ & & & & & & & \end{array}$	Die zwei bezeichneten Segmenten mit spiegelsymmetrischer Anordnung der Intervalle sind durch translative und Spiegelsymmetrie (Doppelspiegelung + Transposition), und einen gemeinsamen Ton (e') miteinander verbunden.
	$\begin{array}{ccccccc} h & c' & \leftarrow \updownarrow \rightarrow & dis' & e' & f' & \leftarrow \updownarrow \rightarrow & gis' & a' \\ \text{-----} & & & & & & & & \\ [2] & 1 & & 3 & & 1 & & & \end{array}$	

Die sogenannte «**double harmonic scale**» besteht aus 2 Tetrachorden identischer (spiegelsymmetrischer) Struktur. Ein Ganzton liegt zwischen den Tetrachorden:

<b>I. Originalform</b>	O	KU+Transp.	<b>II. Krebsumkehrung + Transposition</b>	O	KU+Transposition
<b>I. Originalform</b>	O	Doppeltransl.	<b>II. Doppeltranslation</b>	O	Doppeltranslation
$\begin{array}{ccccccc} c' & des' & \leftarrow \updownarrow \rightarrow & e' & f' & \leftarrow \updownarrow \rightarrow & g' & as' & \leftarrow \updownarrow \rightarrow & h' & c'' \\ \text{-----} & & & & & & & & & & \\ & & & 1 & & 3 & & 1 & & (2) & & 1 & & 3 & & 1 \end{array}$					

**Das Moll-Dur:**

In dieser Tonleiter, die als eine Synthese von Dur und Moll bezeichnet werden kann, gibt es eine stark gebrochene translative Symmetrie.

1. Tetrachord = Dur-Tetrachord
2. Tetrachord = 2. Tetrachord des harmonischen Moll (spiegelsymmetrische Anordnung der Intervalle).

	<b>O</b>	<b>KU + Transp.</b>								
c'	d'	e'	f'	g'	as'	h'	c''			
$\begin{array}{ccccccc} & & & & \text{-----} & & & \\ & & & & \text{-----} & & & \\ & & & & & & & \end{array}$										
2	2	1	(2)	1	3	1				

**Die Kirchentonalarten (Modi) -**

**- vom Gesichtspunkt der Realisierung der translativen Symmetrie aus.**

Zu jeder authentischen Haupttonart tritt eine plagale Nebentonart. Die Finalis beider Tonarten ist gleich, die Ambitus verschiebt sich um eine Quarte nach unten. Im 16. Jahrhundert wurde das mittelalterliche Kirchentonalartensystem auf 12 Tonarten erweitert:

**Authentische Modi (Haupttonarten):**

**Dorisch – auf d: SYMMETRISCH**

d' e' f' g' a' h' c'' d''  
----->  
----->  
2 1 2 (2) 2 1 2

**Phrygisch – auf e: SYMMETRISCH**

e' f' g' a' h' c'' d'' e''  
----->  
----->  
1 2 2 (2) 1 2 2

**Lydisch – auf f:**

f' g' a' h' c'' d'' e'' f''  
----->  
----->  
[2] 2 2 (1) 2 2 1

**Mixolydisch – auf g:**

g' a' h' c'' d'' e'' f'' g''  
----->  
----->  
2 2 1 (2) 2 1 [2]

**Äolisch (*cantus mollis*) – auf a:**

a' h' c'' d'' e'' f'' g'' a''  
----->  
----->  
2 1 2 (2) 1 2 [2]

**Ionisch (*cantus durus*) – auf c:  
SYMMETRISCH**

c' d' e' f' g' a' h' c''  
----->  
----->  
2 2 1 (2) 2 2 1

**Plagale Modi (Nebentonarten):**

**Hypodorisch:**

a h c' d' e' f' g' a'  
----->  
----->  
2 1 2 (2) 1 2 [2]

**Hypophrygisch:**

h c' d' e' f' g' a' h'  
----->  
----->  
1 2 2 (1) 2 2 [2]

**Hypolydisch: SYMMETRISCH**

c' d' e' f' g' a' h' c''  
----->  
----->  
2 2 1 (2) 2 2 1

**Hypomixolydisch: SYMMETRISCH**

d' e' f' g' a' h' c'' d''  
----->  
----->  
2 1 2 (2) 2 1 2

**Hypoäolisch: SYMMETRISCH**

e' f' g' a' h' c'' d'' e''  
----->  
----->  
1 2 2 (2) 1 2 2

**Hypoionisch:**

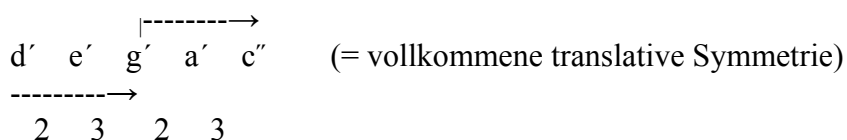
g a h c' d' e' f' g'  
----->  
----->  
2 2 1 (2) 2 1 [2]

Dorisch, Phrygisch, Ionisch, Hypolydisch, Hypomixolydisch und Hypoäolisch bestehen aus 2 identischen Tetrachorden. Dies bedeutet, dass bei der Verschiebung (Doppeltranslation) des Grundtetrachords nach oben keine Symmetriebrechung vorkommt. Bei allen anderen Kirchentonarten ist die translative Symmetrie gebrochen.

Bei den Tonleitern Mixolydisch, Äolisch, Hypodorisch, Hypofrygisch und Hypoionisch gibt es eine innere strukturelle Übereinstimmung zwischen den Tönen 1-4 und 4-7. Der hinzugefügte Ganzton 7-8 liegt außerhalb der symmetrischen Tetrachorden, die durch einen gemeinsamen Ton verknüpft sind. Bei der Lydischen Tonleiter gibt es eine solche Übereinstimmung zwischen den Tönen 2-5 und 5-8. Als achttönige Ganzheit betrachtet, gehören diese Tonleiter nicht zu den symmetrischen Tonleitern.

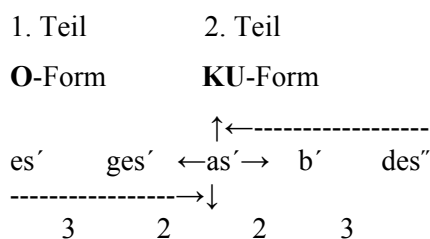
### Andere Aufbauprinzipien:

**Halbtonlose Pentatonik**, die aus der Schichtung von 5 reinen Quinten (c-g-d-a-e) abgeleitet wird.



Die Tonleiter besteht aus zwei symmetrischen Teilen, die durch einen gemeinsamen Ton («g'») verknüpft sind.

Der Mittelteil des Klavierpräludiums *Voilles* aus dem 1. Buch der Präludien von Claude Debussy beruht ausschließlich auf einer spiegelsymmetrischen Variante dieser Tonleiter:



In seiner Komposition *Symphonies of Wind Instruments* benutzte I. Strawinski dieselbe Tonreihe in der Krebsform (oder transponierter Umkehrungsform):

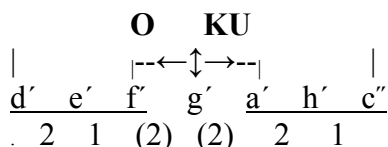
(klingt: cis'' - ais' - gis' - fis' - dis')



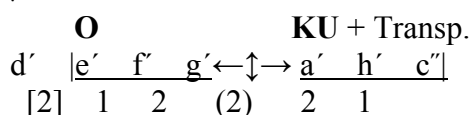
I. Strawinski, *Symphonies of Wind Instruments*.

**Diatonische Heptatonik**, die sich aus der Schichtung von 7 Quinten ableiten lässt. (Ton „d““ liegt in der Mitte der Stammtöne: F- c – g - d'- a' - e''- h'' )

Die 7 Quinten als Tonleiter in eine Oktave verlegt:



Die Tonleiter besteht aus drei Teilen (Minimodi). 1. und 3. Teil sind durch translative Symmetrie verbunden. Der Mittelteil beruht auf der Spiegelsymmetrie (Krebsumkehrung). Sie verbindet zugleich den Mittelton mit den Ecktönen.



Weitere spiegelsymmetrische Verhältnisse innerhalb der Tonleiter.

Da die ersten und die letzten drei Töne der Leiter gleiche Intervallenstruktur aufweisen, darf man über die Quintenversetzung oder Doppeltranslation (Zeit- und Höhenttranslation) dieses Segmentes sprechen. Die drei Töne in der Mitte (f' - g' - a') bilden eine spiegelsymmetrische Struktur (Originalform – Krebsumkehrung) , sowie die zwei unten markierten dreitönigen Segmenten (e' - f' - g' + a' - h' - c'').

Alle oben dargestellten Systeme von Tonhöhenrelationen oder Tongeschlechtern können zwölf mal transponiert werden. Bei den Transpositionen (Höhenttranslationen) bleibt die innere Intervallenstruktur unverändert. Die Voraussetzung dafür ist natürlich eine temperierte 12tönige Oktavteilung.

### **O. Messiaens Modi mit begrenzten Transpositionsmöglichkeiten:**

Messiaen kreierte sieben Modi oder Leiter begrenzter Transponierbarkeit, die auf der Deckungsgleichheit ihrer Teile beruhen. Jede Tonleiter besteht aus bestimmten identischen Tongruppen oder Segmenten, die als Mini-Modi im Modus bezeichnet werden können. Die Intervallkombination innerhalb des Ausgangsmodells und das Translationsverfahren bestimmen nicht nur die Struktur und den Charakter der Leiter sondern auch ihre Transponierbarkeit. Die symmetrischen Segmente sind durch gemeinsame Töne oder durch gemeinsamen Ton (*synaphe*) miteinander gekoppelt (der letzte Ton der vorangehenden Gruppe ist zugleich der erste Ton der folgenden Gruppe). Die Gesamtzahl der Töne variiert. Modus I, V: 7 Töne, Modus II, IV, VI: 9 Töne, Modus III: 10 Töne, Modus VII: 11 Töne. Das

lineare modale System bestimmt vertikale harmonische Verhältnisse. Die Möglichkeit der Transposition bedeutet zugleich die Möglichkeit der Modulation.

<b>I Modus:</b>	$  \begin{array}{ccccccc}  & & \xrightarrow{\quad} & & \xrightarrow{\quad} & & \xrightarrow{\quad} \\  c' & d' & e' & fis' & gis' & ais' & c'' \\  \xrightarrow{\quad} & & \xrightarrow{\quad} & & \xrightarrow{\quad} & & \\  2 & & & & & &   \end{array}  $	<b>2x (12:6)</b>				
<b>II Modus:</b>	$  \begin{array}{ccccccc}  & & \xrightarrow{\quad} & & \xrightarrow{\quad} & & \xrightarrow{\quad} \\  \underline{c'} & \underline{des'} & \underline{es'} & e' & \underline{fis'} & g' & \underline{a'} & b' & c'' \\  \xrightarrow{\quad} & & \xrightarrow{\quad} & & \xrightarrow{\quad} & & & & \\  1 & 2 & & & & & & &   \end{array}  $	<b>3x (12:4)</b>				
<b>III Modus:</b>	$  \begin{array}{ccccccc}  & & & \xrightarrow{\quad} & & & \xrightarrow{\quad} \\  c' & d' & es' & e' & fis' & g' & as' & b' & h' & c'' \\  \xrightarrow{\quad} & & \xrightarrow{\quad} & & \xrightarrow{\quad} & & \xrightarrow{\quad} & & \xrightarrow{\quad} & \\  2 & 1 & 1 & & & & & & &   \end{array}  $	<b>4x (12:3)</b>				
<b>IV Modus:</b>	$  \begin{array}{ccccccc}  & & & & \xrightarrow{\quad} & & \xrightarrow{\quad} \\  c' & des' & d' & f' & fis' & g' & as' & h' & c'' \\  \xrightarrow{\quad} & & \xrightarrow{\quad} & & \xrightarrow{\quad} & & \xrightarrow{\quad} & & \xrightarrow{\quad} \\  1 & 1 & 3 & 1 & & & & &   \end{array}  $	<b>6x (12:2)</b>				
	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;"><b>I. O</b></td> <td style="text-align: center;"><b>II. KU</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">O</td> <td style="text-align: center;">KU</td> </tr> </table>	<b>I. O</b>	<b>II. KU</b>	O	KU	
<b>I. O</b>	<b>II. KU</b>					
O	KU					
<b>V Modus:</b>	$  \begin{array}{ccccccc}  & & & \xrightarrow{\quad} & & \xrightarrow{\quad} & \xrightarrow{\quad} \text{ (Doppeltranslation)} \\  \underline{c'} & \underline{des'} & \leftarrow \updownarrow \rightarrow & \underline{f'} & \underline{fis'} & \underline{g'} & \leftarrow \updownarrow \rightarrow & \underline{h'} & \underline{c''} \\  \xrightarrow{\quad} & & & \xrightarrow{\quad} & & \xrightarrow{\quad} & & \xrightarrow{\quad} & \\  1 & 4 & 1 & & & & & &   \end{array}  $	<b>6x (12:2)</b>				
<b>VI Modus:</b>	$  \begin{array}{ccccccc}  & & & & \xrightarrow{\quad} & & \xrightarrow{\quad} \\  \underline{c'} & \underline{d'} & \underline{e'} & \underline{f'} & \underline{fis'} & \underline{gis'} & \underline{ais'} & \underline{h'} & c'' \\  \xrightarrow{\quad} & & \xrightarrow{\quad} & & \xrightarrow{\quad} & & \xrightarrow{\quad} & & \xrightarrow{\quad} \\  2 & 2 & 1 & 1 & & & & &   \end{array}  $	<b>6x (12:2)</b>				
<b>VII Modus:</b>	$  \begin{array}{ccccccc}  & & & & \xrightarrow{\quad} & & \xrightarrow{\quad} \\  \underline{c'} & \underline{des'} & \underline{d'} & \underline{es'} & \underline{f'} & \underline{fis'} & \underline{g'} & \underline{as'} & \underline{a'} & h' & c'' \\  \xrightarrow{\quad} & & \xrightarrow{\quad} & & \xrightarrow{\quad} & & \xrightarrow{\quad} & & \xrightarrow{\quad} & & \xrightarrow{\quad} \\  1 & 1 & 1 & 2 & 1 & & & & & &   \end{array}  $	<b>6x (12:2)</b>				

Einige Bemerkungen: Der erste Modus entspricht der Ganztonleiter von Claude Debussy. Das Skelett des zweiten Modus sind die Töne eines verminderten Septakkords. Die gekoppelten gleichförmigen Segmente des dritten Modus enthalten eine Moll- und eine Dur-Terz (c'-es', c'-e'; e'-g', e'-gis'; as'-ces'', as'-c''). Der fünfte Modus ist spiegelsymmetrisch konstruiert. Bilaterale Symmetrie erscheint auf zwei Ebenen: Auf der Mikro-Ebene der ersten und der zweiten Tongruppe und auf der Makro-Ebene der ganzen zweiteiligen Tonleiter. Die Tritonus-Transposition (d. i. Doppeltranslation) der ersten Hälfte oder ihre Spiegelungen zugleich an einer Vertikalachse (Ton „fis“) und einer Horizontalachse (Ton „fis“) erzeugen dasselbe Resultat. Der sechste Modus besteht aus zwei Dur-Tetrachorden (I. C-Dur, II. H-

Dur) und einem hinzugefügten Halbton (h'-c''). Zwischen den Tetrachorden liegt ein Halbton (f'-fis'). Der siebte Modus beginnt mit einer transponierten Permutation vom Modus B-A-C-H (VIII.: A-B-H-C / c'-des'-d'-es'), die in der Mitte der Leiter noch einmal in der Tritonus-Transposition vorkommt.

### Geschichtliche Antizipationen:

Interessante, in jener Zeit ungewöhnliche und merkwürdige symmetrische Tonleiter sind sporadisch im Schaffen der barocken, klassischen und romantischen Meister zu finden, beispielsweise bei Bach, Mozart, Beethoven und Chopin.

Im vierten Satz (*Sarabande, Andante sostenuto*) der *Englischen Suite Nr. 3, g-Moll*, von J. S. Bach gibt es eine kleine Sequenz in der die Bewegung der melodischen Linie auf einer spezifischen Leiter beruht, die der ersten Transposition vom **Modus II O.** Messiaens entspricht.

Aufwärts:      cis' d' e' f' g' as' b' ces'' des''  
----->      ----->  
                1      2

Abwärts:      des'' (ces'') b' as' g' f' e' d' cis' (= Krebsform)  
----->      ----->  
                2      1

Die Halbton-Ganzton-Skala erscheint in der erwähnten *Sarabande* von J. S. Bach abwärts, in der Krebsform (T. 17-19). Der fehlende Ton ces'' kommt in vorhergehenden Takten 15–16 vor.

Die Halbton-Ganzton-Leiter ist auch bei F. Chopin zu finden – beispielsweise in der Durchführung der *Ballade Nr. 1, g-Moll*:


b      ces'      cis'      d'      e'      f'      g'      as'      b'

----->      ----->  
1              2

F. Chopin, *Ballade Nr. 1 g-Moll*, Durchführung, T. 130-132.

Im 2. Satz *Andante* seiner *Klaviersonate Op. 28, D-Dur* verwendete Beethoven eine Tonleiter, die ähnlich wie der sechste Modus von O. Messiaen konstruiert ist. Im Unterschied zu Messiaen ist die innere tetrachordale Intervallstruktur bei Beethoven spiegelsymmetrisch gestaltet.

cis''	dis''	e''	fis''	g''	a''	b''	c''
----->							
----->							
.	2	1	2	(1)	2	1	2



L. van Beethoven, *Sonate Op. 28*, 2. Satz - *Andante*, Reprise: T. 37.

Während im Bachschen Choral *Es ist genug* nur eine Hälfte der Ganztonleiter erscheint ( $a^1 - h^1 - cis^2 - dis^2$ ), ist eine vollkommene Ganztonleiter im Sextett *Ein Musikalischer Spaß* von W. A. Mozart<sup>428</sup> vorhanden. In der Kadenz der I. Violine vor dem Schluss des dritten Satzes *Andante cantabile* steigt die Ganztonreihe ( $cis^3 - dis^3 - eis^3 - g^3 - a^3 - h^3 - cis^4$ ) in die Höhe.

### Symmetrische Leitern in der russischen Musik (im europäischen Kontext)

Die musikalische Sprache der Komponisten der «Neuen Russischen Schule» (des «Mächtigen Häufleins»<sup>429</sup>) ist durch Einführung unterschiedlicher symmetrischer Tonreihen gekennzeichnet. Das typische Verfahren, besonders bei Rimskij-Korsakow, war die Gestaltung eines Skalen-Kerns oder melodisch – harmonischen Modells, auf dem dann sowohl die ganze Tonleiter, auf der die melodischen Linien beruhen, als auch die harmonische Vertikale aufgebaut wurden. Diese neue Ordnung basiert auf den geometrischen Prinzipien der Deckungsgleichheit bzw. Kongruenz (der periodischen Wiederholung ein und derselben Intervallkombination) und der Spiegelgleichheit (der Umkehrung).

Die sogenannte «Rimski-Korsakow-Skala» stellt eine Kette von vier identischen,

<sup>428</sup> W. A. Mozart, *Ein musikalischer Spaß* für zwei Violinen, Viola, Bass und zwei Hörner (in Fa / F), KV 522. Aus: W. A. Mozart, *Kirchensonaten, Ensemblesmusik, Kammermusik I*, = Neue Ausgabe sämtlicher Werke 17, Bärenreiter Verlag, Kassel 1991, S. 239, T. 75.

<sup>429</sup> Die Mitglieder der «Mächtigen Häuflein» waren Milij Balakirev (1837-1910), Cezar Cui (1835-1918), Modest Petrovič Musorgski (1839-1881), Rimskij-Korsakov (1844-1908) und Aleksandar Borodin (1833-1887).

miteinander gekoppelten Segmenten dar. Die Ganzton-Halbton-Leiter von R. Korsakow ist eigentlich eine Krebs-Umkehrung Version vom **Modus II** O. Messiaens<sup>430</sup>:

<b>I.</b>		<b>II.</b>		<b>III.</b>		<b>IV.</b>	
----->		----->		----->		----->	
c'	d'	es'	f'	fis'	gis'	a'	h' c''
----->		----->		----->		----->	
2	1	2	1	2	1	2	1

In der Reprise des ersten Satzes seiner *VI. Sinfonie*, entwickelte P. I. Tschaikowski aus der Sequenz des Hauptthemas (im Abstand kleiner Terzen) eine Ganzton-Halbton-Leiter, die als Figuration eines verminderten Septakkords aufgefasst werden kann. Sie entspricht der Rimski-Korsakow-Skala:<sup>431</sup>

<b>I.</b>		<b>II.</b>		<b>III.</b>		<b>IV.</b>	
----->		----->		----->		----->	
fis	gis	a	h	c'	d'	es'	f' ges'
----->		----->		----->		----->	
2	1	2	1	2	1	2	1
<b>fis</b>		<b>a</b>		<b>c'</b>		<b>es'</b>	

Dieselbe Tonleiter benutzte auch der ungarische Komponist B. Bartók. Ein interessantes Beispiel finden wir im *Coda* seines *Streichquartetts III* (Ziffer [10]-[11]). Es handelt sich um einen zweistimmigen Stretto-Kanon (VI. I - VI. II) in kleiner Sekunde (= Zeit- und Höhentranslation des erwähnten Modus im polyphonen Kontext):

[10] **Allegro molto** ♩. = 100

VI. I *meno f* *sf* usw.

VI. II *meno f*

B. Bartók, *Streichquartet III, Coda*, T. 77-79, VI. 1 und VI. 2.

Eine interessante melodisch – harmonische Verbindung im Kleinterzsystem zeigt der folgende Abschnitt aus der Exposition der *Klaviersonate Nr. 9* von A. Skrjabin. Während die 4 Segmenten der Leiter *große Sekunde – kleine Sekunde* (in der Oberstimme) mit den Tönen

<sup>430</sup> Olivier Messiaen war ein halbes Jahr nach dem Rimski-Korsakows Tode geboren (10. Dez. 1908).

<sup>431</sup> Vgl.: P. I. Tschaikowski (1840-1893), *Sinfonie Nr. 6, h-Moll („Pathétique“)*, Op. 74 (1893), VEB Breitkopf & Härtel Partitur-Bibliothek, Nr. 3628 (31451), Leipzig, 1. Satz, Reprise, Ziffer **O**, S. 41-44, VI. 1 + Fl. 1,2.



fis'-a'-c''-es'' beginnen, folgen die Grundtöne der Akkordkette dem Kleinterzsystem cis-B-G-E (= *motus contrarius*).

Moderato quasi andante

A. Scriabin (1872-1915), *Sonate Nr. 9*,  
Op. 68, *Moderato quasi andante*,  
T. 17-19.

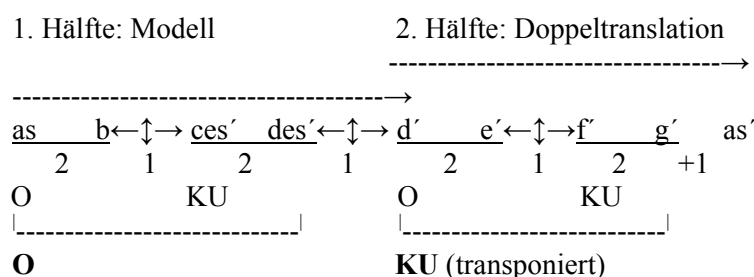
Die ganze harmonische Entwicklung und der Tonalitätsplan der Scriabins *Sonate Nr. 9* ist nach den Prinzipien des Kleinterzsystems komponiert. Obwohl Scriabin das System von Dur und Moll verließ, folgt er den Grundgesetzen des Sonatensatzes. So ersetzte er in der Exposition das klassische Tonalitätsverhältnis (Tonika – Dominante) zwischen dem Haupt- und Seitenthema mit den entsprechenden Kleinterz-«Tonalsphären». Die «Haupttonart» des ersten Themas (T. 1-10) stellt eine Akkordkette mit Grundtönen es-c-A-Fis-Es dar, und die neue Tonart beim Auftritt des zweiten Themas (T. 34 ff) bildet eine Akkordkette mit Grundtönen (b)-des'-e'-g'-b'.

Sowohl bei Scriabin wie bei Strawinski kommen solche melodisch – harmonische Progressionen vor, die auf den Prinzipien der verminderten Leiter und der chromatisch – enharmonischen Kleinterzverwandschaft von Dominantseptnonakkorden im Moll- oder Moll-Dur-System basieren. Eine solche Progression erscheint im ersten Akt der Oper *Die Nachtigal* (*Le Rossignol*, 1914) von I. Strawinski.

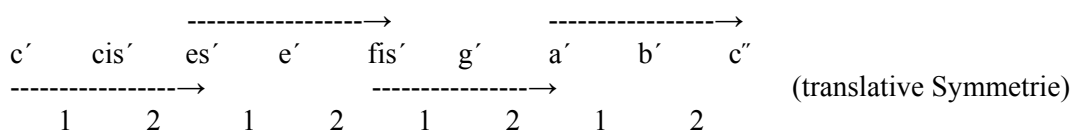
konstante Kleinterzstruktur: (verminderter Septakkord, der nur den enharmonischen Veränderungen unterworfen wird) Grundtöne (Bassstimme): Dominantseptnonakkord:	as'	as'	as'	=	gis'	gis'	(as')
	f'	f'	f'	=	eis'	f'	(f')
	d'	d'	eses'	=	d'	d'	(d')
	h	ces	ces	=	h	h	(h)
	<b>G</b>	<b>B</b>	<b>des</b>	=	<b>cis</b>	<b>e</b>	<b>(g)</b>
	c-Moll, C-Dur,	es-Moll, Es-Dur,		fis-Moll, Ges-Dur,	a-Moll, Fis-Dur,	(c-Moll), A-Dur,	(C-Dur)

Bezüglich der Oper *Le Rossignol* von I. Strawinski: Eine schematische Darstellung der harmonischen Progression, die zu ein und derselben «Tonalsphäre» gehört (chromatisch - enharmonische Kleinterzverwandschaft).

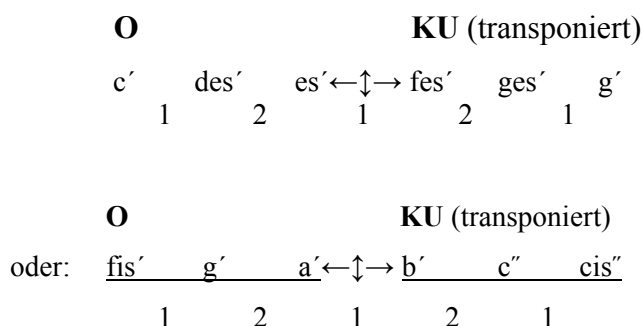
Eine Leiter, die auf translativer Symmetrie beruht und zugleich gewisse innere spiegelsymmetrische Intervallgruppen enthält, verwendete I. Strawinski im *Danse infernale du roi Kastschei* in der Orchestersuite aus dem Ballet *L'oiseau de feu*:<sup>432</sup>



Am Anfang des zweiten Bildes der R. Korsakows Oper *Sadko* (1896) gehören alle akkordischen und melodischen Töne zur folgenden symmetrischen Tonleiter im Kleintertersystem, die dem zweiten Modus von O. Messiaen entspricht:



Eine charakteristische Eigenschaft der «Schostakowitsch-Skalen» ist die Halbtonerniedrigung der Stufen II, IV, V, VII und VIII (Oberoktave). Das Thema der Passacaglia aus der Oper *Lady Macbeth (Ledi Makbet Mcenskogo uezda, 1932)* basiert auf einer Synthese von modifizierter Molltonleiter (Erniedrigung der zweiten, vierten, fünften und achten Stufe) und der Halbton – Ganzton Leiter (cis', d', e', f', g', gis', ...b', c''). Die typische sechstönige spiegelsymmetrische Tonreihe im Raum der reinen Quinte (1 2 1 2 1), die bei Schostakowitsch häufig vorkommt, wurde von A. N. Dolžanskij «das alexandrinische Pentachord» genannt. Zum Beispiel:



<sup>432</sup> Vgl.: I. Strawinsky, *L'oiseau de feu, Danse infernale du roi Kastschei*, Ziffer [9], T. 3-4, Violini I. (Partitur, J. & W. Chester, London 1920, S. 34.)

a)

Allegretto  $\text{♩} = 80$

VI. I

b)

Allegretto  $\text{♩} = 120$

VI. I

„Das alexandrinische Pentachord»: D. Schostakowitsch, *Stereichquartett Nr. VII* (1960). a) III. Satz, Ziffer [41], VI. I, T. 183-184 (Originalform); b) I. Satz, VI. I, T. 2-3 (Krebs).

Neben dem Kleinterzsystem arbeitete Rimski-Korsakow gelegentlich mit dem Großterzsystem, das auch unterschiedliche Möglichkeiten bietet. Zum Beispiel:

	1	1	2	1	1	2	1	1	2
oder:	2	1	1	2	1	1	2	1	1

Die Leiter Ganzton - zwei Halbtöne, die auch unter dem Namen «Čerepnin-Leiter» bekannt ist, ist im Thema des Astrologen aus der Oper *Das goldene Hännchen* (1907), (Einleitung, T. 47-54) und im Thema des Waldgeistes aus *Schneeflöckchen* (1881) zu erkennen:<sup>433</sup>

c'	d'	dis'	e'	fis'	g'	as'	b'	h'	c''
			----->						
			----->				----->		
	2	1	1						

Die Leiter Halbton - kleine Terz 1 3 1 3 1 3 erscheint im ersten Akt der Oper *Das goldene Hännchen* (die Hahnenschrei-Motive, T. 736-739) als Ergebnis der Mischung von drei Durdreiklängen (d-fis-a, fis-ais-cis und b-d-f):

d'	f'	fis'	a'	b'	cis''	d''
	3	1	3	1	3	1

Denselben Typ von Leiter findet man bei B. Bartók:

c'	es'	e'	g'	as'	h'	c''
----	-----	----	----	-----	----	-----

<sup>433</sup> Vgl.: Rimski-Korsakow, *Schneeflöckchen*, das Thema des Waldgeistes, aus: Jurij N. Cholopov, *Symmetrische Leitern in der Russischen Musik* (Beispiel 4), in: *Die Musikforschung*, XXVIII, 4 / 1975, S. 390.

**Andante, non troppo**

Fl. I 

B. Bartok, *Konzert für Orchester*, III. (Elegia) *Andante, non troppo*, Fl. I, T. 22-25.

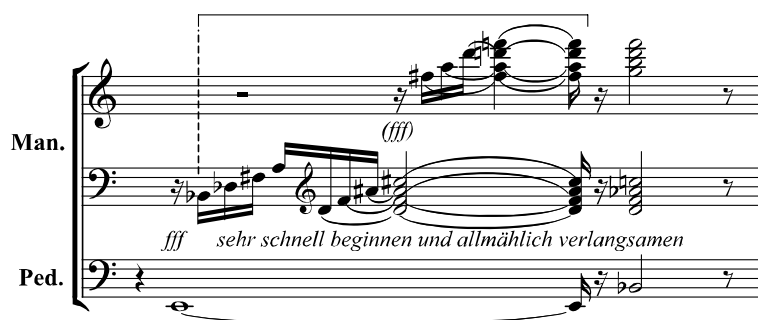
Aus der Tonreihe lassen sich viele Harmonien ableiten. Vor allem beruht die Tonleiter auf der Polytonalität der Dur- und Moll-Dreiklänge:

g	g	h	h	as	ces'
es	e	g	gis	es	as
c	c	e	e	c	es

c-Moll: I, C-Dur: I, e-Moll: I, E-Dur: I, As-Dur: I<sup>6</sup>, as-Moll: I<sup>4</sup>

Die Leiter enthält drei durch gemeinsame Töne gekoppelte symmetrische Moll-Dur (oder Dur-Moll) Quintakkorde<sup>434</sup>: 1. c-es-e-g, 2. e-g-gis-h, 3. as-ces'-c'-es'. Der dritte ist als Dur-Moll Sextakkord innerhalb der Reihe von 7 Tönen vorhanden: c-es-as(gis)-ces'(h). Eben diese symmetrische akkordische Struktur spielt in der *Klaviersonate Nr. 7* von A. Skrjabin eine bedeutende Rolle. Ihre Verschiebungen im musikalischen Zeit-Raum folgen häufig dem Kleinterzsystem (verminderter Septakkord).<sup>435</sup>

Die Leiter kleine Terz - kleine Sekunde verwendeten auch der russische Komponist N. Tscherepnin / Čerepnin<sup>436</sup> (in *Nr. 2* der *Vier Romanzen* für Klavier) und der zeitgenössische deutsche Komponist Joachim Blume in seiner *Orgelsonate III* (1974). Er kreierte sukzessive und simultane bi- und polytonale Strukturen, die auf dem charakteristischen Akkordtyp (Dur-Moll-Sextakkord) basieren.



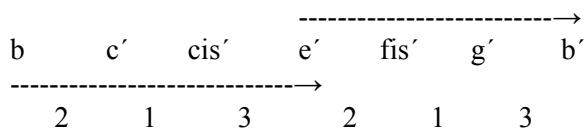
J. Blume, *Orgelsonate III* («Protuberanzen»).

<sup>434</sup> Ein Moll-Dur-, bzw. Dur-Moll-Quintakkord kann simultan und sukzessiv verwendet werden. Beide Varianten erscheinen im 3. Satz (*Elegia*) des Konzerts für Orchester von B. Bartók (z. B.: T. 10, Harfe 1). Schöne Beispiele aus dem melodischen Bereich sind in Strawinskys *Symphonies of Wind Instruments* zu finden: Ziffer [18] Clar. 1 solo, Ziffer [22], 2. Takt, Clar. 1 solo, Ziffer [29] *Piu mosso*, 3. Takt, Clar. Solo (Fis-Dur-Moll-Quintakkord).

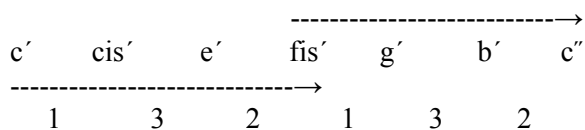
<sup>435</sup> Z. B.: A. Skrjabin (1872-1915), *Klaviersonate Nr. 7, Allegro*, T. 350-353.

<sup>436</sup> Nikolaj Čerepnin (1873-1945), Komponist und Dirigent, Mitarbeiter vom Ballettensemble Djalilews.

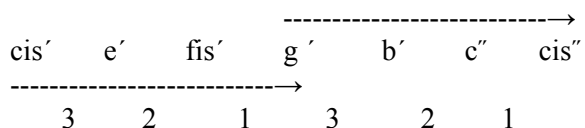
Die Verbindung zwischen dem horizontalen (melodischen) und vertikalen (harmonischen) Aspekt zeigt das Leitthema von Petruška. Die zweiteilige Tritonusreihe der Struktur 2 1 3 2 1 3 wurde aus zwei Durdreiklängen im Tritonusabstand (fis-ais-cis und c-e-g) aufgebaut:



oder:

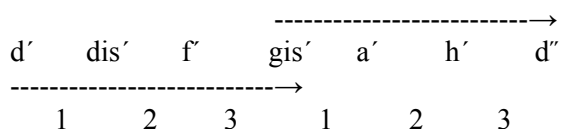


oder:



I. Strawinski: *Petruschka (Scenes burlesques en 4 tableaux)*, 2. Teil. Die aus zwei Durdreiklängen im Tritonusabstand aufgebaute symmetrische Leiter («Doppel-Dur»: C - Fis).

Boleslaw Jaworski und sein Schüler Sergej V. Protopopov kreierten eine Mollvariante, die sie «zweipoliges Moll» nannten. Sie basiert auf der Konfrontation von zwei Molldreiklängen im Tritonusabstand (d-f-a und gis-h-dis).



«Zweipoliges Moll» oder «Doppel-Moll» (gegebenenfalls: eine Synthese von d-Moll und gis-Moll).<sup>437</sup>

Igor Strawinski leitete sozusagen das gesamte Klangmaterial seines Ballets *L'oiseau de feu* aus einer und derselben Tongruppe ab, die sowohl in Original- als auch in Krebsform erscheint: 1 1 4 | 4 1 1. Auf diesem Mini-Modus beruht das Feuervogel-Motiv, mit dem das zyklische Werk beginnt und endet:

Anfang der *Introduktion*, Violoncelli (und Contrabassi): As-Fes-Es-D

Schluss des Finales, *Molto pesante*, Tombe 1 in Do: f' - cis'' - c'' - h' <sup>438</sup>

<sup>437</sup> «Zweipoliges Dur» (Fis-Dur + C-Dur) und «Zweipoliges Moll» (gis-Moll + d-Moll) verwendete S. V. Protopopov in seinem Vokalstück *Rabe und Krebs (Vorona i rak)*, Op. 4, Nr. 1 (1920). Vgl.: Jurij N. Cholopov, *Symmetrische Leitern in der Russischen Musik*, in: Die Musikforschung XXVIII, 4 / 1975, S. 402.

Original- und Umkehrungsform (Spiegelung an einer Horizontalachse + Tritonustransposition, a), sowie Gleitspiegelung (Spiegelung an einer Vertikalachse + Zeit- und Höhentranslation, b), des Motivs kommen im *Danse infernale du roi Kastchei* vor:

a) Vl. 1:

g'' fis'' f'' [cis'']\* d'' es'' g''

(\* = der gemeinsame Ton)



b) Fl. 1, 2:

cis''' c''' h'' g'' cis''' eis''' fis''' g'''



I. Strawinski, *L'oiseaux de feu, Danse infernale du roi Kastchei*, a) Violini 1: T. 39-41; b) Fl. 1 & 2, Cl. 1 (in A), T. 53-54.

Die aus dem Feuervogel-Motiv abgeleitete symmetrische Leiter erscheint schon in der ersten Szene *L'oiseau de feu et sa danse*:

(Vl. 1: T. 11-12)

----->  
fis''' f'' e'' [c''] h'' b'' fis''  
----->

(Vl. 1: T. 12-13)

----->  
d'' des'' c'' [as''] g'' fis'' d''  
----->

Später, in der Szene *Danse infernale du roi Kastchei* wird diese Tritonusleiter mit einer Folge von übermäßigen Dreiklängen harmonisiert (Ziffer 33: T. 2, Streicher, T. 3, Streicher + Holzbläser, T. 4, Holzbläser, usw.). Die Harmonisierung lässt sich als Simultanerscheinung von unterschiedlichen Transpositionen der Leiter in den Großterzenabständen auffassen (abwärts: d→ais→fis).

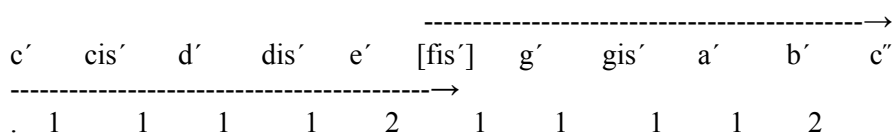
Violini I, II (div. a 3):	1.	ais'''	a'''	gis'''	e''	dis'''	d'''	ais''
	2.	fis'''	f''	e'''	c''	h''	ais''	fis''
	3.	d'''	cis'''	c''	gis''	g''	fis''	d''

Translative Symmetrie, auf der diese Leiter allein und ihre Transpositionen beruhen und Spiegelsymmetrie, die auf der Ebene des Mini-Modus (Original-, Krebs- und Umkehrungsform des Feuervogel-Motivs) und auf der Ebene der ganzen Leiter vorkommt,

<sup>438</sup> Aus: Igor Stravinsky, Suite from *L'oiseau de feu* (Reorchestrated by the composer, 1919) for Orchestra, Miniature Score, J. & W. Chester, Nr. 3467, London, S. 1 und 78.

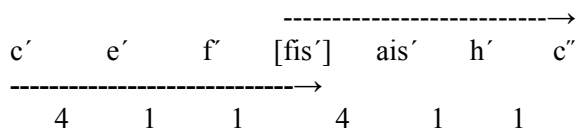
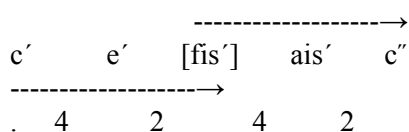
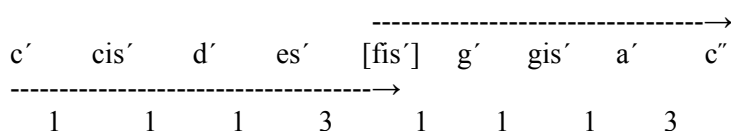
treten in verschiedenen Kombinationen auf. Diese Kompositionstechnik im Bereich des modalen Systems kann als eine Vorform der Zwölftontechnik bezeichnet werden. Symmetrie der Tongruppen und ihre selbstständige Behandlung im modalen System weisen auf die Tongruppen-Invariablen innerhalb der Zwölftonreihen im Spätwerk A. Weberns und ihre Behandlung als Reihen in seiner dodekaphonisch – seriellen Komposition hin.

Es gibt noch einige Möglichkeiten der Intervallenverhältnisse innerhalb der gleichförmigen Segmenten von symmetrischen Tritonusleitern:



(Dieser Leitertyp kommt in der Szene «Zaubergeläut» aus dem Strawinskis *Feuervogel* vor.)

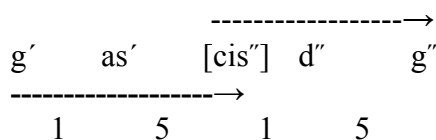
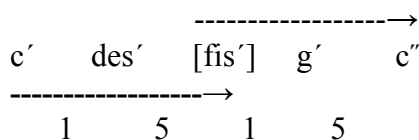
Unter den ca. 20 Leitern von Sergej V. Protopopov befinden sind auch folgende:



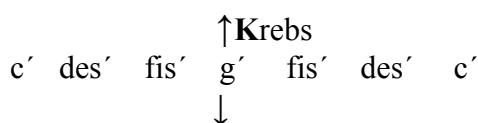
Eine ziemlich exotische Leiter und ihre Transpositionen verwendete N. Tscherepnin in seiner *Etüde Op. 56, Nr. 4* für Klavier:

Grundreihe: «Tonika»

Transposition: «Dominante» (T. 31-34)



Spiegelsymmetrische Anwendung am Anfang der Etüde (Oberstimme):



In der von den Streichern gespielten polyphonen Sektion am Anfang des 3. Satzes (*Elegia*) des *Konzerts für Orchester* von B. Bartók begegnen wir einer Variante von derselben Leiter. Ihre Umkehrung wird verknüpft (Vle.):

**Originalform:** **Umkehrung (Oktavversetzung):**

|-----|-----|

Doppeltranslation, Umkehrung

Vle. e a [b] es' [e'] h [b] f e

----->

Grundgestalt (Minimodus) Doppeltranslation

5 1 5 1 5 1 5 1

**Andante, non troppo**  
T. 6

A. Bartók, *Konzert für Orchester, III. Elegia*, T. 6-9, VI. II, Vle. Spiegelung und Translation.

Alle vorgestellten symmetrischen Leitern lassen sich auf 4 Grundtypen zurückführen:

1. **Ganztontyp** (Teilung der Oktave: 12 : 6)
2. **verminderter oder Kleinterztyp** (Teilung der Oktave: 12 : 4)
3. **übermäßiger oder Großterztyp** (Teilung der Oktave: 12 : 3)
4. **Tritonustyp** (Teilung der Oktave: 12 : 2)

**Bi- und Polymodalität:**

Im Orchesterstück *Aus der Apokalypse* (1913) von Anatolij Ljadov<sup>439</sup> erscheinen zwei verschiedene Modi in Gegenbewegung.

↑ 2 1 2 1 2 1 2 1  
↓ 1 2 2 1 1 2 2 1

Die zwei Modi sind:

**1. Oberstimme (= Umkehrung des Krebses vom Messiaens **Modus II**):**

e' fis' g' a' b' c'' des'' es'' e''

----->

2 1

(translative Symmetrie)

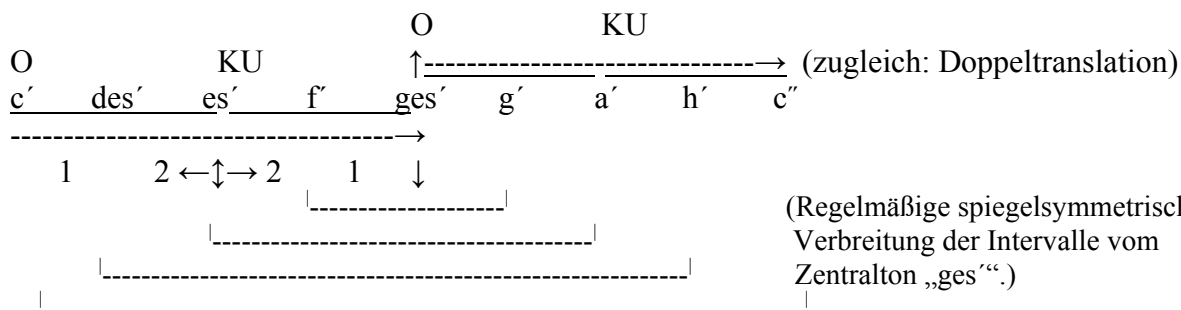
<sup>439</sup> Anatol Ljadov (1855-1914), Schüler von Rimski-Korsakow.



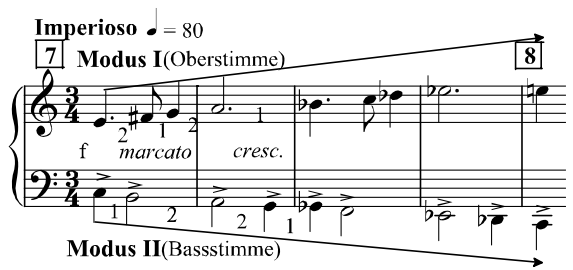
**2. Unterstimme:** Spiegelsymmetrische Anordnung der Intervalle (= Doppelspiegelung) innerhalb des Modells, das transponiert wird und zwischen der zwei Teile des Modus. (Im betreffenden Beispiel aus der A. Ljadovs *Apokalypse* ist der Modus rückläufig verwendet.)

**I. Originalform**

**II. Krebsumkehrung**



(Regelmäßige spiegelsymmetrische Verbreitung der Intervalle vom Zentralton „ges“.)

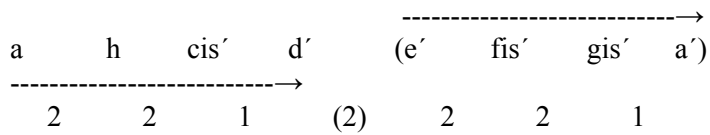


Bimodalität. A. Liadow (1855-1914), *Aus der Apokalypse* für Orchester (1912), ein Fragment, Ziffer 7, Oberstimme und Bassstimme.

Es gibt solche translativ symmetrische Tonreihen, die auf einer Art von Bitonalität oder Bimodalität basieren. Sie wird mit Hilfe der Verschiebung des zweiten Tetrachords um eine kleine Sekunde abwärts erzeugt. Diese Technik der strukturellen «Verstimmung» war oft von B. Bartók gebraucht. Zum Beispiel:

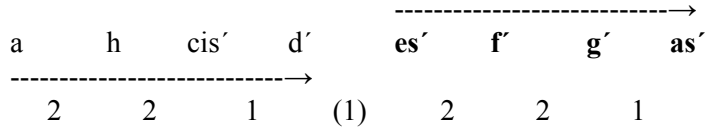
**Ionisch / Dur:**

(A-Dur)



(A-Dur)

(As-Dur)



Im zweiten Satz des *II. Klavierkonzerts* von B. Bartók spielt der Solist die folgende «strukturell verstimmte» (G-)Dur-Skala in parallelen kleinen Sexten:

-----> ----->  
 g' - a' - h' - c'' des'' - es'' - f'' - fis'' | g''  
 h - cis' - dis' - e' f' - g' - a' - ais' | h'  
 -----> ----->

B. Bartók, *II. Konzert* für Klavier und Orchester, II. (*Adagio*), *Presto*: T. 45-46.

**Dorisch:**

d' e' f' g' (a' h' c'' d'')  
 -----> ----->  
 2 1 2 (2) 2 1 2

d' e' f' g' as'(gis') b'(ais') ces''(h') des''(cis'')<sup>440</sup>  
 -----> ----->  
 2 1 2 (1) 2 1 2

**Phrygisch:**

g' as' b' c'' (d'' es'' f'' g'')  
 -----> ----->  
 1 2 2 (2) 1 2 2

g' as' b' c'' des''(cis'') eses''(d'') fes''(e'') ges''(fis'')  
 -----> ----->  
 1 2 2 (1) 1 2 2

Oder umgekehrt: 1. Tetrachord wird transponiert (um eine kleine Sekunde nach oben):

e' f' g' a' h' c'' d'' e''  
 -----> ----->  
 1 2 2 (2) 1 2 2

f' ges'(fis') as'(gis') b'(ais') h' c'' d'' e''  
 -----> ----->  
 1 2 2 (1) 1 2 2

<sup>440</sup> Anwendung: B. Bartók, *Streichquartett IV, II. Prestissimo, con sordino*, Viola, T. 243-247; *Streichquartett III. Coda – Allegro molto*, T. 81-83, Vl. I, Vl. II.

Im Finale seines *Streichquartetts Nr. 5* stellte B. Bartók zwei solche „verstimmte“ Modi in einem polyphonen Abschnitt (T. 336-344) gegenüber (Nachahmung, *motus contrarius*, Spiegelung an einer Horizontalachse). Es gibt zwei analytische Aspekte:

1. Oben (VL 1, 2): Phrygisch („verstimmt“): f' - fis'' - gis'' - ais'' - h'' - c''' - d''' - e''';

· Unten (Vla, Vcl), Spiegelung + Zeittranslation: Ionisch / Dur („verstimmt“):

· ais(b)- a - g - f - e - dis - cis - H.

2. Oben (VL 1, 2): Ionisch / Dur („verstimmt“): fis'' - gis'' - ais'' - h'' - c''' - d''' - e''' - f''';

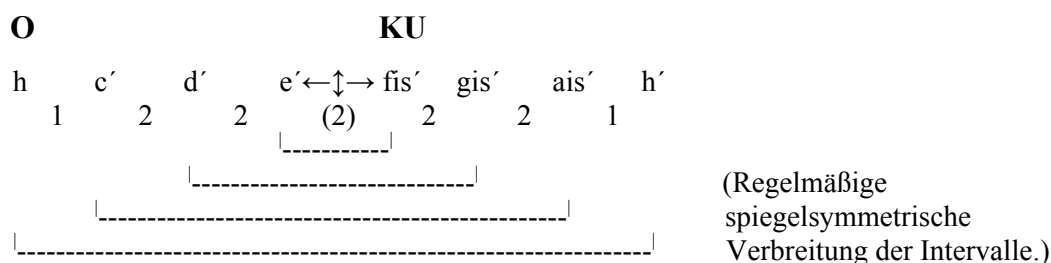
· Unten (Vla, Vcl): Spiegelung + Zeittranslation: Phrygisch („verstimmt“):

· a - g - f - e - dis - cis - H - Ais.

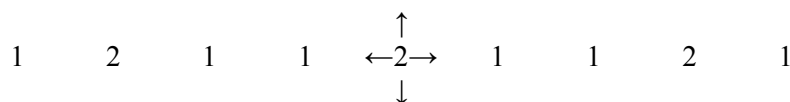
Eine Konfrontation von Heptatonik (weiße Tasten) und halbtönliger Pentatonik (schwarze Tasten) ist im zweiten Satz des *II. Klavierkonzerts* von B. Bartók zu finden (T. 116-117). Eine vielschichtige polymodale Struktur kommt am Ende der Einleitung zum Ballet *Le sacre du printemps* von I. Strawinsky vor.<sup>441</sup>

### Spiegelsymmetrische Modi:

Neben der schon im Zusammenhang mit Bimodalität erwähnten Tonleiter 1 2 2 1 1 2 2 1 benutzte Rimski-Korsakow eine andere spiegelsymmetrische Skala, und zwar in einer Episode im 4. Akt der *Legende von der unsichtbaren Stadt Kitež* (von Ziffer 267 bis 268):

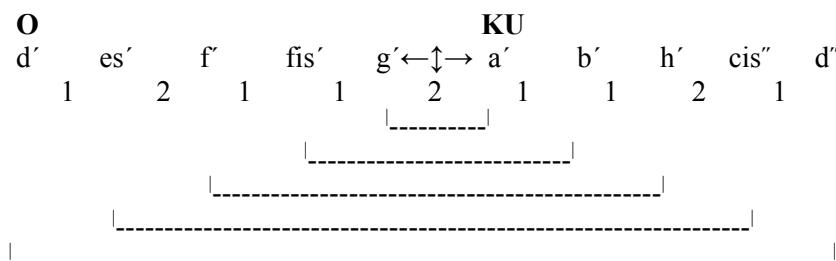


Einige interessante bilateral symmetrische Leiter findet man bei Tscherepnin / Čerepnin. Der sogenannte «Čerepnin-Dur» (oder «Skala Čerepnins») ist eine Dur-Moll Skala folgender Intervallstruktur:

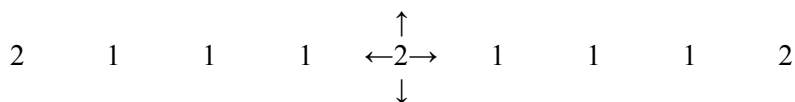


<sup>441</sup> Weitere Beispiele der heterogenen Polymodalität bei Strawinsky: *Rossignol*, 2. Akt, «Gesang der künstlichen Nachtigall»: die verminderte Leiter Ganzton – Halbton und Pentatonik; *Les Noces*, 2. Bild, Ziffer 36, T. 6-7 und 37, T. 3-5). Vgl.: Jurij N. Cholopov, *Symmetrische Leitern in der Russischen Musik*, in: Die Musikforschung, XXVIII, 4 / 1975.

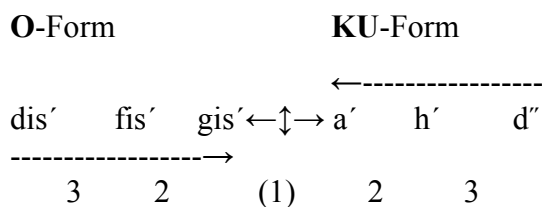
N. Tscherepnin (Čerepnin) bevorzugte die Tonalität D-Dur-Moll, die zum Beispiel bereits am Anfang seines *Kammerkonzerts in D-Dur* für Flöte und Violine (1924) als «Motto» erscheint.



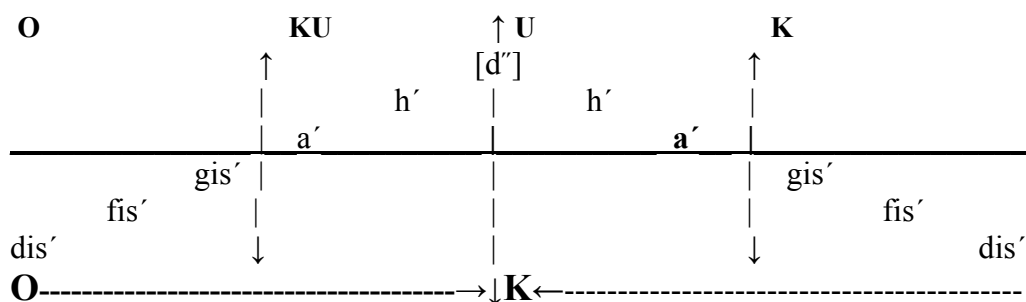
In seinen *Technischen Exerzitien* für Klavier (1934-1936) ist die folgende bilateral symmetrische Leiter zu finden:



In einer polyphonen Sektion im zweiten Satz seines *Streichquartetts IV* verwendete Bartók die folgende spiegelsymmetrische Intervallfolge:



Bilaterale Symmetrie bezieht sich auf die regelmäßige Vergrößerung der Intervalle bezugnehmend auf das Spiegelungszentrum: gis-a = kleine Sekunde, fis-h = reine Quarte, dis-d' = verminderte Oktave. Hinsichtlich der Tonhöhenstruktur wird die Originalform der Mini-Reihe (dis-fis-gis) mit ihrer KU-Form (Umkehrung des Krebses, a-h-d') im Abstand von einer kleinen Sekunde gekoppelt. Die ganze sechstönige Reihe wird dann an einer Vertikalachse (Ton „d'“) gespiegelt („Zeitumkehr“). Das Ergebnis ist eine aparte Kombination von horizontalen und vertikalen Spiegelungen, die alle vier Formen der Mini-Reihe enthält (Originalform: dis'-fis'-gis', Krebsumkehrung [+Transposition]: a'-h'-d'', Umkehrung [+Transposition]: d''-h'-a', Krebs: gis'-fis'-dis')



Durch die Hinzufügung der Zeit- und Höhentranslation (Wiederholung und Nachahmung des elftönigen Modells) wurde die betreffende polyphone Struktur erreicht:

Ein Netz von unmittelbaren und verschobenen Spiegelungen und Zeit- und Höhentranslationen, deren Ausgangspunkt die Intervallfolge kleine Terz - große Sekunde ist (Mini-Modus dis-fis-gis). B. Bartók, *Streichquartett IV*, 2. Satz, *Prestissimo, con sordino*, T. 161-163.

### Chromatische Skala:

Obwohl die Halbtonskala allein (die Teilung der Oktave 12 : 12) keine innere Gruppierung von Tönen enthält und dementsprechend nicht zu den symmetrischen Leitern zählt, sind im praktischen Gebrauch, besonders im Themenbau, gewisse rhythmisch - melodische Segmente erkennbar, die wiederholt - oder variiert wiederholt werden. Auf diese Weise entstehen bestimmte symmetrischen Gefüge, die die entsprechende Teilung der Halbtonleiter einschließen. Es folgen zwei bekannte Themen, die auf der chromatischen Skala beruhen:



F. Liszt, «*Dante-Sinfonie*», Zwölftöne-Thema im ersten Satz *Inferno*, Allegro (*piu mosso*). (Auch: Ziffer **O** ff)



D. Schostakowitsch, *Sinfonie Nr. 1*, Op.10, 1. Satz *Allegro non troppo*, 1. Thema (1. Teil), Cl.(B) I solo.

Im folgenden Abschnitt aus der *Sonate Nr. 9* von A. Skrjabin geht die Gliederung der chromatischen Skala aus der viertönigen motivischen Gruppierung hervor, die bereits am Anfang – bei der Exposition des ersten Themas – ersichtlich ist. Das Kopfmotiv stimmt mit einer transponierten Permutation des B-A-C-H Modus, das auch der Zwölftonreihe des *Streichquartetts Op. 28* A. Weberns zugrunde liegt. Die sprunghafte Tritonus-Bewegung der zweiten Stimme formt zugleich eine Ganztonleiter, die parallel zur Oberstimme fließt.



A.Skrjabin, *Klaviersonate Nr. 9*, Op. 68, *Allegro molto*, T. 155-158.

In seiner Klavierkomposition *Vingt Regards sur l'Enfant – Jésus*, komponierte O. Messiaen am Anfang und am Ende des Satzes *XVIII. Regard de l'Onction terrible* zwei analoge Abschnitte, die auf einer rhythmisch komplementären Gegenbewegung von zwei akkordischen Schichten nach der chromatischen Skala beruhen.

**Anfang (Exposition, Originalform):**

*Modéré* (.| = 80)

Obere Schicht (*Valeurs progressivement ralenties*)

a'''					
e'''       (Ausgangsposition)				d''	
b'''				a'	(Schlussposition)
<hr/>					es'
Gis					es'
Dis	(Ausgangsposition)				b (Schlussposition)
A <sub>1</sub>					e

Untere Schicht (*Valeurs progressivement accélérées*)

**Schluss (Rücklauf, Krebsform):**

*Modéré* (.| = 80)

Obere Schicht (*Valeurs progressivement accélérées*)

					a'''
d''					e''' (Schlussposition)
a'		(Ausgangsposition)			b'''
es'					
<hr/>					
es'					
b	(Ausgangsposition)			Gis	
e				Dis	(Schlussposition)
				A <sub>1</sub>	

Untere Schicht (*Valeurs progressivement ralenties*)

O. Messiaen, *Vingt Regards sur l'Enfant – Jésus* pour Piano, XVIII. *Regard de l'Onction terrible*, Anfang und Schluss: kreisförmige Verbindung. Eine vereinfachte Darstellung der kompositorischen Idee. (D. Kempf)

### 3. ORNAMENTALE UND KRISTALLOGRAPHISCHE SYMMETRIE

Diese Art von geometrischer Symmetrie wird im zwei- und dreidimensionalen Raum realisiert. Sie bezieht sich auf die zweidimensionale Kunst der Ornamentik und auf die dreidimensionale Anordnung der Atome im Kristall. Der Morphologie der Ornamente und Kristalle liegen allgemeine mathematische Prinzipien der Gruppentheorie zugrunde.

1. Zweidimensionaler Raum: a) in der Natur,  
b) in der Kunst (Kunst der Ornamentik;  
in der Musik: Notation / Schriftbild.)

Das hexagonale Muster tritt häufig in der Kunst und in der Natur in Erscheinung.  
Beispiele: - Fliesböden in Badezimmern.

- Die Honigwabe (prismatische Form der Bienenzellen).<sup>442</sup>

Wenn in zwei Dimensionen gleich große Kreise (oder in drei Dimensionen gleich große Kugeln) so dicht wie möglich reihenweise gelagert werden, tritt dieselbe Art von Symmetrie auf.<sup>443</sup>

#### **Kristallographische Symmetrie:**

Die Atomen eines perfekten Kristalls sind in einem Gitter angeordnet. Durch die mathematische Struktur des Gitters sind die physikalischen Eigenschaften des Kristalls bestimmt.

Es gibt 230 kristallographische Raumgruppen (Raumsymmetrieklassen). Der russische Mineraloge Evgraf Fedorov und der deutsche Mathematiker Arthur Schönflies haben 1892 ganz unabhängig diese Klassifikation festgestellt. Sie betrifft die Punktsymmetrie des Gitters und die Eigenschaften seiner Gesamtstruktur.<sup>444</sup>

---

<sup>442</sup> Vgl.: Hermann Weyl, *Symmetrie*, Birkhäuser Verlag, Basel Stuttgart 1981, S. 88, Figur 48: Das hexagonale Muster der Honigwabe. (Eine Wabe besteht aus zwei entgegengesetzt orientierten Zellenschichten.) Eine der ersten wissenschaftlichen Studien über hexagonale Strukturen verrichtete der kroatische Wissenschaftler Ruder Bošković (1711-1787). Er kam zur Erkenntnis, dass die hexagonale Struktur der Honigwabe der sparsamste Verbrauch am Baustoff ermöglicht. Diese Schlussfolgerung veröffentlichte er 1760 in seiner Studie *De apium cellulis*.

<sup>443</sup> Vgl.: Hermann Weyl, *Symmetrie*, Birkhäuser Verlag, Basel 1981, S. 89, Figur 49: Gleich große Kreise, so dicht wie möglich reihenweise gelagert.

<sup>444</sup> «Kombiniert man alle möglichen Symmetrieebenen, -achsen und -punkte, so lassen sich **32 Gitterklassen** unterscheiden. Alle Gitterklassen lassen sich aus 7 Gittersystemen zusammensetzen: triklin, monoklin, orthorhombisch, tetragonal, kubisch, hexagonal und trigonal. **230 Raumsymmetrieklassen**, oder **Raumgruppen** entstehen, kombiniert man die 32 Gitterklassen mit den möglichen Translationen.» Aus: *dtn-Atlas Physik, Band 2*, Deutscher Taschenbuch Verlag, München 1988, S. 333.



17 solche kristallographische Klassen sind in zwei Dimensionen.<sup>445</sup> Die Symmetrien dieser Muster sind unter dem Namen Ornamentgruppen bekannt.<sup>446</sup> Sie wurden alle von den Künstlern realisiert: Dekorative Muster im alten Ägypten, europäische und islamische Kunst, Kunst afrikanischer Stämme, usw. (Pólyas Originalzeichnung der siebzehn Ornamente.

Ein Gitter in der Ebene ist ein Muster aus Punkten, das auf Parallelogrammen basiert.

Hier sind 4 mögliche Arten von zweidimensionalen Gittern mit entsprechenden Punktgruppen:<sup>447</sup>

DIE GROBE EIGENSCHAFT ,  
GESAMTSTRUKTUR:

- a) Quadratisch.
- b) Rechteckig.
- c) Hexagonal (eine Raute mit den Winkeln von  $60^\circ$  und  $120^\circ$ ).
- d) Allgemein.

DIE PUNKTSYMMETRIE DES  
GITTERS:

- Die Symmetrien eines Quadrats ( $D_4$ ).
- Die Symmetrien eines Rechtecks ( $D_2$ ).
- Die Symmetrien eines regelmäßigen Sechsecks ( $D_6$ ).
- Die Symmetrien eines Parallelograms ( $D_1$ , die Drehung um  $180^\circ$  und die Identität).

Unterschiedliche Gitter können manchmal die gleiche Punktgruppe besitzen. Dies ist in der Ebene nur dann möglich, wenn es sich um die Punktgruppe  $D_2$  handelt.<sup>448</sup>

### Beispiele der Anwendung der kristallographischen Symmetrie in der Kunst der Ornamentik:

Niccolini, *Tempio d'Iside*. (Das rhombische Gitter mit der Drehung von der Ordnung 6.)<sup>449</sup>

Ein charakteristisches Muster, das die Chinesen zur Versteifung ihrer Papierfenster benutzen (Typ  $D_4$ ).<sup>450</sup>

<sup>445</sup> P. Niggli und George Polya bestätigten die von E. Feodorov 1891 durchgeführte Klassifikation und veröffentlichten 1924 das Ergebnis ihrer Arbeiten, dass es 17 verschiedene Typen von sich in der Ebene wiederholenden Mustern gibt.

<sup>446</sup> Vgl.: Ian Stewart und Martin Golubitsky, *Denkt Gott symmetrisch? Das Ebenmaß in Mathematik und Natur*, Birkhäuser Verlag, Basel 1993, S. 255, Abb 118: Pólyas Originalzeichnung der siebzehn Ornamente. Er hat die internationalen kristallographischen Symbole handschriftlich hinzugefügt.

<sup>447</sup> Vgl.: Ian Stewart . Martin Golubitsky, *Denkt Gott symmetrisch? Das Ebenmaß in Mathematik und Natur*, Birkhäuser Verlag, Basel Boston 1993, S. 106, 107.

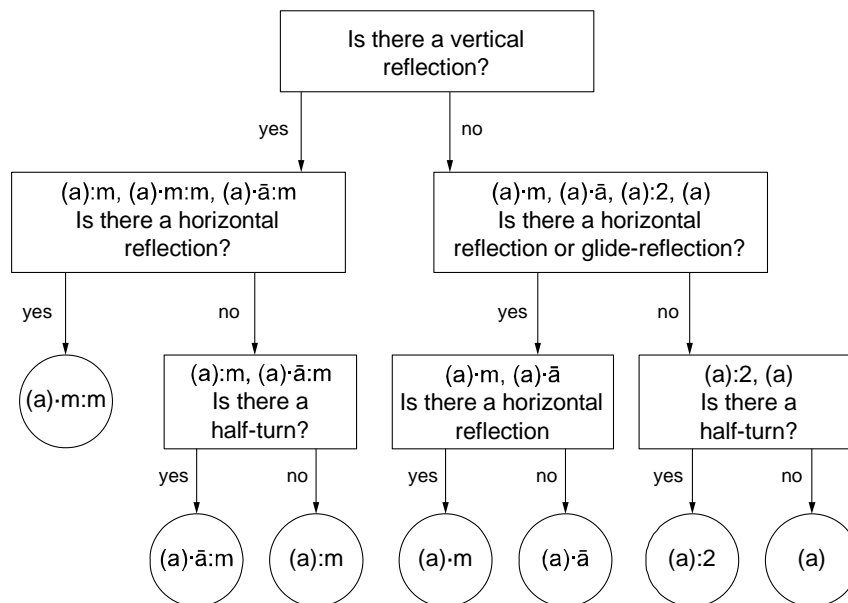
<sup>448</sup> Vgl.: Ian Stewart und Martin Golubitsky, *Denkt Gott symmetrisch? Das Ebenmaß in Mathematik und Natur*, Birkhäuser Verlag, Basel Boston 1993, S. 107, Abb. 42: Zwei unterschiedliche Gitter in der Ebene mit der gleichen Punktgruppe  $D_2$ .

<sup>449</sup> Aus: Andreas Speiser, *Die Theorie der Gruppen von endlicher Ordnung*, 2. Auflage, Verlag von Julius Springer, Berlin 1927, S. 81.

<sup>450</sup> Aus: Hermann Weyl, *Symmetrie*, Birkhäuser Verlag, Basel 1981, S. 118, Figur 68. (Quelle: Daniel Sheets Dye: Grammar of Chinese lattice.)

## Sieben Symmetrieklassen beziehen sich einzig auf die longitudinale Dimension der Bandornamente.

Nach den Worten von I. Hargittai: «Die einfachsten Raumsymmetriegruppen gehören zu den eindimensionalen Bändern<sup>451</sup>, für die insgesamt 7 Symmetrieklassen existieren.» Er stellte fest, dass diese Symmetrieklassen nicht nur in der Welt der Kristalle, sondern auch in den ungarischen Nadelarbeitsmustern realisiert werden.<sup>452</sup>



Flowchart for the seven one-dimensional patterns after Crowe.<sup>453</sup>

Man kann auch in der Musik analoge Beispiele finden. Die „eindimensionalen“ Bänder (die 7 Symmetrieklassen) beziehen sich hier auf die Zeitdimension bzw. auf die sich in der Zeit wiederholenden Klangstrukturen. Es folgt natürlich eine visuelle Illustration:

<sup>451</sup> Die Streifenornamente liegen zwischen zwei parallelen Geraden in der Ebene. In der Mitte des Streifens läuft die Längsachse. Die Geraden, die im Streifen senkrecht zur Längsachsen zwischen den beiden Grenzgeraden liegen, nennt man die Querachsen. Die Ornamente besitzen eine Translationsperiode, deren Länge als die Elementardistanz des Ornamentes bezeichnet wird. Durch die Translationen des Elementarornamentes wird das ganze Streifenornament erzeugt.

<sup>452</sup> Vgl.: István Hargittai, *Real Turned Ideal Through Symmetry*, in: *Symmetrie in Geistes- und Naturwissenschaft: Hauptvorträge und Diskussionen des Symmetrie-Symposiums an der Technischen Hochschule Darmstadt 1986*, S. 146, Fig. 18: The seven symmetry classes of one-sided bands in Hungarian needle-work. The notation is adopted from Crowe's Flowchart.

<sup>453</sup> Aus dem Artikel: István Hargittai, *Real Turned Ideal Through Symmetry*, in: *Symmetrie in Geistes- und Naturwissenschaft: Hauptvorträge u. Diskussionen d. Symmetrie-Symposiums an d. Techn. Hochsch. Darmstadt 1986*, hrsg. von Rudolf Wille, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 1988, S. 147, Fig. 19.

COME OUT COME OUT COME OUT COME OUT COME OUT COME OUT usw.  
 ↳----->

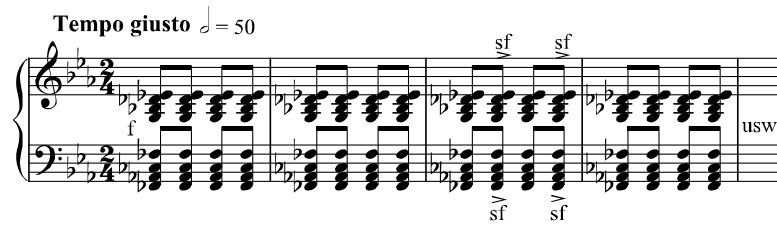
1. Steve Reich, *COME OUT*. Es gibt keine vertikale Spiegelung, keine horizontale oder Gleitspiegelung und keine halbe Umdrehung: **(a)** .



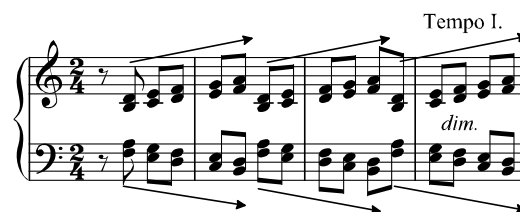
2. Es gibt eine Gleitspiegelung / there is a glide-reflection: **(a) · ā** . Béla Bartók, *Mikrokosmos* für Klavier, A) Bd. II, Nr. 64, *Linie und Punkt*, T. 13-15; B) Bd. V, Nr 131, *Quarten*, T. 46-49.



3. Davorin Kempf, ein Beispiel für die Symmetrieklasse **(a) : 2** (es gibt eine Halbdrehung / there is a half-turn).



4. Es gibt eine vertikale Spiegelung / there is a vertical reflection: **(a) : m** . Igor Stravinski, *Le sacre du printemps*. *Danses des adolescentes*, Anfang, T. 1-8 (Klavierauszug: D. Kempf).



5. Es gibt eine horizontale Spiegelung / there is a horizontal reflection: **(a) · m** . Béla Bartók, *Mikrokosmos*, Bd. V, Nr. 129, *Alternierende Terzen*, T. 51-54.



6. Davorin Kempf, ein Beispiel für die Symmetrieklasse  $(a) \cdot \tilde{a} : m$  (vertikale Spiegelung und Halbdrehung / vertical reflection + half-turn).

A)

$\text{♩} = 160$  1 2

$\frac{142}{8}$  etc. Akkord 139x in regelmäßigen Abständen:  
 dimin. ganz kontinuierlich ohne Rücksicht  
 auf nicht ansprechende Tasten bei geringer  
 werdender Intensität.  $\frac{87}{8}$  etc. 87 x

*ff f poco a poco diminuendo* ----- *pppp* *ff f poco a poco dim.*

*p* 1.P 1.P

B)

7. Es gibt sowohl eine vertikale als auch eine horizontale Spiegelung:  $(a) \cdot m:m$  .  
 A) Karlheinz Stockhausen, *Klavierstück IX* (Aloys Kontarsky gewidmet), Anfang.  
 B) Béla Bartók, *Mikrokosmos*, Band 1, Nr. 12, *Spiegelung*, T. 9-12.<sup>454</sup>

Der Schluss des ersten Teils aus der Stravinskis Partitur *Le sacre du printemps* stellt eine Art des vielschichtigen Bandornaments dar. Die rhythmisch – metrischen, melodischen und akkordischen Translationen (Ostinato – Technik, vertikale Polymetrik und Polyrythmik) mögen eine Assoziation an die ägyptischen Ornamente hervorrufen («unendlicher Rapport»). Reine Translation  $(a)$  überwiegt (zeitliche Translation ist manchmal mit der Höhenttranslation kombiniert). In einigen Schichten (z. B. in der Timp.-Stimme) ist eine vertikale Spiegelung ( $\updownarrow$ ) eingeschlossen  $(a):m$ . Da es sich in der Musik – die aufgeführt wird - um einen

<sup>454</sup> Die sieben Symmetrien der Streifenornamente stellte Andreas Speiser folgendermaßen dar: 1. Die einzigen Deckoperationen des Ornamentes werden von den Translationen gebildet (Abb. 1), 2. Das Ornament ist spiegelbildlich zur Längsachse (Abb. 2), 3. Das Ornament ist spiegelbildlich zu einer Querachse und also zu unendlich vielen, deren Distanz die halbe Elementardistanz ist (Abb. 3), 4. Das Ornament besitzt Mittelpunkte (ebene Zentren), deren Distanz die halbe Elementardistanz ist: (Abb. 4), 5. Das Ornament besitzt die obigen Symmetrien zusammen (Abb. 5), 6. Das Ornament besitzt eine Gleitspiegelung an der Längsachse mit der halben Elementardistanz als Gleitkomponente (Abb. 6), 7. Das Ornament besitzt die Symmetrien 3, 4 und 6 zusammen (Abb. 7). Aus: Andreas Speiser, *Die Theorie der Gruppen von endlicher Ordnung*, 2. Auflage, Verlag von Julius Springer, Berlin 1927, S. 82, 83.

zeitlichen Ablauf handelt, sind diese Symmetrien etwas anderer Natur als diejenigen der Ornamente. Man muß auch darauf aufmerksam machen, dass die Schichten bei einer Aufführung verschmolzen werden und so eine Einheit bilden, einen Gesamtklang, dessen Komponenten (Einzelschichten bzw. -stimmen) der Zuhörer nur teilweise hören und verfolgen kann. Innere Verwandtschaft ist unterdessen evident, gerade bei der ebenen, graphischen Darstellung.

Ähnliche Strukturen sind in der modernen Malerei zu finden. *Pastoral (Rhythmus)* von Paul Klee darf mit so einer Partiturseite verglichen werden. Das Wort «Rhythmus» weist auf eine musikalische Konzeption hin.<sup>455</sup>

Zum Vergleich mögen auch die Ornamente von etruskischen Vasen erwähnt werden.<sup>456</sup>

Nach Crowe gibt es **17 zwei-dimensionale Muster (Symmetrieklassen)**. Er stellte sie durch ein Diagramm dar.<sup>457</sup> Einige ungarische Nadelarbeitsmuster mögen als Beispiele ihrer künstlerischen Anwendung dienen.<sup>458</sup>

Es gibt eine Darstellung der 17 verschiedenen Symmetriegruppen der Flächenornamente von Andreas Speiser. Die Symmetriegruppe des Ornaments ist die Gruppe der Bewegungen und Spiegelungen in der Euklidischen Ebene, welche das Ornament in sich überführt. (Die 17 Symmetriegruppen in der Euklidischen Ebene wurden zuerst von G. Polya aufgestellt und illustriert.)<sup>459</sup>

---

<sup>455</sup> Paul Klee, *Pastoral (Rhythmus)*, Painted 1927, Oil on canvas, mounted on cardboard, 27 ½ x 20 ½, The Museum of Modern Art, New York, Nelson A. Rockefeller Fund. Aus: Will Grohmann, *Paul Klee*, Harry N. Abrams Publishers, New York 1985, S. 81.

<sup>456</sup> Vgl.: Werner Hahn, *Symmetrie als Entwicklungsprinzip in Natur und Kunst*, Langewiesche Königstein 1989, S. 13, Abb. 11: Ornamente von etruskischen Vasen (aus Jones a. A. O. Taf. 18).

<sup>457</sup> Vgl.: István Hargittai, *Real Turned Ideal Through Symmetry*, in: Rudolf Wille (Hrsg.), *Symmetrie in Geistes- und Naturwissenschaft*, Symmetrie-Symposium in Darmstadt 1986, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 1988, S. 149, Fig. 21: Flowchart for the seventeen two-dimensional patterns after Crowe.

<sup>458</sup> Vgl.: István Hargittai, *Real Turned Ideal Through Symmetry*, in: Rudolf Wille (Hrsg.) *Symmetrie in Geistes- und Naturwissenschaft: Hauptvorträge und Diskussionen des Symmetrie-Symposiums an der Technischen Hochschule in Darmstadt 1986*, Springer-Verlag, Berlin 1988, S. 148, Fig. 20: «Three Hungarian needle-work patterns to illustrate two-dimensional space-group symmetries. Crowe's short notation is used here.» (pg, cmm, p4m)

<sup>459</sup> Vgl.: Andreas Speiser, *Die Theorie der Gruppen von endlicher Ordnung. Mit Anwendungen auf algebraische Zahlen und Gleichungen sowie auf die Kristallographie*, 2. Auflage, Verlag von Julius Springer, Berlin 1927, S. 87-92: 17 Symmetrien der Flächenornamente (eine Analogie der Kristallsymmetrie in der Ebene).

Die sogenannte Farbsymmetrie – mit zwei oder mehreren Farben, die bei den Translationen vertauscht werden, erscheint oft bei Maurits Escher. Durch dieses Verfahren entsteht tatsächlich ein neues Design.<sup>460</sup>

### **Die Raumgitter** (dreidimensionaler Raum)

Es gibt sieben Symmetrieklassen bzw. Punktgruppen<sup>461</sup> im dreidimensionalen Raum (das trikline, monokline, tetragonale, hexagonale, rhomboedrische, rhombische und kubische Kristallsystem) und vierzehn verschiedene Typen von Gittern (Bravaisgitter).<sup>462</sup>

Der Kristall ist ein Medium, dessen physikalische Eigenschaften sich bei gewissen Drehungen und Spiegelungen nicht ändern.

Die sieben Achsenkonfigurationen (Raumgitterklassen) bilden folgende

#### Kristallsysteme:

1. Triklinen System
2. Monoklines System
3. Orthorhombisches System
4. Rhomboedrisches System
3. Tetragonales System
4. Hexagonales System
7. Kubisches System

#### wesentliche Symmetrien:

keine  
eine  $C_2$  Achse  
drei senkrechte  $C_2$  Achsen  
eine  $C_3$  Achse  
eine  $C_4$  Achse  
eine  $C_6$  Achse  
vier  $C_3$  Achsen in einer tetraedrischen Anordnung<sup>463</sup>

Gitter im zwei- und dreidimensionalen Raum können nur Drehungssymmetrien der Ordnung 2, 3, 4, oder 6 besitzen. Sie können keine andere, insbesondere keine fünffache Drehsymmetrie besitzen. Diese «kristallographische Beschränkung» gilt nicht für einen anderen Typ von «kristalliner» Struktur, nämlich für den Quasikristall. Bei Quasikristallen, die kein zugrundeliegendes Gitter besitzen, wiederholt sich die Struktur «fast», so dass sie Achsen von fünffacher Symmetrie haben können.

<sup>460</sup> Z. B.: Farbsymmetrie in einer Litographie von Maurits Escher, aus: Ian Stewart und Martin Golubitsky, *Denkt Gott symmetrisch?*, Birkhäuser Verlag, Basel 1993, S. 254.

<sup>461</sup> Die Punktgruppen sind die Gruppen der Symmetrien der Kristallstruktur beziehend auf einen einzelnen Punkt.

<sup>462</sup> Vgl.: Ian Stewart und Martin Golubitsky, *Denkt Gott symmetrisch?*, Birkhäuser Verlag, Basel 1993, S. 108, Abb. 43: Die 14 Bravaisgitter in drei Dimensionen.

<sup>463</sup> Vgl.: P. W. Atkins, *Physical Chemistry*, Oxford University Press, Oxford Melbourne 2001, S. 621. Atkins erklärt: «A crystal is built up from regularly repeating 'structural motifs', which may be atoms, molecules, or groups of atoms, molecules, or ions. A space lattice is the pattern formed by points representing the locations of these motifs. The space lattice is, in effect, an abstract scaffolding for the crystal structure. The unit cell is an imaginary parallelepiped (parallel-sided figure) that contains one unit of the translationally repeating pattern.» (S. 620: Lattices and unit cells). Ein Beispiel: Das kubische Kristallgitter vom Natrium-Chloride (NaCl, Salz). Es enthält zwei ineinanderstehende Teilgitter („Baustoff“: 1. die  $Na^+$  Ionen, 2. die  $Cl^-$  Ionen). Vgl.: Keith Devlin, *Mathematics. The Science of Patterns*, Scientific American Library, New York 1997, S. 162.

In diesem Zusammenhang ist ein Muster vom mathematischen Physiker Roger Penrose zu erwähnen, das auf zwei aperiodisch angeordneten Fliesentypen mit näherungsweise fünffacher Symmetrie beruht. (Schon 1619 hat Johannes Kepler in seinem Werk *Harmonice Mundi* ein Penrose-Muster gezeigt.)<sup>464</sup>

Im 20. Jahrhundert machte Shechtman eine erstaunliche Entdeckung in diesem Bereich der Kristallographie (aperiodischer Quasikristall): «a fivefold symmetric point diffraction pattern»<sup>465</sup>. István Hargittai präsentierte diese Entdeckung im Rahmen des internationalen Symmetrie-Symposiums in Darmstadt 1986.<sup>466</sup>

Fünffache Symmetrie wird in der Kunst realisiert oder angewendet. Ein bekanntes Beispiel ist das Pentagramm als ein fünffach symmetrisches Objekt<sup>467</sup> und magisches Symbol. Johann Wolfgang Goethe (1749-1832) verwendete es in seinem *Faust*. Dr. Faust benutzte es nämlich als ein magisches Mittel, um den Teufel (Mephistopheles) zu bannen:

FAUST: Ich sehe nicht, warum du fragst.  
Ich habe jetzt dich kennen lernen,  
Besuche nun mich, wie du magst.  
Hier ist das Fenster, hier die Türe.  
Ein Rauchfang ist dir auch gewiss.

MEPHISTOPHELES: Gesteh' ich's nur! dass ich hinausspaziere,  
Verbietet mir ein kleines Hindernis.  
Der Drudenfuss auf Eurer Schwelle –

FAUST: Das Pentagramm macht dir Pein?  
Ei sage mir, du Sohn der Hölle,  
Wenn das dich bannt, wie kammst du denn herein?  
Wie ward ein solcher Geist betrogen?

---

<sup>464</sup> Vgl. Ian Stewart und Martin Golubitsky, *Denkt Gott symmetrisch?*, Birkhäuser Verlag, Basel 1993, S. 109 (Abb. 44).

<sup>465</sup> „Electron diffraction pattern of a rapidly cooled grain of Al<sub>6</sub>Mn alloy“. Aus: István Hargittai, *Real Turned Ideal Through Symmetry*, in: Rudolf Wille (Hrsg.), *Symmetrie in Geistes- und Naturwissenschaft*, Symmetrie-Symposium, Darmstadt, 1986, Springer Verlag, Berlin Heidelberg 1988, S. 157, 158 (Fig. 31).

<sup>466</sup> Die Rolle und Bedeutung von Symmetrie in der Naturwissenschaft (Chemie) fasste István Hargittai folgendermaßen zusammen: «The presence and utility of the symmetry concept in the scientific cognitive process is unquestionable. What is truly remarkable is that as science is turning to the examination of less orderly systems and phenomena, symmetry is not losing but gaining importance. In this, of course, we are far from merely geometrical symmetry of geometrical figures and well into the material symmetry of material figures. And yet, it is our ability to «geometrize», and Nature's capability to get «geometrized» that make this transition possible. In a rigorous sense, symmetry helps us to make quick and qualitative decisions. It is then up to us, how far we allow a vaguer and fuzzier interpretation of the symmetry concept to describe things and phenomena in degrees of symmetry. The material symmetry concept may use a whole range of criteria for determining symmetries and relative symmetries, and these criteria may well change in time and in purpose. Thus symmetry is an eternal subject of man's learning and at the same time is an indispensable tool in this quest of ours.» Aus: István Hargittai, *Real Turned Ideal Through Symmetry*, in: *Symmetrie in Geistes- und Naturwissenschaft: Hauptvorträge und Diskussionen des Symmetrie-Symposiums, Darmstadt 1986*, hrsg. von Rudolf Wille, Springer Verlag, Berlin Heidelberg 1988, (*Concluding Remarks*) S. 159.

<sup>467</sup> Das Pentagramm: 10 Symmetrieoperationen, die eine Gruppe bilden: 5 eigentliche Drehungen (um den Mittelpunkt), deren Drehwinkel Vielfache von 360°/5 sind; 5 Spiegelungen an den Geraden, die das Zentrum mit den Ecken verbinden.

MEPHISTOPHELES: Beschaut es recht! Es ist nicht gut gezogen.

Der eine Winkel, der nach aussen zu,  
Ist, wie du siehst, ein wenig offen.

FAUST: Das hat der Zuffal gut getroffen!  
Und mein Gefangner warst den du?  
Das ist von ungefähr gelungen! <sup>468</sup>

Der moderne kroatische Dichter Boro Pavlović (geb. 1922) schrieb ein Gedicht, betitelt *QUINTA ESSENTIA*, dessen formale Struktur durch eine umgekehrte Pyramide dargestellt werden kann. <sup>469</sup>

-----				
QUINTA ESSENTIA				
-----				
one	unus	eis	un(o)	je(da)n
one	una	mia	una	je(d)na
one	unum	en	un	je(d)no
two	duo	dyo	due	dva
two	duae	dyein	due	dvije
three	tres	treis	tre	tri
four	quattour	tessares	quattro	čet(i)ri
five	quinque	penta	cinque	pet
PANTA				
&				
TUTTA				
QUANTA				
-----				

Boro Pavlović, *Quinta essentia*. <sup>470</sup>

Eine Art von fünffacher Symmetrie in der Musik stellt die fünfteilige strophische Liedform dar. Die musikalische Form wird durch das Translationsverfahren (zeitliche Translation) realisiert. Es gibt zwei Möglichkeiten von Darstellungen:

Eine lineare (a) und eine kreisförmige (b) Darstellung:

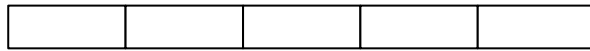
<sup>468</sup> Vgl.: Nenad Trinajstić, *Fivefold Symmetry in the Literature*, in: *Fivefold Symmetry\** (S. 402-403), editor István Hargittai, Hungarian Academy of Sciences Budapest, World Scientific, Singapore New Jersey 1992. (\*N. Trinajstić erklärt: «This essay is dedicated to the memory of Miroslav Krleža [1893-1980], the greatest of Croatian writers in this century, whose work is so rich with all kinds of symmetries including fivefold symmetry.»)

<sup>469</sup> The geometry of a poem *Quinta essentia* by Boro Pavlović: «Each vortex of a pentagon represents one language, and each edge the translation process from one language into the other. The bottom of the pyramid is labelled by Arabic numerals. Rotation by  $2\pi/5$  radians always brings a different code for a given number at the bottom of the pyramid which serves as a decoding device.» Aus: Nenad Trinajstić, *Fivefold Symmetry in the Literature*, in: *Fivefold Symmetry*, editor István Hargittai, World Scientific, Singapore New Jersey 1992, S. 397.

<sup>470</sup> Aus: Nenad Trinajstić, *Fivefold Symmetry in the Literature*, in: *Fivefold Symmetry*, editor István Hargittai, World Scientific, Singapore London 1992, S. 396.

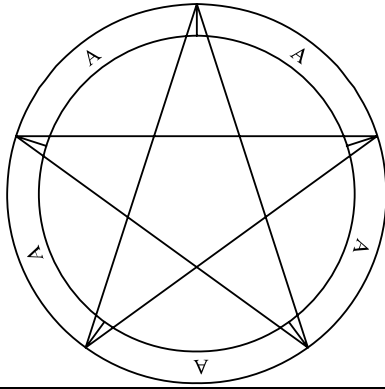


a)



I      II      III      IV      V  
A      A      A      A      A

b)



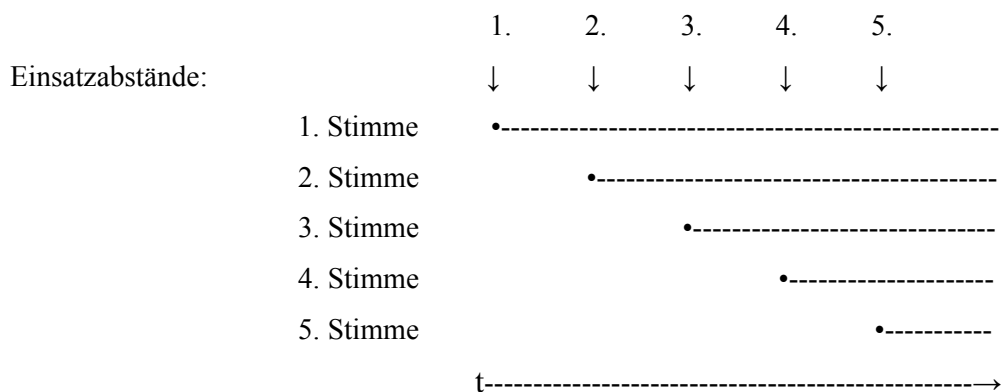
Beispiele:

Franz Schubert: *Der Goldschmiedesell*  
(Nachlass, Lfg. 48). Aus: *Schubert - Album*, Band  
VI, Nr. 32, (revidiert von Max Friedlaender),  
Edition C. F. Peters, Leipzig, No. 793, S. 66.

Franz Schubert: *Abschied von der Harfe*. Aus:  
*Schubert - Album*, Band VII. (revidiert von Max  
Friedlaender), Edition Peters, No. 2270, Leipzig,  
Nr. 34, S. 83. Usw.

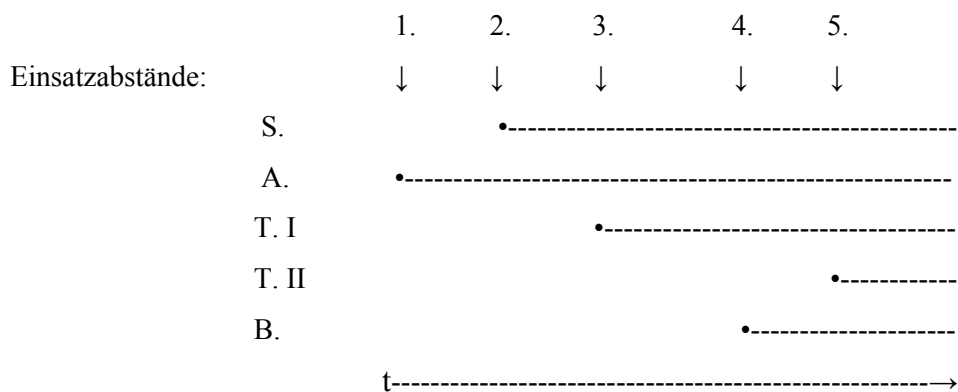
In der Polyphonie: Die Punktsymmetrie der Einsatzfolge und die translative Symmetrie einer regelmäßigen fünfstimmigen Nachahmungsstruktur. Zum Beispiel: Durchführung des Themas in einem Motett, Madrigal, oder in einer Fuge:

J. S. Bach, *Wohltemperiertes Klavier*, 1. Buch, *Fuge in b-Moll*, Schluss (Strette), gleicher Einsatzabstand.



Die translative Symmetrie in der Nachahmungsstruktur ist ein wenig gebrochen („tonale Antwort“).

Im folgenden Beispiel aus der Epoche der Renaissance ist die Punktsymmetrie der Einsatzfolge durch die «Verspätung» der Nachahmung in der Bassstimme ein wenig gebrochen. Das Kopfmotiv des Themas *Agnus Dei* bleibt unverändert (der Quintensprung nach unten: g – c, d - g.)



Orlando di Lasso, *Missa super Triste depart (quinque vocum), Agnus Dei (Anfang)*.<sup>471</sup>

<sup>471</sup> Vgl. die Partitur: Orlando di Lasso, *Messen 49-55*, = Neue Reihe, Band 10, hrsg. von Siegfried Hermelink, Bärenreiter Verlag, Kassel 1970, S. 140-141.

## 4. FRAKTALE SYMMETRIE

Das künstliche Wort «Fraktal» ist vom lateinischen Wort «fractus» (gebrochen) abgeleitet. Auch das Verb «frangere» weist auf «gebrochene» Zahlen und auf die Unregelmäßigkeit von «Fragmenten» hin, die gewisse Bedeutung in der Welt der Fraktale haben. Der Vater der fraktalen Geometrie Benoit B. Mandelbrot, der das neue mathematische Universum für Beschreibung und computergraphische Erzeugung von komplexen nichtlinearen chaotischen Systemen entwickelte (die berühmte Mandelbrot – Menge!), gab eine allgemeine Definition dieses Begriffs: «**A fractal is a shape made of parts similar to the whole in some way.**»<sup>472</sup> Fraktale sind mit dem Begriff «Selbstähnlichkeit» verbunden: Das fast gleiche Muster wird auf immer kleinerer Skala wiederholt. Durch Fraktale wird eine Ordnung im Chaos enthüllt, und zwar in ganz unterschiedlichen Gebieten. Sowohl die turbulenten Strömungen mit dem Phänomen Wirbel in Wirbel in Wirbel..., als auch der Markt mit gleichen Mustern in großen Rezessionen und in täglichen Preisschwankungen sind sich von ihrer größten bis zu ihrer kleinsten Skala ähnlich. Symmetrie (oder Ordnung) existiert in der chaotischen Dynamik.

Neuere wissenschaftliche Forschungen, etwa in letzten 50 Jahren, führten zur Erkenntnis, dass die Invarianz bei Veränderung der Größe eine der grundlegendsten Symmetrien unseres Universums ist, die seine Struktur und seine Gesetze beherrscht. Fraktale gibt es überall, von der atomaren Mikrowelt bis zu den Galaxienhaufen im kosmischen Raum. Galaxien, Wettermuster, Wolken, Blitze, Berge und Gebirgsketten, Küstenlinien, Flüsse und Flusssysteme, Turbulenz (Lava, Sturm, Wasserflute), intermittierendes Rauschen<sup>473</sup>, Bäume, Korallen, Schwämme, Blutkreisläufe, Gehirne<sup>474</sup>, Nervensysteme, Lungen, Polymere, DNS-Proteine und DNS – Sequenzen, usw. sind fraktale Gestalten, die durch Evolution von komplexen aufeinanderwirkenden Systemen entstanden wurden. Manchmal sind fraktale Eigenschaften verborgen, wie zum Beispiel bei dem sich in der Zeit entwickelten *quasi* periodischen Rhythmus der Herzschläge. Fraktale Betrachtungsweise lässt sich auch in evolutiven Prozessen des Lebens, der Intelligenz und in der Entwicklung der Technik anwenden.

---

<sup>472</sup> Aus: Jens Feder, *Fractals. Physics of solids and liquids*, Plenum Press, New York 1988, S. 11.

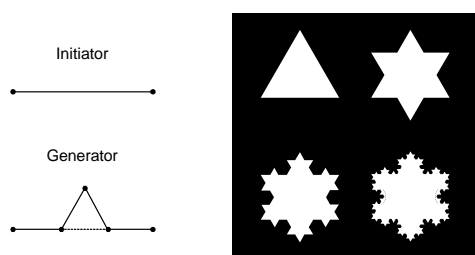
<sup>473</sup> Fraktale Struktur der Intermittenz manifestiert sich durch die Wiederholung der Details von Rauschen und Stille auf immer kleineren Skalen.

<sup>474</sup> Besonders das höchst faltenreiche menschliche Gehirn.

Gewöhnliche (Euklidische) Geometrie und Mathematik sind in der Theorie des Chaos nicht verwendbar. In diesem Gebiet herrschen der «seltsame Attraktor»<sup>475</sup> der Turbulenz und Mandelbrots Fraktale. Es gibt viele Wege von Ordnung zum Chaos, einschließlich des Goldenen Schnittes. Die extreme Empfindlichkeit hinsichtlich der Anfangsbedingungen und Bifurkationspunkte oder Verzweigungsstellen sind entscheidend für die Evolution des Systems. Fraktale Geometrie, als visuelle Darstellung der mathematischen Formel des Fraktals, entspricht der faszinierenden Ordnung und Kreativität der Natur und hat zugleich eine ästhetische Wirkung. Die fraktale Computer-Graphik scheint eine neue Art von Kunst zu sein.<sup>476</sup>

Man darf aber nicht vergessen, dass die mathematisch – geometrische Darstellung eine Idealisierung der Wirklichkeit ist. Natürliche Fraktale sind mehr oder weniger unregelmäßig. Sie existieren in einem begrenzten Skalenbereich und erfüllen nicht ihr unendliches mathematisches Potential.

Eine der Hauptquellen der Selbstähnlichkeit ist die Iteration. Wie ein Fraktal durch das Iterationsprozess entsteht, mag an folgendem Beispiel gezeigt werden.



«Die Kochsche Insel oder Schneeflocken-kurve. Fortgesetzte Anwendung des gleichen Erzeugungsprinzips («Generator») auf die Seiten eines Dreiecks (als «Initiator») bringt eine gezackte Schneeflocke hervor, in der das Dreieck auf immer kleinerer Skala wiederkehrt.» ( $D_f = 1.2618$ )<sup>477</sup>

<sup>472</sup> Englisch: «strange attractor». Attraktoren sind Gestalten, die in einer abstrakten mathematischen Welt leben. Diese Welt nennt man Phasenraum. Die Zahl der Dimensionen bzw. Variablen, die ein Phasenraum enthält, hängt von der Komplexität des Systems ab. Um die Bewegung einer Rakete zu beschreiben, braucht man beispielsweise einen sechsdimensionalen Phasenraum (3 räumlichen Dimensionen + 3 zusätzliche Dimensionen für die Geschwindigkeiten, die drei verschiedenen Raumrichtungen entsprechen). Mit Hilfe eines Phasenraumdiagramms läßt sich die Bahn der Rakete auf eine vereinfachte Weise darstellen. Auf dem Weg von der Ordnung zum Chaos (z. B. bei einer Strömung, die beschleunigt wird) gibt es bestimmte Instabilitätspunkte oder Bifurkationen, die mit plötzlichen Übergängen von einem Attraktor zu einem anderen charakterisiert sind. Bei der ersten Hopf-Instabilität springt der Punktattraktor der glatten Strömung in einen Grenzzykel-Attraktor der stabilen Wirbel um. Die zweite Hopf-Instabilität besteht im Sprung vom Grenzzykel zur Oberfläche eines torusförmigen (ringförmigen) Attraktors. Bei der dritten Instabilität, der sogenannten Bénard-Konvektion wird die Strömung «zerknittert» und die Oberfläche des Torus-Attraktors selbst gerät in einen Raum zwischen zwei und drei Dimensionen (d. h. zwischen einer Ebene und eines festen Körpers), der dem «unentscheidenden» Zustand der Strömung entspricht. Die Spur dieser «Unschlüssigkeit» ist ein seltsamer Attraktor. (Den Beinamen «seltsam» verlieh der Physiker David Ruelle.) Die Selbstähnlichkeit des seltsamen Attraktors stellt eine subtile Ordnung in der komplexen Dynamik der Turbulenz und Chaos dar. Vgl.: John Briggs, F. David Peat, *Die Entdeckung des Chaos*, DTV, München 1993, S. 41-73.

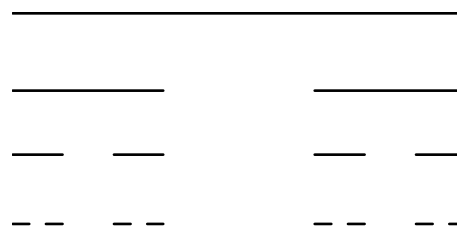
<sup>476</sup> Z. B.: Julia fractal  $J(-3/4, 0)$ , the San Marco fractal. Aus: Hans Lauwerier, *Fractals. Endlessly Repeated Geometrical Figures*, Penguin Books, London 1991, S. 146.

<sup>477</sup> Aus: John Briggs und F. David Peat, *Die Entdeckung des Chaos*, DTV, München 2003, S.134.

Fraktale Dimension ( $D_f$ ) ist ein interessanter und ungewöhnlicher Begriff. Fraktale Objekte haben nicht z. B. zwei oder drei Dimensionen sondern eine Dimension zwischen denen. In der Euklidischen Geometrie gibt es ein- zwei- und dreidimensionale Formen, beispielsweise eine Linie, ein Rechteck, eine Pyramide. Fraktale Geometrie ist eine Geometrie zwischen den Dimensionen, zwischen null (ein Punkt) und eins (eine Linie), zwischen eins (eine Linie) und zwei (eine Ebene) oder zwischen zwei (eine Ebene) und drei (geometrische Körper). Ihre Dimensionen werden durch Brüche ausgedrückt, wie zum Beispiel 1.36 (Fraktale Dimension der Küstenlinie von Großbritannien).<sup>478</sup> «Der Unterschied zwischen der topologischen und der fraktalen Dimension eines Objektes kann als das Maß für seine Komplexität aufgefasst werden», erklärt Natko Katičić.<sup>479</sup> Jedoch gibt es Ausnahmen. Merkwürdigerweise ist die fraktale Dimension einer Peano-Kurve zwei ( $D_f = 2$ ), weil sie schließlich die ganze Ebene des Papiers, auf dem sie gezeichnet ist ausfüllt. (Paradoxerweise ist sie zugleich ein- und zweidimensional.)<sup>480</sup>

Für die Beschreibung des Nachthimmels, wo die Konfigurationen der Sterne innerhalb einzelner Galaxien, der Galaxien innerhalb der Haufen von Galaxien und der Haufen von Galaxien innerhalb der Haufen von Galaxienhaufen (Galaxiensuperhaufen) ähnliche Muster aufweisen, scheint die Cantorsche Menge hilfreich zu sein. Der «Cantorsche Staub» entsteht durch einen unendlichen Prozess, der mit der Entfernung des mittleren Drittels einer Strecke beginnt und mit den Entfernungen der mittleren Dritteln der verbliebenen zwei, vier, acht, sechzehn, zweiunddreißig, usw. Liniestücken fortgesetzt wird.

«Die Cantorsche Menge – unterwegs zum Cantorschen Staub.»  
 $D_f = 0,6309$  (also zwischen einer Linie und einem Punkt).<sup>481</sup>



<sup>478</sup> Die Frage nach der Länge der britischen Küste ist keine einfache Frage. Die Berechnungen ihrer Länge hängen von den verwendeten Maßstäben ab. Wenn alle Details eingeschlossen werden - bis zu den Molekülen, ist die Küste Großbritanniens, sowie die von Australien oder von Afrika unendlich lang.

<sup>479</sup> «Razlika između topološke i fraktalne dimenzije kakvoća objekta može se shvatiti kao mjera za njegovu složenost.» Aus: Natko Katičić, *O kaosu i fraktalima*, III Program HR, Nr. 34, 1991, S. 67.

<sup>480</sup> Vgl.: John Briggs und David Peat, *Die Entdeckung des Chaos*, DTV, München 1993, S. 133, Abb. O.5 :

„Die Schritte auf dem Weg zur Erzeugung einer Peano-Kurve. Setzt man diese Schritte bis ins Unendliche fort, so erfüllt die Kurve das ganze Stück der zweidimensionalen Ebene.“

<sup>481</sup> Aus: John Briggs und F. David Peat, *Die Entdeckung des Chaos*, DTV, München 1993, S. 153.

Fraktale Analyse wird angewendet in der Physik, Chemie, Biologie, Medizin, Wirtschaftswissenschaft, Technik, Kartographie, digitalen Photographie, im Design und in anderen Bereichen.

Das Phänomen der Selbstähnlichkeit spielt eine bedeutende Rolle in der Kunst. Ähnliche oder verwandte Strukturen in vielen Größen sind in zahlreichen künstlerischen Werken der Geschichte und Gegenwart zu finden. Es gibt räumliche und zeitliche Fraktale, die ihre Anwendung in räumlichen und zeitlichen Künsten finden. Die Proportion des Goldenen Schnittes, die in der Kunst durch die Fibonacci-Folge präsentiert wird, ist die gemeinsame mathematisch – geometrische Quelle, auf der beispielsweise die architektonische fraktale Struktur des J. Utzons *Sydney Opernhauses* sowie die musikalische fraktale Struktur der sich in der Zeit entwickelten Form Cl. Debussys Orchesterkomposition *La mer* beruhen!

Eine künstlerische Darstellung des Chaos mit Wirbeln innerhalb der Wirbeln finden wir bei Leonardo da Vinci.<sup>482</sup> Das hierarchische Muster der *Überschwemmung* reflektiert sich im folgenden «Knittervers» von L. F. Richardson:

„Big Whorls have little whorls,  
which feed on their velocity;  
And little whorls have lesser  
whorls,  
And so on to viscosity.“<sup>483</sup>

Die Wechselbeziehung zwischen Chaos und Ordnung kennzeichnet die ganze kosmische Entwicklung sowie die ganze menschliche Geschichte. Mit der tiefgreifenden Frage, wie Nichtlinearität und Chaos auf der kosmischen Skala und im kreativen Geist funktionieren, war Henri Poincaré beschäftigt. Er bemerkte, dass die uralte Spannung zwischen Chaos und Ordnung, die schon in alten ägyptischen, griechischen, chinesischen und babylonischen Mythen und Schöpfungsgeschichten, sowie in den monotheistischen Kosmologien auf unterschiedliche Art und Weise zum Ausdruck kam, in unserem kreativen Schaffen immer wieder erneuert wird. Einen Schlüssel zum Verständnis der verborgenen

---

<sup>482</sup> Leonardo da Vinci schrieb viele Studien über turbulente Bewegungen (das Fließen vom Wasser in Röhren und die Erosionskräfte in schnellen Strömungen).

<sup>483</sup> Aus: Jay Kappraff, *The Geometry of Coastlines: A Study of Fractals*, in: *Symmetry. Unifying Human Understanding*, edited by István Hargittai, = International Series in Modern Applied Mathematics and Computer Science, Volume 10, Pergamon Press, New York 1986, S. 658: *The Deluge*, by Leonardo da Vinci.

Natur von Chaos und Ordnung gab Arthur Koester in seinem Buch *The Act of Creation*. Kreative Prozesse, durch die eine Ordnung aus dem Chaos kristallisiert wird, beispielsweise in der Form einer wissenschaftlichen Entdeckung (Archimedes: «Heureka!») oder einer kompositorischen Lösung, beruhen auf der sogenannten «Bisoziation». Zwei unterschiedliche Bezugssysteme werden aneinandergeschaltet. Nach anfänglicher Verwirrung und mentalem Chaos wird eine Bifurkation erreicht und eine neue Bezugsebene eröffnet, in der die gesuchte Lösung vorhanden ist. Der Psychologe Howard Gruber spricht über die Verzweigung und Verknüpfung vieler Bezugsebenen. Durch ihre Rückkoppelung wird spontane Selbstorganisation erzeugt. Paul La Violette und William Gray betonten die Wichtigkeit der in den fraktalen Räumen zwischen unseren Gedankkategorien innewohnenden Nuancen von Gefühlen, Wahrnehmungen und Bedeutungen. Zuerst zirkulieren sie im Gehirn und dann werden sie durch die Hirnrinde vereinfacht und in Gedanken umgewandelt, d. h. «organisatorisch abgeschlossen». Die Empfindlichkeit für Nuancen ist eine unerschöpfliche Quelle von Inspirationsblitzen, neuer Gestalten und Problemlösungen. Durch die Erfahrung der Nuance, die als «akute nichtlineare Reaktion» bezeichnet werden könnte, wird der Grenzbereich zwischen Ordnung und Chaos betreten.<sup>484</sup>

Neue wissenschaftliche Erkenntnisse reflektierten sich in zeitgenössischen künstlerischen Strömungen. In der elektroakustischen Musik wurden fraktale Algorithmen benutzt. Mandelbrots fraktale Geometrie inspirierte das Schaffen des Komponisten und Pulitzer-Preisträger Charles Wourinen. In seiner 1984 von den New Yorker Philharmonikern aufgeführten Komposition *Bamboula Squared* für quadrophonisches Tonband und Orchester iterierte er ein zufälliges Fraktal. Das kompositorisch – psychologische Spiel mit einander ähnlichen aber ständig variierten und unerwarteten «Klangwolken» ist das wesentliche Merkmal dieses Werks.

In der Literatur, besonders in der Dichtung begegnet man Assoziationen, Gleichnissen, Metaphern oder «Reflektaphern», die sich gegenseitig beeinflussen, und durch die sich Selbstähnlichkeit auf unterschiedlichen Skalen manifestiert. In einem organischen Kunstwerk steht bzw. entfaltet sich alles in irgendwelcher Verbindung oder Wechselwirkung, sei es eine reflektaphorische Spannung von Nuancen und Variationen oder eine Spannung

---

<sup>484</sup> Vgl. : John Briggs und F. David Peat, *Die Entdeckung des Chaos. Eine Reise durch die Chaos-Theorie*, Deutscher Taschenbuch Verlag, München 1993, S. 21-24, 293-300.

zwischen den Selbstähnlichkeiten und Verschiedenheiten. Schon in den «Keimen» spürt man das Ganze.<sup>485</sup>

Statt von Kausalität, Determinismus und Reduktionismus spricht die moderne Wissenschaft von «warscheinlichen Szenarien», «Modellen», «grundsätzlichen Unvorhersagbarkeiten», «Perspektiven» und «kreativen Möglichkeiten». Kreativität wird der Natur selbst zugeschrieben.<sup>486</sup> Der Physiker David Bohm ist davon überzeugt, dass wissenschaftliche und künstlerische Wahrheit unendlich viele Nuancen, «Welten in Rotation» enthält. Seiner Meinung nach, sei jede Theorie, als eine Abstraktion vom Ganzen, in gewissem Sinne eine Illusion.<sup>487</sup> Zugleich sollte man darauf hinweisen, dass sich die Welt ohne Theorie nicht verstehen lässt. Aus ihrer wissenschaftlichen Erfahrungen zog die Genetikerin Barbara McClintock den folgenden Schluss: «Im Grunde ist alles eins. Man kann keine Trennungslinie zwischen den Dingen ziehen.»<sup>488</sup> In diesem Zusammenhang würde ich sagen, die Natur, Wissenschaft und Kunst, die materiellen und geistigen Welten seien eine untrennbare, unerlässliche Einheit.

### **FRAKTALE STRUKTUR DES FORMDENKENS** **IN DER EUROPÄISCHEN MUSIKTRADITION**

Selbstähnlichkeit ist, neben der translativen und bilateralen Symmetrie, eine der bedeutendsten Symmetrien in der europäischen Musiktradition. Die Tatsache, dass sie in der kompositorischen Praxis sehr lange Zeit vor der Entwicklung der wissenschaftlichen Theorie der Fraktale verwirklicht wurde, weist auf die tiefe, spontane Verbindung zwischen Natur und Mensch hin, die Paul Valéry auf folgende Weise formulierte: «Dem Universum liegt ein Plan zugrunde, dessen tiefgründige Symmetrie sich in der inneren Struktur unseres Intellekts

---

<sup>485</sup> Das Gedicht *Die Schriftstellerin* des Pulitzer-Preisträgers Richard Wilbur mag als ein Beispiel dienen. Seine «Reflektaphern» bzw. Selbstähnlichkeiten wurden von J. Briggs und F. D. Peat analysiert (*Die Entdeckung des Chaos*, S. 301-306).

<sup>486</sup> Beispielsweise schrieb Herald Fritsch (seit 1980 Professor für theoretische Physik an der Universität München): «Wir wissen, daß die Entfaltung des Kosmos während der vergangenen 15 Milliarden Jahre ein stetig ablaufender schöpferischer Prozeß war, gekennzeichnet vom Aufbau neuer Strukturen, aber auch vom Tod alter Strukturen. Nichts ist dauerhaft. Der Tod, eingeschlossen unser eigener Tod, fügt sich in natürlicher Weise in die Gesamtheit aller Prozesse der 8. Epoche ein.» Aus: Harald Fritsch, *Vom Urknall zum Zerfall. Die Welt zwischen Anfang und Ende*, Piper Verlag, München 2000, S. 342. F. David Peat zog die folgende Schlußfolgerung: «In the end, the investigations of nature must unfold into a potentially infinite and creative universe whose particular manifestations are matter, life, consciousness, and society.» Aus: F. David Peat, *Synchronicity. The Bridge Between Matter and Mind*, Bantam Books, New York Toronto 1988, S. 181.

<sup>487</sup> Vgl.: J. Briggs und F. D. Peat, *Die Entdeckung des Chaos*, DTV, München 1993, S. 308.

<sup>488</sup> Aus: J. Briggs und F. D. Peat, *Die Entdeckung des Chaos*, DTV München 1993, S. 314.



irgendwie widerspiegelt.»<sup>489</sup> Dies ist natürlich insbesondere im Bereich der Kunst keine passive, automatische oder nachahmende, sondern eine aktive, dynamische und kreative «Widerspiegelung», voll von unerwarteten Metamorphosen, spielerischen Ungewissheiten und Unregelmäßigkeiten, die aus der unerschöpflichen unbewussten und bewussten Quellen unseres geistigen Gestaltungspotenzials auftauchen. Durch diese hochkomplexen schöpferischen geistig-materiellen Wechselwirkungen und inneren selbstähnlichen Rückkoppelungen wird letztendlich ein Kunstwerk geboren, dessen Form sich ziemlich exakt analysieren lässt. Analysieren bedeutet: Durch geistige Strukturen erhellen und mit Hilfe eines entsprechenden Begriffssystems beschreiben. Eine anspruchsvolle Analyse soll die Merkmale der kompositorischen Denkweise entdecken, das Werk im geschichtlichen Kontext absehen und einen möglichst breiten interdisziplinären Zugang enthalten. Die Verbreitung des analytischen Horizontes - ein Satz, eine Komposition, ein kompositorisches Opus, kompositorisches Schaffen in einer stilistischen Richtung oder Epoche und gegebenenfalls in der ganzen europäischen Musikgeschichte - stellt eine Art von fraktaler Struktur dar. Die musikalischen Welten in Welten verbreiten sich in konzentrischen Kreisen oder spiralförmig und können in ihren Wechselbeziehungen betrachtet werden.<sup>490</sup>

In der Musik handelt es sich vor allem um zeitfüllende Fraktale. Sowohl die formale Ganzheit als auch ihre fraktalen Schichten entwickeln sich im Zeitablauf, die in der Musik sehr oft seine Geschwindigkeit regelmäßig oder unregelmäßig ändert. Von diesem Gesichtspunkt aus, erscheint eben die vielschichtige fraktale Struktur der Komposition, mit ihren Verzweigungen und polyphonen Überlappungen, als eine dynamische Symmetrie «*par excellence*». Der imaginäre, durch den Zeitablauf erzeugte musikalische Raum lässt sich hinsichtlich der Dimensionen nicht klar und eindeutig definieren, ausgenommen den Tonhöhen-Raum, der im temperierten Tonsystem eine regelmäßige Struktur besitzt. Fraktale Analyse beschränkt sich deswegen in erster Linie auf die strukturellen Verhältnisse in der Zeit und im Tonhöhenraum. Sie wird auf bestimmte Proportionen im Zeit- und Tonhöhenraum zurückgeführt. Sowohl in der Natur als auch in der Musik sind Fraktale unregelmäßig und

---

<sup>489</sup> Aus: Manfred Schroeder, *Fraktale, Chaos und Selbstähnlichkeit. Notizen aus dem Paradies der Unendlichkeit*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg Berlin 1994, S. 70.

<sup>490</sup> «In der schwindelerregend schiefen Sicht erweist sich das Universum nicht als eine Aufeinanderfolge...sondern als ein Zueinander lauter rotierender Welten.» bemerkt der Schriftsteller Octavio Paz in seinem Buch *Der sprachgelehrte Affe*. Dies gilt noch mehr für die Geschichte der Kunst und Musik. (Der Zitat aus: John Briggs, F. David Peat, *Die Entdeckung des Chaos*, DTV, München 2003, S. 301.)

weichen auf unterschiedliche Art und Weise von idealen mathematisch-geometrischen Verhältnissen ab. Wenn die musikalische Zeit gleichförmig abläuft, stimmt manchmal, wenigstens approximativ, die Skalierung der fraktalen Formkonstruktion mit einem Abschnitt der zugrunde liegenden unendlichen geometrisch-mathematischen fraktalen Folge überein.

Fraktale Strukturen werden in der Musik auf der abstrakten Ebene der «reinen» Form und auf der konkreten Ebene des musikalischen Inhalts realisiert. Ein abstraktes fraktales Muster kann unterschiedliche musikalische Inhalte enthalten. Anders ausgedrückt: Ein und dasselbe fraktale Muster ist in ganz unterschiedlichen musikalischen Werken zu finden, die auf völlig verschiedenen motivisch – thematischen Ideen beruhen. Zum Beispiel lässt sich das folgende abstrakte, auf der Zeittranslation beruhende fraktale Muster verschiedener Großenskalen in einer Anzahl von klassischen und romantischen Kompositionen erkennen.

Doppelmotiv:

a a

Doppelphrase:

a a

kleiner Doppelsatz:

a a

großer Doppelsatz:

a a

Demgegenüber ist ein fraktales Muster mit einem bestimmten musikalischen Inhalt im Prinzip nur in einer Komposition vorhanden.

The image shows a musical score with three staves. The top staff is labeled 'DIMINUTED FORM' and contains a sequence of notes with a bracket above it. The middle staff is labeled 'NORMAL FORM' and contains the same sequence of notes. The bottom staff is labeled 'AUGMENTED FORM' and contains the same sequence of notes, but with a longer note value. The score is in 3/4 time and features a key signature of one flat (B-flat).

J. S. Bach, *Die Kunst der Fuge*. Diminution, Originalform und Augmentation des Themas, die im *Contrapunctus VII* in unterschiedlichen polyphonen Überlappungen vorkommen und mit Translations- und Spiegelsymmetrie verbunden sind.

Fraktale Modelle sind häufig mit anderen Formen von Symmetrie verknüpft. Die Natur dieser Synthesen und ihre Bedeutung im mikro- und makroformalen musikalischen Kosmos wird im folgenden, analytischen Teil erklärt.


## FRAKTALE IN MIKROSTRUKTURELLEN BEREICHEN

### DUALFORM:

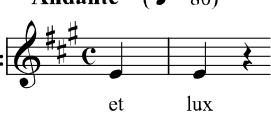
#### **Tonwiederholung und Motivwiederholung als fraktales Muster:**

Durch unmittelbare Wiederholung (Zeittranslation) eines Tones entsteht ein Motiv. Die Größe bzw. Dauer dieses einfachen symmetrischen Gebildes, das zugleich spiegelsymmetrisch ist, hängt von der Dauer des Tons ab. Wegen der unterschiedlichen Tempi sind die mathematischen Verhältnisse (die Zahlenfolge auf der rechten Seite, die sich auf die Notenwerte bezieht) in der folgenden Darstellung der fraktalen Struktur ungenau oder nur approximativ.


**Moderato** (♩ = 72)

S. solo:  tremens


**Andante** (♩ = 80)

CORO, S.:  et lux

**Allegro, molto sostenuto** (♩ = 88)

M. S. solo:  Li - ber

**Largo** (♩ = 60) **morendo ed allarg.**

S. solo:  A - - men.

Giuseppe Verdi, *Messa da Requiem* für vier Solostimmen, gemischten Chor und Orchester.

Durch die Wiederholung (Zeittranslation) des Motivs entsteht ein neues fraktales Muster, ein Doppelmotiv. Seine iterierte Abbildung in unterschiedlichen Größen zeigt die folgende Auswahl aus der vokal-instrumentalen Musik:

**Moderato** (♩ = 72)

S. solo

tremens factus

G. Verdi, *Requiem*, Nr. 7 *Libera me*.<sup>491</sup>

**CORI I, II, III: Tempo rubato meno mosso quasi recit.**

S.  
A.

pp  
Ec-ce lig-num

(Translative und  
Spiegelsymmetrie  
im Raum)

K. Penderecki, *Passio et mors Domini nostri Iesu Christi secundum Lucam*, Pars II.<sup>492</sup>

**Andante con moto molto tranquillo** (♩ = 76)

CORO: T.

pp  
Sta - bat Ma - ter

A. Dvořák, *Stabat Mater* für Soli, Chor und Orchester, Op. 58.

**Allegro sostenuto** (♩ = 88)

CORO: S.

ff  
Tu - ba mi - rum

G. Verdi, *Messa da Requiem* für 4 Solostimmen, gemischten Chor und Orchester.

Fraktale Struktur wird im Themenbau und in Schlussbildungen verwendet. Während es sich im Themenbau meistens um die Verkleinerung des rhythmisch-motivischen Maßstabs handelt, wird in den Schlussbildungen überwiegend die Vergrößerung des Maßstabs angewendet.

Einige Beispiele der Verkleinerung und Vergrößerung des motivischen Maßstabs in Schlussbildungen und im Themenbau:

<sup>491</sup> Ein Beispiel aus der *Recitativo* für singende Cembalistin von M. Kagel: ♩ = MM ca. 176, *mp, dolce*, Stimme: ICH BIN, BIN JA, usw. Universal Edition, Nr. 15620LW, London 1973, S. 4.

<sup>492</sup> Weitere Beispiele: Mit einer Pause getrennte Motive: G. Verdi, *Requiem*, Nr. 2 *Dies irae*, Coro: „*Salva – Salva*“, Partitur: Ed. Peters, Nr. 636, Leipzig (S. A.), S. 85. Yannis Xenakis, *POLLA TA DINA*, Partitur: Edition Modern, München 1962, S. 8, o| = 60 MM, Ch. d' enf.: „IL – LO – ME – NON“. D. Schostakowitsch, *Streichquartett Nr. 6, I. Allegretto*, Viola: T. 1-2.

### Schlussbildung:



J. S. Bach, *Concerto für 4 Cembali und Streicher a-Moll*, BWV 1065, 1. Satz, Schluss, (Hauptstimme) VI. I. Wegen der natürlichen Schluss-ritardando bzw. Krümmung der musikalischen Zeit (sowie des imaginären musikalischen Raums) in den letzten zwei Takten, wird auch die fraktale Struktur gekrümmt.<sup>493</sup>



W. A. Mozart, *Missa c-Moll*, K. 427, *Qui tollis*, Largo, Schluss, Coro I und II, Soprani: «...miserere nobis.»

### Themenbau:

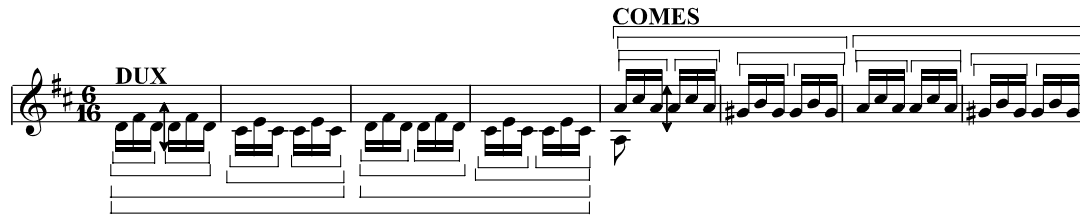


G. F. Händel, *Concerto Grosso Op. 6 Nr. 7*, B-Dur, II. Allegro, Thema.

Die fraktale Struktur des folgenden Bachschen Fugenthemas sowie des *Dux-Comes-*Gefüges beruht auf einer Vernetzung von Translationen, Spiegelungen und Gleitspiegelungen, die auf unterschiedlichen Großenskalen durchgeführt sind. Der Prozess des Themenbaus beginnt mit einem spiegelsymmetrischen Mikromotiv und seiner Zeittranslation, die mit seiner Spiegelung an einer Vertikalachse identisch ist. Dies ist das fraktale Muster, dass auf immer größeren Skalen auftaucht. Selbstähnliche Strukturen durchziehen das ganze Gefüge.

<sup>493</sup> Weitere Beispiele: J. S. Bach, *Klavierkonzert d-Moll*, BWV 1052, I. Allegro, der Schluss des Ritornell-Themas (Tutti, T. 6) und des Satzes, T. 189-190. A. Dvořák, *Stabat Mater*, Op. 58, Schluss (X. Quartetto e Coro, T. 201-211), *Amen*. (Die Vergrößerung des Motivs.)

J. S. Bach, *Konzert für zwei Violinen d-Moll*, BWV 1043, III. Allegro, der Schluss des thematischen Komplexes (Ritornell, tutti), T. 19-20, und des Satzes, T. 152-154. (Die Verkleinerung des Motivs.)



J. S. Bach, *Toccata und Fuga D-Dur* für Klavier, *Fuga*, Dux – Comes.

**Modus B-A-C-H (einschließlich aller Permutationen und Transpositionen)  
als fraktales Muster.**

Verwirklichung der fraktalen Struktur in unterschiedlichen Werken der europäischen Musikgeschichte:

**Notenwerten:**

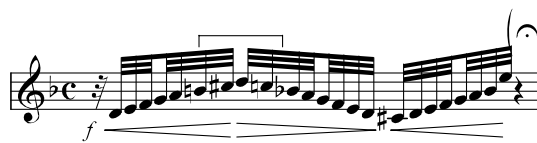
**Zweiunddreißigstel -Triole:**



B. Bartók, *Streichquartett IV*, III. *Non troppo lento*, T. 65-66, Violoncello (eine Transposition von der Permutation A-H-B-C [T. 65], und die Permutation C-B-H-A [T. 66]).

**Zweiunddreißigstel:**

*Allegro molto*



J. S. Bach, *Chromatische Phantasie und Fuge d-Moll* für Cembalo / Klav. Anfang (ein Ausschnitt aus der Tonleiter-Passage: eine Transposition von der Permutation A-H-C-B).

**Sechzehntel -Triole (ein Drittel von der Achtelnote):**



B. Bartók, *Streichquartett IV*, III. *Non troppo lento*, ♩ = 60, *ritornando*---T. 47-48, Violine II (die Permutation A-H-B-C und ihre transponierte Krebsform Es-Des-D-C).

### Sechzehntel:



J. S. Bach, *Die Kunst der Fuge, Contrapunctus XI* – Tripel-(Quadrupel-) Fuge über zwei (drei) neue Themen und das variierte Hauptthema (vierstimmig), T. 100, (erste Stimme, eine Transposition von der Originalform B-A-C-H).<sup>494</sup>

### Achtel innerhalb der Triole (ein Drittel von der Viertelnote):

F. Liszt, *Phantasie und Fuge über das Thema B-A-C-H* für Klavier. Erschienen 1877. *Phantasie (Allegro)*, T. 73-76.

A. Schönberg, *Variationen für Orchester Op. 31, Introduction*, T. 8 (Fl. 2, Kl. 1 und Harfe). Hinsichtlich des 2/2 (12/8) Takts,  $o| = 60$ , sind die Notenwerte *de facto* doppel kürzer.)<sup>495</sup>

### Achtel:



F. Liszt, *Praeludium und Fuge über B-A-C-H* für die Orgel, Anfang T. 2.<sup>496</sup>



O. Messiaen, *Vingt regards sur l'Enfant Jésus pour Piano, Thème de l'étoile et de la croix* (verkettete transponierte Permutationen H-B-C-A, B-C-A-H, C-A-H-B).

### Viertel:



J. S. Bach, *Chromatische Phantasie und Fuge d-Moll* für Cembalo / Klavier, das Kopfmotiv des Fugenthemas (die Permutation A-B-H-C).<sup>497</sup>

<sup>494</sup> Auch: J. S. Bach, *Die Kunst der Fuge, Contrapunctus XI*, Tripel- (Quadrupel-) Fuge über zwei (drei) neue Themen und das variierte Hauptthema (vierstimmig), T. 181, zweite Stimme (c'-h-b-a). Eine rhythmisch variierte Variante des Modus B-A-C-H (zwei Wiederholungen des dritten Tons) erscheint im *Contrapunctus XI* in unterschiedlichen Transpositionen. Zum Beispiel: T. 123, 1. und 2. Stimme. B. Bartók: *Streichquartett IV*, 1. Satz *Allegro*: die Permutation c'-b-a-h kommt im ersten Satz *Allegro* vor, T. 33-34, VI. II, und die Permutation C-B-H-A erscheint in der Transposition a''-g''-gis''-fis'' im ersten Satz, Takt 135, VI. I.

<sup>495</sup> Auch: G. Mahler, *Erste Symphonie, Finale*, T. 21-24, Ob. zu 2 (C-H-B-A: zwei Transpositionen). Hinsichtlich des C Takts sind die Notenwerte eigentlich doppelt so schnell.

<sup>496</sup> Auch: J. S. Bach, *Die Kunst der Fuge, Contrapunctus VIII* – Tripelfuge über zwei neue Themen und das variierte Hauptthema (dreistimmig), T. 79-80. (Eine Transposition von der Krebsform H-C-A-B.)

### Punktierte Viertelnote:



K. Penderecki, *Passio et mors Domini nostri Iesu Christi secundum Lucam*, Ziffer (27), Basso solo: *mi - se - re - re* (zweites Mal), = mit einer kleinen Abweichung: 3. Note ist eine Halbe.<sup>498</sup>

### Halbe:



J. S. Bach, *Die Kunst der Fuge*, BWV 1080, *Contrapunctus 18* (unvollendete Fuge über drei neue Themen), drittes Thema: B-A-C-H. (Eine Abweichung: Der vierte Ton ist um ein Achtel kürzer).<sup>499</sup>

### Punktierte Halbe, oder 2 verknüpfte punktierte Viertel:



L. van Beethoven, *Streichquartett Op. 133, B-Dur (Große Fuge)*, T. 681-684, Vl. I.: H-C-B-A.<sup>500</sup>

### Ganze:



W. A. Mozart, *Missa in c-Moll*, K 427, *Gloria*, Coro (Bassi), T. 699-702: Permutation A-B-H-C.<sup>501</sup>

<sup>497</sup> K. Penderecki, *Passio et mors Domini nostri Iesu Christi secundum Lucam*, Partitur, PWM Edition, Moeck Verlag, Celle/FRG 1976, S. 74, Vc., T. 2-3; S. 76, Vc., T. 4-5 (As-Fis-G-F = transponierte Permutation C-B-H-A). *Alla breve*, Rhythmische Abweichung: Der erste und der letzte Ton sind doppelt so lang.

<sup>498</sup> Auch: J. S. Bach, *Concerto für 4 Cembali und Streicher a-Moll*, BWV 1065, *III Allegro*, T. 114-115, Vl. 1. (h<sup>1</sup>-c<sup>2</sup>-cis<sup>2</sup>-d<sup>2</sup> = transponierte Permutation A-B-H-C).

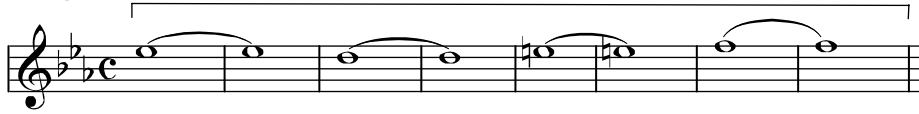
<sup>499</sup> Weitere Beispiele: J. S. Bach, *Hohe Messe h-Moll, Credo (SYMBOLUM NICENUM)*, Nr. 19 *Confiteor unum baptisma...* CHOR: Alt und Bass, T. 65-66 (transponierte Permutationen C-B-A-H und A-B-H-C. Auch: Sop. II., T. 114-116, transponierte Permutation C-H-B-A (*ba - pti - sma*). F. Liszt, *Praeludium un Fuge über B-A-C-H* für Orgel, *Fuge, Allegro*, T. 74-76 (vom Anfang der Fuge), Pedal: F-E-G-Fis. K. Penderecki, *Passio et mors Domini nostri Iesu Christi secundum Lucam*, f-ges-es-e = transponierte Permutation H-C-A-B, Partitur, PMW Edition, Moeck Verlag, Celle 1967, S. 105, Basso solo, T. 1-3: „*mi-se-re-re*“ (eine Abweichung: Der zweite Ton ist um ein Achtel gekürzt.) A. Webern, *Streichquartett Op. 28*, 1. Satz, *Mäßig*, T. 37-38, Vcl. Bezugnehmend auf den <sup>2</sup>/<sub>2</sub> Takt sind die Notenwerte eigentlich doppelt so kurz.

<sup>500</sup> Auch: A. Schönberg, *Variationen Op. 31, Introduction* (<sup>12</sup>/<sub>8</sub>), Pos. 1, T. 24-25.



## Doppelte Ganze:

Adagio



W. A. Mozart, *Sinfonie Nr. 39, Es-Dur*, K. 543, 1. Satz, Einleitung *Adagio*. (Eine schematische Darstellung der melodischen Linie in der Oberstimme.)

Eine wichtige Bemerkung: Wegen der unterschiedlichen *Tempi* sind die Verhältnisse innerhalb der Notenwertenskala sehr flexibel und lassen sich nicht durch eine regelmäßige Zahlenfolge ausdrücken. Exakte mathematische Proportionen sind nur bei einem gleichmäßigen / gleichförmigen musikalischen Zeitverlauf anwendbar.

## Modus B-A-C-H (einschließlich aller Permutationen und Transpositionen) als fraktales Muster. Verwirklichung der fraktalen Struktur in einem Werk:

F. Liszt, *Phantasie und Fuge über das Thema B A C H*, für Klavier.

Allegro vivace (quasi Presto)



F. Liszt, *Phantasie und Fuge über das Thema B A C H*. Erschienen 1877. *Phantasie, Allegro vivace (quasi Presto)*, T. 48-51.<sup>502</sup>

<sup>501</sup> Auch: J. S. Bach, *Hohe Messe h-Moll, III. Credo (SYMBOLUM NICENUM)*, Nr. 19 *Confiteor unum baptisma*,...Sop. I, T. 132-135 (transponierte Permutation C-H-B-A). L. van Beethoven, *Coriolan Overture* Op. 62, Fg. 2., T. 119-122 (transponierte Permutation H-C-B-A). K. Penderecki, *Pasio et mors Domini nostri secundum Lucam*, PMW Edition, Moeck Verlag, Celle 1967, S. 102, A Fg. 1.: eine B-A-C-H Transposition (kleine rhythmische Abweichungen innerhalb des Musters: approximative Dauerwerte).

<sup>502</sup> Auch: B-A-C-H, Achtel-Triolen und ganze Noten: *Phantasie (Allegro, fff)*, T. 73-76.

## Eine systematische Übersicht der fraktalen Struktur des kompositorischen

Denkens im Bereich der symmetrischen Dualform. (Verschiedene Arten von translativer Symmetrie und gebrochener translativer Symmetrie, die innerhalb des strukturellen Musters vorkommen, sind eingeschlossen.)

Eine vereinfachte graphische Darstellung:

**Grundeinheit + Translation** (Zeit-, Höhen-,  
Raumtranslation, sowie ihre Kombinationen, ohne oder  
mit Symmetriebrechung)  
= **symmetrische Dualform als fraktales Muster**

**a + a<sup>(1)</sup>**  
**Motiv + Translation**

**a + a<sup>(1)</sup>**  
**Phrase + Translation**

**a + a<sup>(1)</sup>**  
**kleiner Satz + Translation**  
**Doppelphrase + Translation**  
**korrespondierende Phrasen + Translation(en)**

**a + a<sup>(1)</sup>**  
**großer Satz (8 T.) + Translation(en)**  
**kleiner Doppelsatz + Translation(en)**  
**kleine Periode + Translation(en)**

**a + a<sup>(1)</sup>**  
**großer Satz (16 T.) + Translation**  
**großer Doppelsatz + Translation**  
**große Periode + Translation**

**A + A<sup>(1)</sup>**  
**Zusammengesetzte zweiteilige Form**

## Beispiele:

### MOTIV + TRANSLATION

#### Zeittranslation:

Wiederholung eines kurzen Motivs. D. Schostakowitsch, *Sinfonie Nr. 1, Op. 10*, 1. Satz, 3. Takt vor dem Schluss, Violoncelli.<sup>503</sup>

Polyphoner Aspekt: G. Verdi, *Otello, Atto Primo, Scena I., Coro* (Anfang). Cipriotti: 4 Tenori – 4 Bassi («*Una vella! – Una vella!*»). Vgl.: G. Verdi, *Otello*, riduzione di Michele Saladino, Edizioni Ricordi, Nr. 51023, Milano, S. 2.

J. S. Bach, *H-Moll Messe, Nr. 14 Duetto, Andante*, T. 9, Sopran – Alt: „*Et in unum*“.

#### Zeittranslation + Variation:

G. Verdi, *Otello, Atto primo, Scena I., Coro*, Ziffer **D**, T. 52-54, Tenori – Bassi («*Treman l'onde! – Treman l'aure!*»). Klavierauszug: Ed. Ricordi 51923, S. 4.

L. Boccherini, *Konzert für Violoncello und Orchester*, 3. Satz, Thema (Anfang).<sup>504</sup>

#### Zeit- und Höhenttranslation:

*Andante assai ben marcato*

	(cis <sup>2</sup>	ais <sup>1</sup> )	(d <sup>2</sup>	h <sup>1</sup> )
Sopr. Solo	o	o  -	o	o  -
	<i>f</i>			
	<i>Chri-ste,</i>		<i>Chris-te</i>	

L. van Beethoven, *Missa Solemnis, Op. 123*, 1. Kyrie, (*Christe*).<sup>505</sup>

<sup>503</sup> Zeittranslation von Motiven unterschiedlicher Länge und metrischer Stellung: A. Dvořák, *Stabat Mater*, Op. 58, Editio Supraphon Praha 1978, X. Quartetto e Coro, *Allegro molto*, Coro, Sop. („*Amen, Amen*“), S. 226. K. Penderecki, *Passio et mors Domini nostri Iesu Christi secundum Lucam*, PWM Edition, Moeck Verlag, Celle/FRG 1967, Pars I B (3) Aria („*Deus meus, Deus meus*“), S. 6. R. Strauss, *Till Eulenspiegel*, Hauptthema, Anfang, Horn I (in F), T. 6-8. Stjepan Šulek, *Sonate für Klavier*, HGZ, Zagreb 1951, 1. Satz, Anfang: wiederholtes Halbtaktmotiv, S. 3. Manuel de Falla, *Fantasia Bética para piano*, Real Musical Editores, Madrid 1986, Anfang: wiederholtes Taktmotiv. Weitere Beispiele: Alfredo Casella, *Nove pezzi, Op. 24*, per Pianoforte, Nr. 1 – *In modo funebre*, T. 1-2, 9-10. Serge Prokofieff, *Symphonie Classique*, Op. 25, II. Satz *Larghetto*, T. 1-2. Maurice Ravel, *Sonatine*, 1. Satz, T. 20-21 (*Un peu retenu*), 3. Satz, T. 37-38 (*Tranquille*). G. F. Händel, *Der Messias*, 42 Chorus (*Allegro*) *Alleluia*, Anfang. Luka Sorkočević, *Sinfonie Nr. 7 (G-Dur)* 1. Satz *Allegro*, Anfang. L. van Beethoven, *Konzert für Klavier, Violine und Violoncello*, C-Dur, Op. 56, 1. Satz *Allegro*, Vl. c. [*p*] *dim.*, T. 213-214; *Symphonie Nr. 1*, C-Dur, 1. Satz, *Allegro*, Anfang des ersten Themas. P. I. Tschaikowsky, *Sinfonie Nr. 4*, f-Moll, 1. Satz – Einleitung (Anfang).

<sup>504</sup> Weitere Beispiele: P. I. Tschaikowsky, *Sinfonie Nr. 6*, h-Moll («*Pathétique*»), Op. 74, 1. Satz *Allegro non troppo*, 1. Thema, T. 1-3, Vl. 1 (das Kopfmotiv und seine variierte Wiederholung). A. Skrjabin, *Sonate – fantasia No. 2*, Op. 19, 1. Satz *Andante*, Anfang.

<sup>505</sup> Weitere Beispiele: L. van Beethoven, *Sinfonie Nr. 5 c-Moll*, 1. Satz, 1. Thema (das Kopfmotiv des Themas und seine Zeit- und Höhenttranslation); J. Haydn, *Die Jahreszeiten, Der Sommer*, Nr. 17 Chor, Sopran, T. 68-71 («*Weh uns! Weh uns!*»). *Der Frühling*, Nr. 6 *Terzett und Chor*, Bittgesang, T. 74-76 (Thema: «*Uns sprießet Überfluß und deiner Güte*»); C. Orff, *Carmina Burana* für 3 Solostimmen, Chor und Orchester, Edition Eulenburg No. 8000, *Fortuna Imperatrix Mundi, I. O Fortuna, Pesante* («*Semper crescis, aut decrescis*»), S. 1, 2.; M. Reger, *Fantasie und Fuge über B-A-C-H, Fantasie, Grave (sempre quasi improvisatione)*, Anfang: b-a-c-h + c-h-d-cis. A. Casella, *Nove pezzi*, Op. 24, per Pianoforte, Nr. 1 *In modo funebre*, T. 15-16, Ed. Ricordi 115420, Milano 1975, S. 2.

**Polyphoner Aspekt:** A. Webern, *5 Canons*, Op. 16, Kanon Nr. IV, *Sehr lebhaft*, Anfang, Bass-Klarinette - Gesang: „*As-per-ges me*“.<sup>506</sup>

### **Zeit- und Höhentranslation + Variation:**

J. S. Bach, *Wohltemperiertes Klavier*, Buch II, *Fuga XI*. F-Dur, Thema (Anfang).

**Polyphoner Aspekt:** J. S. Bach, *H-Moll Messe*, Nr. 16 *Crucifixus*, Chor, T. 6-8.<sup>507</sup>

### **Eine spezifische Kombination:**

Exposition und variierte Wiederholung eines Motivs und zugleich die Nachahmung von beiden Motiven: Cesar Franck, *Praeludium, Choral und Fuge* für Klavier zu 2 Händen (Sauer), Edition Peters, Nr. 3740a, Leipzig, S. 5, T. 5-6.

### **Raumtranslation:**

K. Penderecki, *Passio et mors Domini nostri Iesu Christi secundum Lucam*, PWM Edition, Moeck Verlag, Celle Krakow 1967, **A) Raumtranslation, Gleichzeitigkeit:** S. 44, Cori I, II, III (*ff*), „*Christum regem egse*“. **B) Raum- und Zeittranslation:** S. 100 Cori I, II, III (*f*) „*Christe*“.<sup>508</sup>

Eine andere Kombination von Raum- und Zeittranslation: Raumtranslation (oder -distribution) einer polyphonen Struktur, die auf der Wiederholung und Nachahmung eines Motivs beruht. Zeittranslation, Zeit- und Höhentranslation und (gebrochene) Spiegelsymmetrie sind schon im polyphonen Muster vorhanden (CORO I), das gleichzeitig an zwei zusätzlichen Orten im Raum erklingt (CORO II und CORO III). Vgl: K. Penderecki, *Passio et mors Domini nostri Iesu Christi secundum Lucam*, Partitura, PWM Moeck Verlag, Celle 1967, S. 100. (Bezugnehmend auf die symmetrische Aufstellung der drei *Chori* im Raum [links, rechts und in der Mitte] erscheinen auch gewisse spiegelsymmetrische Verhältnisse im Raum.)

## **PHRASE + TRANSLATION**

### **Zeittranslation:**

Dmitri Schostakowitsch, *24 Präludien und Fugen*, Op. 87, Band I (Edition Sikorski, ED Nr. 2124, Hamburg 1957), *Fuge 8, fis-Moll, Andante*, Thema, T.1-4.<sup>509</sup>

<sup>506</sup> Auch: J. S. Bach, *H-Moll Messe*, Nr. 14 *Duetto*, Sop. und Alt («*Jesum Christum*»), S. 195, T. 21. G. Verdi, *Otello*, Atto primo, Scena I. Coro (Ten., Bassi) „*Uno squillo! – Uno squillo!*“, Edizioni Ricordi 51023, Milano, riduzione di M. Saladino, S. 4.

<sup>507</sup> Auch: J. S. Bach, *H-Moll Messe*, Nr. 14 *Duetto*, Sop.-Alt: „*Jesum Christum*“, T. 14-15.

<sup>508</sup> Analoge Beispiele aus dem J. Haydns Oratorium *Die Jahreszeiten*: Raumtranslation, Gleichzeitigkeit: *Der Winter*, Nr. 39 *Terzett und Doppelchor*, Coro I, II: T.65-66 («*wird der Gerechten Lohn!*»). Raum- und Zeittranslation: *Der Winter*, Nr. 39 *Terzett und Doppelchor*, Ziffer **D**, Coro I («*Laßt uns kempfen.*»), T. 71, Coro II («*laßt uns harren*»), T. 72.

<sup>509</sup> Weitere Beispiele: I. Stravinsky, *Requiem Canticles*, Partitur: Boosey and Hawkes, No. 825, London, *Tuba Mirum*, Anfang, Tr. 1, S. 15. (Wegen der Kürze und des schnellen Tempo hat diese Phrase eigentlich die Bedeutung eines Motivs.) M. Ravel, *Miroirs* für Klavier, 4. *Alborada del gracioso*, Anfang; A. Skrjabin, *Sonate für Klavier Nr. 3*, Op. 23, Satz IV *Presto con fuoco*, T. 1-4; A. Skrjabin, *Sonate für Klavier Nr. 10*, Op. 70, *Allegro*, T. 39-42. C. Franck, *Praeludium, Choral und Fuge* für Klavier, *Choral, Poco piu lento*, T. 11-14. J. S. Bach, *Wachet auf ruft uns die Stimme*, Kantate Nr. 140 für Solostimmen (Sopran, Tenor, Bass), Chor und Orchester, 4. *Choral*, 2. *Vers*, T. 1-4. F. Chopin, *Präludien Op. 28, Nr. 18, f-Moll*, T. 1-2. A. Casella; 9 **PEZZI** per Pianoforte, N. 9 – *In modo rustico*, T. 3-6. D. Scarlatti, *Sonate C-Dur* für Cembalo, Anfang des ersten sowie

### Polyphoner Aspekt:

Oper, Duett (Nachahmung im Einklang): W. A. Mozart, *Don Giovanni*, Atto Secondo, Nr. 1, *Scena I*: D. Giovanni («*Sentimi, amico!*»), Leporello («*Vo' andar, vi dico*»), T. 11-14. Partitur: Edition Peters, Nr. 918, 4808, Leipzig, S. 342-343.<sup>510</sup>

### Zeittranslation / + Raumtranslation des ganzen Musters:

J. S. Bach, *Concerto für 3 Cembali und Streicher d-Moll, BWV 1063*, 1. Satz, Thema, T. 5-9. Partitur: Edition Eulenburg, No. 732, London Mainz, S. 1-2.

### Zeittranslation und Variation:

S.     |-----|-----|    -----|-----|  
       A-        gnus,    A-        gnus  
       t----->

Josquin des Prés, *Missa sexti toni, Agnus Dei II* (S., A., T.), T. 1-4. (Partitur: Editio Musica Budapest 1971, Z. 6440, S. 40.)

### Zeit- und Höhenttranslation (= Doppeltranslation):

Phrase            + Doppeltranslation (kl. Terz aufwärts, diatonische Modulation)

               a                                a'  
|-----|-----|-----|-----|  
a-Moll:                                C-Dur:  
V Dom. I Tonika, V Dom. I Tonika  
t----->

J. Haydn, *Die Jahreszeiten, Der Winter, Nr. 34, Lied mit Chor, Allegro*, Hanne – Jane, T. 11-14.

### Doppeltranslation einer dreitaktigen Phrase:

P. Hindemith, *I. Sonate für Orgel*, 1. Satz Lebhaft ( $\frac{3}{8}$ ) – Im Hauptzeitmaß (piano).<sup>511</sup>

---

des zweiten Teils. Aus: Domenico Scarlatti, *12 Sonata* (red. S. Stančić), Muzička naklada Zagreb – 298, *Sonate Nr. 4*, S. 14. M. Kagel, *Recitativarie* für singende Cembalistin (1971/72), UE 15620, S. 10, Cembalo (Tasto solo).

<sup>510</sup> Weitere Beispiele: J. S. Bach, *Musikalisches Opfer, Canon 2. a 2 Vl. in Unisono* BWV 1079.3b, erste Phrase und ihre Nachahmung im Einklang; W.A. Mozart, *Missa C-Dur, «Krönungsmesse», Kyrie (Andante maestoso)*, Sopran solo (*Piu Andante: Kyrie eleison*) und Ob.1 solo (Nachahmung im Einklang), T. 7-8-9.

<sup>511</sup> Weitere Beispiele: G. Verdi, *Requiem, Nr. 6 Lux aeterna*, T. 7-10 (chromatische und enharmonische Modulationen). F. Chopin, *Mazurka Op. 41, Nr. 2*, Anfang. L. van Beethoven, *Konzert für Klavier, Violine und Violoncello*, C-Dur, Op. 56, *I Allegro*, Anfang (Violoncello e Basso). Auch: Vc. c. (*p dolce*), T. 77-80, usw. Stufenversetzung einer Phrase, die als Modulation klingt (F-Dur -- g-Moll): F. Schubert, *Sehnsucht* (Goethe), aus: *Schubert Album*, Band VI. (Friedlaender), Ed. Peters Nr. 793, S. 10, T. 11-14. Doppeltranslation einer Phrase, die mit dem Dominantseptakkord endet. Da es keine Auflösung des Septakkords in Tonika gibt, bleiben die Tonalitäten a-Moll und C-Dur unbestätigt: R. Wagner, *Tristan und Isolde*, 1. Aufzug, *Einleitung - Langsam und schmachtend* (Liebestrank-Motiv), T. 1-7. L. van Beethoven: *Streichquartett Op. 18, Nr. 4*, 1. Satz *Allegro ma non tanto*, Anfang (Tonika – Subdominante, Pedalton: Tonika).

A. Casella, *9 Pezzi per Pianoforte*, N. 7 *In modo di minuetto*, Ricordi 115420, Milano, S. 23, T. 27-30.

### **Polyphoner Aspekt:**

P. Hindemith, *Ludus Tonalis, Fuga quarta in A*, Anfang (*With energy*): *dux – comes*.<sup>512</sup>

### **Zeit- und Höhentranslation / + räumliche Translation des ganzen Musters:**

J. S. Bach, *Concerto für 3 Cembali und Streicher in d-Moll*, 2. Satz *Alla Siciliana*, T. 1-4.

### **Zeit- und Höhentranslation + Variation:**

F. Chopin, *Préludes Op. 28, Nr. 17, As-Dur*, T. 3-6.

### **Polyphoner Aspekt:**

R. Wagner, *Tristan und Isolde, Einleitung*, T. 46-49 (1. Hb.+ E. H. – 1. Kl. [A] + 3. Hr. [E]). (Partitur: Eulenburg, No. 905, London, S. 6.)

Barocke Fuge: Thema - «tonale» Antwort: J. S. Bach, *Wohltemperiertes Klavier*, Buch I, *Fuga II, c-Moll, dux – comes*.<sup>513</sup>

### **Doppeltranslation und Variation (+ räumliche Translation):**

P. I. Tschaikowski, *Sinfonie Nr. 6, h-Moll*, 1. Satz, nach der Exposition des zweiten Themas *Moderato mosso*, Fl. 1 - Fag. 1; später: Ziffer E, Klar. 1 in A - Fag. 1. (Partitur: Breitkopf & Härtel Musikverlag, Nr. 3628, Leipzig, S. 15.)

### **Zeit- und Höhentranslation + Variation / räumliche Translation des ganzen Musters:**

J. Haydn, *Die Jahreszeiten, der Winter, Nr. 39 Terzett und Doppelchor*, Chor I/II, T. 52-56. (variierte Doppeltranslation, Raumtranslation der ganzen Struktur).<sup>514</sup> (Partitur: Edition Peters, W. Ph. V. 28, Leipzig, S. 554-555.)

### **KLEINER SATZ (sowie DOPPELPHRASE, KORRESPONDIERENDE PHRASEN) + TRANSLATION**

#### **Zeittranslation:**

Kleiner Satz + Zeittranslation = kleiner Doppelsatz: D. Scarlatti, *Sonate in F-Dur*, T. 28-35 (c-Moll). Aus: Domenico Scarlatti, *12 Sonata* (redigirao Svetislav Stančić), Muzička naklada Zagreb - 298, Sonate Nr. 3 (F-Dur), S. 10.

---

<sup>512</sup> Weitere Beispiele: J. S. Bach, *Zweistimmige Invention Nr. 8*, F-Dur, Anfang: Thema und seine Nachahmung; *Wohltemperiertes Klavier*, Buch I, *Fuga VI*, d-Moll, *dux – comes* («reale» Antwort).

<sup>513</sup> Weitere Beispiele: J. S. Bach, *Wohltemperiertes Klavier*, Buch I, *Fuga III*. Cis-Dur; *Fuga XIII*. gis-Moll, *Fuga XXII*. b-Moll.

<sup>514</sup> Auch: J. S. Bach, *Concerto für 3 Cembali und Streicher d-Moll*, BWV 1063, 2. Satz *Alla Siciliana*, T. 21-24.

### Zeit- und Raumtranslation:

*Lento moderato* **a**  
Soli (kleiner Satz)

Coro I (S, A, T, B) ||=====||=====||=====||=====||-----||-----||-----||=====||  
(p) *Sta-bat mater do-lo-ro-sa* *dum pendebat...*

**a**

*Lento moderato* **Soli (Zeit- und Raumtranslation)**

Coro II (S, A, T, B) ||-----||-----||-----||=====||=====||=====||=====||-----||  
(p) *jux-ta cru-cem la-cry-mo-sa*

t----->

G. P. da Palestrina, *Stabat Mater* (doppelhörige *a cappella* Komposition), eingerichtet von Richard Wagner. (Vgl. die Partitur: Wiener Philharmonischer Verlag Nr. 90, S. 1-2.)<sup>515</sup>

### DOPPELPHRASE + ZEITTRANSLATION (= kleiner Satz):

R. Schumann, *Carnaval Op. 9, Nr. 9 Papillons, Prestissimo*, T. 1-8.<sup>516</sup>

### KORRESPONDIERENDE PHRASEN + ZEITTRANSLATION:

**= korrespondierende Phrasen** **+ Zeittranslation...**

3. Holzbläser + Glockenspiel Streicher + Holzbläser  
Fl. 1 & 2 Ob. 1 VI. 1

|| -----||-----||-----||-----||-----||  
F-Dur: T D T D T  
(Terzlage) (Oktavlage)

t----->

// //

||-----||-----||-----||-----||  
D T (Terzlage) D T (Oktavlage)

t----->

W. A. Mozart, *Zauberflöte, Zweiter Aufzug, Nr. 20. Arie - Papageno*, instrumentaler Schluss. (Vgl. die Partitur: Edition Peters Nr. 853, Leipzig, S. 300-301.)

<sup>515</sup> Weitere Beispiele: O. di Lasso, *Bonjour mon coeur* (Chanson), Anfang (4 + 4 T.). W. A. Mozart, *Don Giovanni*, KV 527, *Ouverture*, 2. Thema, T. 77-84 (4 + 4 T.); *Codetta*, T. 99-111 (6 + 6 T.). Erster Aufzug, *Scena XVII*, T. 50-58. J. Haydn, *Symphonie Nr. 49*, f-Moll («*La Passione*»), IV *Finale*, *Presto*, T. 57-64. (Echo-Effekt: kleiner Satz, *forte* + seine Wiederholung, *piano*). G. Verdi, *Requiem, Nr. 2 Dies irae*, M. S. solo: «*Liber scriptus proferetur, In quo totum continetur*», Partitur, Edition Peters, Nr. 636, Leipzig, S. 55 (*Allegro molto sostenuto*); *Otello*, Atto Primo, *Scena I*, *Coro* (Tutti), T. 95-102, *ff* («*Dio, fulgor della bufera! – Dio, sorriso della duna!*»). O. Respighi, *Pini di Roma, 1. I pini di Villa Borghese, Allegretto vivace*, T. 9-19 (Cl., Fg., Vc.). P. I. Tschaikowski, *Violinkonzert D-Dur, III. Finale, Allegro vivacissimo* (R<sub>2</sub>), 2. Thema (A-Dur) VI. Solo, *Poco meno mosso*, T. 148-155. A. Borodin, *Polowetzer Tänze* aus der Oper *Fürst Igor*, Partitur, Ed. Peters Nr. 626, S. 3 (Ob.): bei der Wiederholung bleibt die Melodie (kl. Satz) unverändert, die Orchesterbegleitung (Harmonie) wird verändert. E. Grieg, *Holberg Suite* für Klavier, 3. *Gavotte: Musette*, Edition Koenemann Budapest, S. 13. R. Schumann, *Albumblätter, Op. 124*, für Klavier, Nr. 2: *Leides Ahnung, Langsam* (.= 69) *Lento* (Anfang).

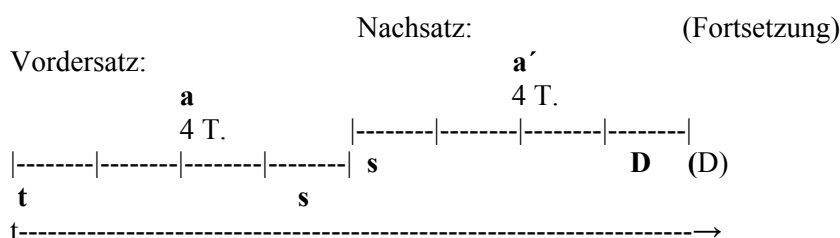
<sup>516</sup> Auch: R. Schumann, *Humoreske Op. 20, Intermezzo*, Anfang.

### Zeittranslation + Variation:

L. Sorkočević, *Sinfonie Nr. 5, D-Dur*, 1. Satz *Allegro*, Exposition, 2. Thema (A-Dur): Doppelphrase (≈ kleiner Satz) + variierte Wiederholung, T. 13-20.<sup>517</sup>

### Spezifische Symmetriebrechung: kleine Periode:

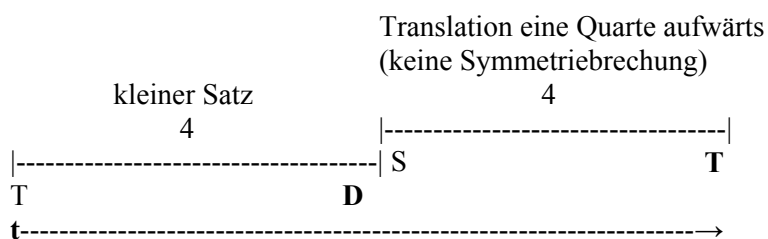
**Vordersatz / «Frage» + Nachsatz / «Antwort».** Typische harmonische Beziehung zwischen den Schlüssen (Kadenzen): Vordersatz: Halbschluss (Dominante), Nachsatz: Ganzschluss (Tonika). Viele andere Verhältnisse kommen auch vor. Zum Beispiel:



J. S. Bach, *Konzert für Klavier und Orchester in f-Moll*, 1. Satz, Anfang. (Schlüsse: 1. Subdominante – 2. Dominante.)<sup>518</sup>

### Zeit- und Höhenttranslation (= Doppeltranslation):

J. S. Bach, *Italienisches Konzert*, 1. Satz, *Allegro*, Anfang (Thema), Tonika - Dominante.<sup>519</sup>  
Koloss István, *Hommage a Harmat Artur*, Anfang (T. 1-9). Aus: Koloss István, *Trois hommages pour Orgue*, Editio Aerophon Nr. 114, 2004, S. 3.<sup>520</sup>



R. Schuman, *Faschingschwank aus Wien*, Op. 26, 1 *Allegro*, Anfang. (Da der kleine Satz auf der Dominante endet, entsteht durch die Doppeltranslation ein periodisches Verhältnis: Vordersatz: T – D, Nachsatz: S – T.)

<sup>517</sup> Weitere Beispiele: W. A. Mozart, *Sonate G-Dur*, KV 283, 1. Satz *Allegro*, 2. Thema (D-Dur);

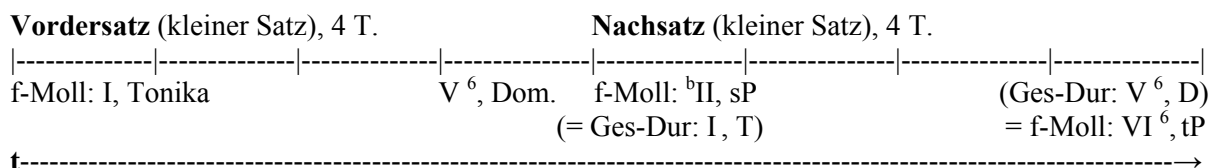
F. Chopin, *Nocturno Op. 9 Nr. 2*, Es-Dur, Anfang.

<sup>518</sup> P. Tschaikowski, *Die Jahreszeiten* für Klavier Op. 37, Nr. 2 *Februar, Allegro giusto*, Anfang. Vordersatz: Tonika – Dominante, Nachsatz: Tonika – Mollsubdominante. R. Schumann, *Carnaval Op. 9*, Nr. 20 *Marche des Davidbündler contre les Philistrins*, Anfang. Schlüsse: 1. Dominante, 2. Tonalität der Tp (= f-Moll, Tonika).

<sup>519</sup> Auch: J. S. Bach, *Doppelkonzert* für 2 Violinen, d-Moll, 1. *Vivace*, T. 1-8, Violino concertato II (Thema, d-Moll) – Violino concertato I («reale» Antwort, a-Moll).

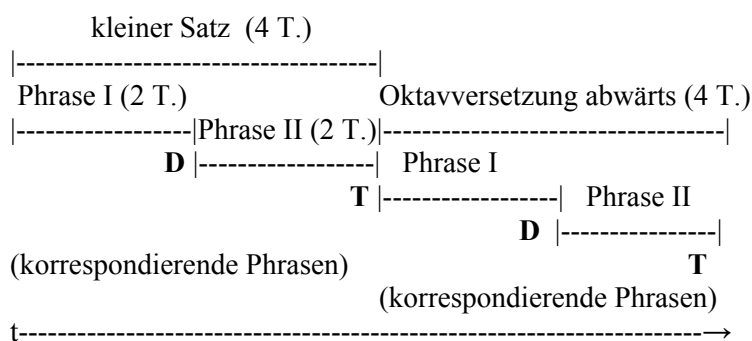
<sup>520</sup> Ein analoges Beispiel: A. Bruckner, *V. Symphonie* B-Dur, 1. Satz *Allegro*, Ziffer K, T. 267-274.





L. van Beethoven, *Sonate Op. 57 («Appassionata»)*, 1. Satz *Allegro assai*, 1. Thema (Anfang).<sup>521</sup>

### Doppeltranslationen von Phrasen innerhalb der Doppeltranslation des kleinen Satzes:



R. Schumann, *Kinderszenen*, Op. 15, Nr. 6 *Wichtige Begebenheit*.<sup>522</sup>

### Polyphoner Aspekt:

**Zeittranslation:** Duett (Nachahmung im Einklang): W. A. Mozart, *Don Giovanni*, Atto Secondo, Nr. 1, Scena I: Don Giovanni («*Eh via buffone, ...*»), T. 2-6, Leporello («*No, no padrone, ...*»), T. 6-10.

**Doppeltranslation:** I. Stravinsky, *Symphony of Psalms*, II. Satz, *Coro* (Fuge II: «*Expectans...*») Dux - Comes).<sup>523</sup>

<sup>521</sup> Weitere Beispiele: L. van Beethoven, *Sonate Op. 27 Nr. 2 («Mondschein»)*, 2. Satz *Allegretto*, Anfang (Konsequenz: periodisches Verhältnis: Schluß des Vordersatzes: Dominante, Schluß des Nachsatzes: Tonika); *Sonate Op. 53 («Waldstein»)*, 1. Satz, 1. Thema, T. 1-8. R. Schumann, *Sonate fis-Moll*, Op. 11, *Scherzo e Intermezzo* (Translationsintervall: reine Quarte aufwärts, Tonika – Subdominante). A. Skrjabin, *Sonate Nr. 7*, Op. 64, 1. Satz *Allegro*, 1. Thema, T. 1-8 (Translationsintervall: große Sekunde aufwärts).

<sup>522</sup> Abweichung in der Satzlänge: (3 + 3 T.): W. A. Mozart, *Sinfonie g-Moll*, KV 550, *III Menuetto – Allegretto*, Anfang: Melodische Linie (kleiner Satz) wird eine Terze höher versetzt, funktional – harmonischer Hintergrund bleibt unverändert. J. Sibelius, *Sinfonie Nr. 1, e-Moll*, 1. Satz – *Allegro energico*, A (Bläser): Transposition der ganzen melodisch – harmonischen Struktur, direkte chromatische Modulation (Terzenverwandschaft) vom h-Moll nach d-Moll. M. Reger, *Praeludium Op. 59*, Heft I. *Con moto* (Anfang). Kleine Periode: Vordersatz (T. 1-3) e-Moll – G-Dur, Nachsatz (T. 4-6), c-Moll – A-Dur, aus: *12 Orgelstücke*, Op. 59.

(6 + 6 T.): F. Liszt, *Liebesträume. Drei Nottornos, III. «O lieb...» Poco allegro, con affetto*, Anfang.

<sup>523</sup> Weitere Beispiele: J. S. Bach, *Wohltemperiertes Klavier*, Buch II, *Praeludium XXIV.*, h-Moll, Anfang: Thema + Nachahmung des Themas (Oktavversetzung abwärts). Bei der Nachahmung bleibt das Thema unverändert, nur der Kontrapunkt wird variiert (freie Spiegelung an einer Horizontalachse); *Zweistimmige Invention Nr. 9*, f-Moll, Thema + Nachahmung des Themas (Oktavversetzung); *Wohltemperiertes Klavier*, Buch II, *Fuga XIII.*, dux – comes («reale» Antwort). L. van Beethoven, *Sonate Op. 110*, As-Dur, letzter Satz - *Fuga: dux – comes* («reale» Antwort); *Streichquartett Op. 131*, cis-Moll, 1. Satz *Adagio ma non troppo e molto espressivo*, Anfang: dux –

## Zeit- und Höhentranslation + Variation:

S. Prokofiew, *Sinfonie Nr. 5*, Op. 100, *II Allegro marcato*, [42] As-Dur. Ein wenig variierte Wiederholung (Oktavversetzung) des kleinen Satzes, Tr. 1, Vl. 1 (Melodie: Verkürzung des letzten Motivs). Vgl. die Partitur: Edition Peters Nr. 5715, Leipzig, S. 73.

## Polyphoner Aspekt:

A. Bruckner, *Messe in f-Moll, Gloria*, Schlussfuge: *In gloria Dei Patris, amen, dux* (Tenor) – *comes* (Bass), und weiter: *dux* (Sopran) – *comes* (Alt) («tonale» Antwort).<sup>524</sup>

## Raumtranslation:

J. Haydn, *Die Jahreszeiten, Der Winter, Nr. 39 Terzett und Doppelchor*, Coro I, II, T. 122-125 «*in deines Reiches Herrlichkeit.*» (**Raumtranslation, Gleichzeitigkeit**). Vgl. die Partitur: Ed. Peters, W. Ph. V. 28, Leipzig, S. 575.

W. A. Mozart, *Missa c-Moll, K 427, Qui tollis*, Largo (g-Moll), Coro I («*Qui tollis peccata mundi.*»), T. 317-320, Coro II («*Qui tollis peccata mundi.*»), T. 319-322 (**Zeit- und Raumtranslation, periodische Struktur: gebrochene Symmetrie**). Vgl. die Partitur: Edition Eulenburg, E. E. 6057, Mainz 1956, S. 78-79.

J. S. Bach, *Matthäus-Passion*, Zweiter Teil, Nr. 54, *Chor I / II: «Laß ihn kreuzigen!»* **Zeittranslation innerhalb der Fugato-Nachahmungen (d. h. innerhalb des Modells) und Raumtranslation des ganzen polyphonen Modells**. Vgl. die Partitur: Edition Peters Nr. 580, E. E. 2654, S. 215-216.

## GROSSER SATZ (sowie KLEINER DOPPELSATZ oder KLEINE PERIODE) + TRANSLATION

### Zeittranslation:

**Großer Satz + Zeittranslation = großer Doppelsatz (8 + 8 = 16 T.):**

Luka Sorkočević, *Sinfonie Nr. 6 in D-Dur*, III Satz *Allegro*, Thema, Vl. I. (Bei der Wiederholung kommt geringfügige Veränderung in der Instrumentation vor. Nach der *forte* Exposition des großen Satzes folgt seine *mezzo-piano* Wiederholung.) Vgl. die Partitur: L. Sorkočević, *Sieben Symphonien*, bearbeitet von Stjepan Šulek, Verleger: MIC, JAZU, Zagreb 1990, S. 80.<sup>525</sup>

---

*comes* («reale» Antwort). D. Schostakowitsch, *24 Präludien und Fugen*, Op. 87, Band I, *Fuge 2*, a-Moll, *Fuge 3*, G-Dur, *Fuge 4*, e-Moll, *Fuge 7*, A-Dur, *Fuge 12*, gis-Moll: *dux* – *comes* («reale» Antwort); *24 Präludien und Fugen*, Op. 87, Band 2: *Fuge 13*, Fis-Dur, *Adagio*; *Fuge 19*, Es-Dur, *Moderato con moto*; *Fuge 22*, g-Moll, *Moderato*: *dux* – *comes* («reale» Antwort). Dynamischer Kontrast: *ff* – *pp* (keine strukturelle Veränderung): E. Grieg, *Stimmungen für Klavier* Op. 73, Nr. 7 – *Gebirgsweise*, T. 15-22.

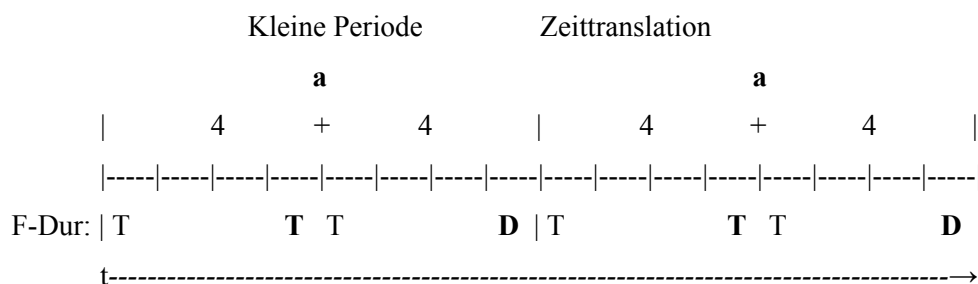
<sup>524</sup> Weitere Beispiele: J. S. Bach, Kantate Nr. 21, *Ich hatte viel Bekümmernis*, Coro: «*Das Lamm, das erwürget ist*», Schlussfuge: «*Lob, und Ehre, und Preis, und Gewalt...*», *dux* (B. solo) – *comes* (T. solo) – «tonale» Antwort; J. S. Bach, *Wohltemperiertes Klavier*, Buch I., *Fuga XXI*, B-Dur, *dux* – *comes* («tonale» Antwort); Buch II., *Fuga XVI*, g-Moll, *dux* – *comes* («tonale» Antwort). G. F. Händel, *Der Messias*, 23 (Chorus) «*Durch seine Wunden...*», *dux* – *comes* («tonale» Antwort). R. Schumann, *Vier Fugen* Op. 72, Nr. 1, Nr 4, *dux* - *comes* («tonale» Antwort); R. Schumann, *Sieben Fugheten* Op. 126, Nr. 1, *dux* - *comes* («reale» Antwort, Abweichungen in weiterer Entwicklung der Antwort); Nr. 4 (dreitagiges Thema, «tonale» Antwort). D. Schostakowitsch, *24 Präludien und Fugen* Op. 87, Band 2, *Fuge 17*, As-Dur, *dux* – *comes* («tonale» Antwort). Freie Nachahmung: G. Rossini, *Stabat Mater*, N<sup>o</sup>. 9 Quartetto a sole voci (*Andante*), Anfang: „*Quando corpus morietur, morietur.*„ (Basso – Soprano 2).

<sup>525</sup> Weitere Beispiele: J. S. Bach, *Suite pour le clavecin*, Es-Dur, *Menuet 1. (Altern.)*, 1. Teil; *Menuet 2, Trio* (es-Moll), 1. Teil; L. van Beethoven *Sonate Op. 101*, 2. Satz - *Vivace alla Marcia*, Anfang; L. van Beethoven, *Frühlings-Sonate*, Op. 24, für Violine und Klavier, 2. Satz, *Adagio molto espressivo*, Thema, Vordersatz: Klavier, Nachsatz: Violine; G. Rossini, *Il Barbiere di Siviglia*, Atto Primo, *Cavatina – Figaro, All. vivace*,

**Wiederholter kleiner Doppelsatz** (8 + 8 = 16 T.):

R. Schumann, *Die Davidsbündler (Davidsbündlertänze)*. 18 Charakterstücke, Nr. 5 Einfach, Anfang. (Geringfügige Variation innerhalb des kleinen Doppelsatzes [des Modells], der dann buchstäblich wiederholt wird.) Aus: Schumann, Klavierwerke, Band II, (Sauer), Edition Peters, Nr. 2300 b, Leipzig, S. 12.

**Wiederholte kleine Periode** (8 + 8 = 16 T.):

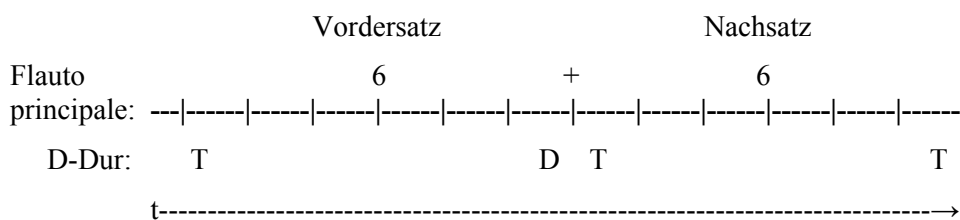


L. van Beethoven, *Frühlings-Sonate* für Violine und Klavier, Op. 24, *Scherzo, Allegro molto*, 1. Teil: wiederholte kleine Periode.<sup>526</sup>

**Sechstaktige Sätze** (6 + 6 = 12 T., 12 + 12 = 24 T.)

*Allegro*

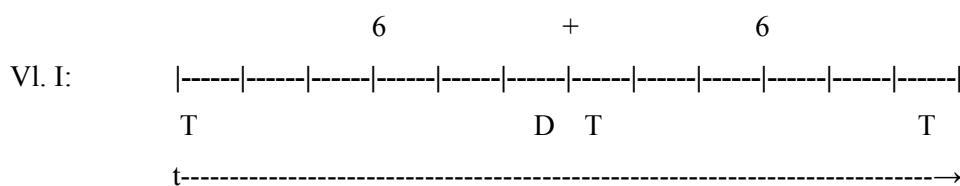
**Periode:**



//

//

**zeitliche Translation (wiederholte Periode):**



W. A. Mozart, *Flötenkonzert D-Dur*, KV 314, III. *Allegro*, 1. Thema.

*stringendo* («Ah, bravo Figaro, bravo, bravissimo, a te fortuna non mancherà.»); F. Chopin, *Mazurka Op. 7, Nr. 1*, B-Dur, Anfang (12 + 12 T.); *Valse Op. 70, Nr. 3, Moderato*, Abschnitt **b** des ersten Teils **A**, T. 17-32.  
<sup>526</sup> Weitere Beispiele: J. S. Bach, *Französische Suite Nr. 5*, G-Dur, *Gavotte*, 1. Teil; J. S. Bach, *Französische Suite Nr. 6*, E-Dur, *Gavotte*, 1. Teil. R. Schumann, *Carnaval Op. 9*, Nr. 20 *Non Allegro, Marche des Davidsbündler contre les Philistins*; R. Schumann, *Davidsbündlertänze*, Op. 6, Nr. 9. *Lebhaft* (Klavierwerke, Band II). F. Chopin, *Valse Op. 70, Nr. 3*, Anfang. L. van Beethoven, *Symphonie Nr. 8*, F-Dur, III *Tempo di Menuetto*, Anfang, kleine Periode mit einer kurzen Einleitung (2 + 4 + 4 T.) + Zeittranslation (Wiederholung). J. Haydn, *Sonate D-Dur Nr. 7*, 2. Satz *Largo e sostenuto* (d-Moll), 1. Teil = kleine Periode (4 + 5 T.) + ihre Zeittranslation. Aus: *Sonaten von Joseph Haydn*, hrsg. von L. Köhler und A. Ruthardt, C. F. Peters, Nr. 9146, Leipzig, S. 71.

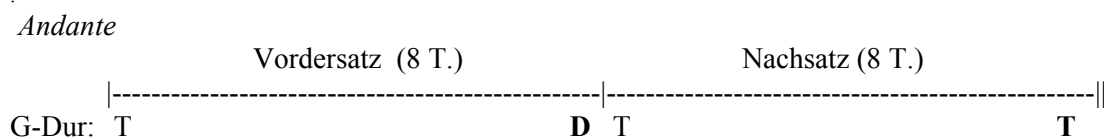
**Polyphonie:** J. S. Bach, *Musikalisches Opfer* (BWV 1079), BWV 1079.3b 1st Edn '[Canon] 2. a 2 Violin: in Unisono'. Vgl.: J. S. Bach Musikalisches Opfer, BWV 1079, Edition Eulenburg, No. 1390, Mainz 1986, S. 36. (VI. I, VI. II, Continuo).

### Zeittranslation und Variation:

**Varierte Wiederholung eines großen Satzes:** L. van Beethoven, *Quartet Op. 131 cis-Moll*, Nr. 4 *Andante ma non troppo e molto cantabile* (A-Dur), *Piu mosso*: T. 1-16.

**Varierte Wiederholung einer kleinen Periode:** J. Haydn, *Sonate Nr. 5, C-Dur, 1. Satz Allegro con brio*, Anfang. Die Veränderung bezieht sich in erster Linie auf die Begleitung (linke Hand). Vgl.: *Sonaten von J. Haydn*, hrsg. von L. Köhler und A. Ruthardt, Edition Peters, Nr. 9146, S. 50.<sup>527</sup>

**Spezifische Art von Symmetriebrechung: Große Periode** («Frage» - «Antwort»)

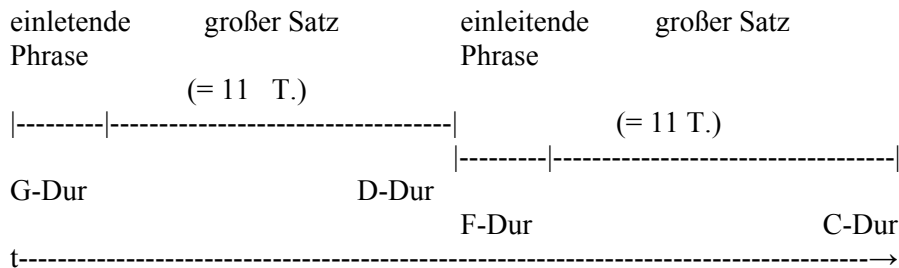


F. Schubert, *Quarte Impromptus, Nr. 3 G-Dur*, Anfang.<sup>528</sup>

### Zeit- und Höhentranslation:

**Oktavversetzung eines großen Satzes nach oben:** F. Liszt, *Valse – Impromptu*, Tempo di Valse (*vivace e grazioso*). Aus: Gesammelte Werke für Klavier von Franz Liszt, hrsg. von Ignaz Friedman, Ausgabe in zwölf Heften, *V. Originalkompositionen*, Universal Edition, Nr. 5880, 5985, 5940, Wien, S. 48-49.<sup>529</sup>

**Transposition in eine andere Tonalität:**



L. van Beethoven, *Sonate Op. 31 Nr. 1, G-Dur, 1. Satz, 1. Thema* (Transposition in F-Dur), 11 + 11 T.

### Polyphonie:

**Kanon** in der Oktave: L. van Beethoven; *Sinfonie Nr. 4, 1. Satz, T. 141-157* (= eine Synthese von Stretto-Kanon und großer Doppelsatz). **Fuge, Exposition: Thema – «reale» Antwort:**

D. Schostakowitsch, *24 Präludien und Fugen, Op. 87, Band 1, Fuge 1, C-Dur*, Thema (Ionisch), 8 T. + «reale» Antwort (Mixolydisch). Edition Sikorski, Nr. 2124, Hamburg, S. 4.<sup>530</sup>

<sup>527</sup> Auch: L. van Beethoven, *Sonate op. 53, C-Dur* («Waldstein»), 1. Satz – *Allegro con brio*, 2. Thema (E-Dur), T. 35-50.

<sup>528</sup> In der Epoche des Barocks: J. S. Bach, *Klavierübung*, 1. Teil, *Partita II, c-Moll, Rondeaux*, (Thema = große Periode); J. S. Bach, *Dreistimmige Invention g-Moll*, Anfang (quasi große Periode, Schlüsse: 1. g-Moll, Tonika, 2. B-Dur, Tonika).

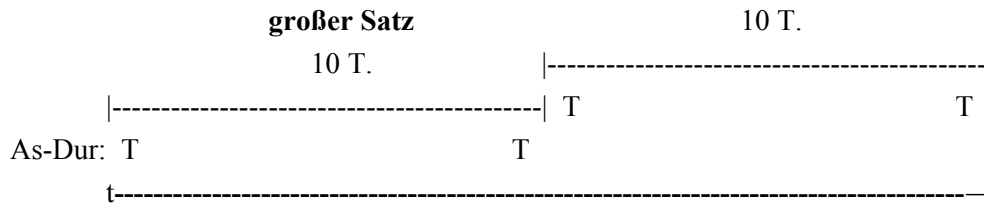
<sup>529</sup> Auch: L. van Beethoven, *Streichquartett Op. 131, cis-Moll, Nr. 5 Presto*, T. 3-18.

<sup>530</sup> Auch: D. Schostakowitsch, *24 Präludien und Fugen Op. 87, Band 1, Fuge 8, fis-Moll, Fuge 11, H-Dur*.

**Zeit- und Höhentranslation + Variation:**

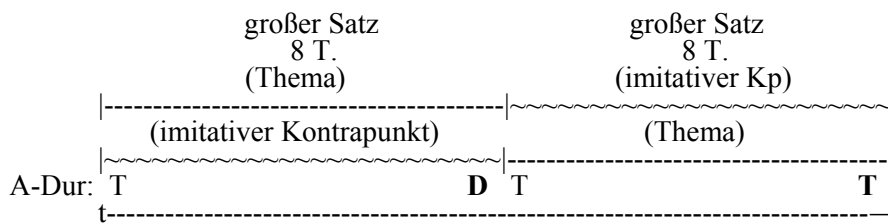
**Gesamtform = großer Doppelsatz:**

**Variierte Wiederholung des großen Satzes eine Oktave höher:**



L. van Beethoven, *Sonate Op. 2 Nr. 1, f-Moll*, 3. Satz *Prestissimo*, 3. Thema (As-Dur) *L'istesso tempo*, 10 + 10 T.

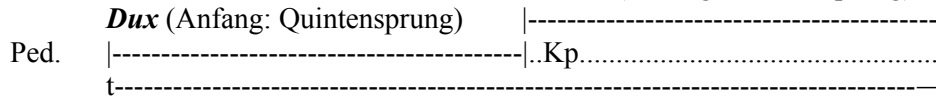
**Gesamtform = große Periode:**



L. van Beethoven, *Sonate Op. 101, A-Dur*, letzter Satz, 1. Thema. (Bei der Wiederholung des großen Satzes wird die Technik des doppelten Kontrapunkts in Oktave angewendet.)

Man I

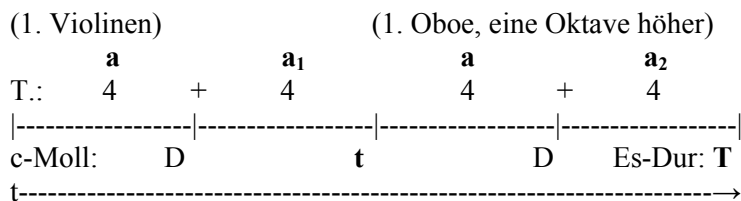
**Comes** (Anfang: Quartensprung)



J. S. Bach, *Canzona d-Moll* für Orgel, Anfang: Exposition des Themas und «tonale» Antwort. Vgl.: *J. S. Bachs Werke* für Orgel, Gesamtausgabe für den praktischen Gebrauch, Band IV, Nr. 37, S. 81.

**Gesamtform = große Periode (8 + 8 T.)**

Kleine Periode + ihre Doppeltranslation und Variation:



L. van Beethoven, *Sinfonie Nr. 3, Op. 55, 2. Satz Marcia funebre (Adagio assai)*, Anfang. Da die erste kleine Periode in c-Moll und die variiert wiederholte kleine Periode in Es-Dur kadenziiert, darf die ganze Formkonstruktion als eine große Periode aufgefasst werden, die aus zwei kleinen Perioden besteht.<sup>531</sup>

<sup>531</sup> Auch: L. van Beethoven, *Konzert für Klavier, Violine und Violoncello C-Dur, Op. 56, III Rondo alla Polacca*, Anfang. (Zwei kleine Perioden innerhalb einer großen Periode.)

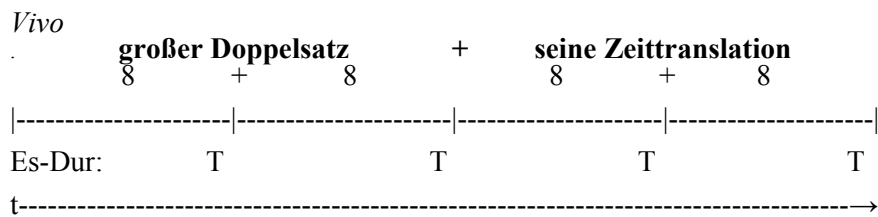
### Polyphoner Aspekt:

Fuge: **Dux – Comes** („tonale Antwort“).

Z. B.: J. S. Bach, *Wohltemperiertes Klavier*, Buch 2: *Fuga VI*, Es-Dur (Thema: T. 1-7).<sup>532</sup>

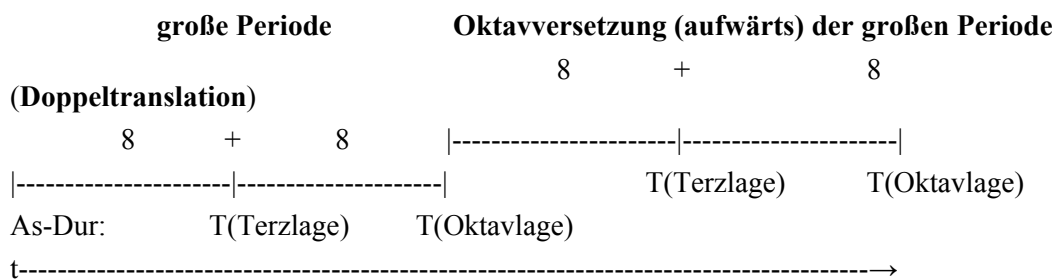
### GROSSER DOPPELSATZ , GROSSE PERIODE oder ein GROSSER SATZ von 16 Takten + TRANSLATION

#### Zeittranslation:



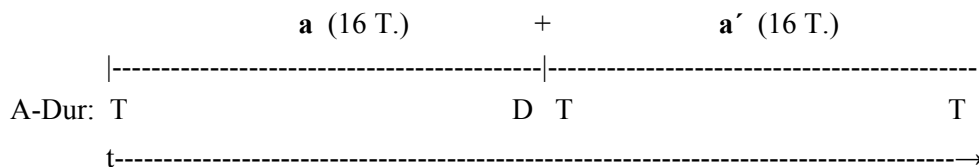
F. Chopin, *Grande Valse brillante Op. 18*, Es-Dur, T. 5-20 + Wiederholung.

#### Zeit- und Höhentranslation:



F. Chopin, *Grande Valse*, Op. 42, As-Dur, 1. Teil (*leggiere* - nach der Einleitung, T. 9-40)

Im folgenden Beispiel handelt es sich eigentlich um einen sehr **großen Satz von 16 Takten**, der variiert wiederholt wird (= eine **große Periode** von 32 Takten).



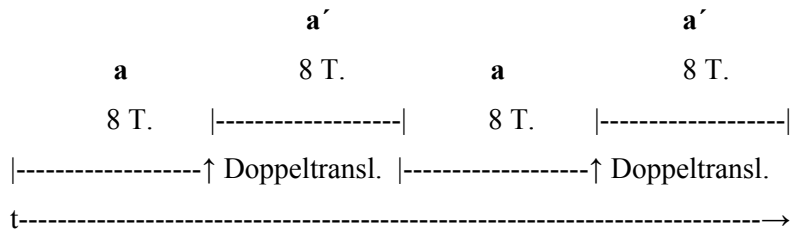
R. Schumann, *Klavierkonzert in a-Moll*, Op. 54, letzter Satz *Allegro vivace*, 1. Thema, T. 9-40.<sup>533</sup>

<sup>532</sup> Auch: J. S. Bach, *Wohltemperiertes Klavier*, Buch II, *Fuga XV*, G-Dur, dux – comes.

<sup>533</sup> Auch: F. Schubert, *Impromptu As-Dur*, Mittelteil (cis-Moll), Anfang.

## Großer Doppelsatz (Zeit- und Höhentranslation eines großen Satzes) + Zeittranslation des ganzen zweiteiligen Modells:

**Großer Doppelsatz (16 T.)**      **Zeittranslation des Doppelsatzes (16 T.)**



F. Chopin, *Grande valse brillante*, Op. 34 Nr. 3, F-Dur, *Vivace*. Nach der Einleitung: T. 17-48.

## NOCH GRÖßERE ZUSAMMENHÄNGE:

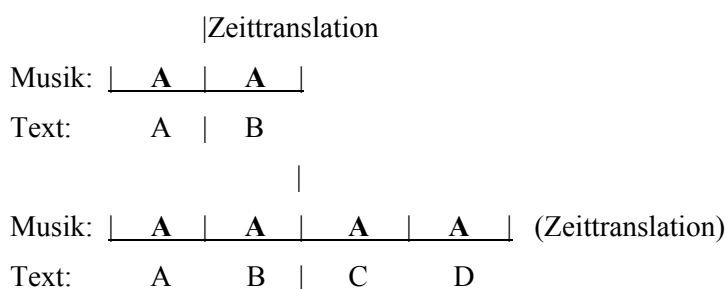
### Zeittranslation:

Wiederholung von Exposition im Sonatensatz:

Zahlreiche Beispiele in klassischen und anderen Sinfonien.

Strophische Liedform (zwei oder vier Strophen):

Eine schematische Darstellung:



Z. B.: F. Schubert, *Der Traum* (Hölty), Op. 172. Vgl.: *Schubert Album*, Band VI. (Friedlaender), Edition Peters No. 793, Leipzig, S. 96.

### Simultaner, polyphoner Aspekt:

Polyphone Überlappungen von führenden und nachahmenden Stimmen. Zweiteiligkeit und Aufeinanderfolge werden durch die kanonische Zweistimmigkeit bzw. Übereinanderschichtung ersetzt.

**Zeit- und Höhentranslation:** M. Reger, *Canon (Andante espressivo, ma con moto)* für Orgel (24 T.). Aus: *Zwölf Orgelstücke*, Op. 59, Heft I, Edition Peters, Nr. 3008a, Leipzig, S. 16. (Zweistimmiger Kanon in der Sexte [Man. I. und II.] mit einer hinzugefügten freien Stimme [Ped.]).<sup>534</sup>

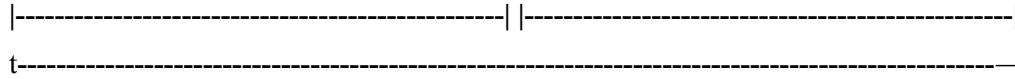
<sup>534</sup> Auch: J. S. Bach, *Brandenburisches Konzert Nr. 6, B-Dur*, 1. Satz *Allegro*. Anwendung des Stretto-Kanons im Einklang (Viola da braccio Ia, Viola da braccio IIa). C. Franck, *Sonate für Violine und Klavier*, A-Dur, letzter Satz (Kanon in der Oktave).

**Zeittranslation + Variation:**

Barocke Suite: Double

SARABANDE SIMPLE

SARABANDE DOUBLE (=Variation)



Z. B.: J. S. Bach, *Suite pour le clavecin, a- Moll: Sarabande simple – Sarabande double*. (Aus: Joh. Seb. Bach, *Clavierwerke II*. Bischoff, Steingräber Verlag, Leipzig, S. 56, 57.)

Variiertes strophisches Lied (zwei Strophen):

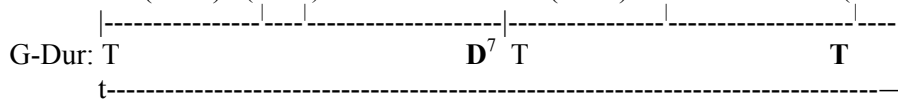
*Andante*

1. Teil: A (20 T.)      2. Teil: A var. (20 T.)

I.      großer Satz      II.      großer Satz | variierte Wiederholung (Zeittranslation)

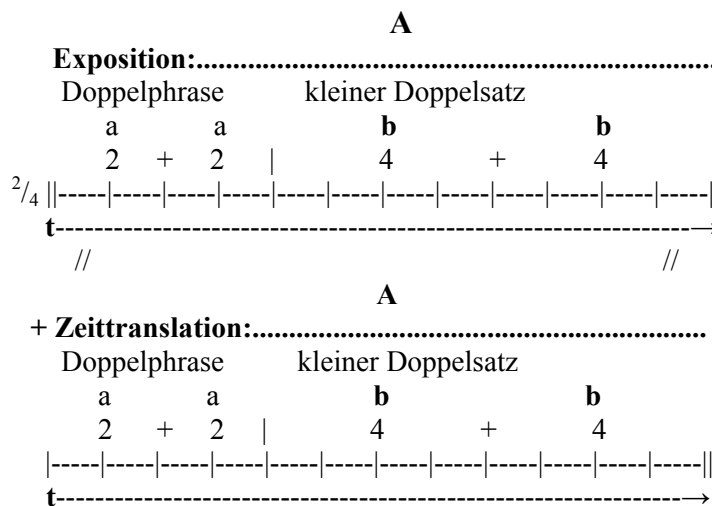
T.: 8 + 2 + 10      8 + 10 + 2

(4 + 4) (Klav.)      (4 + 4)      (Klav.)



L. van Beethoven, *Ich liebe dich* (Herrosen). Aus: *Beethoven, Lieder und Gesänge für eine Singstimme und Klavierbegleitung* (Kamillo Horn), UE No. 522, Nr. 47, S. 136. Die harmonischen Beziehungen (I: Tonika – **Dominante**, II: Tonika – **Tonika**) weisen auf eine periodische Formkonstruktion hin.

**Unterschiedliche Ebenen von Zeittranslation in einer Komposition:**



Zeitliche Proportionen: a) 2 + 2, b) 4 + 4, c) 12 + 12

B. Bartók, *Für Kinder II*, Nr. 23 *Tanzlied*. (Editio Musica Budapest, Z. 5438, S. 4.)



## Fraktale Symmetrie, Spiegelsymmetrie und translative Symmetrie in einer Fuge:

J. S. Bach, *Wohltemperiertes Klavier, Buch II, Fuge VI, d-Moll*:

### 1. Durchführung / Exposition:

Kopfmotiv des Themas (das auf einer Sechzehntel-Triole basiert):

Originalform – Umkehrung (= Krebsform) – Originalform – Umkehrung (= Krebsform).

Erste Hälfte des Themas: Bewegung aufwärts (Diatonik)

Zweite Hälfte des Themas: Bewegung abwärts (Chromatik)

### 2. Durchführung:

Thema: Originalversion

Thema: Umkehrung (Gegenbewegung)

## Binärsymmetrische Form (Tonika - Dom. ↓ Dom. - Tonika) als fraktales Muster

Tonalität und erweiterte Tonalität (Barock, Klassik, Romantik, 20. Jahrhundert).

Formtyp: Eine Dualform, deren beide Teile im Prinzip gleich lang sind. Der erste endet auf der Dominante, und der zweite beginnt auf der Dominante und führt zur Tonika zurück. Das weniger durch die Melodik als durch die Harmonik erreichte «Hin und Zurück» in der gleichgerichteten Folge ist oft mit einer auf spezifische Art und Weise gebrochenen translativen Symmetrien und gewissen spiegelsymmetrischen harmonischen Verhältnissen verbunden.

Die folgenden Beispiele aus unterschiedlichen musikalischen Werken sind nach der Vergrößerung des Maßstabs angeordnet.

### Motiv + variierte Translation (= korrespondierende Motive)

|----|----|  
**Dur: T D D T** (Spiegelsymmetrie im Bereich  
**Moll: t D D t** der harmonischen Funktionen)

Tempo di Minuetto. (♩ = 112-116)

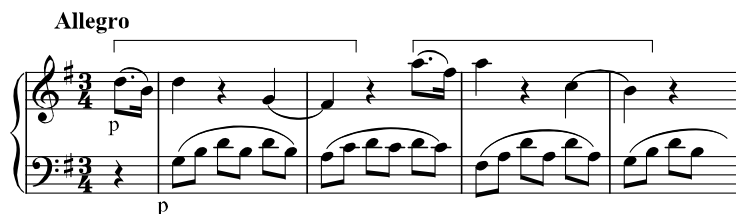
T D D T

L. van Beethoven, *Sonate Op. 49 Nr. 2*, 2. Satz, Anfang des Themas.<sup>535</sup> Das zweite Motiv ist vom ersten abgeleitet, und zwar durch Spiegelung an einer Horizontalachse und Doppeltranslation. Wenn man nur die Grundidee der gegenübergestellten Motive betrachtet ( $M_1$ : g' - fis',  $M_2$ : fis' - g') scheint es, dass der zweite Motiv durch Spiegelung an einer Vertikalachse entstand. Bilaterale Symmetrie ist unterdessen im Bereich der rhythmischen Struktur gebrochen.

### Phrase + variierte Translation (= korrespondierende Phrasen)

|-----|-----|  
**Dur: T D D T** (Spiegelsymmetrie im Bereich  
**Moll: t D D t** der harmonischen Funktionen)

<sup>535</sup> Weitere Beispiele: L. van Beethoven, *Sonate Op. 27 Nr. 2*, 1. Satz, Anfang des 1. Themas; L. van Beethoven, *Sonate Op. 111*, 2. Satz (*Arietta*), Anfang des Themas; J. Haydn, *Sonate C-Dur, II Adagio* (F-Dur), Anfang, T. 1-2. Aus: *Sonaten von Joseph Haydn*, hrsg. von L. Köhler und A. Ruthardt, C. F. Peters 9146, Leipzig, Sonate Nr. 5, S. 55; J. S. Bach, *Wohltemperiertes Klavier*, Buch II, *Präludium XII, f-Moll*, Anfang; G. Rossini, *Il Barbiere di Siviglia*, 1. Aufzug, Finale, Partitur: Dover Publications, New York, S. 228 (Ros. und Berta: «Zitto su! Zitto giù!»); C. Franck, *Praeludium, Choral und Fuge* für Klavier, *Praeludium*, T. 1, T. 3.



W. A. Mozart, *Sonate G-Dur KV 283*, 1. Satz, 1. Thema, Anfang.<sup>536</sup>

### Kleiner Satz + variierte Translation (= kleine Periode)

----- -----	
----- -----	
Dur: T                    D D                    T	(Spiegelsymmetrie im Bereich der
Moll: t                    D D                    t	harmonischen Funktionen.)

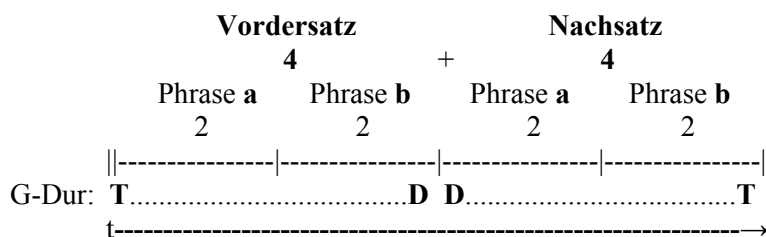


J. Haydn, *Sonate in Es-Dur*, Hob. XVI/49, 1. Satz *Allegro*, 1. Thema, Anfang, T. 1-8.<sup>537</sup>

<sup>536</sup> Weitere Beispiele: W. A. Mozart, *Sonate D-Dur, KV 311, Rondeau*, 1. Thema, Anfang; W. A. Mozart, *Sonate Es-Dur, KV 282, Menuetto I (B-Dur)*, Anfang; W. A. Mozart, *Sinfonie C-Dur, KV 551 («Jupiter»)*, 2. Satz *Andante cantabile*, Anfang; W. A. Mozart, *Zauberflöte, KV 620*, 1. Aufzug, Nr. 4 *Arie – Königin der Nacht, Allegro moderato*, Partitur: Nr. 853 Edition Peters, S. 86, T. 3-7; W. A. Mozart, *Zauberflöte, KV 620*, Zweiter Aufzug, Finale, *Allegro*, Partitur: Nr. 853 Edition Peters, S. 401-402 (instrumentale Einleitung), S. 402-403 (Chor: «*Es siegte die Stärke, und krönet zum Lohn*»), S. 410-411 (instrumentales Nachspiel); J. Haydn, *Sonate Nr. 59 Es-Dur*, Hob. XVI : 49, 2. Satz *Adagio cantabile*, T. 57-60 (b-Moll: t – D<sup>7</sup> | D<sup>7</sup> - t); J. Haydn, *Sonate e-Moll, II. Adagio (G-Dur)*, Anfang: T. 1-4. Aus: Joseph Haydn, *Sonaten*, hrsg. von Louis Köhler und Adolf Ruthardt, C. F. Peters 9146, Leipzig, *Sonate Nr. 2*, S. 26; L. van Beethoven, *Sonate Op. 2 Nr. 3*, 1. Satz, 1. Thema, Anfang; L. van Beethoven, *Sonate Op. 49 Nr. 2*, 1. Satz, 2. Thema, Anfang; L. van Beethoven, *Quartett Op. 131 cis-Moll*, Nr. 4 *Andante ma non troppo e molto cantabile (A-Dur)*, T. 1-4; L. van Beethoven, *Symphonie Nr. 8, F-Dur*, IV *Allegro vivace*, Anfang.

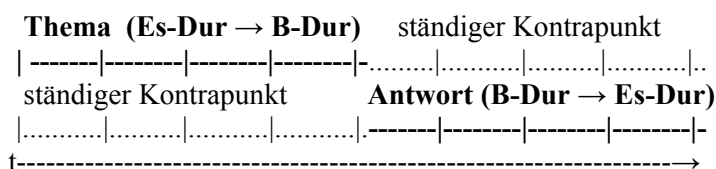
<sup>537</sup> Weitere Beispiele: J. Haydn, *Symphonie Nr. 6, G-Dur («Paukenschlag»)*, III *Menuetto Allegro molto*, Anfang; J. Haydn, *Die Jahreszeiten, Der Sommer*, Nr. 18 Terzett und Chor, *Allegro*, T. 68-78; W. A. Mozart, *Klaviersonate c-Moll, KV 457*, 1. Satz *Molto allegro*, Thema; W. A. Mozart, *Streichquartett A-Dur, KV 464*, 1. Satz *Allegro*, Thema; *Violinkonzert A-Dur*, 1. Satz, 1. Thema, Anfang (VI. solo); L. van Beethoven, *Sonate Op. 2 Nr. 2*, III. *Scherzo*, Anfang; L. van Beethoven, *Sonate Op. 10 Nr. 1*, Finale (Sonatensatz), 1. Thema; L. van Beethoven, *Sonate Op. 13, Rondo (SR)*, 1. Thema, Anfang; L. van Beethoven, *Sonate Op. 22, Menuetto*, Thema (A), Anfang; L. van Beethoven, *Klavier-Konzert Op. 15, C-Dur*, 1. Satz *Allegro con brio*, Anfang (Orchester); G. Rossini, *Il Barbiere di Siviglia*, Overture, *Allegro vivace*, 2. Thema T. 92-99; G. Rossini, *Il Barbiere di Siviglia*, Atto Primo, Stretta del Finale: «*Mi par d'esser con la testa...*» (Count, Bartolo, Rosina, Berta, Basilio, Figaro, Soldiers), Partitur: Dover Publications, New York, first published in 1989, S. 230-231; F. Chopin, *Mazurka Op. 6 Nr. 1*, Anfang des 3. Teils (*a tempo scherzando*); J. Brahms, *Variationen und Fuge über ein Thema von Händel*, Op. 24, Thema (das doppelte «Hin und Zurück»): T – D, T – D | D – T, D – T).

*Andante sostenuto piu tosto lento*

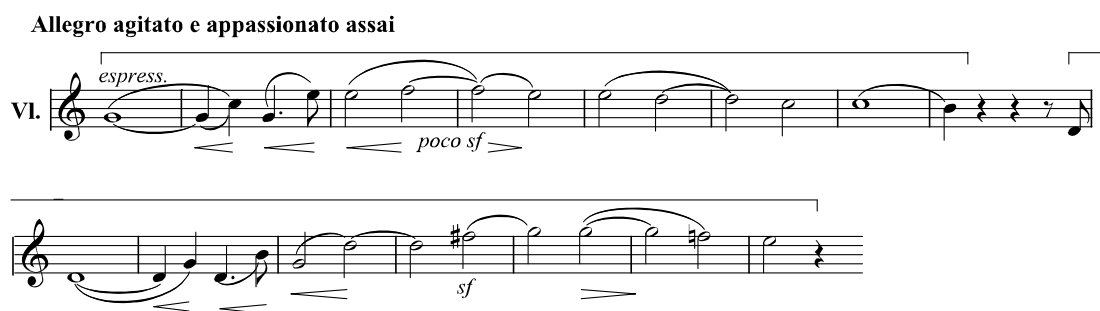
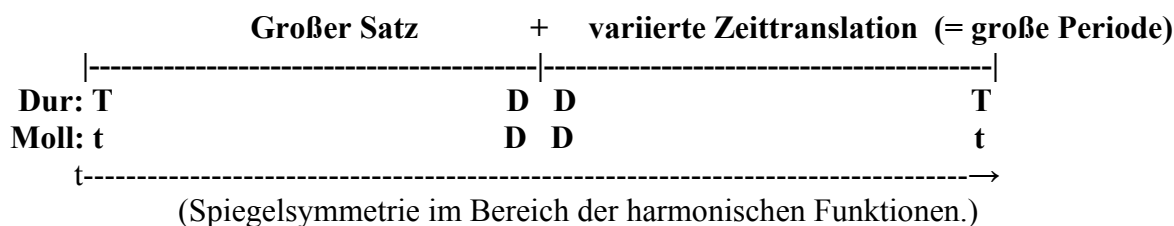


F. Liszt, *Ave maris stella*, Motette für gemischten Chor und Orgel, T. 5-12.<sup>538</sup>

**Polyphone Verwirklichung:**



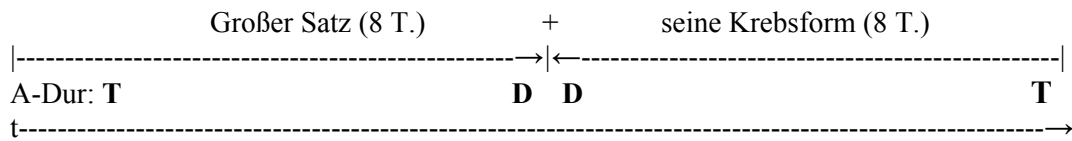
J. S. Bach, *Zweistimmige Invention Nr. 5, Es-Dur*, 1. Teil (Exposition).



H. Berlioz, *Symphonie Phantastique Op. 14*, 1. Satz, Hauptthema – *idée fixe*, erster Teil, T. 1-9 (VI. + Fl.).

<sup>538</sup> Im polyphonen Kontext: J. S. Bach, *Zweistimmige Invention Nr. 5*, Es-Dur, Thema (Dux) T – D, Antwort (Comes) D – T; J. S. Bach, *Partita I*, B-Dur, *Praeludium*, Anfang; J. S. Bach, *Magnificat*, 11. *Sicut locutus est* (Chor), Anfang: Dux: T → D, Comes: D (polyphone Überlappung) → T.

Menuetto da Capo:

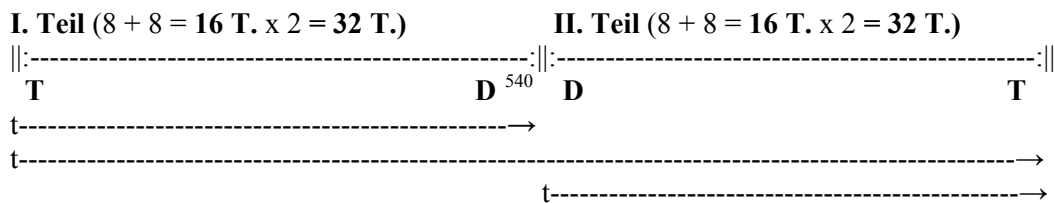


J. Haydn, *Menuetto al Rovescio*, 3. Teil (*Menuetto da Capo*). Aus: *Sonate A-Dur*, Hob. Gruppe 16, Nr. 26. In diesem Menuet von J. Haydn wird ein großer Satz, der auf Dominante endet, rückläufig gespielt (Spiegelung an einer Vertikalachse, die eine bilateral symmetrische kompositorische Struktur im Zeitablauf erzeugt). *Conditio sine qua non* eines solchen Verfahrens ist die Gestaltung von so einer harmonisch-melodischen Progression, deren Krebsform die entsprechenden stilistisch - ästhetischen Normen respektiert. (Im ersten und im zweiten Teil des Menuets kommt das doppelte «Hin und Zurück» vor ||: T – D :||: D – T :||.)<sup>539</sup>

### Noch größere Dimensionen: Binärsymmetrische Form der Sätze und

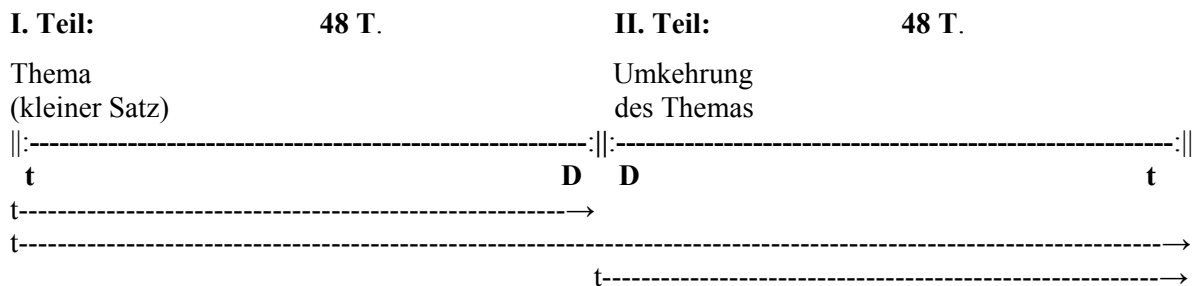
#### Einzelkompositionen

**THEMA (Aria):**



J. S. Bach, *Goldberg-Variationen*, *Aria* (das doppelte «Hin und Zurück»): I. Teil: T – D + T – D, 16 + 16 T. | II. Teil: D – T + D – T, 16 + 16 T.)

Zahlreiche Beispiele sind in J. S. Bachs und G. F. Händels Suiten und Partiten (Allemande, Courante, Gigue usw.) sowie in A. Corellis *Concerti Grossi Op. 6, Nr. 9-12* (Formtyp: *Cocerto da camera*) zu finden.



J. S. Bach, *Klavierübung I, Partita c-Moll, Capriccio*.

<sup>539</sup> Weitere Beispiele: J. Haydn, *Symphonie Nr. 47, G-Dur*, Hob. 1/47, Menuet, 3. Teil: Menuet da Capo (ohne Wiederholung: T – D, D – T), 1. und 2. Teil: das doppelte „Hin und Zurück“ ||: T – D :||: D – T :||; L. van Beethoven, *Sonate Op. 106*, 3. Satz *Adagio sostenuto*, 1. Thema, Anfang; L. van Beethoven, *Sonate Op. 109*, langsamer Satz, Gesangvoll, mit innigster Empfindung, *Andante, molto cantabile ed espressivo*, Thema (das doppelte «Hin und Zurück» ||: T – D :||: D – T :||).

<sup>540</sup> Diatonische Modulation nach D-Dur.

Die binärsymmetrische Form findet man auch in J. S. Bachs *Zweistimmigen Inventionen* (z. B. Nr. 11, g-Moll) und *Präludien des Wohltemperierten Klaviers* (z. B.: Buch II, Nr. 15, G-Dur). Die analoge Formidee realisierte auch P. Hindemith im Bereich der erweiterten Tonalität (*Ludus Tonalis*, *Fuga undecima in H* [Canon]; *Interludium II*, *Pastorale, moderato*, in G).

Außerdem gibt es viele Beispiele in D. Scarlattis *Sonaten* für Cembalo bzw. Klavier. Schon bei diesem zweiteiligen Formtyp kommen die Elemente oder Antizipationen des klassischen Sonatensatzes vor: 1. und (*quasi*) 2. Thema im ersten Teil, (*quasi*) Durchführung und Reprise im zweiten Teil. Dies ist der Grund, dass die zwei Teile häufig nicht gleich lang sind.

## Typischer Prozess des Formbildens in drei Phasen als fraktales

### Muster:

1. **Exposition eines musikalischen Gedankens** (d. h. einer formalen Einheit: Motiv, Phrase, kleiner Satz, großer Satz) = **a**.
2. **Wiederholung (Nachahmung)** bzw. wörtliche oder ein wenig veränderte Translation/en (in der Zeit, im Tonhöhenraum, im realen dreidimensionalen Raum) = **a<sup>(1)</sup>**.
3. **Fortsetzung /Entwicklung /Fortspinnung** (motivische Arbeit, harmonische Entwicklung) die häufig mit dem variierten, verkürzten Grundmodell beginnt.) = (**a'**) bzw. (**1/2 a**)

**Kompositorische Anwendung: Themen, Einleitungen, Zwischenspiele, usw.**

### Eine vereinfachte graphische Darstellung:

#### FRAKTALES MUSTER:

#### 1. Phase (Exposition) 2. Phase (Wiederholung) 3. Phase (Entwicklung)

[ **1 a** + **1 a<sup>(1)</sup>** + (**1/2 a<sup>(1)</sup>**)-Entwicklung → ]

t----->

$a$        $a^{(1)}$        $(1/2 a^{(1)})$ ----->  
 Motiv, Wiederholung, Entwicklung (Fortspinnung)

$a$        $a^{(1)}$        $(1/2 a^{(1)})$ ----->  
 Phrase, Wiederholung, Entwicklung

$a$        $a^{(1)}$        $(1/2 a^{(1)})$ ----->  
 kleiner Satz, Wiederholung, Entwicklung

$a$        $a^{(1)}$        $(1/2 a^{(1)})$ ----->  
 großer Satz, Wiederholung, Entwicklung

**A**      **A**      **(..)**----->  
 ein größerer Formteil, Wiederholung, Entwicklung  
 (z. B.: Exposition des Sonatensatzes, Wiederholung der Exposition, Durchführung →)

## Beispiele:

### Motiv + Wiederholung + Entwicklung→:

**Akkord (= Motiv) + Zeittranslation + Entwicklung**→:

L. van Beethoven, *Symphonie Nr. 3*, Es-Dur, 1. Satz, Anfang.<sup>541</sup>

### IM THEMENBAU:

### Motiv + seine Zeittranslation + Entwicklung→

L. van Beethoven, *Symphonie Nr. 1*, C-Dur, 1. Satz, *Allegro con brio*, 1. Thema, Anfang. B. Bartók, *Musik für Saiteninstrumente, Schlagzeug und Celesta*, 2. Satz *Allegro*, T. 1-4 (kleiner Satz).<sup>542</sup>

G. Rossini, *Barbier von Sevilla, Ouverture, Allegro vivo*, 1. Thema (e-Moll), Anfang: T. 26-34 (großer Satz), VI. 1. Auch weiter: T. 34-38 (kleiner Satz), T. 39-48 (großer Satz).

### Motiv + seine Zeit- und Höhenttranslation + Entwicklung→ (= Satz, Thema):

L. van Beethoven, *Sinfonie Nr. 5, c-Moll*, 1. Satz, 1. Thema, Anfang.

### Dasselbe Prinzip in polyphonen Formen (**Invention, Kanon, Fuge**):

C. Franck, *Praeludium, Choral und Fuge* für Klavier, Fuge (Tempo *I largamente*), Thema (*Comes*).<sup>543</sup>

### **Innerhalb einer Arie:**



W. A. Mozart, *Zauberflöte* KV 620, Erster Aufzug, *Nr. 4 Arie – Königin der Nacht, Allegro moderato*.

<sup>541</sup> Auch: G. Mahler, *Vierte Symphonie, Scherzo*, T. 78 ff, ( $\frac{3}{8}$ , p), 1. Ob.

<sup>542</sup> Auch: L. Van Beethoven, *Sinfonie Nr. 1*, C-Dur, 1. Satz *Allegro con brio*, 1. Thema, VI. 1. J. Haydn, *Sonate C-Dur*, 1. Satz *Allegro con brio*, 2. Thema (G-Dur), T. 36 ff, aus: Sonaten von J. Haydn, hrsg. Von L. Köhler und A. Ruthardt, C. F. Peters 9146, Leipzig, Sonate Nr. 5, S. 51. J. Haydn, *Symphonie Nr. 6*, G-Dur («Paukenschlag»), *III Menuetto*, T. 48-54.

<sup>543</sup> Verschiedene Realisierungen des 3-Phasen-Musters in erster Linie im Themenbau: J. S. Bach, *Dreistimmige Invention Nr. 9*, f-Moll, Thema. J. Brahms, *Rapsodie Op. 79 h-Moll*, T. 30-34 (d-Moll); 2. *Rapsodie Op. 79*, g-Moll, Anfang (Kopfmotiv + Doppeltranslation + Entwicklung = kleiner Satz, usw.). L. van Beethoven, *Sonate Op. 49 Nr. 1*, G-Dur, Rondo *Allegro*, Anfang: kleiner Satz; L. van Beethoven, *Sonate Op. 22, B-Dur*, 1. Satz *Allegro con brio*, 1. Thema; L. van Beethoven, *Sonate Op. 22, B-Dur, Menuetto*, Thema, Anfang: kleiner Satz; L. van Beethoven, *Sonate Op. 2 Nr. 2, III. Scherzo* (A-Dur), Anfang; L. van Beethoven, *Sonate Op. 10 Nr. 1*, 3. Satz (c-Moll), Anfang; L. van Beethoven, *Große Fuge Op. 133, Allegro*, Fuga, Violino I, T. 30 ff; L. van Beethoven, *Symphonie Nr. 1, C-Dur, II Andante cantabile* (F-Dur), Thema; L. van Beethoven *Symphonie Nr. 7, A-Dur, III Presto* (F-Dur), Anfang. J. S. Bach, *Hohe Messe in h-Moll, IV Sanctus*, der Anfang des Satzes und später das Thema der Fuge «*Pleni sunt coeli et terra gloria eius*»,...Ten., T. 48-54; J. S. Bach, *Zweistimmige Invention Nr. 1, C-Dur*, Anfang: 1. Takt: Exposition der motivisch-thematischen Idee (Tonika), 2. Takt: Zeit- und Höhenttranslation (Dominante), 3. Takt: (Tonika) ff: Entwicklung (Sequenz, thematisches Motiv in der Umkehrung) bis zum Schluss des ersten Teils (G-Dur). Einige analoge Formgestalt ist in der *Zweistimmigen Invention Nr. 7, e-Moll* zu finden. J. S. Bach, *Zweistimmige Invention Nr. 4, Es-Dur*, Thema (1+1+2: Taktmotiv + Doppeltranslation + Entwicklung = kleiner Satz); J. S. Bach, *Wohltemperiertes Klavier, Buch II, Fuga XI, F-Dur*, Thema.

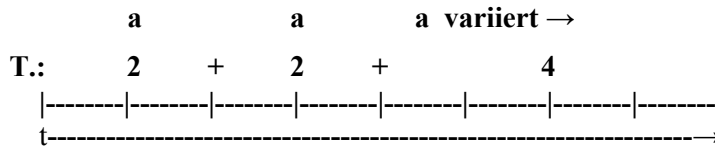


**Am Anfang unterschiedlicher polyphonen und homophonen Kompositionen:**

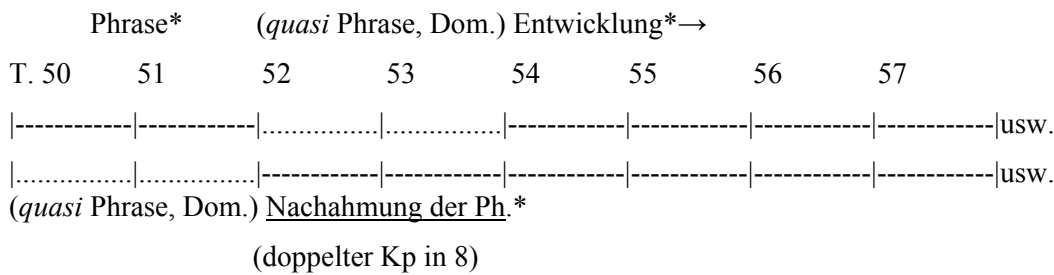
M. Reger, *Fantasie und Fuge über B-A-C-H, Fantasie, Grave (sempre quasi improvisatione)*, Anfang.<sup>544</sup>

**Phrase + Wiederholung (oder Nachahmung) + Entwicklung→:**

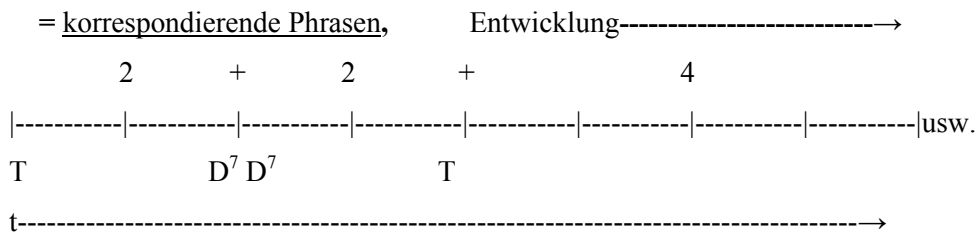
Phrase + zeitliche Translation + **Entwicklung** = **großer Satz (8 T.)**



R. Schumann, *Kinderszenen Op. 15, Nr. 1, Von fremden Ländern und Menschen*, erster Formteil.<sup>545</sup>



L. van Beethoven, *Sonate Op. 53 C-Dur*, 1. Satz, Übergang vom 2. Thema zur Codetta, T. 50 ff.<sup>546</sup>



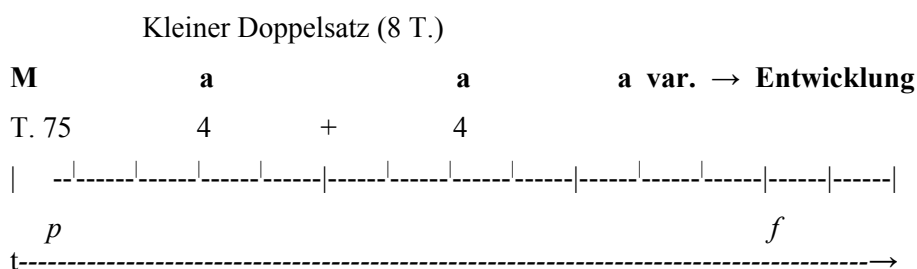
C. M. von Weber, *Oberon-Ouvertüre, Allegro con fuoco* – 1. Thema.

<sup>544</sup> Weitere Beispiele: L. van Beethoven, *Sonate Pathetique, Op. 13, c-Moll*, 1. Satz, Einleitung – *Grave*, (1+1+2). Da das Tempo langsam ist, hat das Taktmotiv eigentlich die Bedeutung einer zweitaktigen Phrase. C. Debussy, *Prélude a «L'Après-Midi d'un Faune»*, *Tres modéré*, Anfang (Fl.).

<sup>545</sup> Auch: J. Haydn, *Symphonie Nr. 49, f-Moll («La Passione»)*, 1. Satz, *Adagio*, T. 22 ff und T. 70 ff (Doppelphrase *f* + Fortsetzung *p* [Übergang]). G. Rossini, *Barbier von Sevilla*, Ouverture *Allegro vivace*, Übergang zum 2. Thema, T. 72 ff. B. Smetana, *Verkaufte Braut, Ouverture*, T. 327 ff (Doppelphrase + Entwicklung). R. Wagner, *Parsifal, Vorspiel*, T. 44-55 (Bläser, Pk. [B]).

<sup>546</sup> Weitere Beispiele: L. van Beethoven, *Sonate Op. 2, Nr. 1, f-Moll*, 1. Satz (*Allegro*), 1. Thema; L. van Beethoven, *Sonate Op. 2, Nr. 3, C-Dur*, 1. Satz (*Allegro con brio*), 1. Thema; L. van Beethoven, *Sonate Op. 14, Nr. 2, G-Dur*, 1. Satz (*Allegro*), 1. Thema; L. van Beethoven, *Sonate Op. 53, C-Dur («Waldstein»)*, 2. Satz, *Introduzione (Adagio molto)*, Anfang, großer Satz (2 + 2 + 4); L. van Beethoven, *Frühlings-Sonate*, Op. 24, F-Dur, für Violine und Klavier, Rondo *Allegro ma non troppo*, 1. Thema (Anfang: Phrase + variierte Doppeltranslation + Entwicklung = großer Satz); L. van Beethoven, *Symphonie Nr. 5, c-Moll*, Op. 67, III *Allegro*, T. 161 ff. J. S. Bach, *Hohe Messe in h-Moll, II. Gloria (Nr. 4 Vivace)*, Anfang (Tromba I); J. S. Bach, *Brandenburgisches Konzert Nr. 4, G-Dur*, 1. Satz, *Allegro*, Zwischensatz: T. 13-23.

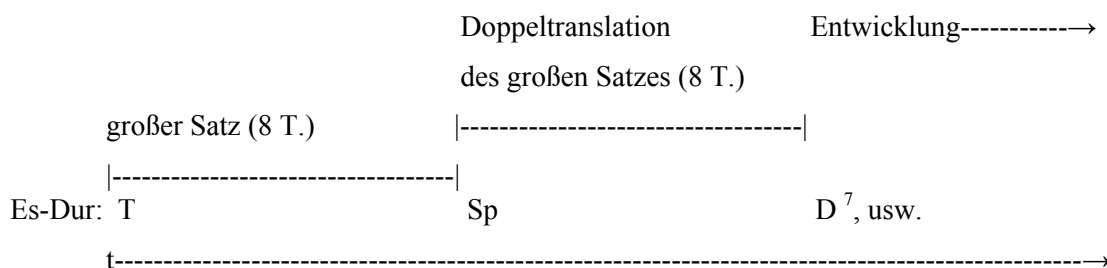
**Kleiner Satz** + Wiederholung + Entwicklung→



J. Haydn, *Symphonie G-Dur*, «Paukenschlag», 4. Satz *Allegro di molto*, 2. Thema (D-Dur), T. 75 ff.

A. Skrjabin, *Sonate Nr. 7*, Op. 64, *Allegro*, Anfang.<sup>547</sup>

**Großer Satz** + Wiederholung + Entwicklung→:



J. Haydn, *Klaviersonate Es-Dur*, Finale *Presto*, 1. Thema und Zwischensatz. (Vgl.: Joseph Haydn, *Sonaten*, hrsg. von L. Köhler und A. Ruthardt, Edition C. F. Peters, Leipzig, Nr. 9146, Sonate 1. Finale, S. 16.)

L. van Beethoven, *Quartett Op. 131 cis-Moll*, Nr. 5 *Presto*, Anfang. Vgl. die Partitur: Beethoven, *The 17 String Quartets*, Volume IV, Lea Pocket Scores, New York 1955, S. 20 (138).<sup>548</sup>

<sup>547</sup> Weitere Beispiele: L. van Beethoven, *Sonate Op. 53*, C-Dur, 1. Satz, *Allegro con brio*, Thema. L. van Beethoven, *Symphonie Nr. 5*, c-Moll, Op. 67, IV *Allegro*, T. 26 ff. W. A. Mozart, *Don Giovanni*, *Ouverture*, 2. Thema, 1. Phase: kleiner Satz, T. 77-80, 2. Phase: wiederholter kleiner Satz, T. 81-84, 3. Phase: Entwicklung, T. 85-99. W. A. Mozart, *Missa C-Dur*, K 317, «Krönungsmesse», *Gloria - Allegro con spirito*, Anfang. 1. Phase: kleiner Satz, 2. Phase: ein wenig variierte Wiederholung (Zeittranslation), 3. Phase: Fortsetzung (Veränderung) bzw. Entwicklung. M. Glinka, *Ruslan und Ljudmila*, *Ouverture*, *Presto* (Anfang), 1. Phase (Exposition des Modells, D-Dur, Tonika): T. 1-4, 2. Phase (Doppeltranslation, G-Dur, Subdominante): T. 5-8, 3. Phase (Entwicklung, A-Dur, Dominante): T. 9 ff. A. Bruckner, *Sinfonie Nr. 6*, A-Dur, 1. Satz, *Maestoso*, M *Tempo wie anfangs*, 1. Phase (Exposition des Modells): T. 195-198, 2. Phase (variierte Wiederholung): T. 199-202, 3. Phase (Entwicklung): T. 203-208.

<sup>548</sup> Auch: G. Rossini, *Il Barbiere di Siviglia*, Atto Primo, *Cavatina* – Figaro, *Allegro vivace*, 1. Phase: T. 17-25, 2. Phase: T. 25-33, 3. Phase: T. 33-43. Dieselbe Musik bzw. Formkonstruktion kommt später noch zweimal vor, zum letzten Mal vor dem Schlussteil («Ah, bravo Figaro,...»), nach dem Text: «...uno alla volta per carità!»

## SONATENSATZ:

### 1. Exposition, 2. wiederholte Exposition, 3. Durchführung... (=Entwicklung→)

Z. B.: W. A. Mozart: *Sinfonie in g-Moll*, K.V. 550, I. *Molto allegro*, IV. *Finale Allegro assai*.  
*Sinfonie in D-Dur* («Haffner»), K.V. 385, I. *Allegro con spirito*.

*Sinfonie in C-Dur* («Jupiter») K.V. 551, I. *Allegro vivace*.

L. van Beethoven: *Sinfonie Nr. 3 in Es-Dur* («Eroica»), I. *Allegro con brio*.

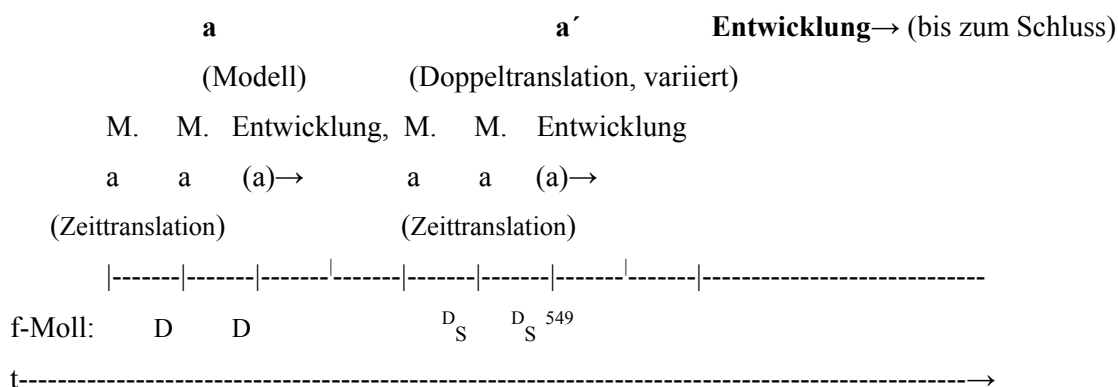
*Sinfonie Nr. 6 in F-Dur*, Op. 68, I. *Allegro ma non troppo*.

F. Schubert: *Sinfonie Nr. 8 in h-Moll* («Unvollendete»), I. *Allegro moderato*.

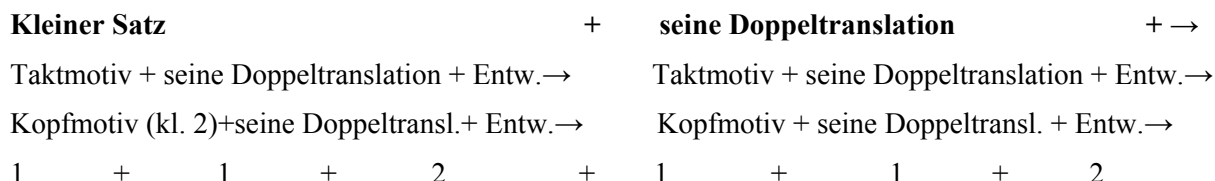
D. Schostakowitsch: *Sinfonie Nr. 9*, Op. 70, I. *Allegro*.

### Unterschiedliche Ebenen der Verwirklichung des Musters innerhalb eines musikalischen Vorgangs (in einer Komposition):

BEISPIELE:



F. Chopin, *Préludes Op. 28, Nr. 18, f-Moll, Allegro molto*.



J. Brahms, *2 Rapsodie Op. 79 in g-Moll*, Anfang, *Molto passionato, ma non troppo allegro*. (Die Doppeltranslation innerhalb der Doppeltranslation, das 3-Phasen-Prinzip auf der Mikro- und Makroebene.)

<sup>549</sup> Zwischendominante zur Subdominante.

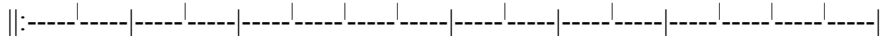
**I. PHASE**

**II. PHASE**

**großer Satz**

**+ Doppeltranslation und Variation**

1. Phase 2. Phase 3. Phase 1. Phase 2. Phase 3. Phase  
 Phrase + Zeittransl.+ Entwicklung... Phrase + Zeittransl.+ Entwicklung...  
 2 + 2 + 4 2 + 2 + 4

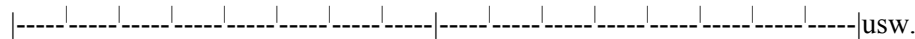


h-Moll: t s  
 t----->  
 // //

**III. PHASE**

**+ Entwicklung→**

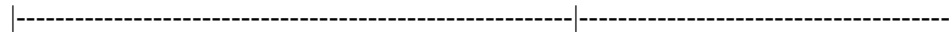
großer Satz + großer Satz



D  
 t----->

F. Chopin, *Scherzo Nr. 1, Op. 20*, T. 9 ff.

**1. Phase: a 2. Phase: a'**



*Poco Allegro*

**kleiner Satz**

(Zeittransl.) *Piu*

a + a + Entwicklung a +

KLAVIER: | | | | --|---|---| | | | | --|  
*mf espress. dim. mf*

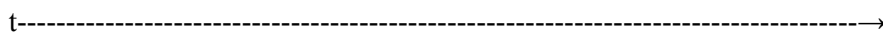
**kleiner Satz**

**kleiner Satz**

(Doppeltransl.)

a + a' + Entwicklung a + a' + Entwicklung

ORCHESTER: | --| --| --|-----| | | | --| --| --|-----| |  
 (Streicher) *ff dim. p ff dim. p*



// //

**3. Phase: (a')--Entwicklung----->**

-----|-----usw.

*Poco Allegro*

**kleiner Satz**

*lento poco rall.*

Doppel-

transl.+ Var.

+ a' + Entwicklung

|-----|-----|-----|--- | | | | ---|-----|--- | | |-----|-----|-----|usw.

Streicher, Holzbläser, Streicher, Holzbläser

| | | | |---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|usw.

*p*

t----->

C. Franck, *Symphonische Variationen* für Klavier und Orchester, Anfang *Poco Allegro*, T. 1-34 (*L'istesso Tempo*). Das 3-Phasen-Prinzip wird auf unterschiedlichen Ebenen verwirklicht.

Auch: W. A. Mozart, *Sinfonia Re Maggiore, Nr 38* («Prager»), III. *Finale, Presto*:

**1. Ebene:** Motiv a (VI. I) + seine Nachahmung (VI II und Vle) + Entwicklung (1 + 1 + 2 T.) = erste Hälfte des großen Satzes. Auch: Motiv b (VI. I) + seine Wiederholung (VI. I) + Entwicklung (1 + 1 + 2 T.) = zweite Hälfte des großen Satzes.

**2. Ebene:** großer Satz + seine Doppeltranslation und Variation (= große Periode) + Entwicklung (8 + 8 + 14 T.)

**3. Ebene:** große Periode und Entwicklung + transponierte und variierte Wiederholung dieses Modells + weitere Entwicklung (30 + 33 + 36 T.)

**großer Satz + großer Satz + Entwicklung-->**

(Doppeltranslation, variiert)

**a**

**a'**

| M. M. Entwicklung-----> | | M. M. Entwicklung---> | |Fortsetzung----->

a + a + (a)----->

a + a + (a)----->

(Zeittransl.)

(Zeittransl.)

|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----| |-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

t----->

L. van Beethoven, *Coriolan Overture Op. 62*, 1. Satz *Allegro con brio*, T. 15 ff.<sup>550</sup>

<sup>550</sup> Auch: L. van Beethoven, *Symphonie Nr. 5, c-Moll, IV Allegro*, T. 64 ff, T. 273 ff. (Phrase + Wiederholung + Entwicklung = großer Satz; großer Satz + Wiederholung des großen Satzes + Entwicklung...)

**PHASE I.: Exposition**-----

Phase I. Phase II. Phase III.

**Hauptthema:** a a (a)----->

Horn, T. 6-13: Phrase + Zeittranslation + weitere Entwicklung

T. 6.....13

t----->

//

**PHASE II.: Wiederholung**-----

**Wiederholung** Phase I. Phase II. Phase III.

**des Themas** a a (a)----->

Horn, T. 14-20: Phrase + Zeittranslation + weitere Entwicklung

T. 14.....20

t----->

//

**PHASE III.: Entwicklung**----->

T. 21.....45

thematisch - t----->

- motivischer Spaltungsprozess, T. 21-45:

R. Strauss, *Till Eulenspiegels lustige Streiche*, Op. 28. Schematische Darstellung der fraktalen Denkstruktur im ersten formalen Abschnitt.<sup>551</sup>

**3. SATZEBENE:** A Vordersatz (Violine solo)

**2. Phrasenebene:**

(Doppeltransl.)

| a + a' + a''---Entwicklung----->  
| 2 + 2 + 4

**1. Motivebene:**

(Doppeltranslation)

a + a' + Fortsetzung->

1 + 1 + 2

|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

F-Dur: T

T

t----->

//

//

<sup>551</sup> Ähnlich strukturierte thematische Sektion: A. Bruckner, *III. Symphonie*, 1. Satz *Moderato con moto*, T. 31-58 und weiter, sowie T. 641-482.

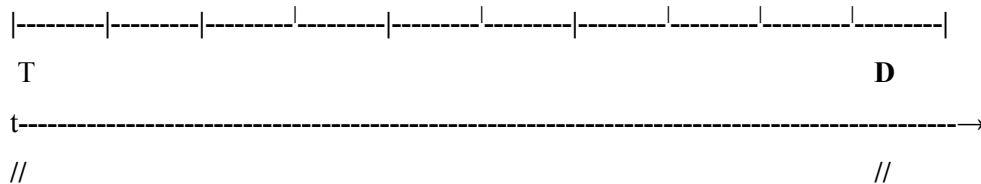
**SATZEBENE:**

**A' Nachsatz** (Klavier)  
(Variation, Verlängerung, d. h. Gebrochene Symmetrie)

**Phrasenebene:** | a + a + a' --- **Entwicklung** ----->  
| 2 + 2 + 4

**Motivebene:**

a + a' + Fortsetzung ->  
1 + 1 + 2

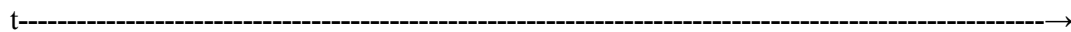
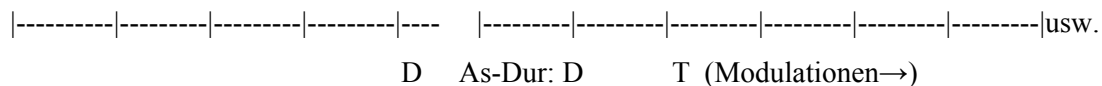


**SATZEBENE:**

**ENTWICKLUNG** ----->

Zwischenspiel bzw. Brücke zum 2. Thema, das motivisch mit dem Kopfmotiv des 1. Themas verwandt ist.

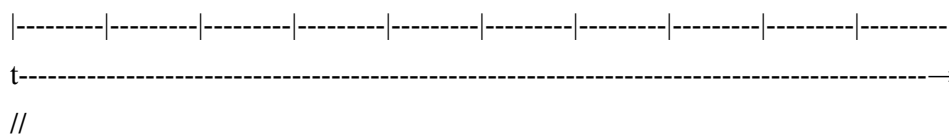
(weitere Entwicklung) ->



L. van Beethoven, *Frühlings-Sonate, Op. 24*, für Violine und Klavier, 1. Satz *Allegro*, 1. Thema und Zwischenspiel, T. 1-38, Analyse des fraktalen Formbaus.

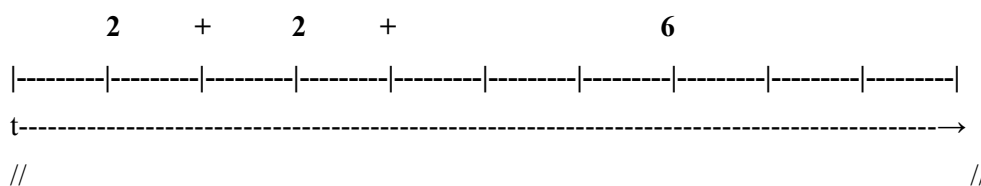
**I. PHASE: Exposition des großen Satzes (10 T.)**

1. Phase      2. Phase      3. Phase  
Phrase      Zeittranslation      Entwicklung --->  
2      +      2      +      6



**II. PHASE: Doppeltranslation und Variation des großen Satzes (10 T.)**

1. Phase      2. Phase      3. Phase  
transponierte Ph.      Zeittranslation      Entwicklung --->  
(große Terz aufw.)

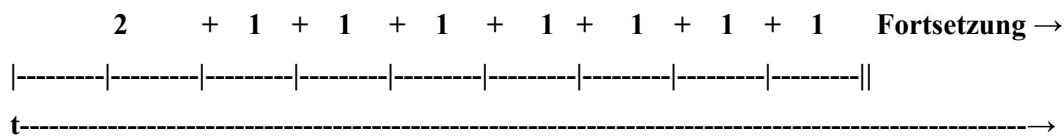


### III. PHASE: Doppeltranslation der ersten Phrase und weitere Entwicklung (1. Motiv)

transponierte Ph. 1.Motiv 1.Motiv Doppeltranslationen des Motivs

(große 3 aufwärts)

(immer eine Sekunde höher)



M. Ravel, *La Valse. Poeme chorégraphique pour orchestre*, Partitur: Dover Publications, Mineola New York 1997, Ziffer [88] *Assez animé*, S. 115 ff.

### POLYPHONIE:

**I. PHASE (kleiner Satz):**

**II. PHASE (Zeittranslation des kl. Satzes,**

Nachahmung im Einklang):

**1. Phase, 2. Phase, 3. Phase;**

**1.Phase, 2.Phase, 3. Phase**

a a' Entwicklung,  
(Sequenz)

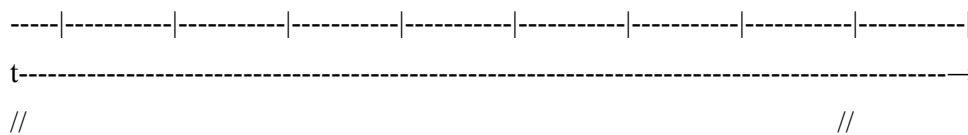
a a' Entwicklung  
(Sequenz)

Motiv + seine Doppeltransl.

Motiv + seine Doppeltransl.

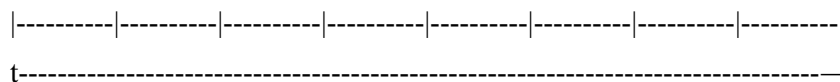
Violine I solo

Violine II solo



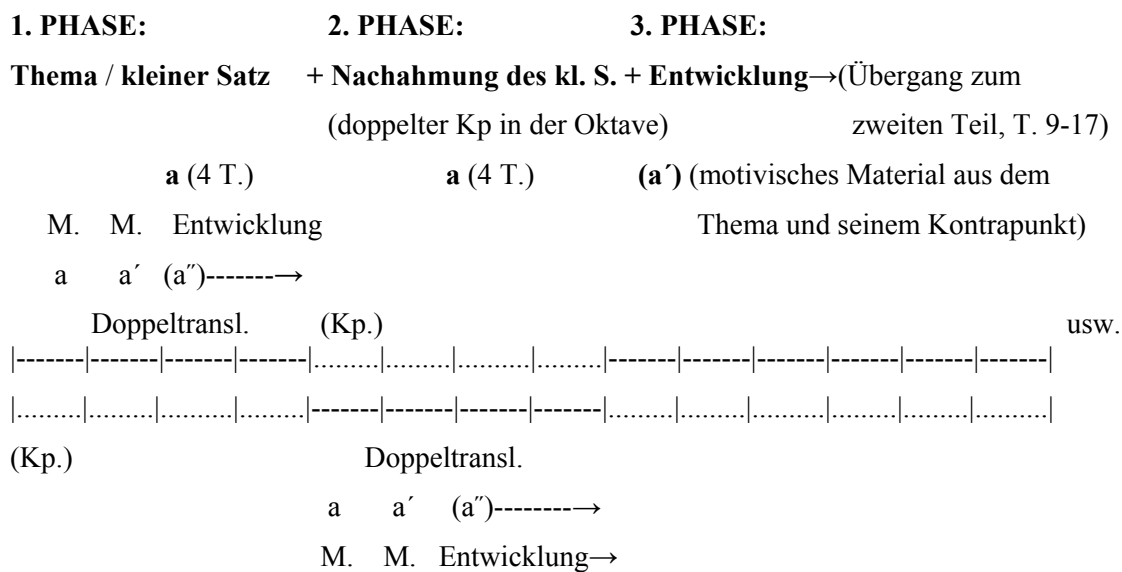
**III. PHASE (Entwicklung):**

**(eine Reihe von Sequenzen)**



J. S. Bach, *Konzert für zwei Violinen in d-Moll* (BWV 1043), Zwischensatz (Episode I), T. 21-30.





t-----→

J. S. Bach, *Zweistimmige Invention Nr. 9, f-Moll*, erster Teil + Zwischensatz.<sup>552</sup>

**I. PHASE:**

1. Durchführung (Exposition) + Zwischensatz:

1. Phase	2. Phase	3. Phase
(T. 1-2)	(T. 3-4)	(T. 5-9)

Thema + Nachahmung des Themas + (Nachahmung des Kopfmotivs) – Entwicklung→  
c-Moll

**II. PHASE:**

2. Durchführung + Zwischensatz: (= variierte Wiederholung des ersten Teils)

1. Phase	2. Phase	3. Phase
(T. 9-11)	(T. 11-13)	(T. 13-19)

Thema + Nachahmung des Themas + (Nachahmung des Kopfmotivs) – Entwicklung→  
g-Moll

**III. PHASE:**

3. Durchführung + Zwischensatz und Schluss: (weitere Entwicklung, motivisches Material aus der Exposition, Anwendung von Sequenzen)  
(T. 19 ff) g-Moll – f-Moll – Es-Dur – c-Moll

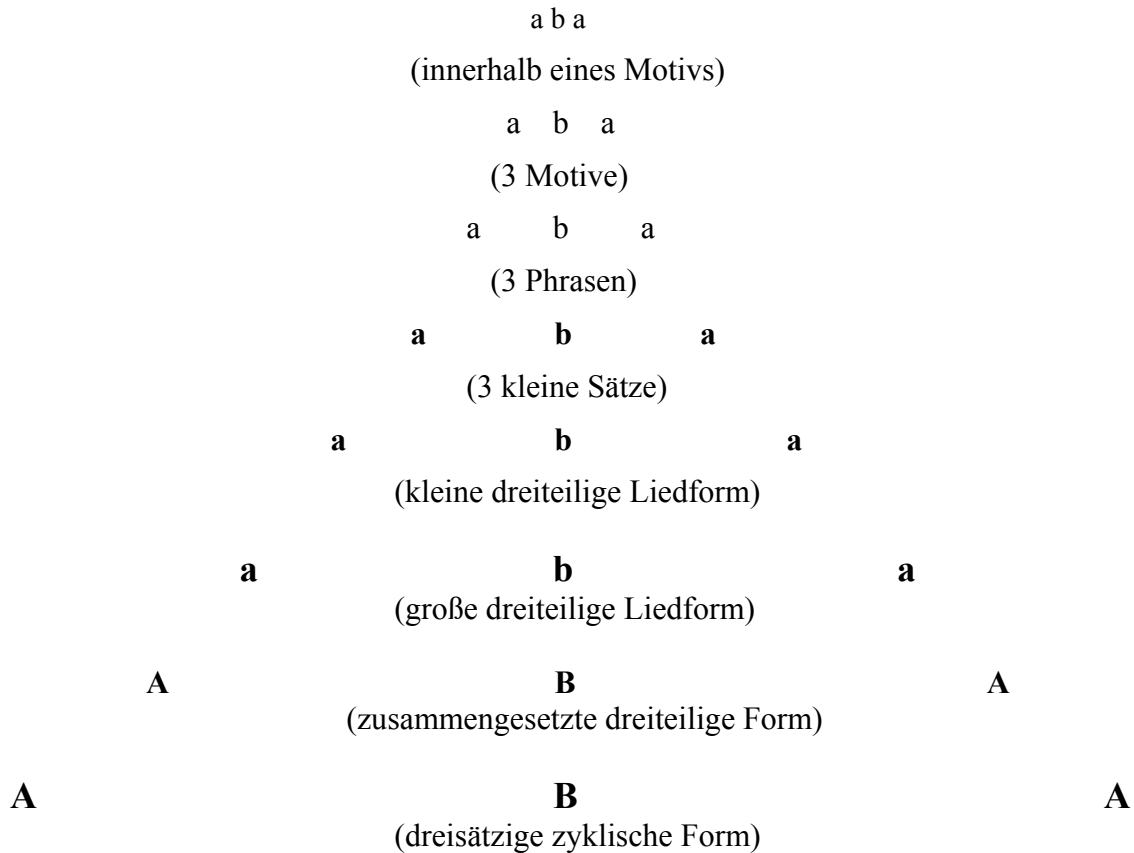
Da die vierte Durchführung (c-Moll, T. 28-32) unvollständig und mit der dritten Durchführung verknüpft ist, darf man die beiden Durchführungen als die dritte Phase des gesamten Formablaufs auffassen.

J. S. Bach, *Dreistimmige Invention Nr. 2, c-Moll*. Fraktales Strukturierungsprinzip.

<sup>552</sup> Ähnliche Formentwicklung ist in der *Zweistimmigen Invention Nr. 5, Es-Dur*, vorhanden.

## Dreiteilige Struktur und Form (a b a) als fraktales Muster:

Vergrößerung des Maßstabs (**eine vereinfachte graphische Darstellung**):



## Beispiele:

### **MOTIVE:**

- Dreiteilige Struktur eines Motivs: a b a

|---M.---|

M.  
a b a

p t D t

Akkorde und Oberstimme:

L. van Beethoven, *Sonate Op. 2 Nr. 1, f-Moll*, 4. Satz – *Prestissimo*, Anfang, T. 1-2.

Eine ähnliche Konstruktion erscheint auf der Ebene eines längeren Motivs am Anfang des ersten Satzes der *Sinfonie Nr. 4 in Es-Dur* von A. Bruckner:

A. Bruckner, *Sinfonie Nr. 4, Es-Dur* («Romantische»), 1. Satz – *Ruhig bewegt. Allegro molto moderato*, Horn I (in F), T. 3-5. Töne des Motivs: D-T-D. Harmonischer Hintergrund (Streicher): Es-Dur: I, Tonika.

M. M. M.

**Anordnung von MOTIVEN:** a b a

Halbtaktmotive: a b a  
Ky-ri-e e-le-i-son

W. A. Mozart, *Missa in C-Dur*, K 317, «Kronungsmesse», *Kyrie (Andante maestoso)*, Sopran solo (*Piu Andante*): *Kyrie eleison*, T. 7-8-9.

**Taktmotive:**

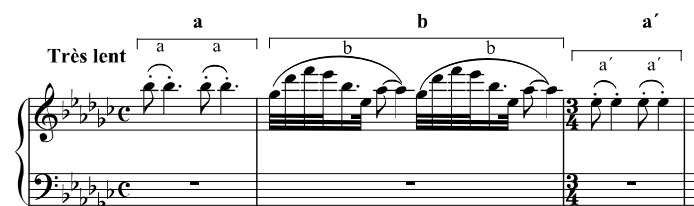
*Allegro* a b a (b = dasselbe Motiv auf der Dominante)  
 $\frac{3}{8}$  |-----|-----|-----|  
T D T

D. Scarlatti, *Sonate in F-Dur*, Anfang. Aus: Domenico Scarlatti, *12 Sonata* (Svetislav Stančić), *Muzička naklada – Zagreb – 298*, Sonate Nr. 3, F-Dur, S. 10.



W. A. Mozart, *Fuge in g-Moll (dreistimmig)*, KV 154 (385k), Thema / Dux.

**Taktmotive, die durch Wiederholung von Halbtaktmotiven konstruiert sind.**



The image shows the beginning of a piece in F major, 3/4 time, marked 'Très lent'. The top staff has a treble clef and the bottom staff has a bass clef. The first measure contains two half-beat motifs 'a' (quarter notes G4 and A4). The second and third measures each contain two half-beat motifs 'b' (quarter notes G4, A4, and B4). The fourth measure contains two half-beat motifs 'a'' (quarter notes G4 and A4).

(wiederholte Halbtaktmotive: a + a = a, b + b = b, a' + a' = a')

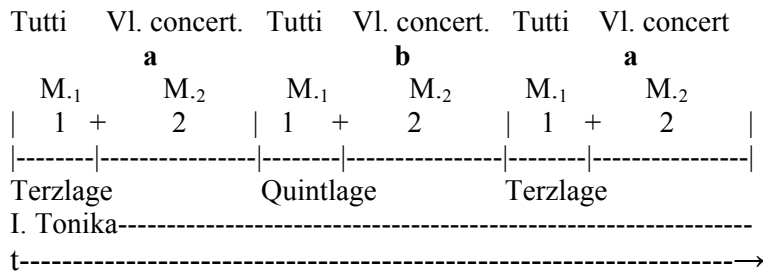
M. Ravel, *Miroirs* für Klavier, 2. *Oiseaux tristes*, Anfang (T. 1-3).

**PHRASEN:**

CORO: **Motiv / Phrase a** („und Gott sprach“: Ton der Dominante – Tonika), **Motiv / Phrase b** („Es werde Licht“, Ton der Tonika - Subdominante), **Phrase a'** („und es ward Licht“, Ton der Dominante - Tonika [C-Dur!])

J. Haydn, *Schöpfung*, 1. Einleitung - Die Vorstellung des Chaos, T. 81-86.

*Vivace*



A. Corelli, *Concerto grosso Op. 6 Nr. 2, F-Dur, 1. Vivace* (= Einleitung). Vgl.: Corelli, *Zwölf Concerti grossi* für Streichorchester, Opus 6, Partitur, Edition Peters, Nr. 618, Leipzig, S. 25.

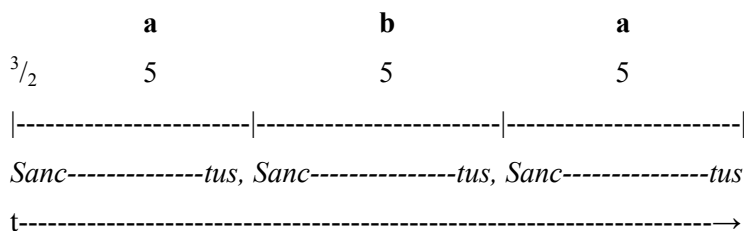
**Polyphonie:**

Dreistimmige Fuge, Exposition: **a**      **b**      **a**  
 (T      D      T)

Z. B. Paul Hindemith, *Ludus Tonalis, Fuga decima in D<sup>b</sup>*: **a**      **b**      **a**  
 Dux – Comes – Dux  
 «tonale» Zentren: in Des      in As      in Des

**KLEINE SÄTZE (UND ÄHNLICHE STRUKTUREN)**

Einleitung / Präludium (= 3 initiale Ausrufen von *Sanctus*):



Guillaume de Machaut, *Mass of Notre Dame*. (Vgl. die Partitur: Kalmus Study Scores, No. 700, Edwin F. Kalmus, New York 1968, *4 Sanctus*, S. 14).

**a** Doppelphrase (= kleiner Satz), 4 T.: Oberstimme

*f-Moll*

**b** Dieselbe Doppelphrase transponiert in c-Moll, 4 T.: Unterstimme

*c-Moll*

**a** Doppelphrase, 4 T.: Oberstimme

*f-Moll*

R. Schumann, *Carnaval Op. 9, 15 Pantalon et Colombine, Presto*, erster Teil. (Vgl.: Schumann, Klavierwerke, Band II (Sauer), Edition Peters, Nr. 2300 b, Leipzig, S. 60.)

### KLEINE DREITEILIGE LIEDFORM:

Im Prinzip: 8 + 8 + 8 Takte.

**a**                      **b**                      **a**

Oft: kleine Periode, zwei kleine Sätze, kleine Periode.

(od. kl. Doppelsatz)

#### Beispiele:

##### **Großer Satz**

(der eigentlich auf zwei kleinen Sätzen basiert

##### **Großer Satz**

(der inhaltlich mit dem ersten Satz verbunden ist, moduliert aber in D-Dur)

##### **Großer Satz**

(eine variierte Wiederholung des 1. Satzes, eine Synthese von a und b)

**a**                      **b**                      **a'**  
8                      8                      8

( 4 + 4 ) ( 2 + 2 + 4 )

||:-----:|-----:|-----:|

t----->

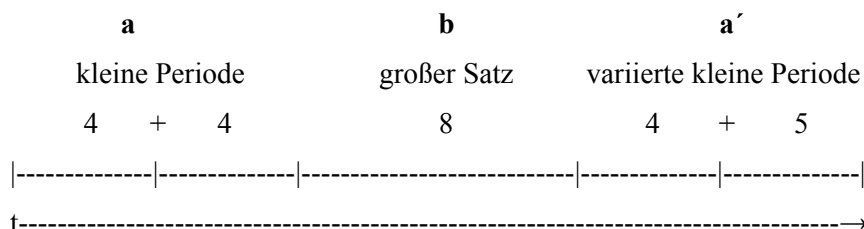
J. S. Bach, *Orchestersuite Nr. 2* (h-Moll), *Menuet*. Grundidee der Form (ohne Wiederholungen) ist die dreiteilige **a b a** Form. Durch die Wiederholungen entsteht eine sechsteilige Form: **a a b a' b a'**.

#### Ähnliche Formkonstruktionen:

**a**                      **b**                      **a**  
kleine Periode      kleiner Doppelsatz      kleine Periode  
| 4 + 4 | 4 + 4 | 4 + 4  
|-----|-----|-----|-----|-----|  
t----->

L. van Beethoven, *Sonate Op. 31 Nr. 1*, G-Dur, *Rondo*, Anfang (Thema).

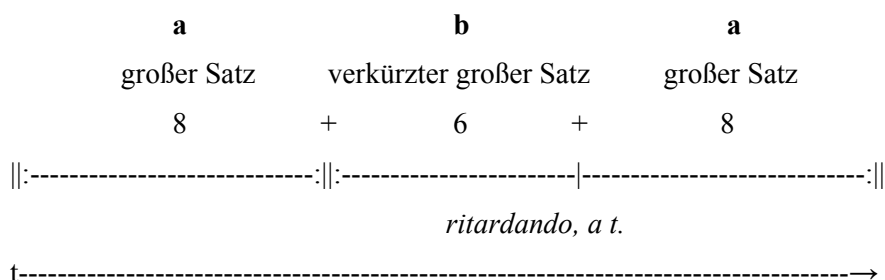
Kleine Abweichung im Bereich der Dauerverhältnisse von Teilen und die Anwendung der Variationstechnik im Repräsententeil a' kommen im Hauptthema des ersten Satzes des Klavierkonzerts in e-Moll von F. Chopin vor. (Änderung des motivischen Inhalts und innere motivische Entwicklung im letzten kleinen Satz, der ein wenig verlängert wird.):



F. Chopin, *Konzert Nr. 1* (e-Moll) für Klavier und Orchester, 1. Satz – *Allegro maestoso*, 1. Thema, T. 155-179.

### Abweichungen:

Kürzerer Mittelteil. - Der Unterschied zwischen den Teilen ist eigentlich nicht so groß, weil er durch das *Ritardando* (Krümmung des musikalischen Zeitverlaufs sowie imaginären Raums) am Ende des 6-taktigen Mittelsatzes teilweise kompensiert wird.



R. Schumann, *Kinderszenen*, Nr. 1. G-Dur, «*Von fremden Ländern und Menschen*». Grundidee der Form: **a b a**.

Weitere Unregelmäßigkeiten hinsichtlich der Proportionen und des Umfangs in Schumanns *Kinderszenen*: Doppelt so kurzer Gegensatz (b) in «*Kuriose Geschichte*» (8 + 4 + 8 Takte), doppelt so kurzer Schlussteil in «*Hasche Mann*» (8 + 8 + 4 Takte).

### Ein Sonderfall:

P. I. Tschaikowski, *Sinfonie Nr. 6, h-Moll, Op. 74, 1. Satz*, das Gebiet des zweiten Themas (D-Dur): **a** (Thema, *Andante*: a a b a b a = 12 T.), **b** (Zwischensatz, *Moderato mosso* = 29 T.), **a'** (Thema, *Andante* = 12 T.) + **Codetta**, *Moderato assai, Adagio mosso* = 19 T. (Übergang zur Durchführung, zum *Allegro vivo*).

**GROSSE DREITEILIGE LIEDFORM:**

Im Prinzip: 16 + 16 + 16 Takte.  
**a b a**  
 Oft: große Periode, zwei große Sätze, große Periode  
 (großer Doppelsatz)

**Beispiele:**

	<b>a</b>		<b>b</b>		<b>a'</b>									
(Einleitung)	große Periode		kleine Sätze			große Periode								
T.: 4	a 8	+	a' 8	4	+	4	+	4	+	4	a'' 8	+	a''' 8	
----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----														
Es-Dur: T	D T → g-Moll: t, Es-Dur, E-Dur			Es: D T			D				T			
t----->														

Saint - Saëns, *Der Karneval der Tiere*, Nr. 5 – *Der Elefant*, Allegro pomposo .

Häufig kommen unterschiedliche Abweichungen innerhalb dieser Form vor.

Z. B.: Die Verlängerung der Reprise durch innere motivische Entwicklung und die Hinzufügung von *Codetta* im zweiten Satz der Beethovens *Sonate Op. 14 Nr. 1*:

	<b>a</b>				<b>b</b>		
	große Periode				große Periode		
T.:	8	+	8	8	+	8	
----- ----- ----- -----							
e-Moll: t	D t		t, C-Dur,		G-Dur: T, C-Dur, e-Moll: D		
t----->							
//						//	
	<b>a'</b>			+	<b>Codetta</b>		
	große Periode				großer Satz		
	(innere Verlängerung)				(äußere Verlängerung)		
	8	11		10			
----- ----- -----							
e-Moll: t	D t		e-Moll: D		E-Dur: D T, <u>D-T</u> sempre T		
t----->							

L. van Beethoven, *Sonate Op. 14 Nr 1, II. Allegretto*, 1. Teil: A.

## Anwendung von unterschiedlichen dreiteiligen Liedformen in der Romantik:

Nocturno, Romanza, Elegiae, Ballade, Impromptu, Rhapsodie... .

### Erweiterte Tonalität:

I. Teil **A** (T. 1-19), II. Teil **B** (19-34), Zwischensatz (34-40), III. Teil **A'** + Coda (41-57).

P. Hindemith, *Ludus Tonalis, Interludium VIII* (Nr. 17).

### Atonalität (Dodekaphonie):

A. Webern, *Konzert Op. 24, II Sehr langsam*. Eine dreiteilige «Liedform»: 1. Teil, T. 1-28 (zwei Abschnitte: T. 1-11 = «der Vordersatz der Periode» und 11-28 = «der Nachsatz der Periode»), 2. Teil, T. 29-56, 3. Teil, T. 57-78. (Die Terminologie von Leopold Spinner, Die Reihe 2, S. 51).

A. Webern, *Variationen für Klavier Op. 27*, 1. Satz: a (18 T.) b (18 T.) a' (18 T.)

Jeder Teil besteht aus einer Folge von spiegelsymmetrischen Strukturen.

### Beispiele aus der Gregorianik:

Die Proprium-Gesänge *Graduale, Alleluia, Offertorium* werden *responsorial* vorgetragen, d. h. im Wechselgesang von Chor und Solo. Der mittlere, solistische Vers wird von einem chorischen Teil umrahmt.

a        b        a

Beispielsweise: *Alleluia – Vers – Alleluia*

Chor   Solo   Chor

## ZUSAMMENGESETZTE DREITEILIGE FORM

**I:**    **A**        **B**        **A**  
      F-Dur   Des-Dur   F-Dur

**VII:**   **A**        **B**        **A**  
      F-Dur   A-Dur   F-Dur

J. Brahms, *Ein Deutsches Requiem*, Op. 45, I. Satz («*Selig sind, die da Leid tragen,...*») und letzter, VII. Satz («*Selig sind die Toten, die in dem Herrn sterben,...*»):

Die Ecksätze sind nicht nur durch die Formkonstruktion sondern auch durch den textlichen und musikalischen Inhalt verbunden. Die Tonalitätsbeziehungen sind sowohl innerhalb der Sätze als auch hinsichtlich ihrer Beziehung spiegelsymmetrisch gestaltet:

                  A-Dur  
                  F-Dur                    F-Dur  
                  Des-Dur



Es gibt verschiedene Möglichkeiten der inneren Formkonstruktion.

Z. B.:                    **A**    **B**    **A**  
                                  **a a**    **b b**    **a a**

oder:                    **A**    **B**    **A**  
                                  **a b a**    **c d c**    **a b a**  
 (kleine dreiteilige Liedform)                    (kl. dreiteilige Liedform)                    (kl. Dreiteilige Liedform)

**a b a**    **c c d c**    **a b a**  
 (kleine dreiteilige Liedform)                    (kl. zweiteilige Liedform)                    (kl. dreiteilige Liedform)

**a b a**    **c d**    **a b a**  
 (dreiteilige Liedform)                    (zweiteilige Liedform)                    (dreiteilige Liedform)

**Die Dreiteiligkeit in der Dreiteiligkeit weist auf die fraktale Formkonstruktion hin.**

(Die Auswahl der Buchstaben folgt dem musikalischen Inhalt.)

**Musikbeispiele:**

<i>Langsam, marschmäßig.</i>	<i>Etwas bewegter</i>	<i>Tempo I.</i>
<b>A (T. 1-74)</b>	<b>B (T. 74-126)</b>	<b>A (T. 126-197)</b>
<b>a</b> <b>a'</b>	<b>b</b> <b>b'</b>	<b>a</b> <b>a'</b>
Orchester, + Chor   Orchester, + Chor	+Chor, + Chor	Orch., + Chor   Orch, + Chor
x    y    x    y		x    y    x    y
(T: 1-22; 22-42)    (T. 42-54; 54-74)	(T: 74-103) (T:103-126)	(126-146;146-166)
Text: (y) „Denn alles Fleisch...“	(b) „So seid nun geduldig...“	(166-178; 178-206)
Tonart: b-Moll	Ges-Dur	b-Moll

t----->

J. Brahms, *Ein Deutsches Requiem, Op. 45, 2. Satz, I. Teil.*: A (a a') B (b b') A (a a').

**Kleinere Dimensionen:**

<b>A</b>	<b>B</b>	<b>A</b>
<u>Menuetto</u>	<u>Trio</u>	<u>Menuetto</u>
großer Satz	großer Satz	großer Satz
: a (Original) :  : a' (Krebs) :  :	b (Original) :  : b' (Krebs) :  :	a (Original)   a' (Krebs)

J. Haydn, *Menuetto al Rovescio, Klaviersonate A-Dur*, Hob.: Gruppe 16, Nr. 26. Anwendung von Spiegelsymmetrie («Zeitumkehr»).

Auf der mikroformalen (motivischen) Ebene:

**a**                      **b**                      **a'**  
a    a    b    b    a'    a'  
(verschobene Doppeltranslation)

M. Ravel, *Miroirs für Klavier*, 2. *Oiseaux tristes, tres lent*, Anfang. Nur translative Symmetrie (zeitliche und Doppeltranslation) kommt in diesem Beispiel vor.

Menuetto:              Trio:              Menuetto:  
**A**                      **B**                      **A**  
||: **a** :||: **b a'** :||: **c** :||: **d c'** :|| **a** || **b a'** ||

L. van Beethoven, *Sonate Op. 2 Nr.1, f-Moll, Menuetto (Allegretto)*.

Minuetto:                                      Minore (*piu mosso*):                      Minuetto *da capo*:  
**A**    **B**    **A**  
**a**    **b**    **a**                                      **c**    **c**    **d**    **c**                                      **a**    **b**    **a**  
T.:    8    8    8 + 6                                      4    4    4    4                                      8    8    8 + 6

L. van Beethoven, *Sonate Op. 22, B-Dur, Minuetto*: Grundidee der Form (ohne Wiederholungen)

### **Klassische Sinfonie (und Sonate): Menuet, Scherzo:**

**A**              **B**              **A**  
Menuetto – Minore – Menuetto D. C. senza replica  
**A**              **B**              **A**  
Scherzo ----- Trio ----- Scherzo

### **In der Epoche des Barocks:**

Z. B.: Gavotte – Musette – Gavotte.

J. S. Bach, *Vier Ouvertüren (Suiten)*: Nach zwei unterschiedlichen Versionen von bestimmten Sätzen wird die erste Version wiederholt. Auf diese Weise entsteht eine zusammengesetzte dreiteilige Reprise- bzw. «da capo» - Form. Manchmal sind einige solche A B A Formen innerhalb der zyklischen Suitenform vorhanden.

OVERTURE (SUITE) NR. 1 C-Dur: *Gavotte I – Gavotte II – Gavotte I da capo, Menuet I – Menuet II – Menuet I da capo, Passepied I – Passepied II - Passepied I da capo*.

OVERTURE (SUITE) NR. 2 h-Moll: *Bourrée I – Bourrée 2 – Bourrée I da capo*.

OVERTURE (SUITE) NR. 3 D-Dur: *Gavotte I – Gavotte II – Gavotte I da capo*.

OVERTURE (SUITE) NR. 4 D-Dur: *Bourrée I – Bourrée II – Bourrée I da capo, Menuet I – Menuet II – Menuet I da capo*.

Die sogenannte barocke «Da capo» - Arie (A. Scarlatti, J. S. Bach, G. F. Händel...) sowie viele Arien aus verschiedenen stilistischen Epochen sind als zusammengesetzte dreiteilige Form A B A gestaltet. Valzer, Marsch (od. Marschlied), Lied und Etüde können auch diese Form haben.

**Spezifische Anwendungen vom Formtyp A B A (die Metamorphosen des fraktalen Musters):**

	langsam	schnell	langsam
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>A</b> (Symmetrie)
	Homophonie	Polyphonie (Fuge)	Homophonie
	instrumental	vokal (Chor)	instrumental
Metrum:	C	$\frac{9}{8}$	C

J. S. Bachs Kantate «*Unser Mund sei voll Lachens*», 1. Satz (weist auf die Form der französischen Ouverture hin). Dieselbe Musik verwendete Bach als Ouverture (1. Satz) seiner Orchestersuite Nr. 4 D-Dur.

<b>A</b>	<b>B</b>	<b>A'</b> (gebrochene Symmetrie)
Polyphonie	Homophonie	Polyphonie.....Homophonie
Fuga: As-Dur	Langsamer Satz (3. Satz transponiert in g-Moll)	Fuga inversa: G-Dur.....As-Dur (Coda)

L. van Beethoven, *Sonate Op. 110* in As-Dur, letzter Satz – *Fuge*.

<b>A</b>	<b>B</b>	<b>A''</b> (gebrochene Symmetrie)
THESE	ANTITHESE	SYNTHESE (AB)
1. Teil: Fuga I	2. Teil: Fuga II	3. Teil: Fuga I + II
<i>Con energia (f)</i>	<i>Lento, grazioso (pp)</i>	<i>Tempo primo (f)</i>
3/2	3/4	3/2

P. Hindemith, *Ludus Tonalis, Fuga quarta in A* (Doppelfuge).

**A:** ||: a :|| b a' |      **B:** ||: a :||: b a :||      **A':** ( a b a' )

P. Hindemith, *Ludus tonalis, Interludium X* (Nr. 21). Wegen der Tonalitätsverbindung mit der *Fuge II in H* (Canon) ist die «Reprise» (A') des *Interludiums X* um eine große Sekunde abwärts transponiert (= verschobene Doppeltranslation).

ORDINARIUM MISSAE (durch die europäische Musikgeschichte hindurch):

<b>A</b>	<b>B</b>	<b>A</b>
<i>Kyrie eleison</i>	<i>Christe eleison</i>	<i>Kyrie eleison</i>
(Manchmal: Chor)	Solist	Chor)

Eine sehr freie Realisierung dieser Idee (= stark gebrochene Symmetrie):

A. Bruckner, *Messe in f-Moll, 1. Kyrie*.

Auf der Ebene der Formidee der Sätze:

**A = Fuge (Chor) B = Ritornell (Duett S. - A.) A = Fuge (Chor):**

**KYRIE** (1) h-Moll (Chor). Form: Anruf (T. 1-4), zweiteilige 5-st. **Fuge** (1. Teil: T. 5-72, 2. Teil: T. 81-Schluss);

**CHRISTE** (2) D-Dur (Duett: Sopran, Alt). Form: **Ritornell**;

**KYRIE** (3) fis-Moll. Form: 4-st. **Fuge**

J. S. Bach, *Hohe Messe in h-Moll, Kyrie*.

<b>A</b>	<b>B</b>	<b>A</b>
<i>Osanna in excelsis!</i>	<i>Benedictus...</i>	<i>Hosanna in excelsis!</i>

Eines der zahlreichen Beispiele: J. S. Bach, *Hohe Messe in h-Moll*, Nr. 21-22-21 (*Osanna*).

Ausnahmsweise lässt sich eine Art von dreiteiliger Reprisesform im Formbau der Fuge erkennen. Z. B.: J. S. Bach, *Wohltemperiertes Klavier*, Buch 1, *Fuge III in Cis-Dur*.

### **Die zusammengesetzte dreiteilige Form im Sonatensatz:** <sup>553</sup>

Der musikalische Formablauf und der dialektische Denkprozess:

**A – Exposition** (Aufstellung der zwei kontrastierenden Themen und ihrer Tonartebenen):

(Einleitung - Grundtonart)

Thema 1 (manchmal: Th.1, Zwischensatz, Th.1) – Grundtonart .....THESE

Brücke / Überleitung - Modulation (in die Tonart des zweiten Themas)

Thema 2 - Dominant- oder Paralleltonart (tP)<sup>554</sup> .....ANTITHESE

Codetta / Schlussgruppe - Dominant- oder Paralleltonart (tP)

<sup>553</sup> Ein übergreifendes Modell.

<sup>554</sup> Das zweite Thema eines Sonatensatzes in Moll erscheint in der parallelen Durtonart.

**B – Durchführung (harmonisch-thematische Verarbeitung der Themen): -**

- PROZESS DER SYNTHETISIERUNG

Oft: 1) Einleitung / Übergang - Modulation

2) Mittelteil (Hauptteil) - Modulationen (häufig in sehr entfernte Tonleiter)

3) Übergang - Modulation in die Grundtonart

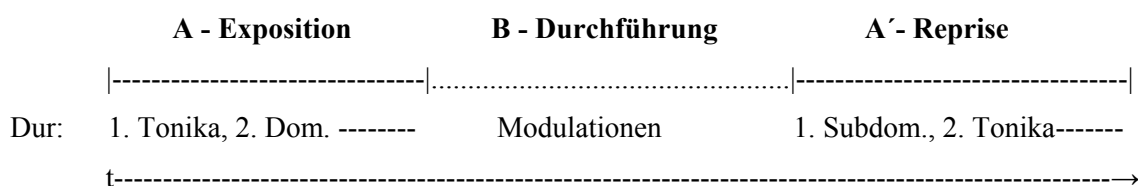
**A' – Reprise (Ausgleich; aufgeschobene, variierte Zeittranslation des 1. Teils): SYNTHESE**

Im Prinzip: Thema 1 - Grundtonart .....  
Brücke / Überleitung - (manchmal wird die Brücke von der Exposition übernommen <sup>555</sup>)  
Thema 2 - Grundtonart <sup>556</sup> .....  
Coda - Grundtonart

(Eine analoge dreiteilige Struktur, der dem dialektischen Denkprozess zugrunde liegt, ist in der antiken griechischen Drama zu finden: Exposition von Personen, Verwicklung, Katharsis.)

Ein Sonderfall in dem der Unterschied zwischen Exposition und Reprise kleiner ist:

Die Subdom.– Reprise:<sup>557</sup>



**Freie Metamorphosen** der Formgestalt des klassischen Sonatensatzes in anderen kompositorischen Systemen und stilistischen Richtungen / – in der Musik des 20. Jahrhunderts:

Zwölftonmusik: A. Webern, *Sinfonie Op. 21*, 1. Satz: «Exposition», «Durchführung» und «Reprise». (Nur eine assoziative Verbindung ist möglich.)

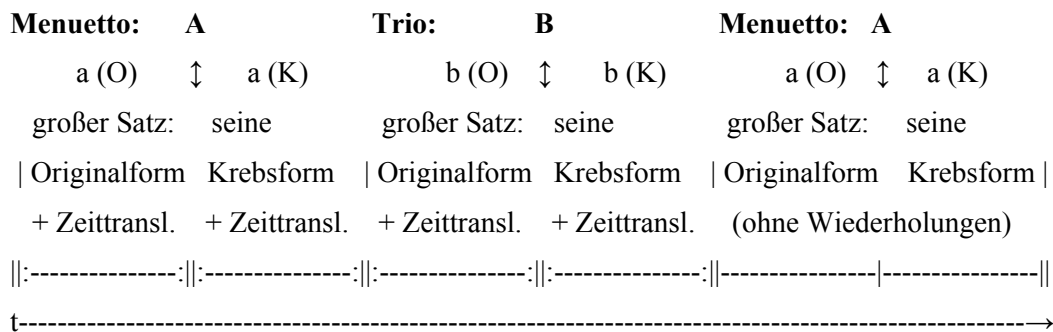
Elektroakustische Musik: László Dubrovay, *Sonate für Computer* (1984). (Nur eine assoziative Verbindung ist möglich.)

<sup>555</sup> Z. B.: W. A. Mozart, *Klaviersonate G-Dur*, K. Nr. 283.

<sup>556</sup> Bei Sonatensätzen in Moll auch in der gleichnamigen Durtonart.

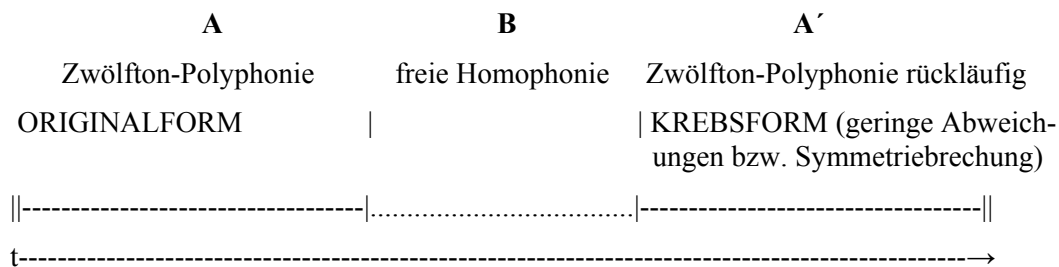
<sup>557</sup> Z. B.: W. A. Mozart, *Klaviersonate „Facile“*, C-Dur, K. Nr. 545. Eine Antizipation dieser Idee (Tonalitätsdisposition) ist in der dreiteiligen Repriseform der *Zweistimmigen Invention Nr. 8, F-Dur*, von J. S. Bach zu finden.

Kombinationen von vertikalen und horizontalen Spiegelungen (Inversion im Tonhöhenraum und Inversion im Zeitverlauf) im Kontext der zusammengesetzten A B A Form:

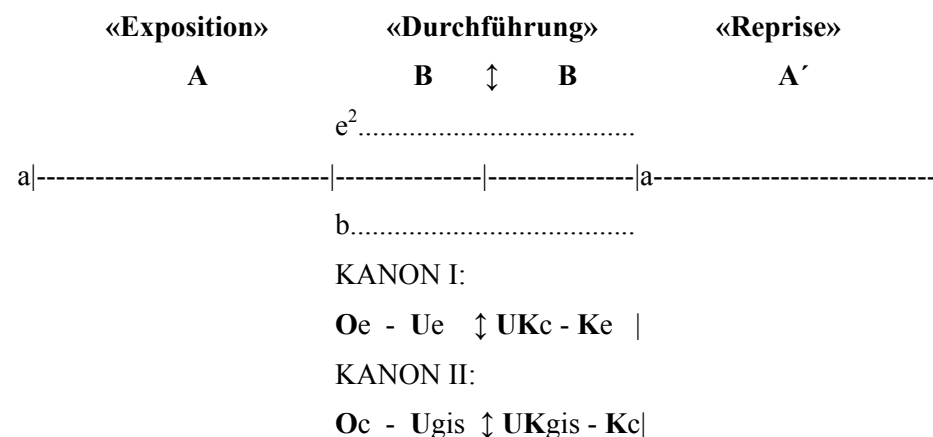


J. Haydn, *Klaviersonate A-Dur, Hob.: Gruppe 16, Nr. 26, Menuetto al Rovescio*.

Eine Version für Orchester: J. Haydn, *Sinfonie Nr. 47, G-Dur, III. Menuet*.



A. Berg, *Lyrische Suite*, 3. Satz.



Die dem Werk zugrunde liegende Zwölftonreihe ist auch spiegelsymmetrisch gestaltet:

A. Webern, *Sinfonie Op. 21*, 1. Satz: Vierstimmiger Doppelkanon in Gegenbewegung.

In der «Reprise» kommt dieselbe Gruppe von 4 Reihen vor, rhythmische Struktur des Doppelkanons wird aber geändert. Außerdem wird die verschobene translative Symmetrie durch die Hinzufügung einer zweistimmigen Endung gebrochen. Im ersten und letzten Teil wird das ganze Tonsystem an einer Horizontalachse (Ton a) gespiegelt.

Im Mittelteil gibt es zwei Horizontalachsen (e<sup>2</sup> für Kanon I, b für Kanon II) und zugleich eine Vertikalachse, durch die er in zwei bilateralsymmetrischen Hälften gegliedert wird.

A. Webern, *Sinfonie Op. 21*, 1. Satz, Mittelteil, symmetrisches Tonhöhen-system.

**Die a b a Formen innerhalb der A B A Form einer Komposition:**

MAKROFORMALE EBENE:

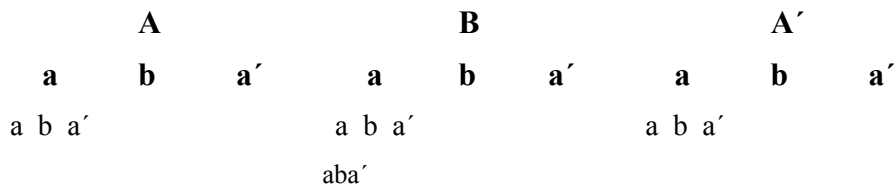
A (T. 1-55)                      B (T. 55-75)                      A (T. 79-110)

Mikroformale Ebene (z. B.):

a            b            a                                      a            b            a  
 (T. 1-4) (T. 4-10) (T. 11-14)                      (T. 94-95) (T. 96-99) (T. 100-102)

t----->

Cl. Debussy, *Prélude a l'après-midi d'un faune* für Orchester.



t----->

F. Chopin, *Klaviersonate in b-Moll*, Op. 35, II. *Scherzo*. Eine vereinfachte Darstellung der zugrunde liegenden fraktalen Formgestalt.

**Die Idee der dreiteiligen Form A B A in der Anordnung der Sätze (zyklische Formen).**

Formtyp der französischen Ouvertüre: langsamer Satz – schneller Satz – langsamer Satz

Formtyp der italienischen Ouvertüre: schneller Satz – langsamer Satz – schneller Satz

Eine Bemerkung: neben den Übereinstimmungen in *Tempi* sind irgendwelche formale oder inhaltliche Beziehungen zwischen den Ecksätzen auch möglich.

Es gibt verschiedene Zyklen von drei Sätzen, deren erster und letzter Satz gewisse formale, inhaltliche oder *Tempo* – Beziehungen oder Entsprechungen haben.

Beispielsweise: J. S. Bach: *Brandenbugisches Konzert Nr. 3*, G-Dur:

1. Satz	(2. Satz) phrygische Kadenz	3. Satz
<u>schnell</u>	<u>langsam</u>	<u>schnell</u>
<u>Ritornell-Form</u>	<u>(Cembalo-Improvisation)</u>	<u>Ritornell-Form</u>
<u>G-Dur</u>	<u>(e-Moll: IV<sup>6</sup>, Subdom. – V, Dom.)</u>	<u>G-Dur</u>

**DODEKAPHONIE:**

Wesentliche Aspekte der fraktalen Formgestalt des Konzertes Op. 24 von A. Webern:

**A** 1. Satz, *Etwas lebhaft*, **a b a** (Einleitung/Vorspiel: T. 1-6, erster Teil : T. 7-21, Übergang: T. 22-25, zweiter Teil: T. 26-43, Übergang: T. 44-47, dritter Teil: T. 48-62, Schluss / Nachspiel: T. 63-69)

**B** 2. Satz, *Sehr langsam*, **a b a** (erster Teil: 2 Abschnitte: T. 1-11 und T. 11-28; zweiter Teil: zwei Abschnitte: T. 29-43 und 43-56; dritter Teil: zwei Abschnitte: T. 57-68 und 69-78)

**A** 3. Satz, *Sehr rasch*, **a b a** (eine Paraphrase des ersten Satzes)

Die dem Konzert zugrunde liegende Zwölftonreihe besteht aus vier Gruppen von je drei Tönen, die als Diminutiv des dodekaphonischen Reihenordnungssystems (Originalgestalt, Krebs, Umkehrung und Umkehrungskrebs) bezeichnet werden können. Spiegelsymmetrie wird auf unterschiedlichen Ebenen realisiert.



S A T O R  
A R E P O  
T E N E T  
O P E R A  
R O T A S

Die Verhältnisse der vier verschiedenen Formen von Mikro- und Makroreihen (Originalform, Krebs, Umkehrung und Umkehrungskrebs), die auf das magische Sator-Quadrat hinweisen.<sup>558</sup>

Die fraktale Struktur im rhythmischen Bereich ist bereits am Anfang der Komposition ersichtlich, und zwar in der rhythmischen Konfiguration der vier ineinanderverwobenen Motive von je drei Tönen, die von den vier Blasinstrumenten (Oboe, Flöte, Trompete, Klarinette) gespielt werden. Ihre Krebsformen in der zeitlich umgekehrten rhythmischen Konfiguration folgen in der Klavierstimme. Zugleich handelt es sich um eine (transponierte) Umkehrungskrebsform der Originalreihe. Im analogen Abschnitt am Ende des Satzes (T. 63-67) werden die beiden Symmetriehälften vertauscht, und demzufolge wird die größte Bewegungsintensität in die Mitte versetzt.

In den korrespondierenden Abschnitten (T. 1-5 und T. 63-67) lassen sich sowohl auf der Mikro- als auch auf der Makroebene bestimmte Tonhöhsymmetrien erkennen. Da die ersten und letzten sowie die zweiten und dritten drei Töne einer Reihenform um eine gemeinsame Horizontalachse symmetrisch sind, liegt der ganzen Struktur ein bilateral symmetrisches System von 12 Tonhöhen zugrunde.

Vertikale Spiegelungen der Motive (I – IV, II – III) innerhalb der Reihe:

<p>I. Anfang: <b>O</b> h</p> <p>  h<sup>2</sup> b<sup>1</sup> d<sup>2</sup>   es<sup>3</sup> g<sup>3</sup> fis<sup>2</sup>  </p> <p>←-----→</p> <p>  c<sup>2</sup> cis<sup>3</sup> a<sup>2</sup>   gis<sup>1</sup> e<sup>1</sup> f<sup>2</sup>  </p>	<p>II. Schluss: <b>K</b> as</p> <p>  as<sup>2</sup> c<sup>2</sup> h<sup>2</sup>   e<sup>1</sup> es<sup>2</sup> g<sup>1</sup>  </p> <p>←-----→</p> <p>  cis<sup>2</sup> a<sup>2</sup> b<sup>1</sup>   f<sup>3</sup> fis<sup>2</sup> d<sup>3</sup>  </p>
--	--

<sup>558</sup> Vgl.: A. Webern, *Konzert Op. 24*, Philharmonia Partituren in der UE, Wien, No. 434, Vorwort, F. S.

Spiegelsymmetrische Tonhöhenysteme:

I. Anfang: **O** h (Blasinstrumente), **KU** d (Klavier): e<sup>1</sup> gis<sup>1</sup> b<sup>1</sup> c<sup>2</sup> d<sup>2</sup> f<sup>2</sup> | fis<sup>2</sup> a<sup>2</sup> h<sup>2</sup> cis<sup>3</sup> es<sup>3</sup> g<sup>3</sup>

II. Schluss: **K** as, **U** h (Blasinstr.) und **KU** g (Klav.): e<sup>1</sup> g<sup>1</sup> b<sup>1</sup> c<sup>2</sup> cis<sup>2</sup> es<sup>2</sup> | fis<sup>2</sup> as<sup>2</sup> a<sup>2</sup> h<sup>2</sup> d<sup>3</sup> f<sup>3</sup>

A. Webern, *Konzert Op. 24*, 1. Satz, *Etwas lebhaft*, Anfang und Schluss.<sup>559</sup>

Die Einheit der Komposition wird durch strukturelle Analogien und gemeinsame Formungsprinzipien erreicht. Die fraktale Denkweise beherrscht das ganze Werk.

**Regelmäßige fraktale Strukturen, die mit der translativen Symmetrie verknüpft sind** (Modell + Translation = symmetrisches Ganzes) und die im **gleichförmigen musikalischen Zeitverlauf** und im **formal-inhaltlichen Gedankenkreis eines Satzes** vorkommen:

P. I. Tschaikowsky, *Violinkonzert D-Dur, Op. 35* (Partitur, Edition Peters · Leipzig, Nr. 565),

III. *Finale, Allegro vivacissimo*. Taktmaß:  $\frac{2}{4}$ .

Eine Anordnung nach der regelmäßigen **Vergrößerung des Maßstabs**:

<u>Halbtaktmotiv</u> + Zeit- und Höhenttranslation	$\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$
S. 97 (T. 98) Vl. - Solo	
<u>Taktmotiv</u> + Zeit- und Höhenttranslation	1 + 1
S. 95 (T. 69-70)	
<u>Zweitaktige Phrase</u> , (M. a – b) + Zeit- und Höhenttranslation	2 + 2
S. 96 (T. 85-88)	
<u>Kleiner Satz</u> + Zeittranslation	4 + 4
S. 99 (T. 117-125)	
<u>Kleiner Doppelsatz</u> + var. Zeit- und Höhenttranslation (Oktavversetzung und Klangfarbenänderung)	8 + 8
S. 119-121 (T. 368-384)	
<u>Wiederholung dieser formalen Konstruktion</u> + variierte Zeit- und Höhenttranslationen: Fl. – Vl. Solo (T. 368-384) + Cor. I. II. – Vl. Solo (T. 384-400).	16 + 16

Realisierung der Fraktale im Zusammenhang mit der **Spaltung** eines kompositorischen Ganzen und Anwendung der translativen Symmetrie:

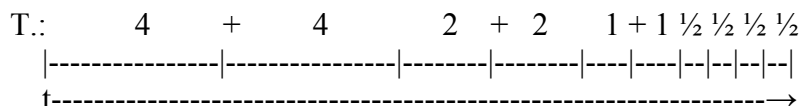
Z. B.: Wiederholung des kleinen Satzes (= kl. Doppelsatz), Wiederholung der zweitaktigen Phrase (die durch die Nachahmung, bzw. Zeit- und Höhenttranslation des

<sup>559</sup> Vgl.: A Webern, *Konzert für Flöte, Oboe, Horn, Trompete, Posaune, Geige, Bratsche und Klavier Op. 24*, Philharmonia Partituren in der Universal Edition, No. 434, Wien London, S. 1 und 7.

Kopfmotivs des kleinen Satzes entsteht), Wiederholung des Taktmotivs (zeitliche Translation des Kopfmotivs), Wiederholung des zweiten Teils des Kopfmotivs (= ein Halbtaktmotiv).

Skala der Verkleinerung: 4, 2, 1, ½

*Allegro vivacissimo*



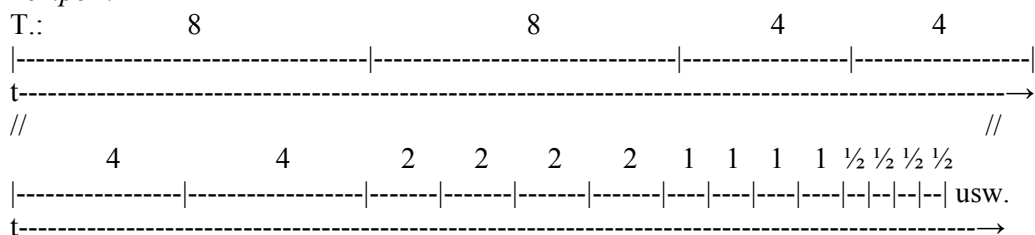
P. I. Tschaikowsky, *Violinkonzert in D-Dur, Op. 35, III. Finale*, T. 117-133.

Noch ein solches Beispiel aus demselben Satz (*Finale*):

**1. Thema** (VI. Solo) – Exposition und weitere Entwicklung:

Große Periode (8 + 8 T. Innerhalb der großen Periode sind zwei kleine Perioden erkennbar.); kleiner Satz + seine ein wenig variierte Wiederholung (4 + 4 T.); kleiner Satz + kleiner Satz (der auf einer freien Wiederholung der ersten Phrase basiert), 4 + 4 T.; zweitaktige Phrase, die inhaltlich mit der ersten Phrase verbunden ist + ihre Zeit- und Höhenttranslation (2 + 2 T.); zweitaktige Phrase, die inhaltlich mit der zweiten Phrase verknüpft ist + ihre zeitliche Translation (2 + 2 Takta); Taktmotiv (Kopfmotiv) + seine Zeit- und Höhenttranslation (1 + 1 T.), Amplifikation (1[½ + ½ ] + 1 [½ + ½ ]T.); Halbtaktmotiv und seine Doppeltranslationen (½ + ½ T., ½ + ½ T.).

*Tempo I.*

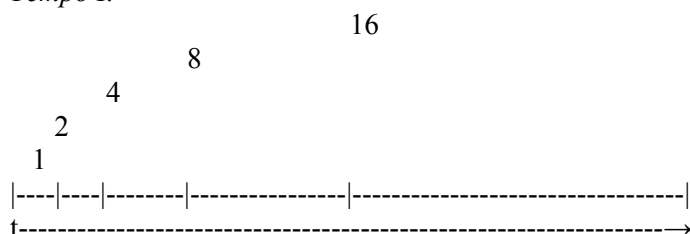


P. I. Tschaikowski, *Violinkonzert in D-Dur, III. Finale*, T. 53-98.

Der Verkleinerung des strukturelen Musters im Zeitverlauf liegt eine Zahlenfolge zugrunde: 8, 4, 2, 1, ½. Dies ist eigentlich nur ein Ausschnitt aus der in beiden Richtungen unendlichen Zahlenfolge....<sup>1</sup>/<sub>16</sub>, <sup>1</sup>/<sub>8</sub>, <sup>1</sup>/<sub>4</sub>, ½, 1, 2, 4, 8, 16,.... Das kompositorisch ästhetische System und die Logik der musikalischen Entwicklung bestimmen, ob die Verkleinerung oder Vergrößerung des Maßstabs verwendbar ist. Im betreffenden Fall ist die entgegengesetzte Richtung natürlich nicht möglich.

Bezugnehmend auf das präsentierte Beispiel soll darauf hingewiesen werden, dass im Themenbau (große Periode) gewisse Etappen erkennbar sind, die die Logik der Vergrößerung des Maßstabs bzw. die entgegengesetzte Richtung der Zahlenreihe verfolgen.

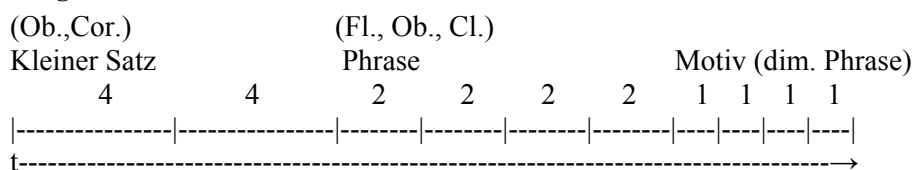
*Tempo I.*



P. I. Tschaikowski, *Violinkonzert in D-Dur, III. Finale*, 1. Thema (Vl. Solo), große Periode T. 53-68.

Fraktale Spaltung eines musikalischen Gedankens auf der Ebene des formalen Rahmens (ein strukturelles Muster, das auf der translativen Symmetrie beruht) und – am Ende, wo eine zweitaktige Phrase zum Taktmotiv wird – auch auf der Ebene des musikalischen Inhalts (die Anwendung der Diminution):

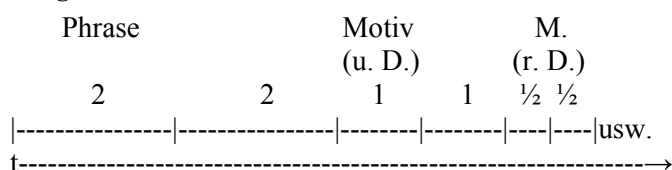
*Allegro vivacissimo*



P. I. Tschaikowski, *Violinkonzert in D-Dur, Op. 35, III. Finale*, T. 540-559.

Regelmäßige und unregelmäßige Diminution (r. D. und u. D.):

*Allegro vivacissimo*



P. I. Tschaikowski, *Violinkonzert in D-Dur, Op. 35, III. Finale*, T. 622-628.

Zeitliche Translation einer Phrase, bei der nur der erste Teil der Phrase diminuiert wird:

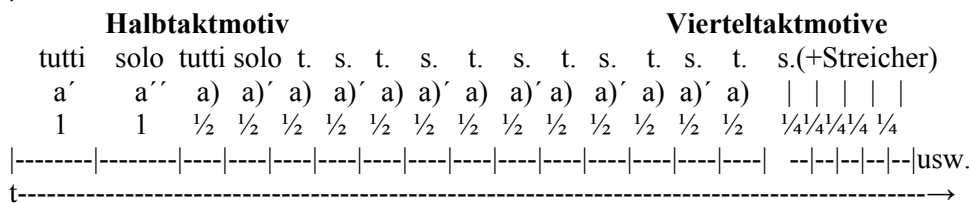
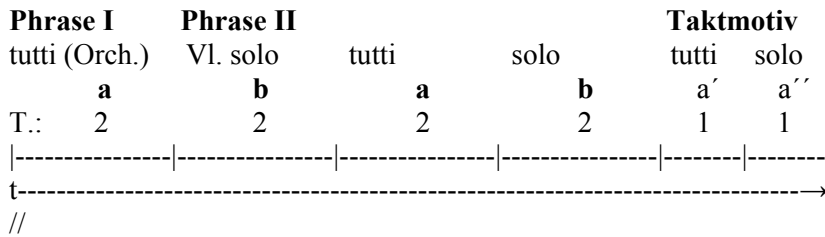
L. van Beethoven, *Sonate Op. 14 Nr. 2, G-Dur, 1. Satz - Allegro*, T. 8-12.

**Polyphonie:**

Zeit- und Höhentranslation eines Choralverses im Zusammenhang mit unregelmäßigen und regelmäßigen Änderungen des Maßstabs: J. S. Bach, *Vom Himmel Hoch*, Vers I (T. 1-6), usw.

**Vielfältige Spaltung einer zweitaktigen Phrase:**

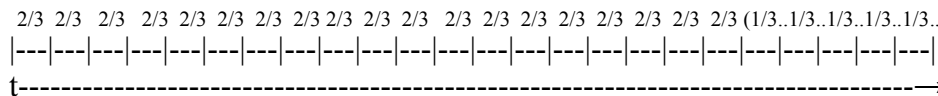
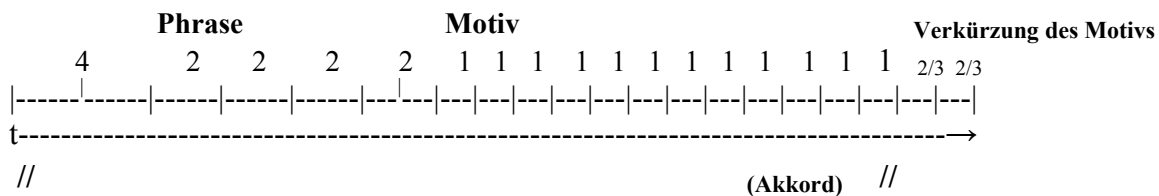
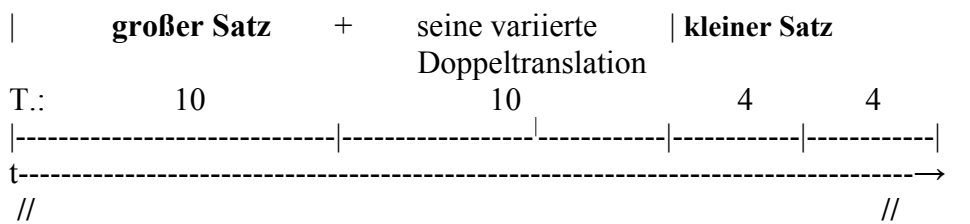
Zahlenfolge: 2, 1, 1/2, 1/4



P. I. Tschaikowski, *Violinkonzert in D-Dur, III. Finale*, T. 576-595.

Der ganze Mittelteil des ersten Satzes (= Durchführung des Sonatensatzes) der *Sonate in D-Dur, Op. 28*, von L. van Beethoven beruht auf der Idee einer progressiven Spaltung des ersten Themas. Das Ausgangsmuster ist ein variiert wiederholter großer Satz (10 + 10 Takte). Der Durchführungsplan mit seiner fraktalen thematischen Spaltungskette lässt sich folgendermaßen graphisch darstellen:

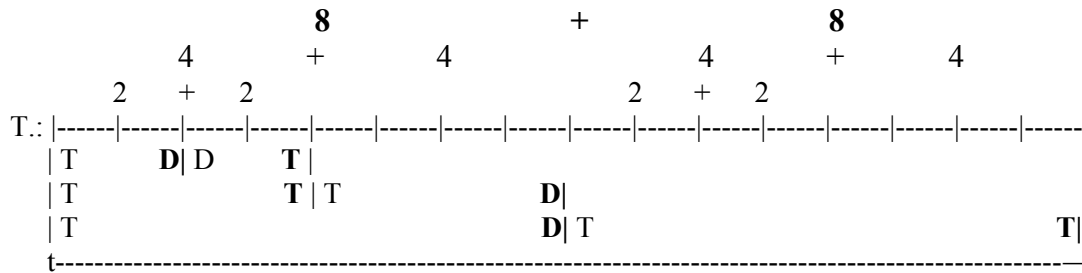
**Ausgangsmuster (Thema):**





Weitere Beispiele: Fraktale Strukturen innerhalb des zweiteiligen Formtypus a a´

(große Periode, meistens 8 + 8 T.):



W. A. Mozart, *Sonate in D-Dur*, Köchel Nr. 311, III. Rondeau (SR), 1. Thema (große Periode, T. 1-16). Periodische Struktur auf verschiedenen Ebenen: Korrespondierende Phrasen (2 + 2 T.), kleine Periode: (4 + 4 T.), große Periode: (8 + 8 T.).

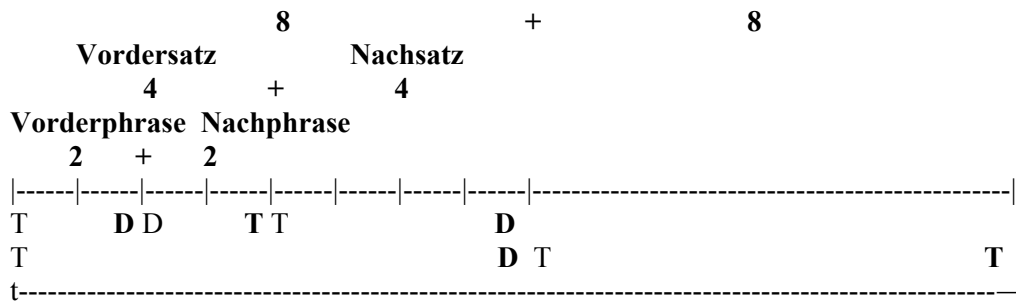
**GROSSE PERIODE:**

Violino principale:

TUTTI:

**VORDERSATZ**

**NACHSATZ**



W. A. Mozart, *Violinkonzert in A-Dur*, KV 219, 3. Satz, Rondo – Tempo di Menuetto, Thema (T. 1-16). Die formale Struktur Vordersatz – Nachsatz verbreitet sich von der Mikro- zur Makroform.

**Fraktale Strukturen innerhalb eines Doppelsatzes: a a (großer Doppelsatz, meistens 8 + 8 T.):**

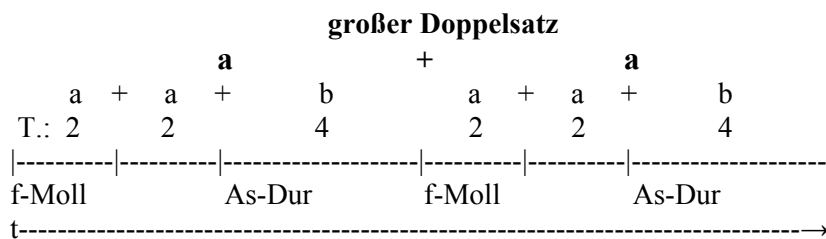
R. Schumann, *Phantasiestücke* für Klavier, Nr. 2 *Aufschwung* (R<sub>3</sub>), 1. Thema.

- Die bereits am Anfang exponierte Formkonstruktion (Doppelphrase: a a, 2 + 2 Takte) stimmt mit der Idee der formalen Ganzheit überein (großer Doppelsatz: a a, 8 + 8 Takte):

**I. Teil:**

**II. Teil (Zeittranslation des 1. Teils)**

zusammengesetzter großer Satz + Wiederholung des großen Satzes  
 Doppelphrase (kleiner Satz) Doppelphrase (kleiner Satz)



R. Schumann, *Aufschwung* (Rondo mit drei Themen: A B A C A B A), 1. Thema (A).

**Fraktales Verhältnis: DIMINUTION – ORIGINALFORM – AUGMENTATION, bzw. AUGMENTATION – ORIGINALFORM – DIMINUTION**

Sukzessiv:

Allegro. M.M. ♩ = 92.

Allegro (Tempo I)

a tempo

A. Borodin, *Symphonie in h-Moll*, 1. Satz, *Allegro*, 1. Thema (Anfang). Exposition: Anfang, *Allegro*, (Achtel-Noten). Reprise: Anfang, *Allegro* (Tempo I.), (Viertelnoten). Schluss: *Poco a poco allarg. e pesante* (Halbenoten).

Sukzessiv und simultan:

J. S. Bach, *Die Kunst der Fuge*, *Contrapunctus VII.*<sup>560</sup>

**ATONALITÄT:**

**Fraktale rhythmische Organisation in einer seriellen Komposition:**

O. Messiaen, *Mode de valeurs et d'intensités* für Klavier:

Drei Tonhöhenreihen (Klavierregister: 1. oben, 2. Mitte, 3. unten) sind mit drei rhythmischen Reihen verknüpft, die auf drei unterschiedlichen Grundwerten (1. Zweiunddreißigstel, 2. Sechzehntel, 3. Achtel) basieren.

- Reihe I: .|\| (1 – 12) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
- Reihe II: .|\ (1 – 12) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 usw. (bis 12)
- Reihe III: .|\ (1 – 12) 1 2 3 4 5 6 7 usw. (bis 12)

t----->

**MODALES TONSYSTEM: NIEDERLÄNDISCHE VOKALPOLYPHONIE DES 15. JAHRHUNDERTS**

**Fraktale Formkonzeption eines zweistimmigen polyphonen Satzes (Kanon im Einklang und Vergrößerung mit gleichzeitigem Auftritt beider Stimmen):**

<sup>560</sup> M. Reger, *Phantasie über den Choral Ein' feste Burg ist unser Gott*, Op. 27, D-Dur (für Orgel): das Choral-Thema erscheint zuerst (T. 4) als *cantus firmus* – in der Augmentation (Grundwert: eine Halbe) und später wird der Maßstab verkleinert (Grundwert: ein Viertel im Mittel- und Schlussteil, Grundwert: ein Achtel im Schlussteil).



**Benedictus**  
Erster Teil

Josquin de Prés, *Benedictus* (aus der Messe *L'homme armé*).

## Fraktale Strukturen innerhalb des zweiteiligen Formtypus a a' b a' :

2 + 2 = korrespondierende Phrasen («Miniperiode»)  
 |-----|-----|  
 T D T D

4 + 4 = kleine Periode  
 |-----|-----|  
 T D T D (Modulation, G-Dur)

### kleine zweiteilige Liedform:

**I. Teil** (kleine Periode: a a') **II. Teil** (zwei kleine Sätze: b a' |+ Codetta)

8 + 8 |+ 4 (=Codetta)  
 1 + 1 = Taktmotive ½ ½ = Halbtaktmotive  
 |-----|-----|-----|  
 T D T T |DT| T  
 t----->

L. van Beethoven, *Sonate Op. 14 Nr 2*, G-Dur, 2. Satz *Andante*, Thema.<sup>561</sup>

## Vergrößerung des Maßstabs nach der Zahlen-Folge ½, 1, 2, 4, 8:

Erläuterung: Die fraktale Struktur bezieht sich nicht auf den konkreten musikalischen Inhalt sondern nur auf die abstrakten Elemente der Formkonstruktion und ihre Zusammenhänge innerhalb der formalen Ganzheit:

- Halbtaktmotiv (akkordische Verbindung) und seine variierte Doppeltranslation (T. 17);
- Taktmotiv und seine variierte Doppeltranslation (T. 9-10);
- Phrase und seine variierte Wiederholung (korrespondierende Phrasen, T. 13-16);
- kleiner Satz und seine variierte Wiederholung (kleine Periode, T. 1-8);
- kleine Periode a a' (am Ende: Modulation nach G-Dur) und zwei kleine Sätze b a' (am Ende: Rückmodulation nach C-Dur), T. 1-16.

<sup>561</sup> Noch ein Beispiel: L. van Beethoven, *Sonate Op. 26, As-Dur*, 1. Satz, Thema (große zweiteilige Liedform). I. Teil: zwei kleine Perioden in einer großen Periode.

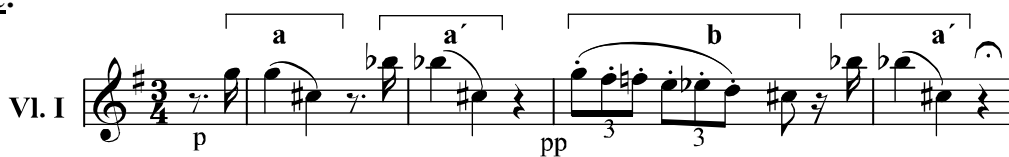
$$\begin{array}{ccccccc}
 & & & & \frac{1}{2} + \frac{1}{2} & & \\
 & & & & 1 & + & 1 \\
 & & & & 2 & + & 2 \\
 & & & 4 & & + & 4 \\
 & & 8 & & & + & 8
 \end{array}$$

L. van Beethoven, *Sonate Op. 14 Nr. 2*, G-Dur, 2. Satz *Andante*, C-Dur, Thema: Eine Systematisierung der Elemente der Formkonstruktion nach ihrer Größe. Die Skala der zeitlichen Proportionen beruht auf einer fraktalen Zahlenfolge.

## I. II. Zweiteiliger Formtyp | a a | b a | als fraktales Muster

Der zweiteilige Formtyp (oder strukturelles Modell) | a a | b a | erscheint in der europäischen Musikgeschichte in verschiedenen Größen, von der motivischen Mikrostruktur bis zur formalen Makrostruktur - beispielsweise eines Sonatensatzes mit wiederholter Exposition. Da es sich in der Musik um zeitfüllende Fraktale handelt, gelten die durch eine entsprechende Zahlenfolge bestimmten regelmäßigen Vergrößerungen oder Verkleinerungen des Maßstabs nur bei einem gleichförmigen musikalischen Zeitablauf. Wenn es sich um verschiedene Tempi handelt, die normalerweise in verschiedenen Kompositionen vorkommen, ereignet sich dasselbe strukturelle Modell (z. B. eine kleine zweiteilige Liedform im Metrum  $\frac{4}{4}$ ) innerhalb der unterschiedlichen Zeiträumen. Es gibt noch eine unerschöpfliche Quelle der VARIETAS anderer Art. Durch vorgeschriebene oder spontane, interpretative Tempoänderungen, *accelerandi* und *rallentandi* bzw. regelmäßige und unregelmäßige Krümmungen des musikalischen Zeitraums, werden die inneren zeitlich – strukturellen Verhältnisse geändert. Schließlich erscheint ein Formtypus selbst in unterschiedlichen kreativen Metamorphosen, die gewisse Kürzungen und Verlängerungen der Teile einschließen. Sowohl in der Natur als auch in der Kunst werden Fraktale in unerschöpflichen Varianten realisiert. Der Reichtum an Abweichungsmöglichkeiten ist, hinsichtlich der ästhetischen Implikationen eben im Bereich des künstlerischen Schaffens, von besonderer Bedeutung.

**Motive:**



J. Haydn, *Sinfonie Nr. 92 in G-Dur (Oxford)*, I. *Adagio*, Schluss, Violine I, T. 16-20.<sup>562</sup>

**Phrasen:**



R. Schumann, *Carnaval Op. 9, 6 Florestan* (Anfang, T. 1-8).



P. Tschaikowski, *Sinfonie Nr. 6, h-Moll, Op. 74*, 1. Satz, 2. Thema *Andante* (D-Dur).

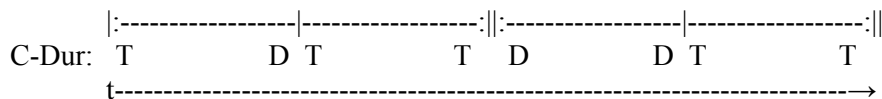
**Kleine Sätze / kleine zweiteilige Liedform:**

**1. TEIL:**

**kleine Periode**  
a + a'  
4 4

**2. TEIL:**

**kleiner Satz, kleiner Satz**  
b a''  
4 4  
(2 + 2)



W. A. Mozart, *Eine kleine Nachtmusik, G-Dur, KV 525, II. Romanze – Andante*, erster Teil: Grundidee der Form (ohne Wiederholungen) = a a' b a''.<sup>563</sup>

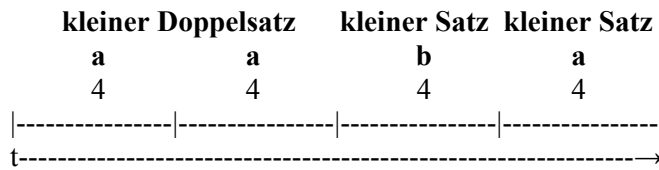
<sup>562</sup> Noch ein Beispiel: E. Grieg, Op. 38, *Berceuse* in G-Dur, *Allegro tranquillo*. Aus: E. Grieg, *Lyrische Stücke II*, für Klavier, Op. 38, Schott Ed. 4697, Mainz 1996, S. 5.

<sup>563</sup> L. van Beethoven, *Sonata dedicata a Joseph Haydn, Op. 2, Nr. 2, IV. Rondo*. 1. Teil: kleine Periode a + a', 2. Teil: korrespondierende Phrasen (= kleiner Satz) b + kleiner Satz a''.

*Andante con moto*

**1. TEIL**

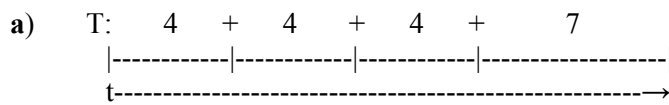
**2. TEIL**



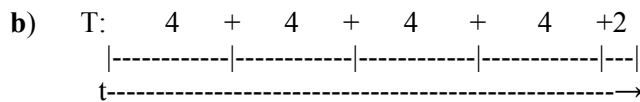
Stjepan Šulek, *Konzert für Violine und Kammerorchester*, 2. Satz *Andante con moto*, Thema: Viola solo, T. 1-16. (Vgl. die Partitur: JAZU, Zagreb 1963, S. 30.)

**Strukturelle Abweichungen (Änderung der Proportionen, Symmetriebrechung):**

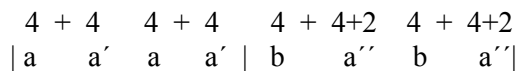
Es gibt zwei Arten von Verlängerung: a) innere und b) äußere.



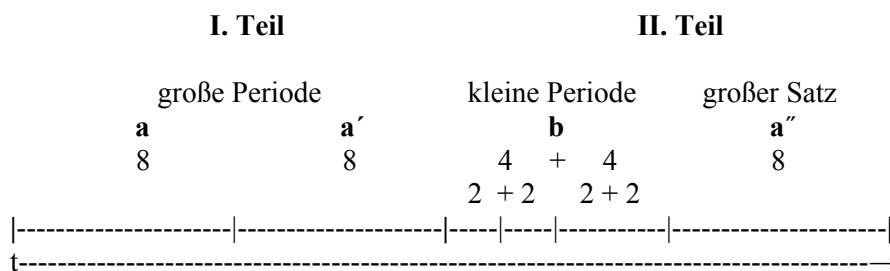
L. van Beethoven, *Sonate Op. 2 Nr. 2*, A-Dur, II. *Largo appassionato*, Thema (a a' b a'). Innere motivische Amplifikation im letzten Formteil a'.



W. A. Mozart, *Sonate in A-Dur*, Köchel Nr. 331, 1. Satz *Andante grazioso*, Thema (a a' b a' + Codetta). Äußere Verlängerung des Schlussteils. Eine hinzugefügte zweitaktige «Codetta» kommt am Ende des letzten Teils vor. Da zuerst der erste und dann der zweite Teil wiederholt wird (Zeittranslation), entsteht eigentlich die folgende doppellange zweiteilige Formkonstruktion.<sup>564</sup>



**Große Sätze / große zweiteilige Liedform:**



L. van Beethoven, *Sonata dedicata a Joseph Haydn*, Op. 2 Nr. 3, C-Dur, IV. *Allegro assai*, Sonatenrondo: A B A C A B A, drittes Thema (C) in F-Dur.

<sup>564</sup> Solche Wiederholungen der Teile sind keine Seltenheit. Zum Beispiel: J. Haydn, *Sonate Es-Dur*, II. *Adagio* (E-Dur), 1. Teil; R. Schumann, *Symphonische Etüden* in Form von Variationen, Op. 13, *Etüde IV (Variation III)*.

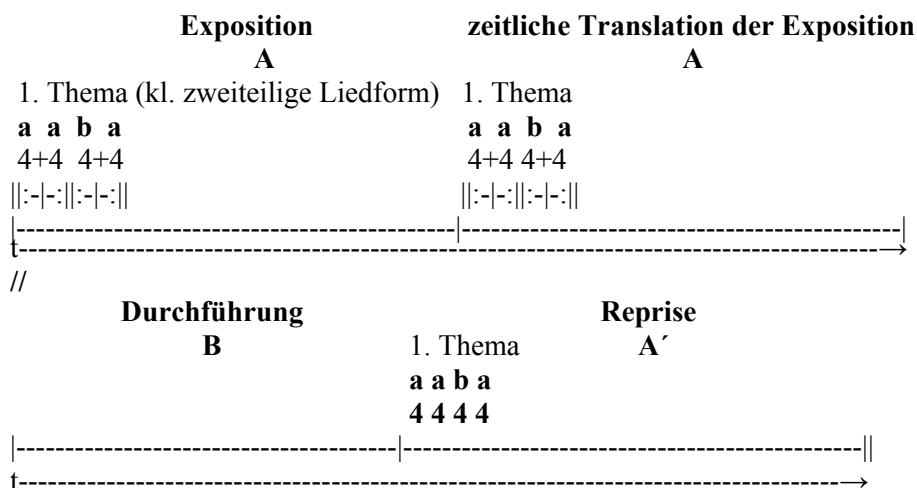
## Sonatensatz mit wiederholter Exposition:

A                      A                      B                      A'

**Exposition, wiederholte Exposition, Durchführung, Reprise**

Der erste und letzte Satz der *Sinfonie g-Moll KV 550* von W. A. Mozart mögen als Beispiele dienen. Es handelt sich eigentlich um die verschobene zeitliche Translation eines Formtyps – im gegebenen Fall A A B A - innerhalb einer zyklischen Komposition.

Das erste Thema des letzten Satzes (Finale) *Allegro assai* beruht auf demselben Formtyp. Das heißt, dass die fraktale Symmetrie auf der Ebene der Formkonstruktion dieses Satzes verwirklicht wird.



W. A. Mozart, *Sinfonie in g-Moll, KV 550*, Finale *Allegro assai*. Eine vereinfachte graphische Darstellung des fraktalen Formbaus.

## Formtyp a b a b als fraktales Muster

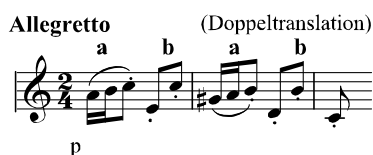
**Vergrößerung des Maßstabs:**

**MOTIVE:**

**Halbtaktmotive:**

a                      b                      (Doppeltranslation)  
a                      b                      a                      b

L. van Beethoven, *Sonate Op. 101 in A-Dur*, letzter Satz, Fuge, Thema (Anfang).



D. Schostakowitsch, *24 Präludien und Fugen Op. 87* für Klavier, Band 1, *Fuge 2*, a-Moll, Thema (Beginn).

J. Haydn, *Sinfonia No. 94* („Paukenschlag“ / „Surprise“), 1. Satz, *Vivace assai*. Anfang, Vl. I, Halbtaktmotive: a b a b.

J. S. Bach, *Englische Suite Nr. 5, I. Prélude, Allegro* (Thema der Fuge).<sup>565</sup>

**a    b    a    b**  
 (a a b b a a b b)  
 |-----|-----|  
 F-Dur: Tonika  
 t----->

J. S. Bach, *Brandenburgisches Konzert Nr. 2 in F-Dur*, 1. Satz, Anfang (T. 1-2).<sup>566</sup>

*Tempo I.*

Klavier: | a            | a'            | a            | a'            |  
 Streicher: |    b            |    b'            |    b            |    b'            |  
 a-Moll.....C-Dur.....  
 t----->

Doppeltranslation des ganzen Musters. E. Grieg, *Klavierkonzert in a-Moll, Opus 16*, 1. Satz, *Allegro molto moderato*, Reprise, 1. Thema (Anfang), *Tempo I*. T. 117-120.

**Taktmotive:**

**Allegrissimo**

a                      b                      a'                      b  
 |-----|-----|-----|-----|  
 t----->

D. Scarlatti, *Sonate in D-Dur*, Anfang.<sup>567</sup>

*Presto* (Amplifikation)

**a    b    a    b**  
 |-----|-----|-----|-----|  
 t----->

F. Liszt, *Etudes d'exécution transcendante pour piano, I. Préludio*, Anfang.

M.1    M.2    M.1    M.2    Taktmotive: a = Streicher  
**a    b    a    b**                      b = Bläser  
 |-----|-----|-----|-----|  
 t----->

S. Prokofjew, *Romeo und Julia*, Suite Nr. 3, Op. 101, *IV. Die Amme*, Anfang.

<sup>565</sup> Auch: G. F. Händel, *Concerto grosso Op. 6, Nr. 5, D-Dur*, 2. Satz (fugierte *Allegro*), Thema (1. Takt). W. A. Mozart, *Sonate G-Dur, K. Nr. 283*, 1. Satz *Allegro*, Anfang. L. van Beethoven, *Sonata Op. 10, Nr. 2, F-Dur*, 1. Satz, *Allegro*, Anfang. A. Skrjabin, *Sonate Nr. 5, Languido*, T. 13-16, 166-169.

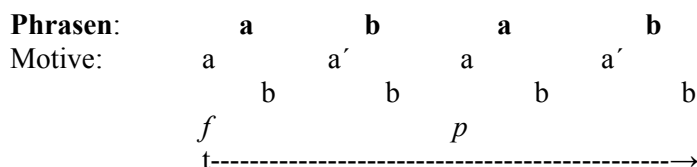
<sup>566</sup> Weitere Bweispiele: J. Haydn, *Die Jahreszeiten, Der Frühling, Nr. 1 Einleitung und Rezitativ* (Die Einleitung stellt den Übergang vom Winter zum Frühling vor), T. 116-118, (Vl. 1 und Fl.(a2) – Ob. und Cl. (a 2), Vl. 1 und Fl. – Ob. und Cl.). Nr. 4 Arie – Simon, Streicher: Vl. 1 und Vl. 2, T. 101-103. *Die Jahreszeiten, Der Winter, Nr. 39 Terzett und Doppelchor*, T. 56-58, Anwendung von räumlicher Translation: Fl. 1. solo – Coro I, Fl. 1 solo – Coro II.

<sup>567</sup> Auch: J. S. Bach, *Wohltemperiertes Klavier*, Buch II, *Praeludium II, c-Moll*, 2. Teil, Anfang (T. 13-16).

## Schlussbildung:

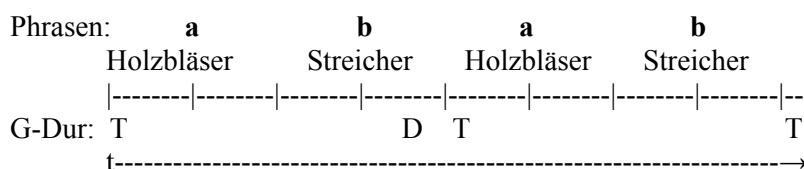
W. A. Mozart, *Zauberflöte KV 620*, Ende des ersten Aufzuges (C-Dur).<sup>568</sup> (Vgl. die Partitur: Edition Peters, Nr. 853, Leipzig, S. 205.)

## PHRASEN:



D. Scarlatti, *Sonate in E-Dur, Presto*, Anfang. (Vgl.: Domenico Scarlatti, *12 Sonata*, MNZ – 298, *Sonate Nr. 9*, S. 29.)

### *Adagio cantabile*



J. Haydn, *Symphonie Nr. 6, G-Dur, "Paukenschlag"*, 1. Satz, *Adagio cantabile*, Anfang: T. 1-8.<sup>569</sup>

Cl. Debussy, *Streichquartett*, Op. 10, II. *Assez vif et bien rythmé*, Anfang, T. 1-8: **a** (Vl. 1, Vcl.: 4 Akkorde), **b** (Vla solo), **a** (Vl. 1, Vcl.: 4 Akkorde), **b** (Vla solo).

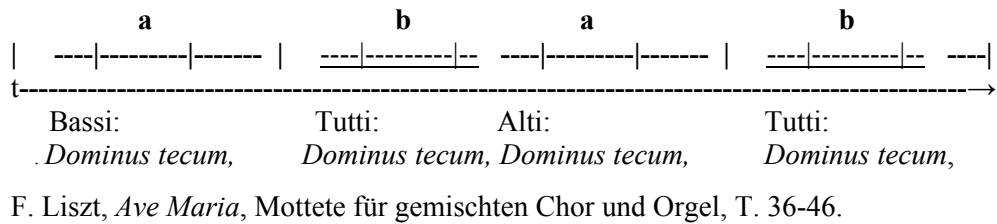
A. Bruckner, *Messe in f-Moll, Kyrie*, T. 38-48. Fraktale Verkleinerung und Doppelverkleinerung des Maßstabs bei den (variieren) Nachahmungen.

<sup>568</sup> Weitere Beispiele der Schlussbildung: W.A. Mozart, *Zauberflöte, KV 620*, Ende der Oper (Es-Dur); W. A. Mozart, *Zauberflöte, KV 620*, Zweiter Aufzug, Nr. 20. Arie – Papageno, Schluss (der ersten, zweiten und dritten Strophe); W. A. Mozart, *Zauberflöte, KV 620*, Zweiter Aufzug, Nr. 18 Chor der Priester, *Adagio*, Schluss («würdig sein»); W. A. Mozart, *Don Giovanni, Atto Secondo, Scena II, Nr. 2, Terzetto*, Schluss, T. 79-83. J. Haydn, *Die Jahreszeiten, Der Winter*, Nr. 39, *Terzett und Doppelchor*, T. 126-129.

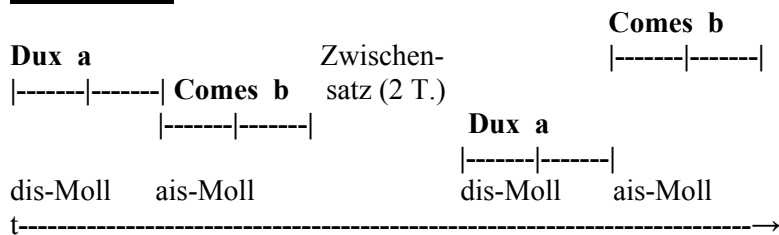
<sup>569</sup> Weitere Beispiele: D. Scarlatti, *Sonate F-Dur*, der Anfang des zweiten Teils (C-Dur). Aus: Domenico Scarlatti, *12 sonata* (redigirao Svetislav Stančić), MNZ – 298, Nr. 3, S. 11. W. A. Mozart, *Sonate c-Moll, K. Nr. 457*, 1. Satz *Molto Allegro*, Anfang; W. A. Mozart, *Requiem, Nr. 2 Dies irae*, Coro, T. 57-65; W. A. Mozart, *Requiem, Nr. 8 Domine Jesu, Andante con moto*, T. 15-20; W. A. Mozart, *Don Giovanni, Erster Aufzug, Szena XVII* (Zerline, Don Giovanni mit vier reichgekleideten Dienern), T. 50-58. L. van Beethoven, *Sonate Op. 10, Nr. 1, c-Moll*, 1. Satz *Allegro molto e con brio*, Anfang; L. van Beethoven, *Sonate Op. 22, B-Dur*, Menuetto, T. 9-16; L. van Beethoven, *Sinfonie Nr. 9, d-Moll, Op. 125*, 1. Satz, Die Gruppe des zweiten Themas, **a** (das Motiv und seine Doppeltranslation: tutti *ff*, T. 102-103) **b** (die Phrase: *p dolce*, T. 104-105) **a'** (tutti *ff*, T. 106-107) **b'** (*p*, T. 108-109). O. Respighi, *Pini di Roma, II. Pini presso una catacomba, Lento, Ancora piu mosso*, T. 28-31. R. Schumann, *Albumblätter, Op. 124*, für Klavier, Nr. 7 *Ländler*, T. 1-8 (kleiner Doppelsatz, innere Struktur: a b a b); *Carnaval, Op. 9, Nr. 8, Réplique*, Anfang; *Carnaval, Op. 9, Nr. 6, Florestan*, T. 29-37 ||: a b a b :||. C. M. von Weber, *Freischütz-Ouvertüre*, Beginn. A. Dvorák, *Symphonische Variationen* über ein originales Thema, für großes Orchester, Op. 78, Variation 19, *tempo di valse* (B-Dur).

**Längere Phrasen:**

*Andante con moto*



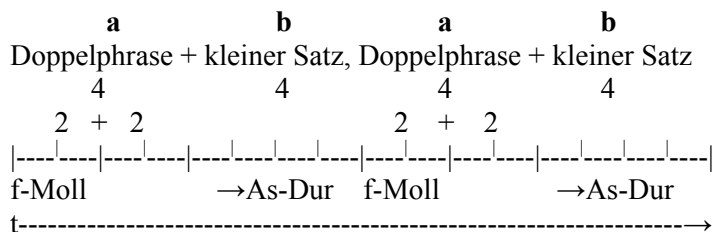
**Polyphonie:**



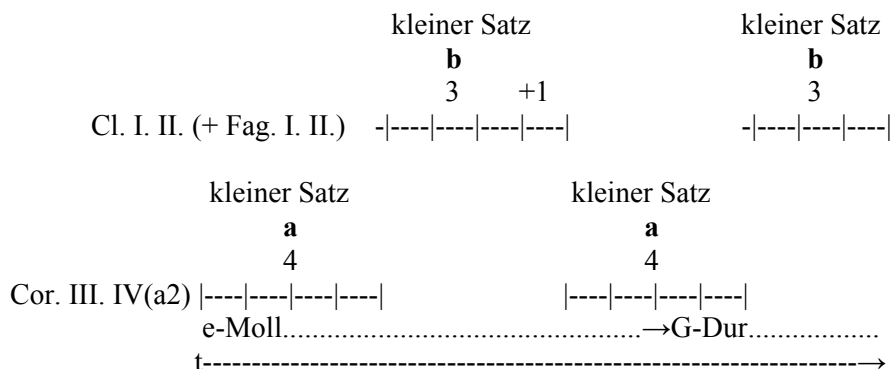
J. S. Bach, *Wohltemperiertes Klavier, Buch II, Fuga VIII. dis-Moll*, Exposition.

**KLEINE SÄTZE, DOPPELPHRASEN:**

*Sehr rasch*



R. Schumann, *Phantasiestücke Op. 12, 2. Aufschwung, Sehr rasch*, 1. Teil (Thema, A).

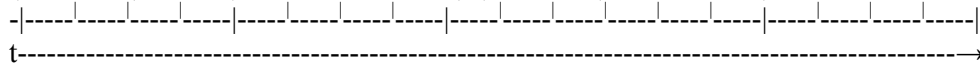


A. Dvorák, *Sinfonie IX Op. 91, «Aus der neuen Welt»*, 1. Satz *Allegro molto* (1. Thema), T. 24-38.



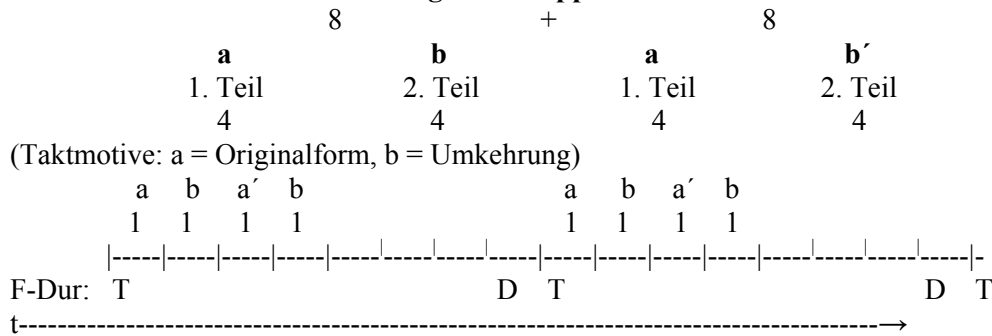
*Allegro*

Kleiner Satz **a** (Vc. + Cb.)    kleiner Satz **b** (Streicher + Holzbl.)    kl. Satz **a'** (verlängert) (Vc. + Cb.)    kl. Satz **b'** (variiert) (Streicher + Holzbl.)

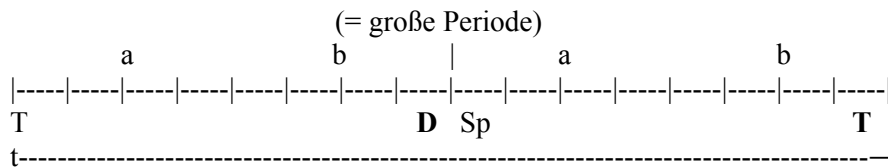


L. van Beethoven, *Symphonie Nr. 5, III. Allegro*, Anfang.<sup>570</sup>

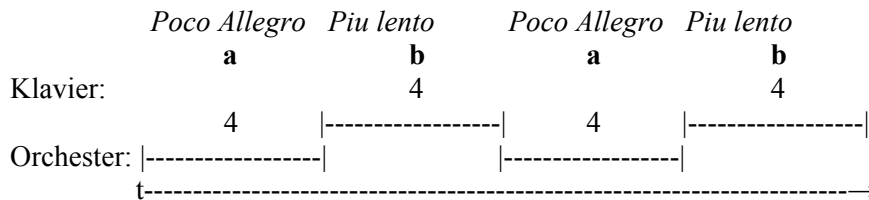
**großer Doppelsatz:**



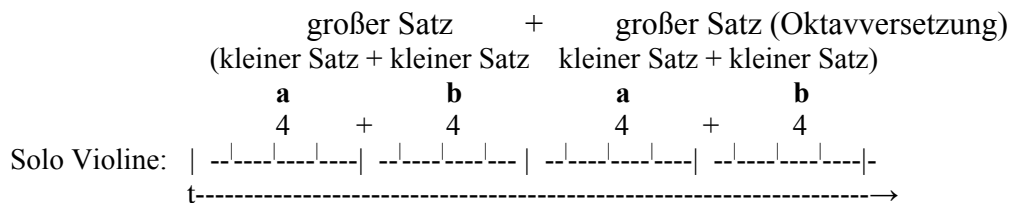
Cesar Franck, *Sinfonie in d-Moll*, 1. Satz, *Allegro non troppo*, 2. Thema (Teil B, F-Dur), T. 129-145.



G. Rossini, *Il Barbiere di Siviglia*, Atto Primo, *Cavatina – Figaro*, *Allegro vivace*, Anfang.



C. Franck, *Symphonische Variationen* für Klavier und Orchester, Anfang.

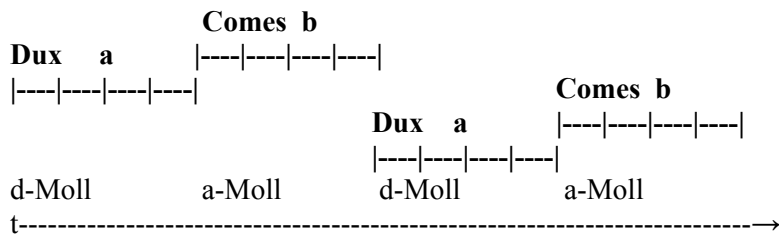


M. Bruch, *Violinkonzert in g-Moll*, Op. 26, 1. Satz, *Allegro moderato*, Hauptthema (Solo Violine, T. 16-31).<sup>571</sup>

<sup>570</sup> Auch: A. Bruckner, *V. Sinfonie*, B-Dur, 1. Satz, *Introduction – Adagio*, T. 15-30 (**a**: Streicher und Bläser, **b**: Bläser, **a'**: Streicher und Bläser, **b'**: Bläser).

<sup>571</sup> Auch: P. I. Tschaikowski, *Sinfonie Nr. 6 h-Moll*, Op. 74, 1. Satz, die Fortsetzung nach der Exposition des zweiten Themas: *Moderato mosso* (**a**, 4 T., + **b**, 4 T., + **a'**, 4 T., + **b'**, 4 T.)

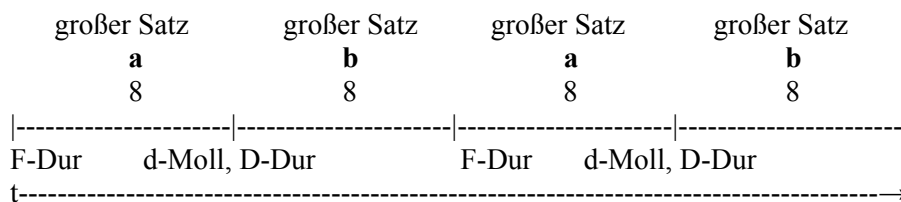
## Polyphonie:



J. S. Bach, *Die Kunst der Fuge, Contrapunctus primus*, Exposition.<sup>572</sup>

## **GROSSE SÄTZE, KLEINE DOPPELSÄTZE:**

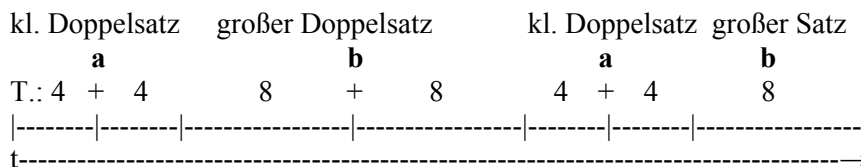
*Allegro*



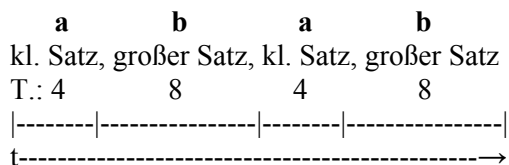
L. van Beethoven, *Sinfonie Nr. 6, Op. 68, III. Lustiges Zusammensein der Landleute, Allegro*, Anfang.

### **a) Mit Wiederholungen:**

*Sehr rasch* (♩ = 104) *Presto assai*



### **b) Grundform ohne Wiederholungen:**

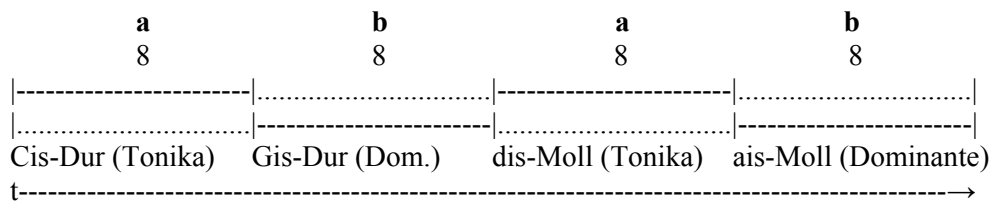


R. Schumann, *Albumblätter Op. 124, Nr. 5 Phantasietanz*.

<sup>572</sup> Auch: J. S. Bach, *Wohltemperiertes Klavier*, 2. Buch, *Fuga XV*, g-Moll.

## Eine andere Art der Verwirklichung des fraktalen Musters

(bogenförmige große Sätze, Anwendung des doppelten Kontrapunkts in der Oktave):

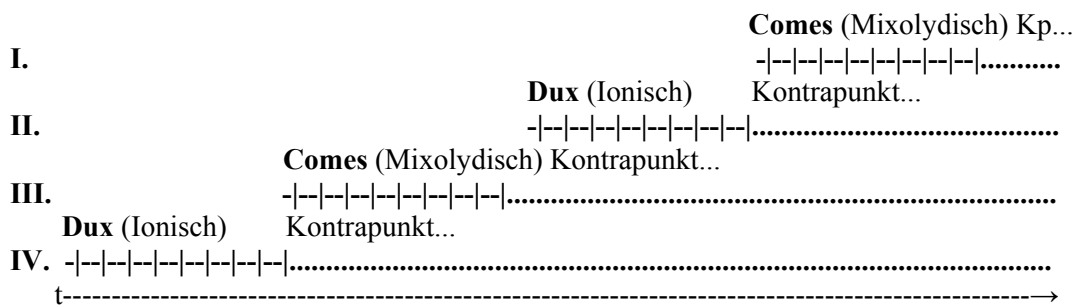


J. S. Bach, *Wohltemperiertes Klavier*, Buch I, *Praeludium III. Cis-Dur*, Anfang.

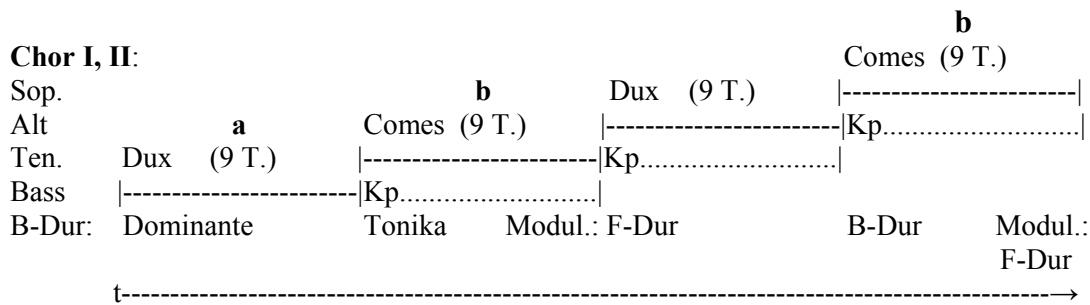
## Polyphonie:

**Vierstimmige Fuge, 1. Durchführung (Exposition):**

**a** Dux (Tonika) **b** Comes (Dominante) **a** Dux (Tonika) **b** Comes (Dominante)



D. Schostakowitsch, *24 Preludien und Fugen Op. 87* für Klavier, Band 1, *Fuge 1*, Exposition.



J. S. Bach, *Singet dem Herrn ein neues Lied* (Motette). Anordnung von *Dux* und *Comes* («reale» Antwort) mit ungewöhnlicher Tonalitätsdisposition in der ersten Durchführung (Exposition) der vierstimmigen Schlussfuge: «*Alles was Odem hat, lobe den Herrn*» (Psalm 150, 6).

## Polyphonie und Homophonie:

CHOR:

- a** Freude und Wonne werden sie ergreifen,
- b** und Schmerz und Seufzen wird weg müssen;
- a'** Freude und Wonne werden sie ergreifen,
- b'** und Schmerz und Seufzen wird weg müssen.

J. Brahms, *Ein Deutsches Requiem, Opus 45, II. Denn alles Fleisch es ist wie Gras...*, T. 233-268 («Freude und Wonne...»). (Vgl. die Partitur: Edition Peters, Nr. 3671<sup>a</sup>, Leipzig, S. 65-69.)

**Große zusammengesetzte Form A B A B:**

Sonatensatz langer Dauer mit einer zusätzlichen Durchführung innerhalb des Codas.

<b>A</b>	<b>B</b>	<b>A´</b>	<b>B´</b>
Exposition	Durchführung	Reprise	2. Durchführung / Coda

L. van Beethoven, *Sinfonie Nr 3, «Eroica», 1. Satz – Allegro.*

**A** – Exposition, **B** – Durchführung, **A´** – Reprise, **B´** – 2. Durchführung / Coda

*Allegro*                      *Animato assai*                      *Allegro*                      *Poco a poco piu animato*

A. Borodin, *Sinfonie Nr. 2 in h-Moll, 1. Satz.*

**FRAKTALE STRUKTURIERUNG INNERHALB EINER KOMPOSITION (Muster:**

**a b a b):**

**Mikrostruktur:**

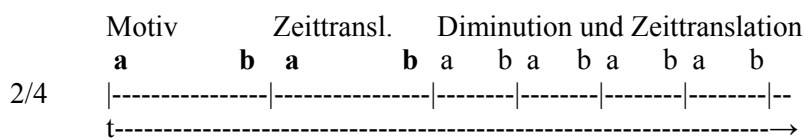
**Motive:**

Akkordischer Rhythmus:

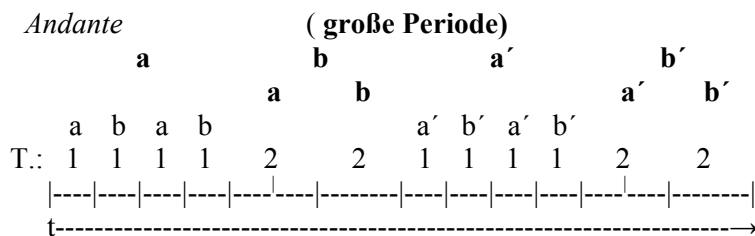
**a** = punktierte Viertelnote, **b** = Achtelnote

**a** = punktierte Achtelnote, **b** = Sechszehntelnote (Diminution)

*Allegro ma non troppo* ( . | 138-144)



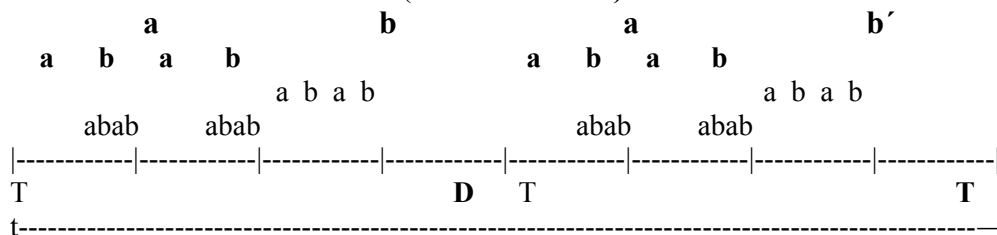
L. van Beethoven, *Sonate Op. 57 («Appassionata»), III. Allegro ma non troppo, Anfang (Einleitung).*



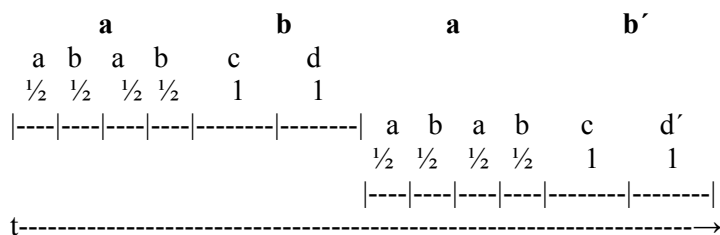
W. A. Mozart, *Sonate in D-Dur, Köchel Nr. 284, 2. Satz, Rondeau en Polonaise – Andante (A-Dur).*

*Allegro con brio*

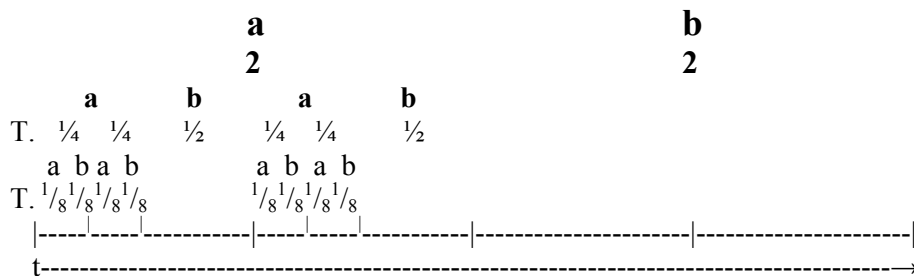
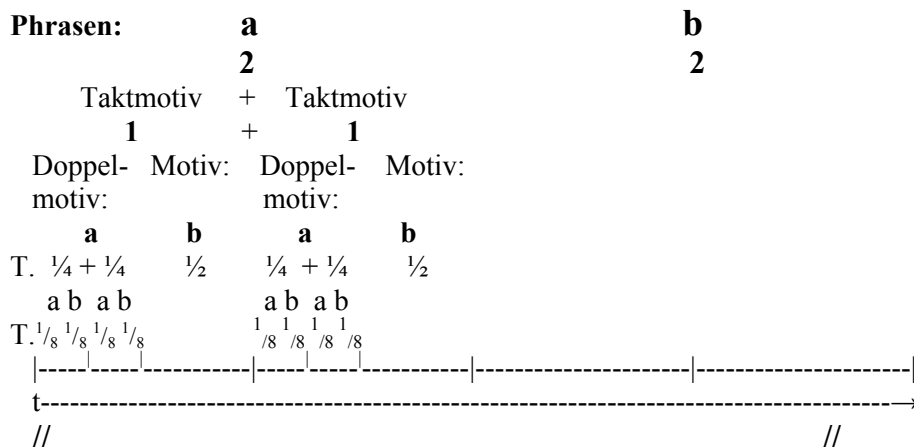
(= kleine Periode)



J. Haydn, *Sonate in D-Dur*, 1. Satz *Allegro con brio*, Anfang T. 1-8. (Vgl.: *Sonaten* von Joseph Haydn, hrsg. von L. Köhler und A. Ruthardt, C. F. Peters 9146, Leipzig, Sonate Nr. 7, S. 66.)



A. Skrjabin, *VII Sonata*, T. 338-345.



L. Sorkočević, *Sinfonie Nr. 3, D-Dur*, 1. Satz, 1. Thema (kleiner Doppelsatz). Vgl. die Partitur: Luka Sorkočević, *Sieben Symphonien* bearbeitet von Stjepan Šulek, Muzički informativni centar Koncertne direkcije Zagreb / JAZU, Zagreb 1999, S. 29.

Phrasen: kl. Motive: (Diminution von Phrasen:  
 Oktavversetzung: **a b a b a b** = Motive)  
 (Fl. picc.) T.: 2 2 ½ ½ ½ ½ **a b a b** **b** (Fl., Ob.) **b b b**  
 |----|----|----|----|----|----| 1 1 1 1  
 Phrasen (Cor. 1, E): **i v, i v** |----| |----| |----| |----|  
**a b** E-Dur: VI **a** (Vcl.) **a a a**  
 T.: 2 2 cis-Moll: I V, I V 1 1 1 1  
 |----|----|----|----| # # |----| |----| |----| |----|  
 E-Dur: I cis-Moll: VI a-Moll: I a-Moll: I  
 Tonika.....| A-Dur: I F-Dur: III  
 t----->  
 // //

kleine Sätze:

**a b a b**  
 T.: 4 4 4 4  
 Phrasen: Trbe I. 2. Trbni I. II.  
**a b a(O) b(U) a b a(O) b(U)** (O = Originalform)  
 T.: 2 2 2 2 2 2 2 2 (U = Umkehrung)  
 |----|----|----|----|----|----|----|----|

Motive (Streicher): **a b a b a b** Motive (Streicher): **a b a b a b**  
 T.1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1  
 |----|----|----|----| |----|----|----|----|  
 F-Dur: I<sup>6</sup><sub>4</sub>.....F-Dur: #I<sup>#4</sup><sub>b</sub>  
 fis-Moll: #IV<sup>7</sup> #<sup>573</sup> I<sup>6</sup><sub>4</sub>..... usw.  
 t----->

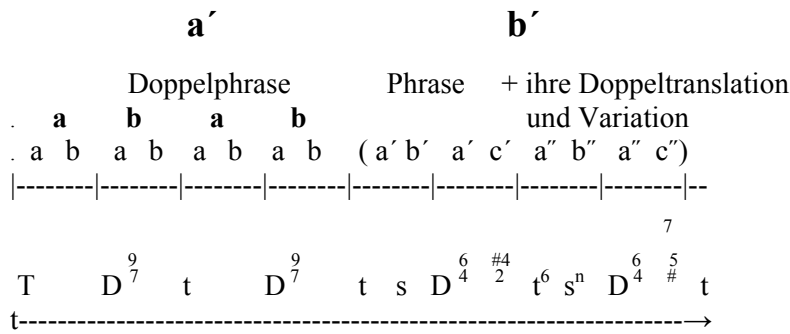
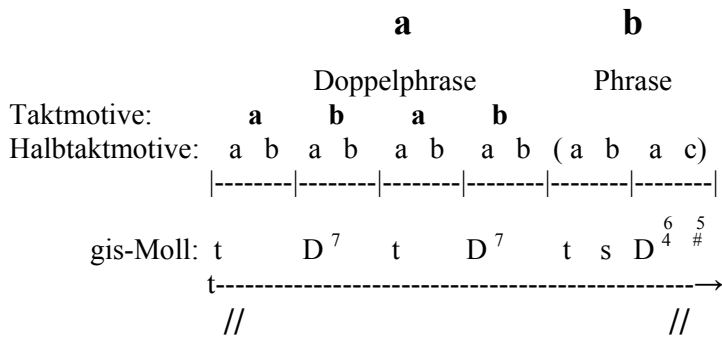
A. Dvorák, *Sinfonie IX*, «Aus der neuen Welt», 1. Satz, T. 193-228.

*Allegro energico*

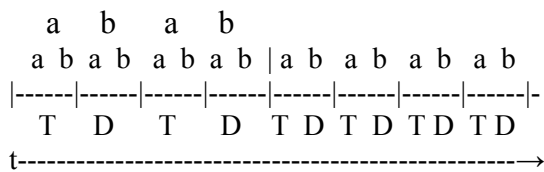
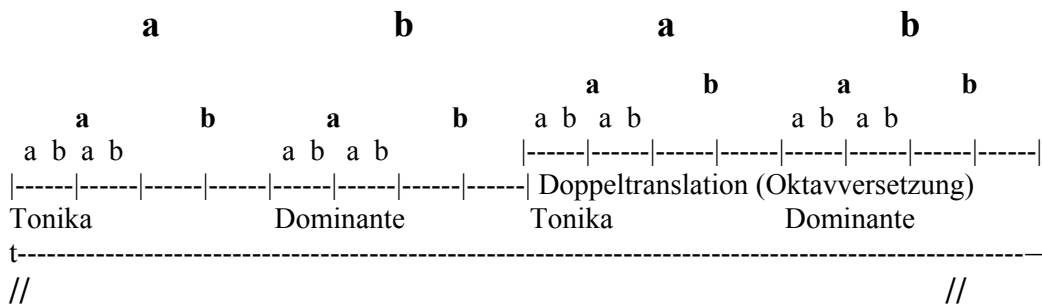
Doppelphrase kleiner Satz Doppelphrase kleiner Satz  
**a b a b a b** **a b**  
 4 4 4 4  
**a b a b a b**  
 1 1 1 1 1 1 1 1  
 |----|----|----|----|----|----|----|----|  
 C-Dur H-Dur  
 t----->

F. Liszt, *Sonate in h-Moll* für Klavier, T. 205-220.

<sup>573</sup> Chromatisch-enharmonische Modulation mit Hilfe eines verminderten Septakords: Terzquartakkord „c-es-fis-a“ des verminderten Septakords „fis-a-c-es“, F-Dur: (D)Sp = vermindertes Septakord „his-dis-fis-a“, fis-Moll: <sup>D</sup><sub>D</sub> (Doppeldominante).



L. van Beethoven, *Sonate Op. 27 Nr. 2, cis-Moll* («*Sonata quasi una Fantasia*»), 3. Satz *Presto agitato*, T. 43-57.



G. Rossini, *Il Barbiere di Siviglia, Atto Primo*, Cavatina – Figaro, *Allegro vivace*, T. 17-33.

*Allegro non troppo*

**große Periode:**

kleine Periode 8 + ihre Zeittranslation und Variation (gebrochene Symmetrie)  
+ 8

kleine Sätze:

a 4 + a' 4 a 4 + a'' 4

Phrasen:

Cl. (B) VI. I. II. (in Oktave)  
a b a b' a b a b''  
T.: 2 + 2 2 + 2 2 + 2 2 + 2  
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|  
t----->

D. Schostakowitsch, *Sinfonie Nr. 1, Op. 10, 1. Satz Allegretto non troppo*, 1. Thema (T. 58-74).  
Fraktale Formkonstruktion.

**Formtyp a b a b a als fraktales Muster**

**Von der Mikro- bis zur Makroform:**

**MOTIVE:**

**Halbtaktmotive im schnellen Tempo.** Metrum: 2/4.

L. van Beethoven, *Sonate Op. 2, Nr. 2, A-Dur*, 1. Satz *Allegro vivace*, Anfang.

**Halbtaktmotive im langsamen Tempo.** Metrum: 4/4.

L. van Beethoven, *Sonate Op. 13, c-Moll («Pathétique»)*, 1. Satz – *Grave*, T. 5-7.

**Taktmotive:**

A. Borodin, *Sinfonie Nr. 2 h-Moll*, 1. Satz, *Allegro*, Anfang.

**Polytonalität:**

a b a b a

Dans le style et le Mouvement d'un Cake-Walk (♩ = 100-120)

The image shows a musical score for Claude Debussy's Preludia II, VI. It consists of two staves. The top staff is in G major (one sharp) and the bottom staff is in C minor (no sharps or flats). The music is in 2/4 time and features a 'Cake-Walk' style. Above the staves, the letters 'a', 'b', 'a', 'b', 'a' are placed over specific musical phrases. The top staff has markings for 'sopra', 'strident', 'f', 'm. g. p', 'm. d.', and 'm. g.'. The bottom staff has markings for 'm. d.' and 'm. g.'. The tempo is indicated as 100-120 beats per minute.

Claude Debussy, *Preludia II, VI (...»General Lavine« - eccentric -)*.

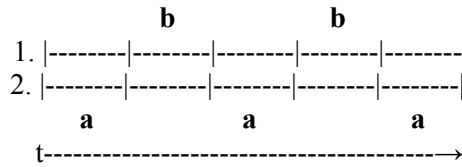


## Polyphone Struktur:

J. S. Bach, *Dreistimmige Inventionen* für Klavier, Nr. 2, c-Moll, T. 22-24.<sup>574</sup>

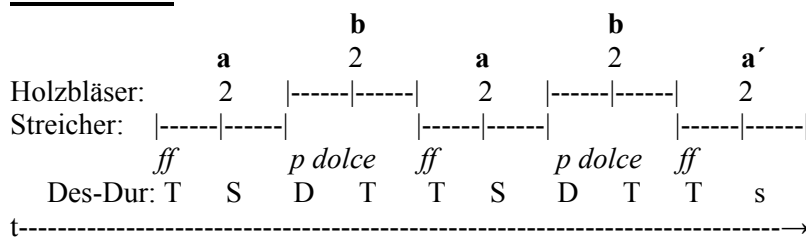
*Moderato*

*pp sotto voce*



F. Chopin, *Mazurka Op. 7 Nr. 3*, f-Moll, Anfang (T. 1-5).

## PHRASEN:

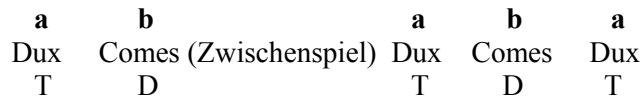


L. van Beethoven, Overtüre zu Goethes Trauerspiel *Egmont*, Op. 84, T. 225-234.<sup>575</sup>

## Polyphonie:

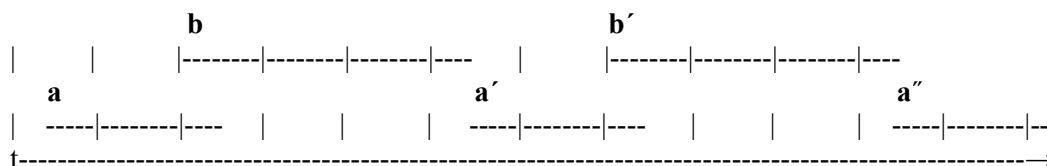
### Exposition einer fünfstimmigen Fuge:

(zweitaktiges Thema):



J. S. Bach, *Wohltemperiertes Klavier*, Buch 2, *Fuga XXII*, b-Moll, Exposition: Anordnung von Thema (a) und Antwort (b).

**a** PHRASE + **b** KLEINER SATZ + **a** PHRASE + **b** KLEINER SATZ + **a** PHRASE:



R. Wagner, *Tannhäuser*, Dritter Aufzug, Einleitung *Andante assai lento*, Anfang (Bläser).

<sup>574</sup> Auch: W. A. Mozart, *Don Giovanni*, Atto Primo, Nr. 13. *Finale*, T. 518-523 (Quintett: «*Alles, alles wissen wir*»).

<sup>575</sup> W. A. Mozart, *Zauberflöte KV 620*, Zweiter Aufzug, *Finale*, Dreißigster Auftritt. Partitur: Edition Peters, Nr. 853, Leipzig, S. 393 (drei Damen und Monstratos: «*Dir große Königin der Nacht, sei unsrer Rache Opfer gebracht.*»), c-Moll.

**KLEINE SÄTZE, DOPPEL- ODER KORRESPONDIERENDE PHRASEN:**

	<b>a</b>	-----	<b>b</b>	-----	<b>a</b>	-----	<b>a'</b>
Streicher:	4		4		4		4
							Tutti:
Bläser:	-----		-----		-----		
	<i>ff</i>	<i>p</i>	<i>ff</i>	<i>p</i>	<i>ff</i>		
	Des-Dur	Modul. → b-Moll	Modul. → f-Moll	Dom.			
	t----->						

L. van Beethoven, *Egmont Op. 84*, T. 259-278.

<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a</b>
4	4	4	4	4
	2 + 2		2 + 2	
-----	-----	-----	-----	-----
F-Dur	g-Moll, c, f	b, Des-Dur	es	as, des, ges=fis, A-Dur
t----->				

R. Schumann, *Novelleten Op. 21, Nr. 1 in F-Dur, Markiert und kräftig*, 1. Teil (T. 1-20).

**Polyphonie:**

Exposition einer fünfstimmigen Fuge:

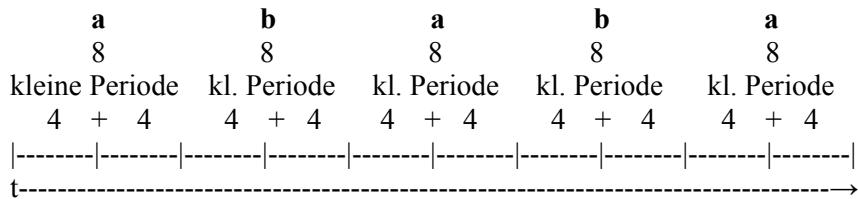
<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a</b>
Dux (kl. Satz)	Comes	Dux	Comes	Dux
Fis-Dur	Cis-Dur	Fis-Dur	Cis-Dur	Fis-Dur
t----->				

D. Schostakowitsch, *24 Präludien und Fugen für Klavier, Op. 87, Fuge 13, Fis-Dur (Adagio)*, Exposition.

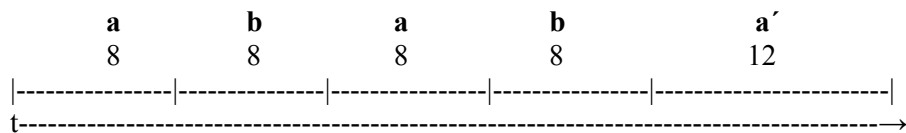
**GROSSE SÄTZE, KLEINE DOPPELSÄTZE ODER KLEINE PERIODEN:**

<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a</b>
8	8	8	8	8
kl. Doppelsatz	kl. Periode	kl. Doppelsatz	kl. Periode	kl. Doppelsatz
4 + 4	4 + 4	4 + 4	4 + 4	4 + 4
-----	-----	-----	-----	-----
a-Moll	a-Moll	C-Dur	C-Dur	a-Moll
t----->				

F. Chopin, *Mazurka No. 51, Opus posth. 1. Teil (A)*.

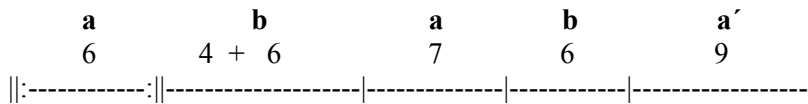


E. Grieg, *Lyrische Stücke* für Klavier, Op. 12, Nr. 5 *Volkswaise*.



F. Chopin, *Nocturno Op. 48, Nr. 2 fis-Moll*, Mittelteil B (Des-Dur), *Molto piu lento*.

*Allegro grazioso*

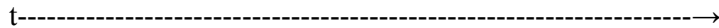


E. Grieg, *Schmetterling*, Op. 43, für Klavier.

### **Entwickelte (zusammengesetzte) fünfteilige Liedform a b a b a :**

*Andantino*

**a** (1-31) **b** (31-69) **a** (69-86) **b** (86-124) **a+Coda** (124-140)



F. Chopin, *Nocturno Op. 37, Nr. 2*, G-Dur.

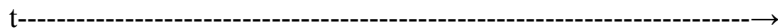
### **LÄNGERE FORMEN: ZUSAMMENGESetzte DREITEILIGE FORM A B A**

**(Menuet, Scherzo) MIT WIEDERHOLTEM ZWEITEN UND DRITTEN TEIL (A B A**

**B A), KLASSISCHES RONDO MIT ZWEI THEMEN (A B A B A)...**

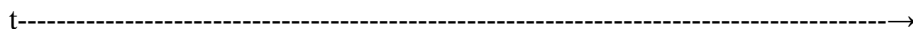
#### **Beispiele:**

<b>A</b> (Scherzo)	<b>B</b> (Trio)	<b>A</b> (Scherzo)	<b>B</b> (Trio)	<b>A</b> (Scherzo)
F-Dur	D-Dur	F-Dur	D-Dur	F-Dur



L. van Beethoven, *Sinfonie Nr. 7, Scherzo*.

<b>A</b> (1. Thema)	<b>B</b> (2. Thema)	<b>A</b> (1. Thema)	<b>B</b> (2. Thema)	<b>A</b> (1. Thema/Coda)
e-Moll	G-Dur	e-Moll	E-Dur	e-Moll



F. Mendelssohn, *Rondo Capriccioso, Opus 14, Presto*.

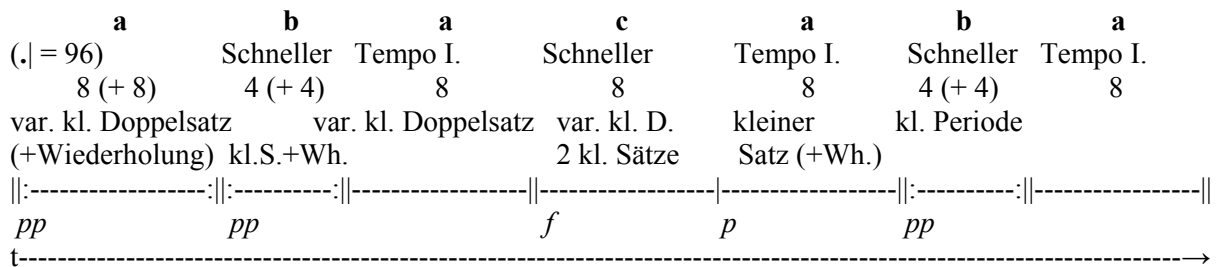
## Klassisches Rondo mit zwei Themen:

A (1. Thema) B (2. Thema) A (1. Thema) B (2. Thema) A (1. Thema/Coda)  
 D-Dur A-Dur D-Dur G-Dur D-Dur

t----->

P. I. Tschaikowski, *Violinkonzert in D-Dur*, Finale.<sup>576</sup>

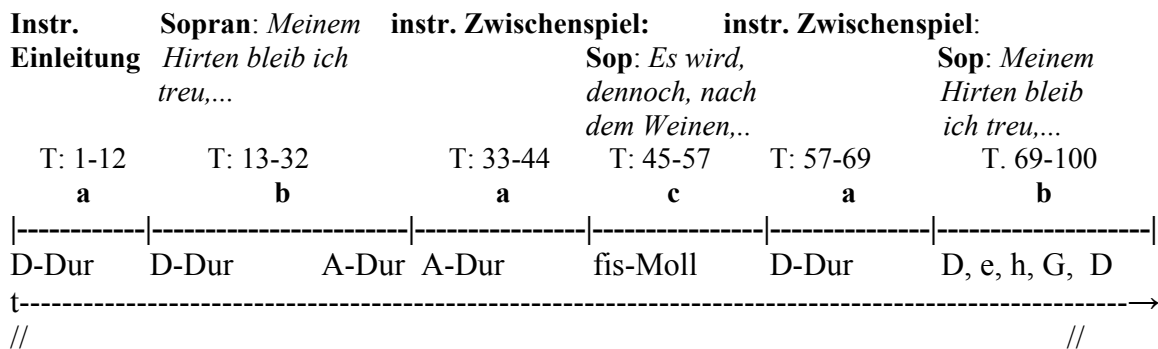
## Formtyp a b a c a b a als fraktales Muster:



R. Schumann, *Kinderszenen*, Nr. 11 - *Fürchtenmachen*.

In zahlreichen «*da capo*» Arien aus Bachs Kantaten wird die Musik der instrumentalen Einleitung als Zwischenspiel und Nachspiel verwendet. Dadurch wird die dreiteilige Reprisesform der Arie zur sieben teiligen Ritornellform mit symmetrisch angeordneten instrumentalen und vokalen Teilen:

- i** (instrumentale Einleitung)
- b** (erster Teil der Arie)
- i** (instrumentales Zwischenspiel)
- c** (zweiter Teil der Arie)
- i** (instrumentales Zwischenspiel)
- b** (wiederholter erster Teil der Arie)
- i** (instrumentales Nachspiel)



<sup>576</sup> Auch: R. Schuman, *Klaviersonate g-Moll*, letzter Satz;  
 P. I. Tschaikowski, *Klavierkonzert b-Moll*, letzter Satz;  
 L. van Beethoven, *Klaviersonate Op. 49, Nr. 1*, letzter Satz.

### instr. Nachsatz:

T. 101-112

**a**  
|-----|  
D-Dur  
t----->

Besetzung: Oboe d' amore,  
Streicher,  
Continuo (Orgel)

J. S. Bach, Kantate *Ich hab in Gottes Herz und Sinn BWV 92, Nr. 8 Aria* (Soprano).

**Rondo mit 3 Themen:** Formschema: **A B A C A B A**  
Tonalitäten: f-Moll, Des-Dur, f-Moll, B-Dur, f-Moll, As-Dur, f-Moll

R. Schumann, *Phantasiestücke, Nr. 2, Aufschwung*. Formtyp: Rondo mit 3 Themen.

**Sonatenrondo:** Formschema: **A B A C A B A**  
Tonalitäten: B-Dur, F-Dur, B-Dur, g-Moll, B-Dur, B-Dur, B-Dur

W. A. Mozart, *Klaviersonate B-Dur K.V. 281, 3. Satz: Rondo – Allegro* (Sonatenrondo).<sup>577</sup>

### Fraktale Struktur innerhalb eines Satzes (Muster **A B A C A B A**):

J. Brahms, *Violin-Konzert in D-Dur Op. 77*, III. Satz *Allegro giocoso, ma non troppo vivace*:

Der Schlusssatz folgt der Rondoform mit drei Themen: **A** (Haupt- oder Refrainthema) - **B** (1. Couplet) - **A** - **C**/<sub>A</sub> (2. Couplet. Da das charakteristische Motiv des Refrainthemas als Begleitfigur der Streicher in das zweite Couplet eingebaut ist, verzichtet der Komponist auf die Wiederholung des Hauptthemas und leitet direkt zum dritten Couplet B über.) - **B** - **A** + **Coda**. In der abschließenden Coda (*Poco piu presto*), die den Rondobau in verkürzter Form widerspiegelt, kommt das Hauptthema in einer triolischen Variante vor, während die Themen B und C (1. Couplet und 2. Couplet) nur fragmentarisch zitiert oder angedeutet werden. Alle erwähnten Abweichungen in der Formkonstruktion präsentieren unterschiedliche Arten von Symmetriebrechung.

Eine vereinfachte Darstellung der Formgestalt des Schlusssatzes wäre:

**A - B - A - C<sub>A</sub> - B - A - Coda: AbAcAbA**

---

<sup>577</sup> Auch die folgenden Schlusssätze entsprechen dieser Mischform:

W. A. Mozart, *Sonate D-Dur, Köchel Nr. 311, Rondeau* (*Allegro*).

L. van Beethoven, *Sonate Op. 2, Nr. 2, Rondo* (*Grazioso*).

L. van Beethoven, *Sonate Op. 2, Nr. 3, IV. Allegro assai*.

L. van Beethoven, *Sonate Op. 13, c-Moll («Pathétique»)*, *Rondo* (*Allegro*).

L. van Beethoven, *Sonate Op. 7, Es-Dur, Rondo* (*Poco allegretto e grazioso*).

L. van Beethoven, *Sonate Op. 22, B-Dur, Rondo* (*Allegretto*).

L. van Beethoven, *Sonate Op. 26, As-Dur, IV. Allegro*.

L. van Beethoven, *Sonate Op. 27, Nr. 1, Es-Dur, IV. Allegro vivace*.

L. van Beethoven, *Sonate Op. 28, D-Dur, Rondo* (*Allegro ma non troppo*).

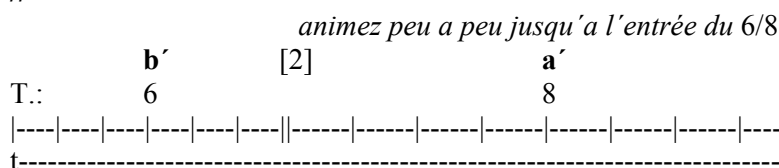
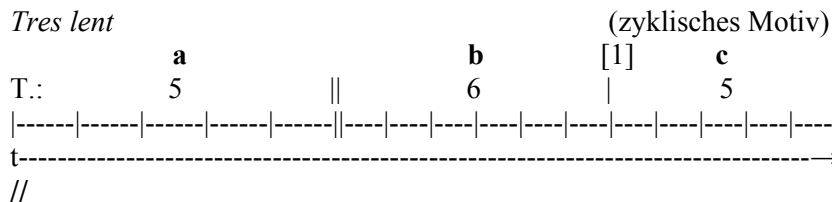
## Bogenform a b c b a als fractales Muster

### Vergrößerung des Maßstabs:

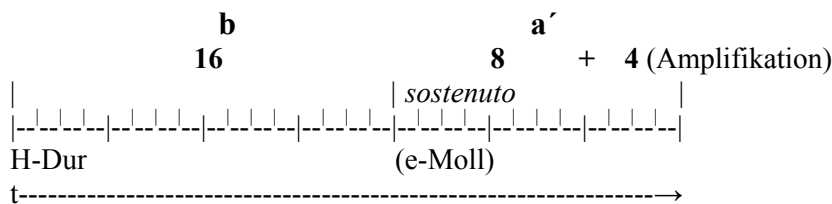
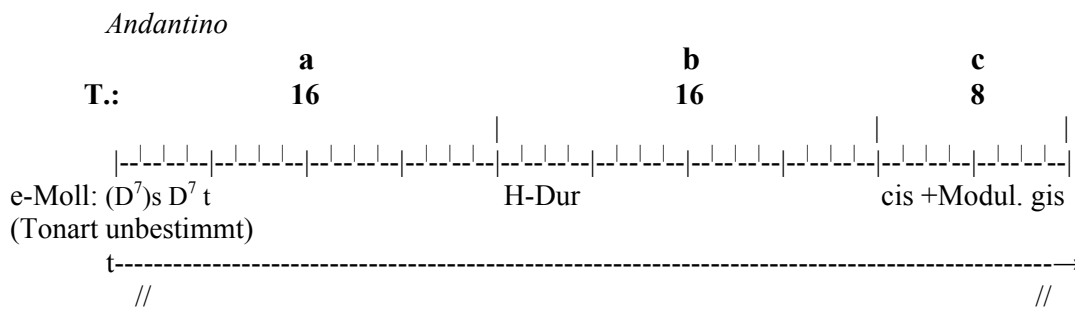
Bogenförmige Anordnug von «tonalen» Zentren innerhalb der Exposition des zweitaktigen

Fugenthemas: **in G in C in D in C in G**

P. Hindemith, *Ludus Tonalis, Fuga seconda in G*, Exposition.



Cl. Debussy, *La mer, I. De l'aube a midi sur la mer*, Einleitung, *Tres lent*, T.1-30 (5+6+5+6+8 T.).<sup>578</sup>



F. Chopin, *Mazurka Op. 41 Nr. 2*.

A. Bruckner, *Te Deum* (fünfteilige Bogenform A B C B' A'):

1. Teil (A) *Te Deum laudamus* (Chor) C-Dur
2. Teil (B) *Te ergo quaesumus* (Tenor solo) f-Moll
3. Teil (C) *Aeterna fac, cum sanctis tuis* (Chor) d-Moll
3. Teil (B') *Salvum fac populum tuum* (Tenor solo, Chor) f-Moll
4. Teil (A') *In te, Domine, speravi* (Chor) C-Dur

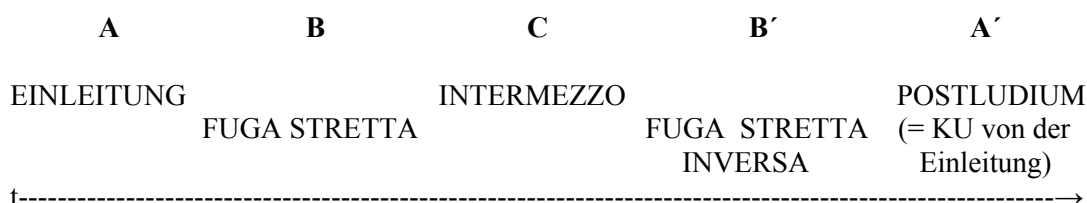
<sup>578</sup> Noch ein Beispiel: F. Liszt, *Douze Etudes d'execution transcendante*: Nr. 11 *Harmonies du soir*.

Große Bogenformen sind in den Opern von R. Wagner zu finden. Zum Beispiel im Bereich der Tonalitätsbeziehungen: *Walküre* – Siegfrieds Rheinfahrt:

Tonalitätsplan: **Es-Dur** - **A-Dur** - **F-Dur** - **A-Dur** - **Es-Dur**

(= symmetrische Anordnung von Tonleitern)

Es folgt eine fünfteilige Bogenform mit der Anwendung von Spiegelsymmetrie:



Davorin Kempf, Streichquartett Nr. 1, *Contrapunctus primus*, Formschema.

Wichtige Bemerkung: Verschiedene Abweichungen (gebrochene Symmetrie) sind aus musikalisch - ästhetischen Gründen durchgeführt.

Als ein Beispiel mögen die Themen der ersten und der zweiten Fuge dienen:

1. **B** FUGA STRETTA, Thema:

**Allegro DUX**

VI. I

2. **B'** FUGA STRETTA INVERSA, Thema:

**Allegro**

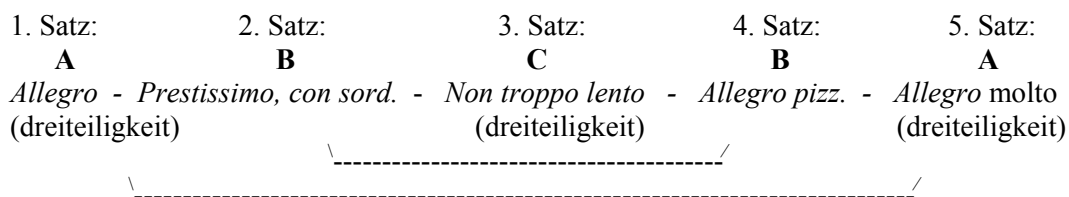
Vcl.

D. Kempf, 1. Streichquartett, *Contrapunctus I*.

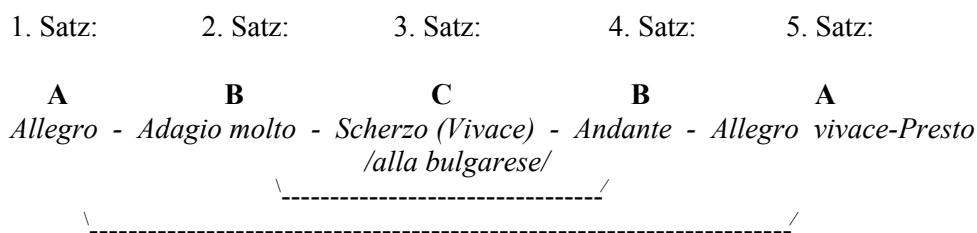
**Brücken- bzw. Bogenform A B C B A in der Anordnung der Sätze (zyklische Formen):**

- A** CANON I. *Christus factus est pro nobis...* *rasch*, Gesang, Klarinette, Bass-Klarinette
- B** CANON II. *Dormi Jesu, mater ridet,...* *ruhig*, Gesang, Klarinette
- C** CANON III. *Crux fidelis,...* *langsam*, Gesang, Klarinette, Bass-Klarinette
- B** CANON IV. *Asperges me, Domine,...* *sehr lebhaft*, Gesang, Bass-Klarinette
- A** CANON V. *Crucem tuam adoramus,...* *bewegt*, Gesang, Klarinette, Bass-Klarinette

A. Webern, *5 Canons - nach lateinischen Texten für hohen Sopran, Klarinette und Bass-Klarinette*, Op. 16. (Es gibt gewisse strukturelle Verbindungen zwischen den symmetrisch angeordneten Kanons.)

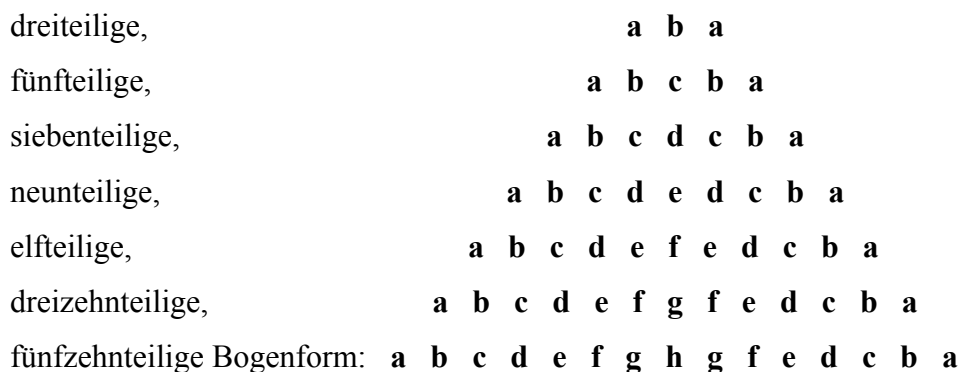


B. Bartók, *Streichquartett Nr. 4*, bogenförmige Formgestalt. Der langsame Satz bildet den Kern des Werkes. Um den Kern bilden die Sätze I - V die äußere, und II – IV die innere Schichte. Die Sätze I und V haben gleiches thematisches Material. Der vierte Satz ist eine freie Variation des zweiten Satzes. Das Thema des vierten Satzes ist mit dem Hauptthema des zweiten Satzes identisch.



B. Bartók: *Streichquartett Nr. 5*, bogenförmige Formgestalt. Die Bogenform ist noch stärker ausgeprägt als im 4. Quartett. Nicht nur die Sätze sind symmetrisch um ein Zentrum (ein Scherzo mit Trio *alla bulgarese*) gegliedert sondern auch die einzelnen Sätze selbst sind bogenförmig angelegt. Das *Andante* ist aus dem motivischen Material des *Adagios* entwickelt. Im *Finale* greift Bartók auf das thematische Material des 1. Satzes (*Allegro*) zurück: Das Material des Kopfsatzes wird rhythmisch und kontrapunktisch verarbeitet. In der Reprise des 1. Satzes erscheinen die Formteile der Exposition in rückläufiger Folge und die Intervalle des Themas in der Umkehrung.

Die Idee des Fraktals lässt sich nicht nur auf der Ebene der Vergößerung (oder Verkleinerung) des Maßstabs hinsichtlich eines bestimmten formalen Musters erkennen sondern auch auf der Ebene der Erweiterung eines formalen Musters durch Hinzufügung der Bestandteile, die die Grundidee der Form verfolgt. Beide Aspekte können auch kombiniert werden. Die Idee der Bogenform mag als ein gutes Beispiel dienen:





Dies ist natürlich eine vereinfachte, schematische Darstellung. Bezugnehmend auf die fraktale Konzeption soll darauf hingewiesen werden, dass die fünfzehnteilige Bogenform zugleich alle anderen Bogenformen mit wenigen Teilen enthält. Im Prinzip gibt es keine Spiegelsymmetrie (manchmal kommt sie z. B. im Spätwerk A. Weberns vor), sondern nur die Symmetrie in der Anordnung der Teile. Die Verbindungen oder Übereinstimmungen zwischen den symmetrisch angeordneten Teilen sind auf unterschiedlichen Ebenen möglich.

Z. B. Motive **a b a**: Im folgenden Beispiel ist das Motiv in der Mitte (b) durch Vergrößerung des Maßstabs (Augmentation) aus dem ersten Motiv (a) abgeleitet.



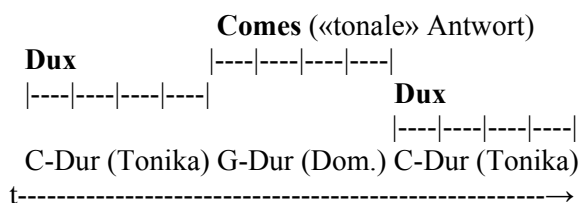
Stjepan Šulek, *Konzert für Orgel und Orchester (Memento!...), Finale, Allegro moderato*, T. 2, Trompete 1; T. 3, Trompete 2, usw. (Vgl. die Partitur: JAZU, Zagreb 1975, S. 36.)

Erste Durchführung (Exposition) einer dreistimmigen Fuge mag als Verwirklichung der dreiteiligen **a b a** Form aufgefasst werden:

### BAROCK:

<b>a</b> = Thema/Dux	<b>b</b> = Antwort/Comes	<b>a</b> = Thema/Dux
Grundtonalität	Tonalität der Dominante	Grundtonalität

Eines der zahlreichen Beispiele:



J. S. Bach, *Wohltemperiertes Klavier, Buch II, Fuga I. C-Dur*, Exposition.

### NEOBAROCK:

P. Hindemith, *Ludus tonalis: Comes* in unterschiedlichen «tonalen» Centren:

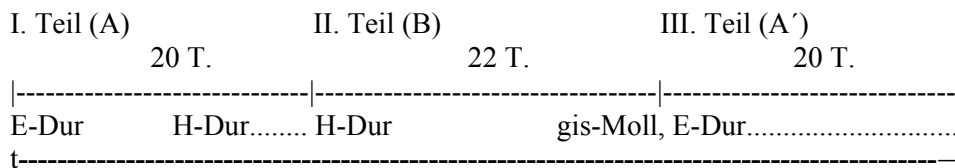
**a                      b                      a**

*Fuga octava in D*: Dux – in D, Comes – in A, Dux – in D

*Fuga sexta in Es*: Dux – in Es, Comes – in As, Dux – in Es

*Fuga tertia in F*: Dux – in F, Comes – in D, Dux – in F

### Dreiteilige polyphone Komposition:



J. S. Bach, *Zweistimmige Invention Nr. 6, E-Dur*.

### Lied:

F. Schubert, *Ihr Bild* (aus dem *Schwanengesang*): Es besteht aus drei Textstrophen. Die erste und letzte sprechen vom Betrachter (von der Realität) und die mittlere beschreibt innere traumhafte Vorstellungen (Irrealität). Dementsprechend ist die Vertonung der ersten und letzten Strophen identisch (Anfang: b-Moll, Ende: B-Dur), während der Mittelteil eine neue zauberhaft – träumerische Atmosphäre hervorbringt (Modulation nach Ges-Dur).

Die Bogenform **A B C B A** wird manchmal innerhalb der Sonatensatzform realisiert und zwar auf folgende Weise:

<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>B</b>	<b>A</b>
1. Thema - (g-Moll)	2. Thema - (Es-Dur)	Durchführung (Modulationen)	2. Thema - (Es-Dur)	1. Thema (g-Moll)

F. Chopin, *Ballade g-Moll*. - Nicht nur die Themen, sondern auch die Tonarten sind bogenförmig (also symmetrisch) angelegt.<sup>579</sup>

### Zyklische Formen:

- |  |          |
|--|----------|
| <b>1. Sehr lebhaft</b> , $\frac{3}{2}$ (o  = 104), <i>attacca</i> -                  | <b>A</b> |
| <b>2. Ruhig</b> , $\frac{2}{4}$ (♩ = 63)   | <b>B</b> |
| <b>3. Schneller Ländler</b> , $\frac{3}{4}$ (o . = etwa 66), Klarinette <i>in Es</i> | <b>C</b> |
| <b>4. Arioso</b> $\frac{5}{4}$ <i>Sehr ruhig</i> , <i>attacca</i> -                  | <b>B</b> |
| <b>5. Sehr lebhaft</b> $\frac{3}{2}$ (o  = 104) (= Krebsform des 1. Satzes)          | <b>A</b> |

P. Hindemith, *Quintett Op. 30* für Klarinette in B und Es, 2 Violinen, Viola und Violoncello.

Die Teile der Messe sind nach ihrem Charakter und Ausdruck bogenförmig angeordnet. Gewisse formale und inhaltliche (thematisch – motivische) Verbindungen waren insbesondere zwischen den Außenteilen der zyklischen Form, mehr oder weniger, durch die ganze Geschichte der Vertonung des Ordinariums vorhanden.

<b>Kyrie</b>	<b>Gloria</b>	<b>Credo</b>	<b>Sanctus</b>	<b>Agnus Dei</b>
Bitte	Lobpreis	Glaubensbekenntnis	Lobpreis	Bitte

<sup>579</sup> Weitere Beispiele: B. Bartók, *Konzert für Orchester*, 1. Satz: (Introduzione) *Andante non troppo* (T. 1-75), 1. thematische Gruppe *Allegro vivace* (T. 76-148), 2. thematische Gruppe *poco a poco piu – Tranquillo* (T. 149-230), Durchführungen: 1 (T. 231-271), 2 (T. 272-312), 3 (T. 313-396), 2. thematische Gruppe (T. 396-487), 1. thematische Gruppe (T. 488-521). Eine freie Anwendung dieser Formidee (A B C B A) ist im ersten Satz der *1. Sinfonie in e-Moll* von J. Sibelius zu finden.

Der 3. Satz der *Musik für Saiteninstrumente, Schlagzeug und Celesta* von B. Bartók ist nach dem Prinzip der Bogenform komponiert. Die Formkonstruktion lässt sich folgendermaßen darstellen (Bei der Wiederholung sind die Teile C und B verbunden.):

A      B      C      D      C      B      A  
|-----|

In der Kantate Nr. 67 *Halt im Gedächtnis Herr Jesu Christ* von J. S. Bach ist die siebenteilige Bogenform durch die entsprechende Anordnung der Sätze (Nummern) verschiedener Art (Aria, Recitativo, Chor) realisiert:

A                  B                  C                  D                  C                  B                  A

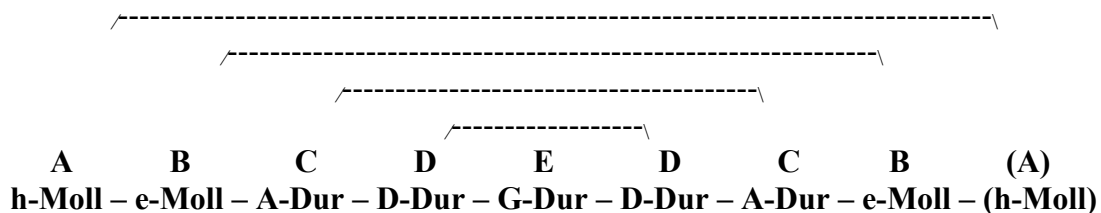
**1. Chor**   **2. Aria**   **3. Recitativo**   **4. Chor**   **5. Recitativo**   **6. Aria**   **7. Chor**  
 (Choral - Fuge) (Tenor)      (Alt)      (Choral)      (Alt)      (Baß)      (Choral)

J. S. Bach, *Kantate Nr. 67, Halt im Gedächtnis Herr Jesu Christ*. Bogenförmige Anordnung der Sätze.

Die neunteilige zyklische Form der Bachschen Kantate *Weichet nur betrübte Schatten, BWV 202* beruht auf der symmetrischen Anordnung von Arien und Rezitativen. Gewisse motivische Verbindungen zwischen den Arien Nr. 1 und Nr. 9, den Rezitativen Nr. 2. und Nr. 8 usw. tragen der Verwirklichung der Bogenform bei.

1. Arie (*Weichet nur betrübte Schatten*)
2. Rezitativ (*Die Welt wird wieder neu*)
3. Arie (*Phoebus eilt mit schnellen Pferden*)
4. Rezitativ (*Drum sucht auch Amor sein Vergnügen*)
5. Arie (*Wenn die Frühlingslüfte streichen*)
6. Rezitativ (*Und dieses ist das Glücke*)
7. Arie (*Sich üben im Leben*)
8. Rezitativ (*So sei das Band der kenschen Liebe*)
9. Arie – Gavotte (*Sehet in Zufriedenheit*)

Einen sequenzartigen bogenförmigen Abschnitt ist in der J. S. Bachs *Matthäus-Passion* zu finden. Die Translationen des viertaktigen Modells folgen einem bilateral symmetrischen Tonalitätsplan:



J. S. Bach, *Matthäuspassion, 33 Coro I, II – Vivace* (T. 65-95).

Symmetrische Anordnung der neun Teile vom *Credo* aus der *Hohen Messe in h-Moll*

J. S. Bachs basiert vor allem auf gewissen formalen Entsprechungen:

CREDO (12)  
(Ricercar basiert auf gregor. Th.)

ET EXPECTO (19 c)  
(Konzert. Mus., fugenartig)

PATREM (13)  
(Fuge)

CONFITEOR (19 a, b)  
(a: Doppelfuge, b: Adagio)

ET IN UNUM (14)  
(Duett S. A., 4-teil.)

ET IN SPIRITUM (18)  
(Aria B., 3-teil.)

ET INCARNATUS (15)  
(A B + Coda)

ET RESUREXIT (17)  
(A B C A)

CRUCIFIXUS (16)  
(Ostinato, Th. + 12 Variationen)

J. S. Bach, *Hohe Messe in h-Moll, Credo (SYMBOLUM NICENUM)*, Nr. 12-19.

Die bogenförmig angeordneten Sätze innerhalb der elfteiligen zyklischen Form des fünfstimmigen Chormotettes *Jesu meine Freude*, BWV 227 sind musikalisch und thematisch verbunden:

1. Choral	A
2. Poco Adagio	B
3. Choral	C
4. Andante	D
5. Vers 3	E
6. Allegro non tanto + Andante	F
7. Choral	E
8. Andante	D
9. Vers 5	C
10. Poco Adagio	B
11. Choral	A

In der dreizehnteiligen Bogenform des zweiten Satzes (*Nachtmusik I*) der *Siebenten Symphonie* von Gustav Mahler ist eine kleine Abweichung in der symmetrischen Anordnung der Teile vorhanden (nach dem zweiten Trio [Fortsetzung, Nr. 8] sind der Zwischensatz und der Hauptsatz umgestellt). Bei den Wiederholungen sind die Formteile modifiziert:

1. **Einleitung:** *Allegro moderato*, in C-Dur/Moll (T. 1-29)
2. **Hauptsatz** in C-Dur/Moll: *Tempo I subito, molto moderato (Andante)*, marschartig, dreiteilige Liedform a b a' (T. 30-47, 48-61, 61-82)
3. **Trio I** in As-Dur: *Sempre l'istesso Tempo – Nicht eilen, sehr gemächlich* (T. 83-121)
4. **Zwischensatz** in C-Dur/Moll (T. 122-140)
5. **Hauptsatz:** *Gehalten* (T. 141-160)
6. **Trio II** in f-Moll: *Poco meno mosso* (T. 161-178)
7. **Einleitung** (T. 179-188) -----
8. **Trio II** (Fortsetzung) in c-Moll: *a tempo* (T. 189-211)
9. **Zwischensatz** (T. 212-222)
10. **Hauptsatz:** *Tempo* (T. 223-261)
11. **Trio I** (T. 262-293)
12. **Hauptsatz** *Sehr gemessen* (T. 294-317)
13. **Einleitung** (T. 318-343)

G. Mahler, *Symphonie Nr. 7, 2. Satz (Nachtmusik I)*.

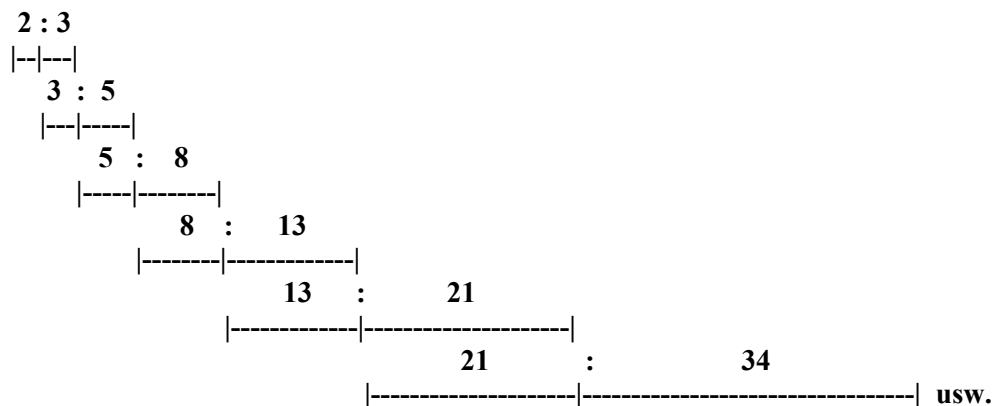
Eine noch längere Bogenform mit symmetrisch angeordneten Nummern ist in der J. S. Bachs Kantate Nr. 205 *Der zufriedengestellte Aeolus* für Solostimmen (Sopran, Alt, Tenor, Bass), Chor und Orchester zu finden. Obwohl es hinsichtlich des musikalischen Inhalts keine enge Verbindungen zwischen den Sätzen gibt, sind gewisse motivische Beziehungen vorhanden. Z. B. zwischen dem Anfangs- und Schlusschor (das Trompetenmotiv, mit dem der erste Satz beginnt, kommt im letzten Satz in der Doppelaugmentation vor) oder zwischen dem *Recitativo Nr. 2* und *Nr. 14* (ähnliche Anfangsmotive).

- |  |   |
|--|---|
| 1. Chor der Winde «Zerreit, zersprengt»                     | A |
| 2. Recitativo (Bass) «Ja, ja! Die Stunden sind nunmehr nah'» | B |
| 3. Aria (Bass) «Wie will ich lustig lachen»                  | C |
| 1. Recitativo (Tenor) «Gefrcht'ter Aeolus»                  | D |
| 2. Aria (Tenor) «Frische Schatten»                           | E |
| 3. Recitativo (Bass) «Beinahe wirst du mich bewegen»         | F |
| 4. Aria (Alt) «Knnen nicht die roten Wangen»                | G |
| 5. Recitativo (Sopran, Alt) «So willst du, grimm'ger Aeolus» | H |
| 6. Aria (Sopran) «Angenehmer Zephyrus»                       | G |
| 7. Recitativo (Sopran, Bass) «Mein Aeolus»                   | F |
| 8. Aria (Bass) «Zurcke, zurcke»                            | E |
| 9. Recitativo (Sopran, Alt, Tenor) «Was Lust, was Freude»    | D |
| 10. Duetto (Alt, Tenor) «Zweig' und Äste»                    | C |
| 11. Recitativo (Sopran) «Ja, ja! Ich lad' euch selbst»       | B |
| 15. Chor «Vivat August».                                     | A |

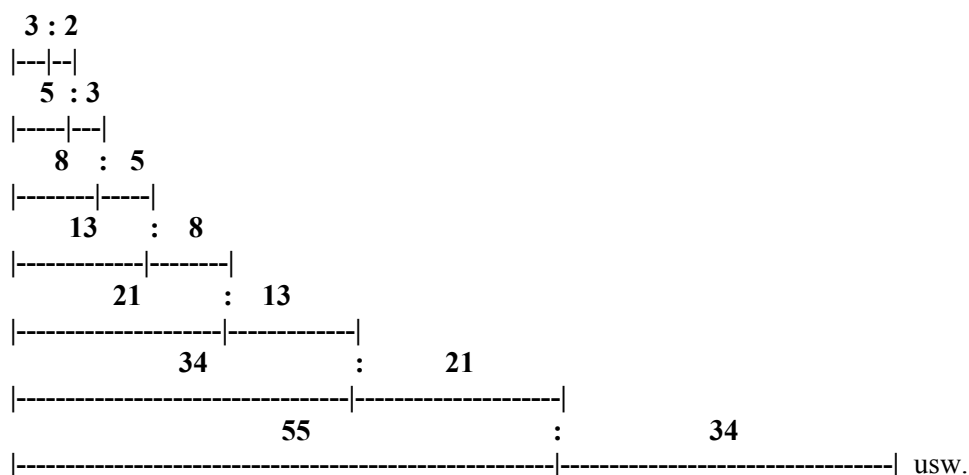
## Divina Proportione (Goldener Schnitt) als fraktales Muster:

Da der Goldene Schnitt eine irrationale Zahl ist, wird in der Kunst die Fibonacci – Folge als eine Annäherung an die Proportion des Goldenen Schnittes verwendet.

Die Fibonacci – Folge darf auch bei einer regelmäßigen fraktalen Vergrößerung des Maßstabs angewendet werden:



oder:



In der musikalischen Struktur und Form handelt es sich um zeitliche Verhältnisse. Häufig sind die betreffenden Proportionen nur aproximativ angewendet. Die Vergrößerungen oder Verkleinerungen des Maßstabs sowie die Metamorphosen des fraktalen Musters selbst, hängen in erster Linie von der Logik der musikalischen Entwicklung ab.

## Beispiele:

In der h-Moll Fuge aus dem ersten Buch des *Wohltemperierten Klaviers* Bachs, lassen sich die Proportionen aus der Fibonacci-Folge auf unterschiedlichen Ebenen der Komposition erkennen:

THEMA / DUX

M. 1 M. 2 + seine Doppeltranslationen M. 2 (Umkehrung, Spiegelung) M. 1 (Doppeltranslation) M. 2 (Augm.)

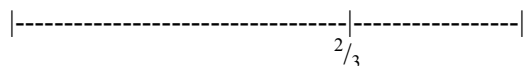
$\frac{2}{3}$

J. S. Bach, *Wohltemperiertes Klavier*, Buch I, *Fuga XXIV, h-Moll*, Thema / *Dux*. Vom Beginn des Themas bis zum Höhepunkt = 8 Einheiten (Viertel-Noten), vom Höhepunkt bis zum Schluss = 5 Einheiten. **8 : 5** = eine Proportion aus der Fibonacci-Folge.

## FORMTEILE:

### 1. Durchführung:                      3. Durchführung:

(Exposition) = ca. 16 T.                      = 8 T.



16 : 24 = **2 : 3** (= eine Proportion aus der Fibonacci-Folge)

**1. Teil:** (Exposition: T. 1-16, Zwischensatz: T. 17-20, Kontraexposition: T. 21-24, Zwischensatz: T. 25-29 [30]) ; **2. Teil:** (Durchführungen des Themas, Zwischensätze: T. 30-68 [69]), **+ 3. Teil** (letzte Durchführung, T. 69–76) = **ca. 29 : 47 = ca. 3 : 5** (eine Proportion aus der Fibonacci-Folge).



= ca. **3 : 5**

J. S. Bach, *Wohltemperiertes Klavier*, Buch I, *Fuge Nr. XXIV h-Moll*: innewohnende, approximative Proportionen aus der Fibonacci-Folge auf der mikro- und makroformalen Ebene.<sup>580</sup>

<sup>580</sup> Weitere Beispiele: Claude Debussy, *Prélude a l'après-midi d'un faune* (die Form: A B A). Der Höhepunkt der Komposition: T. 70 = 515 Einheiten (♩). (Es gibt insgesamt 817 Einheiten. GS von 817 ist 505. Der Höhepunkt stimmt also nicht genau sondern nur ungefähr mit dem Goldenen Schnitt überein. 515 – 10 Einheiten [d. h. - 1 und  $\frac{2}{3}$  T.] = 505). Der Höhepunkt des Werks ist zugleich der Höhepunkt des Mittelteils (B), dessen zwei Teile dieselbe Proportion aufweisen: GS = ca. 90 : 54 Einheiten.

F. Schubert, *Klaviersonate A-Dur*, D.959, I. Satz, *Exposition*. Eine graphische Analyse von GS-Proportionen. «These first 81 bars – the stable portion – are divided 27:27:27 by the three thematic groups (first group, transition and second group). The irregular portion from bar 82 onwards is dominated by GS, the main division being at the silent bar 112 that marks this portions climax.» Aus: Roy Howat, *Debussy in Proportion*, Cambridge University Press 1983, S. 188 (Appendix 2).

## Vertikale Anwendung im Tonhöhenraum: akkordische Struktur <sup>581</sup>

Grundeinheit = kleine Sekunde:

### Sukzessiv (aufwärts):

13            es'' (dis'')

+

8             d''

+

5             ges' (fis')

+

3             des' (cis')

+

2             b (ais)

Anfangston: as (gis)

### Simultan (aufwärts):

21            f'

13            a'

8             e'

5             des' (cis')

3             ces (h)

2             b (ais)

Anfangston: as (gis)

### Sukzessiv (abwärts):

Anfangston: gis''

+

2             fis''

+

3             dis''

+

5             ais'

+

8             d'

+

13            cis

### Simultan (abwärts):

Anfangston: as'' (gis'')

2             ges'' (fis'')

3             f'' (eis'')

5             es'' (dis'')

8             c''

13            g'

21            h

Grundeinheit = große Sekunde:

### Sukzessiv (aufwärts):

5             dis'' (es'')

+

3             f'

+

2             h

+

Anfangston: g

= Dominantseptakkord mit erhöhter Quinte  
(oder mit der Vorhalt <sup>b</sup>6 – 5)

### Sukzessiv (abwärts):

Anfangston: dis'' (es'')

+

2             h'

+

3             f'

+

5             g

= Dominantseptakkord mit  
erhöhter Quinte (oder mit dem Vorhalt <sup>b</sup>6 – 5)

<sup>581</sup> Die auf der Fibonacci-Folge basierten dissonanten Zusammenklänge können sowohl als selbstständige Akkorde als auch als vielfache Vorhalte mit konsonanten Auflösungen behandelt werden.



**Simultan** (aufwärts):

5 f'  
3 des' (cis')  
2 h  
Anfangston: g

= Dominantseptakkord mit verminderter Quinte  
(oder mit der Vorhalt #4 – 5)

**Simultan** (abwärts):

Anfangston: f'  
2 des' (cis')  
3 h  
5 g

= Dominante

Grundeinheit: kleine Terz:

**Sukzessiv** (aufwärts):

8 fis'''  
+  
5 fis'  
+  
3 dis  
+  
2 Fis  
+  
Anfangston: C (Auflösung: - H<sub>1</sub>)

**Sukzessiv** (abwärts)

Anfangston: c''' / his'' (Auflösung: - cis''')  
+  
2 fis''  
+  
3 a'  
+  
5 fis  
+  
8 Fis<sub>1</sub>

**Simultan** (aufwärts):

8 c''  
5 dis' (es')  
3 a  
2 fis (ges)  
Anfangston: c

**Simultan** (abwärts):

Anfangston: c''  
2 ges' (fis')  
3 es' (dis')  
5 a  
8 c

Grundeinheit: große Terz

**Sukzessiv** (aufwärts):

5 e' (fes')  
+  
3 gis (as)  
+  
2 Gis (As)  
+  
Anfangston: His<sub>1</sub>(C) (Auflösung: Cis [Des])

**Sukzessiv** (abwärts):

Anfangston: c''' (Auflösung: h'')  
+  
2 e''  
+  
3 e'  
+  
5 Gis

**Simultan** (aufwärts):

8 as''  
5 as'  
3 c'  
2 as  
Anfangston: c

**Simultan** (abwärts):

Anfangston: as''  
2 c''  
3 as'  
5 c'  
8 c

Grundeinheit: Tritonus

**Sukzessiv (aufwärts):**

5 c''  
 +  
 3 fis (Auflösung: g)  
 +  
 2 C  
 +  
 Anfangston: C<sub>1</sub>

**Simultan (aufwärts):**

12 c''''  
 8 c''  
 5 fis (Auflösung: e)  
 3 Fis (Auflösung: G)  
 2 C  
 Anfangston: C<sub>1</sub>

**Sukzessiv (abwärts):**

Anfangston: c''''  
 +  
 2 c''  
 +  
 3 fis' (Auflösung: g')  
 +  
 5 C

**Simultan (abwärts):**

Anfangston: c''''  
 2 c''  
 3 fis'' (Auflösung: g'')  
 5 fis' (Auflösung: e')  
 8 C

**Es gibt zwei Aspekte der Vergrößerung des Maßstabs in den präsentierten Beispielen: Der erste bezieht sich auf die Fibonacci-Folge selbst und der zweite auf die Grundeinheiten oder Ausgangsintervalle, deren Größe das ganze System beeinflusst.**

**Rhythmische Struktur:**

**Luigi Nono: *Il canto sospeso***

Notenwerte (Grundeinheiten):

IV. |---5---|  
 .|\ \ -----  
 III. .|\ \ ~~~~~~  
 |---3---|  
 II. .|\ \ -----  
 I. .|\ \ ^^^^^^

Zahlenreihe (ein Teil der Fibonacci – Folge)

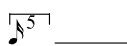
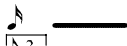
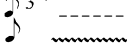

**1, 2, 3, 5, 8, 13,**  
 aus der Luigi Nono vier rhythmische Reihen ableitete, die auf vier unterschiedlichen Grundeinheiten basieren. Es gibt zwei Ebenen der Verkleinerung oder Vergrößerung des Maßstabs: Innerhalb jeder einzelnen Reihe (Fibonacci – Folge), und zwischen den Reihen (4 unterschiedliche Grundwerte).

Reihe IV: |---5---|  
 .|\ \ x 1-2-3-5-8-13-|

Reihe III: .|\ \ x 1~2~3~5~8~13~|

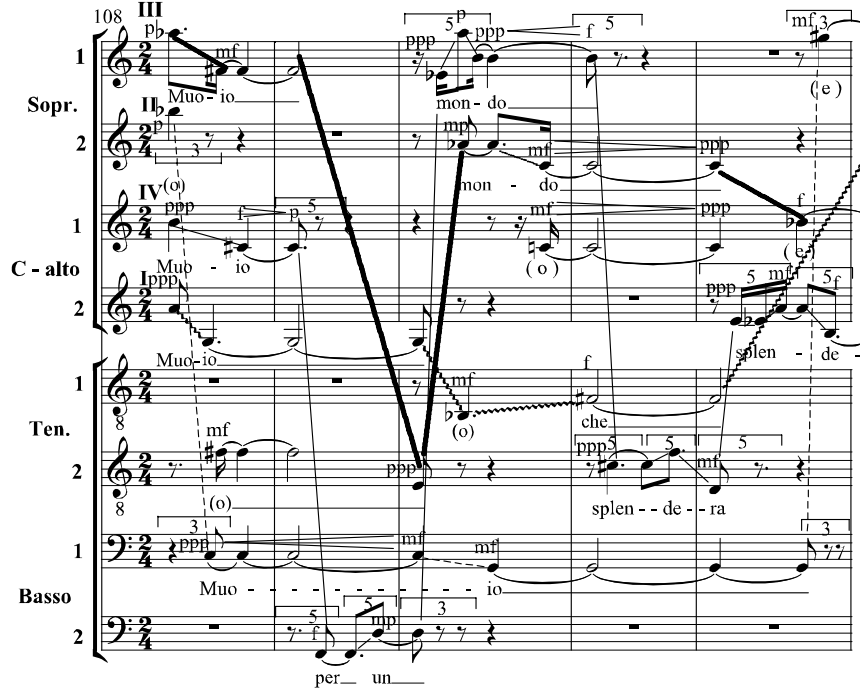
Reihe II: |---3---|  
 .|\ \ x 1-2-3-5-8-13-|

Reihe I: .|\ \ x 1^2^3^5^8^13^|

IV =  \_\_\_\_\_  
 III =  \_\_\_\_\_  
 II =  \_\_\_\_\_  
 I =  \_\_\_\_\_

x → 1, 2, 3, 5, 8, 13

ca. 60 - 66



Vierschichtige rhythmische Polyphonie im zweiten Satz (achtstimmiger gemischter Chor *a cappella*) der Komposition *Il canto sospeso* für Sopran-, Alt- und Tenor-Solo, gemischten Chor und Orchester. von Luigi Nono (Anfang, analysiert von D. Kempf). Im Bereich der Tonhöhenorganisation verwendete der Komponist eine Allintervallreihe, die im zweiten Satz 19 Mal sukzessiv vorkommt, und die sich auf das ganze musikalische Geschehen bezieht.

## Fraktale und Spiegelsymmetrie

**Fraktales Muster:** Originalform Umkehrung (Spiegelung an einer Horizontalachse)  
 (Sukzessive Anwendung von Spiegelsymmetrie) O U

Oft ist die Umkehrung mit der Höhentranslation verknüpft:  
2 Varianten:

1. Aufwärts: U  
O |-----|  
 |-----|

2. Abwärts: U  
 |-----|  
O |-----|

## Musikbeispiele:

### Kurze Motive:



Ein Mädchen oder Weibchen wünscht

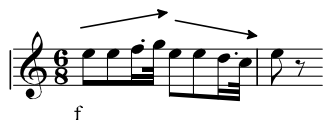
W. A. Mozart, *Zauberflöte*, KV 620,  
Zweiter Aufzug, Nr. 20, Arie, *Andante*,  
(„Ein Mädchen oder Weibchen  
wünscht Papageno sich!“)



f marcato

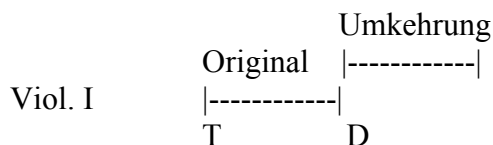
L. Van Beethoven, *Konzert für  
Klavier, Violine und Violoncello*,  
C-Dur, Op. 56, 1. Satz, *Allegro*,  
T. 182, Vc. C. (*f marc.*).<sup>582</sup>

### Halbtaktmotiv und seine Umkehrung:



J. Brahms, *Sinfonie Nr. 4, e-Moll*,  
e-Moll, Op. 98, II. Satz *Andante moderato*,  
Anfang, Hörner III. und IV in C (Zeittranslation).<sup>583</sup>

### Taktmotiv und seine Umkehrung:



J. S. Bach, *Brandenburgisches Konzert Nr. 3, G-Dur*, 3. Satz *Allegro*, Kopfmotiv des Themas.<sup>584</sup>

<sup>582</sup> Weitere Beispiele: J. S. Bach, *Wohltemperiertes Klavier*, Buch II, *Fuga VI. d-Moll*, T. 17-18, Oberstimme, T. 1 (dux), T. 3 (comes) usw., Kopfmotiv des Themas. Das ganze Kopfmotiv des Themas (die Reihe von 4 Sechzehntel-Triolen) erscheint in der Umkehrungs- und Grundform in der Oberstimme im Takt 10. C. Debussy, *Präludien für Klavier*, Buch II, *XII (...Feux d'artifice)* Anfang, *Modérément animé*; A. Dvorák, *Sinfonie Nr. 9, e-Moll* («Aus der Neuen Welt») Op. 91, 2. Satz, *Largo* (Des-Dur), *Meno .| = 66*, T. 90 (Ob. Solo), T. 91 (Cl. I. II. A), T. 92 (Fl. I.), T. 93 (Viol. I. II.), T. 94 (Vcl., Cb.); A. Dvořák, *Scherzo Capriccioso*, Op. 66. (Aus: D. F. Tovey, *Essays in Musical Analysis*, Volume II, London, Oxford University Press, Oxford London 1978, S. 149, Ex. 2.) G. Rossini, *Il Barbiere di Siviglia*, *Atto Primo*, *Cavatina – Figaro*, *Allegro vivace*, T. 37-40 (Oberstimme: Vl. 1, Ott.) = Eine Aufeinanderfolge von Motiven in Original- und Umkehrungsform, die eine Sinuskurve darstellt. L. van Beethoven, *Symphonie Nr. 3, Es-Dur*, Op. 55, *III Scherzo*, Anfang, 1. Violinen. = Eine Kette von Motiven in Original- und Umkehrungsform (latente Überlappungen). Das Originalmotiv bei Beethoven ist die Umkehrungsform bei Rossini und *vice versa*! L. van Beethoven, *Symphonie Nr. 3, Es-Dur*, *Finale*, 3. Variation: neues Thema; L van Beethoven, *Symphonie Nr. 7, A-Dur*, Op. 92, *IV Allegro con brio*, Vl. 1: T. 63-64, und eine ganze Kette von Motiven in Original- und Umkehrungsform: Vl. 1, T. 67-73. J. Haydn, *Die Jahreszeiten, Der Frühling*, Nr. 1 Einleitung und Rezitativ, T. 110-112, Vl. I (Doppeltranslation des halbtaktigen Musters); J. Haydn, *Symphonie N. 103 Es-Dur*, 1. Satz *Allegro con spirito*, 1. Thema, Anfang. J. Brahms, *Sinfonie Nr. 4 e-Moll*, Op. 98, II. Satz *Andante moderato*, T. 2-3, 2 Hob. und 2 Fag. (Halbtaktmotiv + Zeittranslation, Umkehrung des Motivs + Zeittranslation); F. Liszt, *Eine Sinfonie zu Dantes Divina Commedia* für großes Orchester und Frauenchor, 1. Satz *Alla breve*, *Allegro frenetico*, *Quasi doppio movimento* (Vl. I: h-b, cis'-d').

<sup>583</sup> Auch: S. Prokofjew, *Sinfonie Nr. 5*, Op. 100, II. *Allegro marcato*, Ziffer [36] *Meno mosso*, Ob. a 2, Cl. a 2 (Doppeltranslation).

## Abweichungen (gebrochene Symmetrie):

a) in rhythmischer Struktur



J. Brahms, *Ein deutsches Requiem*,  
Op. 45, I. Satz (*Ziemlich und mit  
langsam Ausdruck*), T. 3-4, Violoncello I.

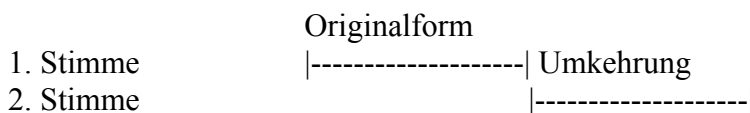
b) auf der Ebene der Intervalle



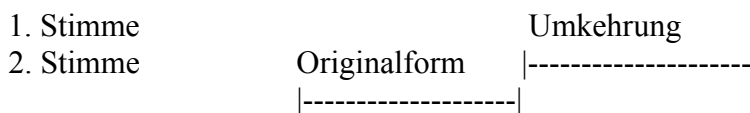
L. van Beethoven,  
*Sonate Op. 27 Nr. 1*, Es-Dur,  
1. Satz, *Andante*, T. 1-2.

## Im polyphonen Kontext:

(Sukzessive Anwendung von Spiegelsymmetrie innerhalb des Musters.)



Oder:

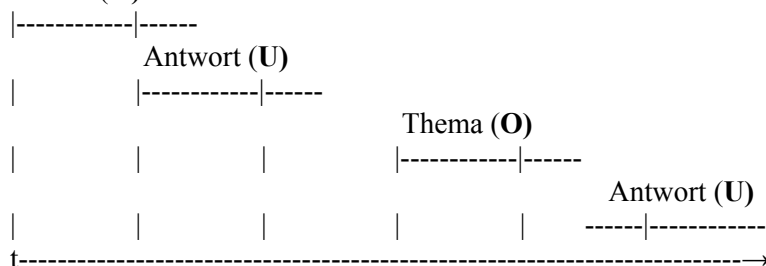


## Beispiele:

L. van Beethoven, *Sinfonie Nr. 5 in c-Moll*, Op. 67, 1. Satz *Allegro con brio*, T. 14-15 und 16-17 (VI. I – VI. II + Vle); T. 145-146 und 147-148 (Vle, Vc – VI. I, II).

J. S. Bach, *Wohltemperiertes Klavier*, Buch II, *Fuge Nr. 2, c-Moll*, T. 5-6.<sup>585</sup>

Thema (O)



G. Frescobaldi, *Toccata e Canzona, Canzona*, Anfang (Exposition). Vgl.: Girolamo Frescobaldi, *Ausgewählte Orgelwerke in zwei Bänden*, herausgegeben von Hermann Keller, II *Toccaten, Ricercari, Canzonen, Capricci etc. für Orgel und andere Tasteninstrumente*, Edition Peters Nr. 4515, S. 18.

<sup>584</sup> Auch: B. Bartók, Streichquartett IV, III. Non troppo lento, VI. II, T. 47-48 (ritornando---).

<sup>585</sup> Weitere Beispiele: J. S. Bach, *Dreistimmige Invention Nr. 1, C-Dur*, T. 5-6, 15-16, 3. und 2. Stimme (Bei den Nachahmungen wird die Spiegelsymmetrie ein wenig gebrochen.); J. S. Bach, *Orchestersuite Nr. 3, D-Dur, Einleitung zur Ouverture* (Aus: D. F. Tovey, *Essays in Musical Analysis*, Oxford University Press, Oxford London 1978, S. 176, Ex. 1.); J. S. Bach, *Orchestersuite Nr. 3, D-Dur, 3. Gavotte I*, S. 178.

## Innerhalb einer zweitaktigen Phrase, die wiederholt wird:

	Phrase	Zeittranslation			
	O	U	O	U	O = Originalform des Motivs
K. d. N.	----- ----- ----- -----				U = Umkehrung des Motivs
Ban-	----- ----- ----- -----				(Skelett der Melodie: Achtelnoten)
t	----->				

W. A. Mozart, *Zauberflöte*, Zweiter Aufzug, Nr. 14. Arie, *Königin der Nacht*, *Allegro assai*, T. 69-73.

## (zweitaktige) Phrase und ihre Umkehrung:

L. van Beethoven, *Symphonie Nr. 5, c-Moll, Op. 67, 1. Satz*, 2. Thema, gebrochene Symmetrie.

Das zweitaktige Thema der „*Fuge in A*“ aus der Sammlung *Ludus Tonalis* von P. Hindemith erscheint auf diese Weise in der dritten Durchführung des I. Teils in der Bassstimme. Diesmal tritt zuerst die Umkehrung des Themas auf und dann die Originalform.



The image shows a musical staff in bass clef with a 3/4 time signature. It contains two measures of music. The first measure is marked with a bracket and the letter 'U' underneath, representing the inverted form of the theme. The second measure is marked with a bracket and the letter 'O' underneath, representing the original form of the theme.

P. Hindemith, *Ludus tonalis, Fuga Quarta in A*, T. 18-21, 3. Stimme.

## Polyphoner Aspekt (Nachahmung in Umkehrung):

P. Hindemith, *Ludus tonalis, Fuga Quarta in A*, T. 51-54, 3. und 1. Stimme.



The image shows two musical staves. The top staff is for Violin I (Vl.) in treble clef with a 4/4 time signature. The bottom staff is for Violoncello and Double Bass (Vc. e Cb.) in bass clef with a 4/4 time signature. Both staves start with a piano (p) dynamic marking. The music shows the original theme in the violin and its inverted form in the cello/bass, illustrating polyphonic imitation.

W. A. Mozart, *Don Giovanni, Atto Primo, Nr. 4 Allegro*, Arie – Leporello, T. 49-61 (dreimal ab- und aufwärts), Vl. 1 – Vc. e Cb.

## Kleiner Satz und seine Umkehrung:

J. Brahms, *Sinfonie Nr. 1, c-Moll Op. 68, III Un poco Allegretto e grazioso* (As-Dur), Thema, 1. Klarinette in B, *p dolce*, T. 1-5 (Originalform) + 5-10 (Umkehrung).

A. Berg, *Violinkonzert, I. Andante*, Solo – Violine, T. 15-18 (Originalreihe), T. 24-27 (Umkehrung)

**Polyphone Analogie:**

NACHAHMUNG: Variiertes Thema - **Umkehrung**  
 (= eine Synthese von Dux und Comes)

1. |-----|

Variiertes Thema – **Originalversion**  
 (=eine Synthese von Comes und Dux)

2. |-----|

Variiertes Thema – **Augmentation von der Originalversion**  
 (=eine Synthese von Comes und Dux)

3. |-----→

es-Moll.....as-Moll.....

t-----→

J. S. Bach, *Wohltemperiertes Klavier, Buch I, Fuga VIII, es-Moll* (dis-Moll), Anfang der 6. Durchführung, T. 61-67, zweite und erste Stimme.

Auch: J. S. Bach, *Wohltemperiertes Klavier, Buch I, Fuge XV in G-Dur*, T. 38-47 (erste und zweite Stimme):

**II. DURCHFÜHRUNG**

Thema in B (Originalform)

I. |-----|-----|-----|-----|.....|.....|.....|.....|

II. |.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|

III. |.....|.....|.....|.....|-----|-----|-----|-----|

Thema in Ces (Umkehrung)

P. Hindemith, *Ludus tonalis, Fuga sexta in E<sup>b</sup>*, T. 17-24, Beginn der zweiten Durchführung: Originalform des Themas (1. Stimme) und die Nachahmung in der Umkehrung (3. Stimme).

**Großer Satz oder kleine Periode + Umkehrung (auch innerhalb eines großen Satzes oder einer kleinen Periode):**

Eine freie Verwirklichung des Musters finden wir bei D. Schostakovitsch und zwar im Themenbau (innerhalb eines großen Satzes): D. Schostakowitsch, *Sinfonie Nr. 9*, Op. 70: 1. Satz *Allegro*, Anfang (VI. 1); 5. Satz *Allegretto*, Anfang (Fg.)

Eine sehr freie Anwendung dieser Idee ist am Anfang des 3. Satzes (*Allegro con fuoco*) des *Klavierkonzerts f-Moll* von J. S. Bach zu finden (T. 1-8, 8-16). Die Spiegelsymmetrie ist in diesem Fall stark gebrochen.

**a)** (= 49 T. [Dauer: 1'15"])

**b)** (= 49 T.)

|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

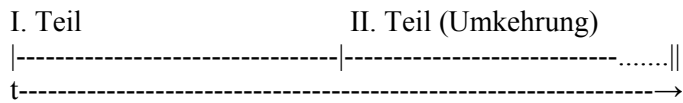
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

t-----→

B. Bartok, *Mikrokosmos* für Klavier, Buch VI, *Chromatische Invention*, Nr. 145 a) und b). Grundidee der Form: zweiter Teil **b** = Umkehrung + Transposition des ersten Teils **a**.

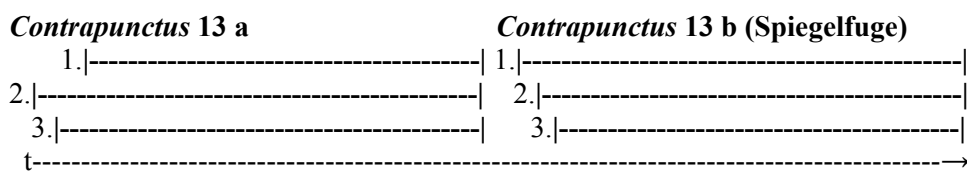
## Anwendung des Musters an die Form der Fuge:

### 1) Innerhalb einer Fuge:

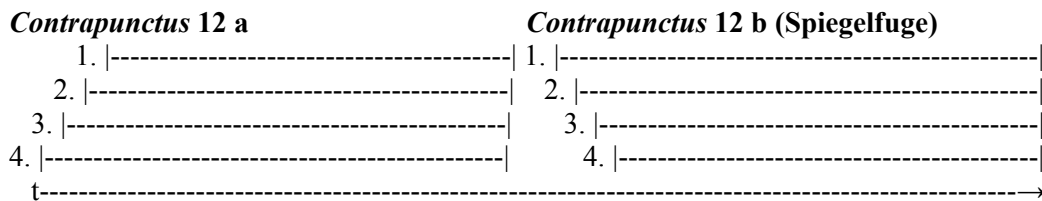


P. Hindemith, *Ludus tonalis*, *Fuga decima in Des*. (Hinsichtlich des frei komponierten Schlusses, ist die bilaterale Symmetrie ein wenig gebrochen.)

### 2) Zwei Fugen: Originalfuge und Spiegelfuge:



J. S. Bach, *Die Kunst der Fuge*, BWV 1080, **13 a, b**: Spiegelfuge über das variierte Thema und seine Umkehrung (dreistimmig). Erstaussgabe: *Contrapunctus a 3*, *Contrapunctus inversus a 3*.



J. S. Bach, *Die Kunst der Fuge*, BWV 1080, **12 a, b**: Spiegelfuge über Varianten des Themas (vierstimmig). Erstaussgabe: *Contrapunctus inversus 12 a 4*.

Im Schriftbild des Werks sowie in der Aufführungspraxis kommt manchmal zuerst die **b** - Variante und dann die **a** - Variante der betreffenden Fuge.<sup>586</sup> Obwohl die Originalversion (a) und Spiegelversion (b) in gewissen Aufgaben untereinander stehen, dürfen sie nur nacheinander aufgeführt werden!

### Weitere Möglichkeiten im polyphonen Kontext: ÜBERLAPPUNG / STRETTO-NACHAHMUNG

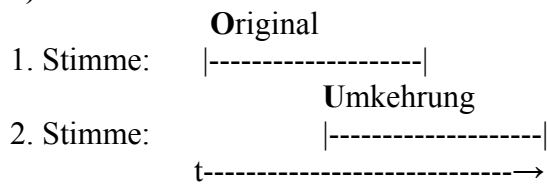
Eine Kombination von zugleich sukzessiver und simultaner Anwendung der Spiegelsymmetrie: unterschiedliche Formen von Stretto-Imitation.

<sup>586</sup> Die Fugen **a** und **b** sind in der Handschrift untereinander geschrieben, während sie in der Erstaussgabe nacheinander stehen, und zwar in umgekehrter Reihenfolge.

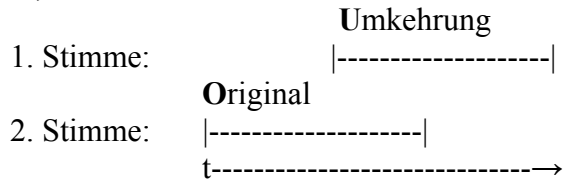


## Die Grundidee des fraktalen Musters:

a)



a<sub>1</sub>)



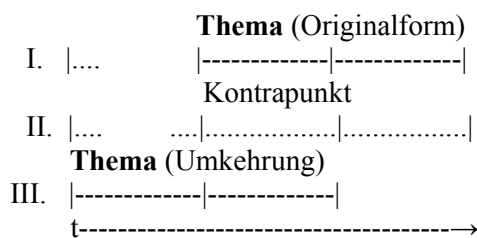
Selbstverständlich gibt es **unterschiedliche zeitliche Abstände** zwischen der führenden und nachahmenden Stimme.

## BEISPIELE (Anordnung nach der Vergrößerung des Maßstabs):

A. Schönberg, *Variationen für Orchester Op. 31*, II. Variation *Langsam*, Anfang: Bs Kl. und Fl. 1, T. 1-2 (eine B-A-C-H Transposition: cis'-h-d'-c' und ihre Umkehrung + Transposition: e'-fis'-es'-f').

J. S. Bach, *Wohltemperiertes Klavier, Buch II, Fuga III a 3, Cis-Dur*, Exposition (Stretto-Nachahmung), 1. und 2. Stimme, T. 1-2.<sup>587</sup>

In folgender Stretto-Nachahmung kommt zuerst die Umkehrungsform und dann die Originalform des Themas:



P. Hindemith, *Ludus tonalis, Fuga quarta in A*, T. 18-20.<sup>588</sup>

<sup>587</sup> Weitere Beispiele: J. S. Bach, *Wohltemperiertes Klavier*, Buch I, *Fuga VI. d-Moll*, T. 21-24, 3. und 1. Stimme; J. S. Bach, *Die Kunst der Fuge, Contrapunctus X*, Exposition (2. und 3., sowie 4. und 1. Stimme: Grundform [*dux*] und Umkehrung des Themas [*comes*]). Formgestalt der Exposition: Doppelkanon in Gegenbewegung (vierstimmig). Kontraexposition: enge Stretto-Nachahmung, Umkehrungsform (*comes*) und Originalform (*dux*), beide variiert, 2. und 3. Stimme, T. 7-10; J. S. Bach, *Die Kunst der Fuge, Contrapunctus V*, Exposition (2. - 4. und 1. - 3. Stimme: Grundform und Umkehrung des Themas).

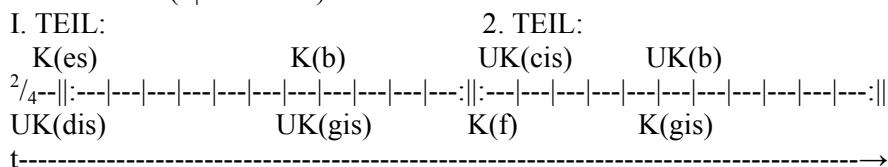
<sup>588</sup> Auch: P. Hindemith, *Ludus Tonalis, Fuga tertia in F*, erster Teil der 2. Durchführung, T. 23-30.

## KANON in Umkehrung:

Dritter Teil der zweistimmigen *Chromatischen Invention* B. Bartóks ist in der Form des Kanons in Umkehrung komponiert. In jedem von seinen drei Abschnitten wird die Nachahmung in einem anderen Intervall durchgeführt. (Vgl.: B. Bartók, *Chromatic Invention*, H. 15192, Nr. 91, S. 39.) J. S. Bach, *Musikalisches Opfer*, BWV 1079 (hrsg. von P. Williams, Ernst Eulenburg, Mainz 1986, S. 46, BWV 1079.6, 1st Edn: *Canon a 2 Quaerendo invenietis'*). Formkonzeption: Zweistimmiger «unendlicher» Kanon in Gegenbewegung (*Canon perpetuus per motum contrarium*) – besonders am Anfang. In zweiter Version desselben Kanons (Appendix 2, BWV 1079.6, S. 51) werden die Rollen der Stimmen ausgetauscht.<sup>589</sup>

Es folgt ein zweistimmiger Zwölftonkanon in Gegenbewegung und im zeitlichen Abstand der «Stimmen» von einer Achtelnote (eigentlich handelt es sich um Zwölftonreihen, die sich im Tonhöhen-Raum ständig kreuzen).

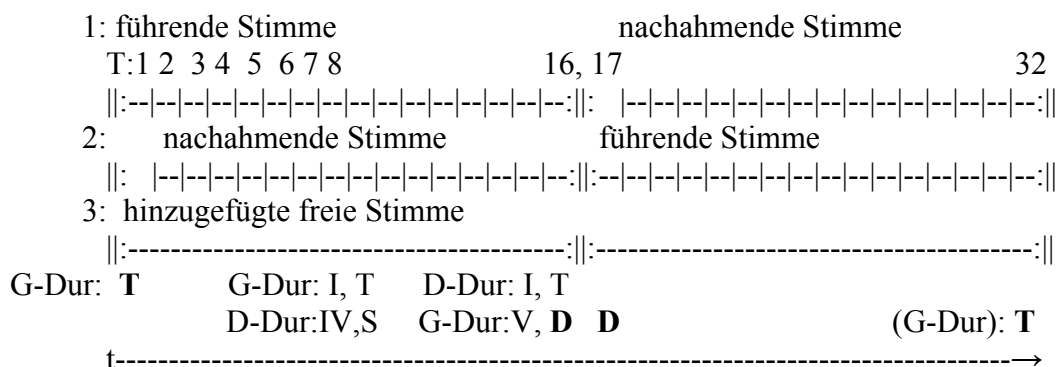
*Sehr schnell* (.| = ca. 160)



A. Webern, *Variationen für Klavier Op. 27, 2. Satz*: Reihenschema des Kanons. Die Reihenpaare (Umkehrung des Krebses – Krebs, Krebs – Umkehrung des Krebses) weisen auf die Idee des Kanons in Gegenbewegung und auf die Spiegelsymmetrie hin.

### I. TEIL:

### II. TEIL:



J. S. Bach, *Klavierübung IV. Teil, Aria mit verschiedenen Veränderungen (Goldberg Variationen -)*, Variatio 12, *Canone alla Quarta*. Formgestalt: zweistimmiger Kanon in Gegenbewegung (erste und zweite Stimme) mit einer hinzugefügten freien Stimme.

Derselbe Kanontyp stellt *Variatio 15. a 1 Clav – Canone alla Quinta* dar. Diesmal führt aber die zweite Stimme und die erste imitiert.

<sup>589</sup> Noch ein Beispiel: Zweistimmiger Spiegelkanon mit einer hinzugefügten freien Stimme: J. S. Bach, *Musikalisches Opfer*, BWV 1079, hrsg. von Peter Williams, Ernst Eulenburg, Mainz 1986, BWV 1079.3c, (1st Edn '[Canon] 3 a 2 per Motum contrarium'), S. 36. Formgestalt: Zweistimmiger («unendlicher») Kanon in Gegenbewegung (2. und 3. Stimme) mit hinzugefügter freien Stimme (= Oberstimme: das Thema des Königs Friedrich II.).

**Änderung des Maßstabs innerhalb des Musters** (Anwendung von Diminution und Augmentation):

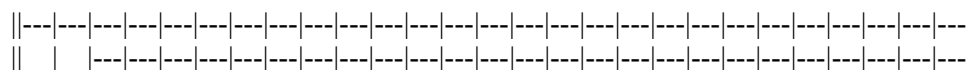
Z. B.: J. S. Bach, *Musikalisches Opfer*, BWV 1079, BWV 1079.3d, 1st Edn '[Canon] 4 a 2. per Augmentationem, contrario Motu', S. 37. Formgestalt: Kanon in Gegenbewegung und Augmentation (3. und 1. Stimme) mit einer hinzugefügten freien Stimme (2. Stimme = eine variierte Version des Themas von Friedrich II.). Längere Version dieses Kanons: BWV 1079.3d.

**I TEIL:**

Führende Stimme (Hauptstimme):

**Thema** (T. 1-2)

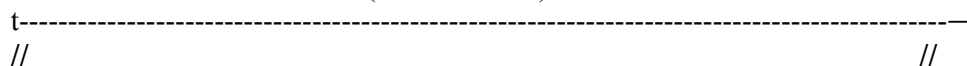
T: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13- -26



**T h e m a** (T. 3-6)

Umkehrung + Augmentation

Nachahmende Stimme (Nebenstimme)



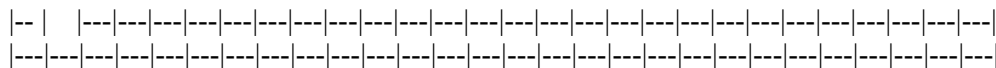
**II. TEIL (Anwendung des Doppelkontrapunkts in der Oktave):**

Nachahmende Stimme

Umkehrung + Augmentation

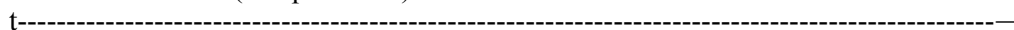
**T h e m a** (T. 29-32)

T: 27 28 29 30 31- -54



**Thema** (T. 27-28)

Führende Stimme (Hauptstimme)



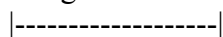
J. S. Bach, *Die Kunst der Fuge*, BWV 1080, 14 Handschrift: *Canon al roverscio et per augmentationem XV*. Erstausgabe: *Canon per Augmentationem in Contrario Motu*. Kanon in Gegenbewegung und Vergrößerung (zweistimmig).

**Simultaner Aspekt:**

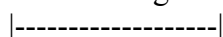
**Gleichzeitiger Auftritt beider Stimmen.**

**Fraktales Muster:**

Originalform



Umkehrung



**BEISPIELE (nach der Vergrößerung des Maßstabs):**

## Motivebene:

J. Haydn, *Die Jahreszeiten, Der Frühling, Nr. 6 Terzett und Chor*. Bittgesang, Chor: Tenor und Baß., T. 56-57 («Laß deinen Tau»). Auch: T. 66-67, Chor: S. A. und T. B. («Uns sprießet Überfluß,»). In beiden Beispielen kommt eine geringe Symmetriebrechung vor.<sup>590</sup>

Wellenartige Gegenbewegung von zwei Terzschichten:

W. A. Mozart, *Sinfonie C-Dur, K.V. 551 (Jupiter), IV Finale, Molto Allegro*, T. 361-368, Streicher. Die bilaterale Symmetrie erscheint im Kontext der freien Nachahmung des variierten Kopfmotivs des Hauptthemas und ist ein wenig gebrochen.<sup>591</sup>

A. Berg, *Wozzeck*, 1. Aufzug, *Szene 4 (Passacaglia)*, 12. Variation (*a tempo*). Vgl. die Partitur: Universal Edition, Nr. 7379, Wien 1954.

## Themenebene:

J. S. Bach, *Die Kunst der Fuge BWV 1080, Contrapunctus XI*. Tripel-(Quadrupel-) Fuge über zwei (drei) neue Themen und das variierte Hauptthema (vierstimmig), T. 158-162: Originalform und Umkehrungsform des variierten Hauptthemas werden gleichzeitig durchgeführt.<sup>592</sup>

<sup>590</sup> Weitere Beispiele: J. Haydn, *Die Jahreszeiten, Der Frühling, Nr. 1, Einleitung und Rezitativ*, Schluss der Einleitung, T. 245-248 (Fl. 1, 2; Ob. 1). L. van Beethoven, *Sonate Op. 101, A-Dur*, 2. Satz *Vivace alla Marcia*, Mittelteil (Pochissimo meno mosso) T. 2. J. S. Bach, *Wohltemperiertes Klavier*, Buch I, *Fuga VI. d-Moll*, vorletzter Takt: Kopfmotiv des Themas in Gegenbewegung (zwei Terz-Schichten); J. S. Bach, *Wohltemperiertes Klavier*, Buch II, *Fuga VI. d-Moll*, T. 10-11. O. Messiaen, *Vingt Regards sur l'Enfant – Jésus, VI. Par Lui tout a été fait*, Durand & C<sup>ie</sup> Éditeurs, Paris 1944, S. 41, letzter Takt (zwei Schichten von großen Sekunden in Gegenbewegung, *mf - cresc.*).

<sup>591</sup> Weitere Beispiele: L. van Beethoven, *Symphonie Nr. 3, Es-Dur*, Op. 55, 1. Satz, *Allegro con brio*, T. 103-109 (Die geringfügige Symmetriebrechung entsteht als Folge des diatonischen Tonleitersystems.); L. van Beethoven, *Symphonie Nr. 7, A-Dur, IV Allegro con brio*, T. 419-430 (T. 419-426, Oberschicht: Vl. 1, 2; Unterschicht: Vla und Fg. 1, 2; T. 427-430, Streicher + Holzbläser); L. van Beethoven, *Konzert für Klavier, Violine und Violoncello, C-Dur*, Op. 56, III *Rondo alla Polacca*, Vl. c., Vc c., Pft.: T. 87-90, 104-105.

<sup>592</sup> Auch: Bartók, *Musik für Saiteninstrumente, Schlagzeug und Celesta*, Schluss des 1. Satzes.

L. van Beethoven, *Sonate B-Dur, Op. 106*, letzter Satz *Allegro risoluto, Fuga a tre voci, con alcune licenze*. Bass: Originalform, Oberstimme: Umkehrungsform. (Vgl.: Beethoven, *Sonate per Pianoforte*, Vol. III [Casella], Ricordi, Milano, E. R. 3a, S. 141.)

Choral der Streicher im *Adagio* des *II. Konzerts für Klavier und Orchester* von B. Bartók beruht auf der Idee der spiegelsymmetrischen Gegenbewegung von zwei Quintenschichten. Die obere Quintenschicht spielen Vl. 1 div. und Vl. 2 und die untere (Cb.), Vcl. div. und Vla. Bogenförmige melodisch – harmonische Progressionen schließen sowohl vertikale als auch horizontale spiegelsymmetrische Verhältnisse ein. (Vgl.: Béla Bartók, *II. Konzert für Klavier und Orchester, II. Adagio* [Anfang], Editio Musica Budapest, Z. 9026, Universal Edition [U. E. 10.442], Wien 1932, S. 44.)

### SONDERFÄLLE:

Translation im Tonhöhenraum und zugleich im realen dreidimensionalen Raum (innerhalb des Chors) im polyphonen Kontext (Die Nachahmung *per Augmentationem* in der Oktave mit gleichzeitigem Auftritt beider Stimmen):

J. Brahms, *Ein Deutsches Requiem, Op. 45, II. Den alles Fleisch es ist wie Graß, Allegro non troppo*, T. 233-237 («Freude und Wonne...»), Sopran und Tenor.

Kanon im Einklang und in Vergrößerung mit gleichzeitigem Auftritt beider Stimmen:

J. des Prés, *Benedictus* (aus der Messe «*L'homme armé*»), 1. Teil. Vgl.: *Der Kanon*, bearbeitet von Fritz Jöde, = *Musikalische Formen in historischen Reihen*, 17. Band, hrsg. von Heinrich Martens, Chr. Friedrich Vieweg, V. 1988, Berlin = Lichterfelde, S. 7.

- I. Abschnitt (Anfang): obere Schicht (abwärts): *valeurs progresivement ralenties*  
untere Schicht (aufwärts): *valeurs progresivement accélérées*
- II. Abschnitt (Schluß): obere Schicht (aufwärts): *valeurs progresivement accélérées*  
untere Schicht: (abwärts): *valeurs progresivement ralenties*

O. Messiaen, *Vingt Regards sur l'Enfant – Jésus, XVIII. Regard de l'Onction terrible*, zwei korrespondierende Abschnitte: Anfang, *Modéré* (T. 1-19), Schluss, *Modéré* (letzte 19 Takte).

Harmonisch - melodische Progressionen, die auf dem Prinzip «*punctum contra punctum*» basieren, verwendet der zeitgenössische slowenische Komponist Maks Strmčnik. Der Ausgangspunkt der zweiseichtigen, spiegelsymmetrischen harmonischen Entwicklung in seiner *Glorie* für gemischten Chor und Instrumentalensemble ist eine reine Quinte (Männerchor: g - d', Frauenchor: g' - d''). Die Idee wird im Abschnitt *Domine Deus...* (Chor, S. 36-37, T. 150-156) exponiert. Später kommt eine viel längere harmonische Progression vor

(*Qui tollis peccata mundi...*), die auf dieselbe Weise beginnt und auf demselben Prinzip beruht:

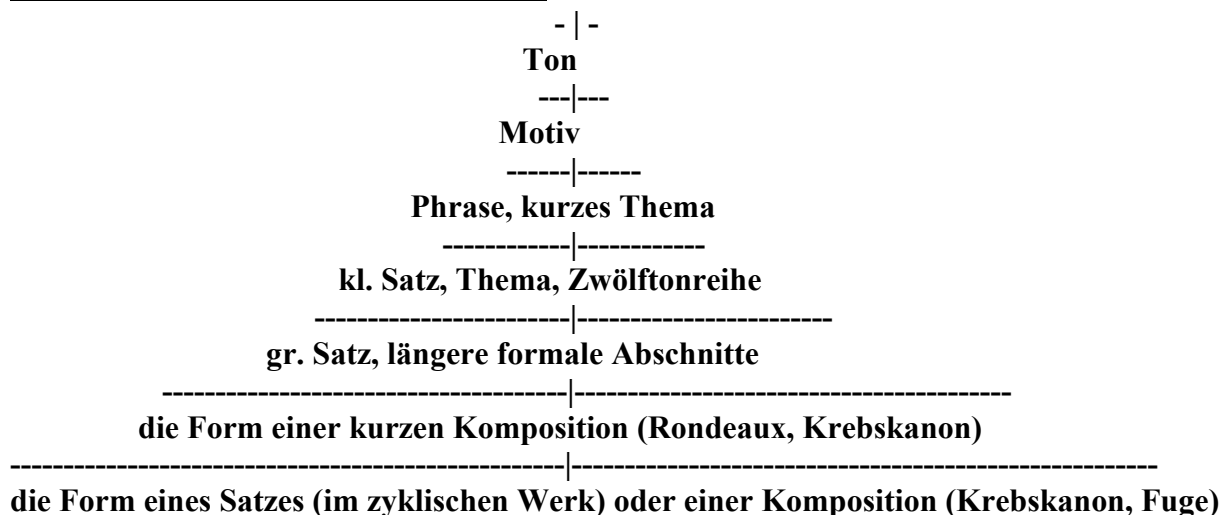
Maks Strmčnik, *Missa Iubilei, Gloria* für gemischten Chor und Instrumentalensemble (pihala, trobila, tolkala, harfo, akordeon). Beginn der spiegelsymmetrischen harmonisch – melodischen Entwicklung, Chor: *Qui tollis peccata mundi miserere nobis*, T. 181-184. (Schluss des spiegelsymmetrischen Abschnitts: *Qui sedes ad dexteram Patris, miserere nobis*, T. 202-205).

## Spiegelung an einer Vertikalachse, bzw. die sogenannte «Zeitumkehr» als **fraktales Muster:**

**Originalversion** ↑ **Krebsform** («Zeitumkehr»)

Verwirklichung des **bilateral symmetrischen Musters** auf der **mikro- und makroformalen Ebene** in unterschiedlichen kompositorischen Systemen: Tonalität (im Prinzip nur Motive und kurze Strukturen), erweiterte Tonalität und Atonalität.

Eine vereinfachte schematische Übersicht:



## Beispiele:

### TON ↓ SPIEGELUNG («ZEITUMKEHR») (auch dynamische Spiegelsymmetrie **innerhalb eines Tons**)

*Molto sostenuto e maestoso* ♩ = 66  
Trombe ventile in D, 1. solo

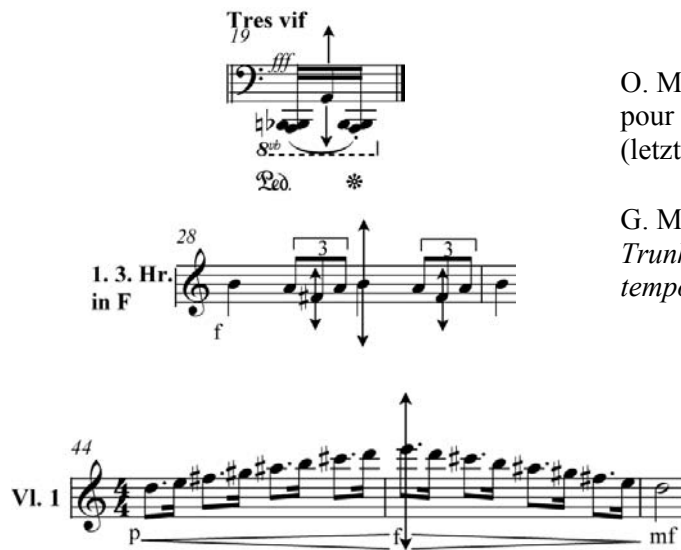


*pp cresc. f dim. pp*

R. Wagner, *Rienzi, Ouverture*, Anfang, Trompetenmotiv (Ton a').

A. Webern, *Symphonie Op. 21, 2. Satz, I. Variation, Thema, Sehr ruhig*, Kl., T. 1 (Zeittranslation einer Viertelnote).

### MOTIV ↓ SPIEGELUNG («ZEITUMKEHR»): (auch **innerhalb eines Motivs**)



*Tres vif*  
19  
fff  
8<sup>vb</sup>  
Péd. \*

1. 3. Hr.  
in F  
f

28

44  
VI. I  
p f mf

O. Messiaen, *Vingt Regards sur l'Enfant – Jésus pour Piano, XIII. Noël*, Schluss, *ff Tres vif* (letztes Motiv).

G. Mahler, *Das Lied von der Erde, 5. Der Trunkene im Frühling, Allegro*, T. 15-16, *a tempo*, 1. und 3. Horn.

B. Bartok, *Streichquartett VI, II Marcia*, T. 181-183, Violini I.

G. F. Händel, *Der Messias*, Erster Teil, Nr. 14 *Recitativo* (Soprano) *accompagnato, Allegro*, VI. 1, 2, T. 21 (und weiter).<sup>593</sup>

<sup>593</sup> Weitere Beispiele: J. S. Bach, *Wohltemperiertes Klavier*, Buch I, Praeludium V, D-Dur, T. 1; J. S. Bach, *Ich hatte viel Bekümmernis*, Kantate Nr. 21, Coro: «Das Lamm, das erwürget ist,» - Schlussfuge (*Allegro*) T. 19 (der achte Takt der Fuge), B. solo, *Alleluja, Alleluja*; J. S. Bach, *Brandenburgisches Konzert Nr. 4*, 1. Satz, *Allegro*, T. 3-4, 5-6 (im Bereich der rhythmischen Struktur ist die Spiegelsymmetrie gebrochen). W. A. Mozart, *Don Giovanni, Atto Primo, Nr. 4 Arie* - Leporello, T. 77-80, VI. 1 & 2 (spiegelsymmetrische Sechzehntel-Motive). J. Haydn, *Die Jahreszeiten, Der Sommer*, Nr. 17, Chor, S. A. („Weh uns!“), T. 95-97. Polyphone Überlappung! A. Berg, *Violinkonzert, I. Andante* (Einleitung), T. 1-10, Harfe + Kl., Solo-Violine: eine Reihe von

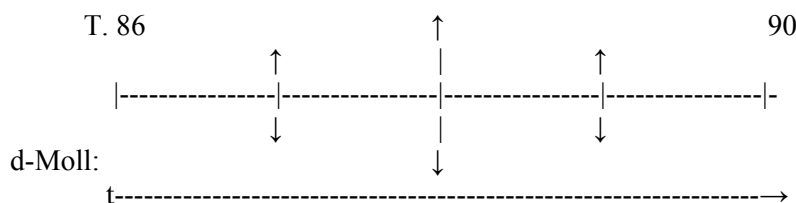
**PHRASE ↑ SPIEGELUNG («ZEITUMKEHR»)**  
**(auch innerhalb einer Phrase)**



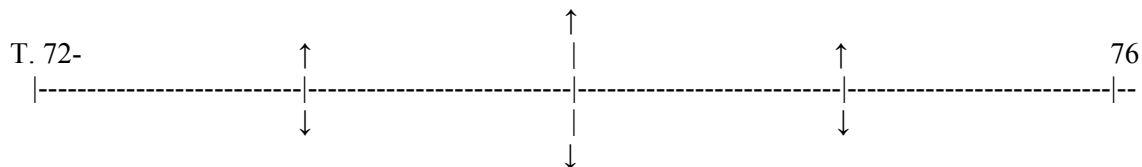
S. Prokofiew, *Sinfonie Classique, Op. 25, IV Finale*, T. 63-65: Vl. I *div.* (ein wenig gebrochene Spiegelsymmetrie).

**Innerhalb eines kleinen Satzes:**

J. Haydn, *Die Jahreszeiten, Der Frühling, Nr. 4 Arie, Simon*, T. 44-48.<sup>594</sup>



J. S. Bach, *Klavierkonzert in d-Moll, BWV 1052, III Allegro*, Cembalo Solo: d-Moll, T. 86-90, a-Moll, T. 96-100.



Lep.:

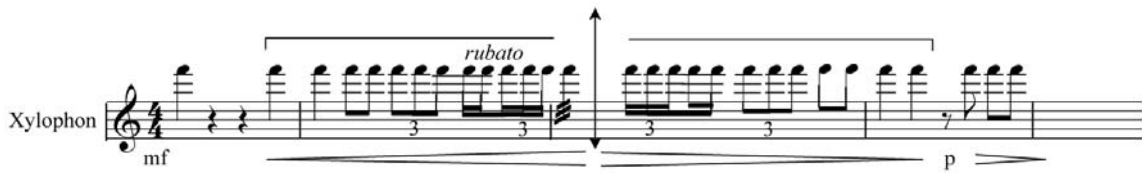
ta-di-ne, ca-me-rie-re, ci-ta-di-ne, v'han con-tes-se, ba-ro-nes-se, marche-sa-ne, prin-ci-pes-se, e v'han don-ne d'ogni gra-do

W. A. Mozart, *Don Giovanni, Atto Primo, Nr. 4 Arie – Leporello*, T. 72-76.

spiegelsymmetrischen Motiven. A. Berg, *Wozzeck, Act III, 4. Var.* (Marie), Beginn, Partitur: U. E. 7379 / U. E. 12100, S. 387, Cel., Hfe, 1. Vl. *div.* a 2, 2. Vl. *div.* a 2. (Spiegelung von Motiven an einer Vertikalachse zwischen den ersten zwei Takten und an den Vertikalachsen in der Mitte des ersten sowie des zweiten Takts.). R. Strauss, *Eine Alpensinfonie, Op. 64, [21] Eintritt in den Wald*, Streicher, *ff*, Anfang (vielschichtige Spiegelungen von Motiven). C. Saint-Saëns, *Le carnaval des animaux, Nr. 11 Pianisten*, T. 2-3, 3-4-5; *Nr. 6 Känguruhs*, T. 1-3, 7-9, 13-16 (Bilaterale Symmetrie des Musters ist mit räumlicher Translation kombiniert). F. Liszt, *Klavierkonzert Es-Dur*, Op. post., (*Allegro*), Cadenza, Pf. T. 133/b. O. Messiaen, *Vingt Regards sur l'Enfant – Jésus, XVII. Regard du silence*, Durand & C<sup>ie</sup>, Éditeurs, Paris 1944, S. 131, Mitte; S. 134, Mitte, *p*.<sup>594</sup> Weitere Beispiele: S. Prokofiew, *Symphonie Nr. 5, Op. 100, II Allegro marcato*, Ziffer [42] T. 1-2, Tr-be: 1. sola, T. 5-6, Vl. 1, 2; S. Prokofiew, *Symphonie Classique, Op. 25, Finale, Molto vivace*, Anfang, 1. Phrase des Hauptthemas, Violino I, T. 1-3 (= gebrochene Spiegelsymmetrie). L. van Beethoven, *Symphonie Nr. 7, A-Dur, III Presto*, Vl. 1: T. 17-21, 117-121, Vl. 1 + Fl. 1: T. 125-129 usw.; L. van Beethoven, *Konzert für Klavier, Violine und Violoncello, C-Dur*, 1. Satz *Allegro*, Klavier: T. 129-132, Vl. c. + Vc. c. : T. 367-370.



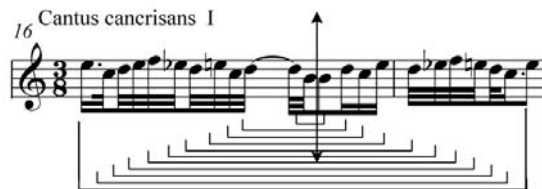
### Rhythmische Struktur:



B. Bartók, *Musik für Saiteninstrumente, Schlagzeug und Celesta*, 3. Satz, *Adagio*, Anfang, Xylophon.

### Das spiegelsymmetrische Muster im Themenbau:

J. S. Bach, *Dreistimmige Invention in a-Moll*, Thema. (Kleine Symmetriebrechung im rhythmischen Bereich.)<sup>595</sup>



I. Strawinski, *Cantata, Ricercar II*: Cantus cancrisans I. (Die Spiegelsymmetrie ist ein wenig gebrochen.)

Takt: 356 - 360 ↑ 361 - 365  
|-----|-----|

A. Berg, *Kammerkonzert* für Klavier und Geige mit 13 Bläsern.

*Tumultuoso*

Takt: 656 - 687 ↑ - 716  
|-----|-----|

A. Berg, *Lulu*, 2. Akt.

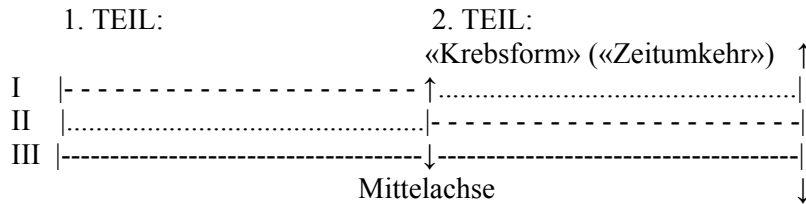
<sup>595</sup> W. A. Mozart, *Sonate a-Moll, Köchel Nr. 310*, Schlußsatz, *Presto*, Thema, T. 1-4, 9-12. (Kleiner Satz mit dem beide große Sätze der großen Periode beginnen.) Am Ende des Satzes kommt eine kleine Abweichung (Symmetriebrechung) vor.

G. F. Händel, *Israel in Egypt, XVIII*, Das Thema der ersten Fuge: «I will sing unto the Lord.» (Aus: Donald Francis Tovey, *Essays in Musical Analysis*, Volume 5, *Vocal Music*, Oxford University Press, Oxford London 1977, S. 106). Am Ende des Themas gibt es eine kleine Symmetriebrechung im rhythmischen Bereich.

**MAKROBEREICH:**

P. Hindemith: *Quintett* Opus 30 (1923) für Klarinette in B und Es, 2 Violinen, Viola und Violoncello: 1. *Sehr lebhaft*,  $\frac{3}{2}$  (o| = 104) |  
 5. *Sehr lebhaft*,  $\frac{3}{2}$  (o| = 104) (= Krebsform des 1. Satzes)

*Bläserseptett* (1948): 2. Satz, *Intermezzo (Sehr langsam)* |  
 4. Satz: *Intermezzo (Sehr langsam)* (= Krebsform des 2. Satzes)

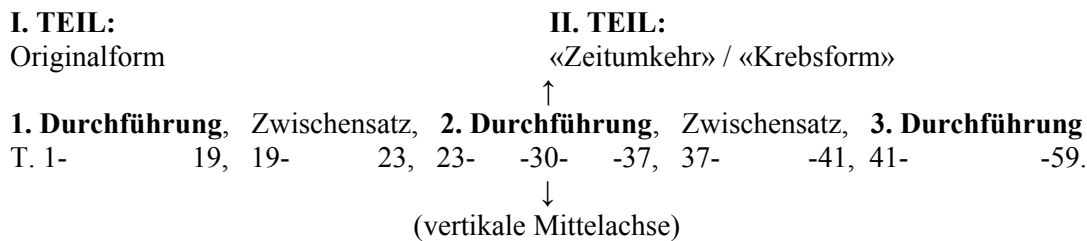


G. de Machaut, Rondeau *«Ma fin est mon commencement»*. Spiegelung an einer vertikalen Achse in der Mitte der Komposition.

A. Schönberg, *Pierrot lunaire* Op. 21, Nr. 18 *«Der Mondfleck»*: vierstimmiger Doppelkanon – Krebskanon der vier Melodieinstrumente:

Kanon I: Kl. Flöte – Klarinette, Kanon II: Violine – Violoncello. (Vertikale Achse: 10. Takt. Die Idee des Doppelkanons ist mit der Polyrhythmik verknüpft.) Vgl.: Arnold Schönberg, *Sämtliche Werke*, Abteilung VI: Kammermusik, Reihe A, Band 24, *Melodramen und Lieder mit Instrumenten*, hrsg. von Reinhold Brinkmann, Universal Edition, Wien 1996, S. 78-82.

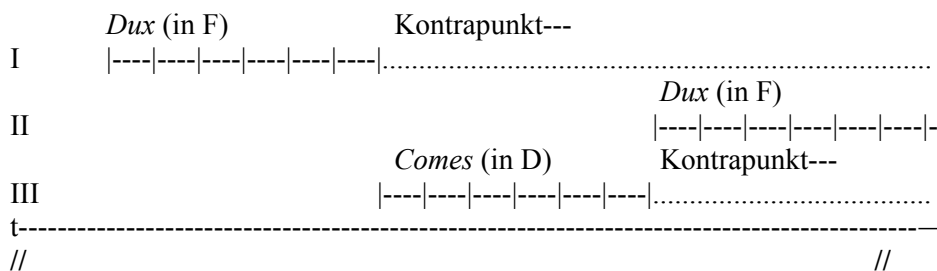
**Anwendung des bilateral symmetrischen Musters im Bereich der Fugenform:**



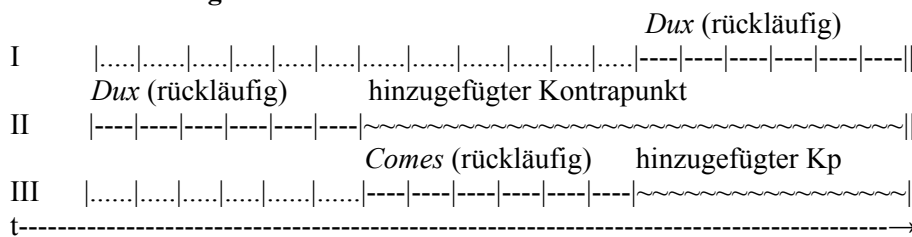
P. Hindemith, *Ludus tonalis* für Klavier, *Fuga tertia in F (Andante)*: graphische Darstellung der Formgestalt (D. Kempf).

**SCHEMATISCHE DARSTELLUNG DER ERSTEN UND LETZTEN DURCHFÜHRUNG:**

**1. Durchführung (Exposition):**

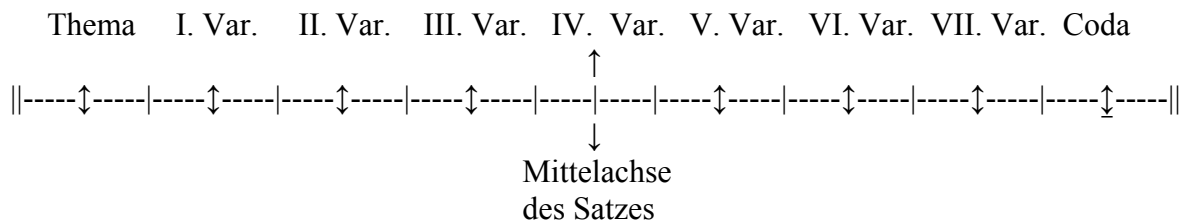


### 3. Durchführung:



P. Hindemith, *Ludus tonalis* für Klavier, *Fuga tertia in F (Andante)*: 1. und 3. Durchführung. Da Hindemith die Fuge dreistimmig beenden wollte, verzichtete er auf den Automatismus der Methode und fügte zwei freie Kontrapunkte im Schlussteil hinzu. Durch dieses Verfahren wird die Symmetrie gebrochen. (D. Kempf)

### Die Verwirklichung des spiegelsymmetrischen Musters auf «globalen» und «lokalen» Ebenen innerhalb eines Satzes:



A. Webern, *Symphonie Op. 21*, 2. Satz *Variationen*: Schematische Darstellung der Formkonstruktion.

Es ist bemerkenswert, dass in der dritten und fünften Variation noch gewisse zusätzliche mikrostrukturelle motivische Vertikalspiegelungen (sowie Horizontalspiegelungen) vorhanden sind. Kurz und bündig: Krebsymmetrie waltet auf allen Ebenen der Formkonstruktion sowohl in der rhythmischen als auch in der Reihenstruktur bzw. im Tonhöhenystem. Der zugrunde liegenden fraktalen Formkonstruktion gemäß, lassen sich zahlreiche strukturelle Analogien und Entsprechungen zwischen den gegenüberstehenden Teilen des Satzes erkennen (Variationen Nr. 3 und 5, Nr. 2 und 6, Nr. 1 und 7, Thema und Coda). Besonders das rhythmische Ordnungssystem beruht auf der Idee des Krebskanons.

Da die Original- und Krebsform der Zwölftonreihe gleich sind, können die beiden Formen als Ausgangspunkt einer Analyse des Werks verwendet werden. Die zwei bilateral symmetrischen Analysen wurden schon durchgeführt: Die eine von Heinrich Deppert (*Studien zur Kompositionstechnik im instrumentalen Spätwerk Anton Weberns*) und die andere von Joachim Blume (*Komposition nach der Stilwende*).

## Fraktale und andere Formen von Symmetrie in zyklischer Komposition

Fraktale Denkweise: Harmonie der Teile miteinander und zum formalen Ganzen.

### P. Hindemith, *Ludus tonalis*:

*Praeludium* (C – Fis)

*Postludium* (Fis – C)  
(KU vom Preludium)

*Fuga prima in C* (Tripelfuge)

*Fuga duodecima in Fis*  
(eine Synthese von Sonatensatz und  
Stretto-Fuge)

*Fuga secunda in G* (Stretto-Fuge)

*Fuga undecima in H* (Canon)

*Fuga tertia in F* (2. Teil = Krebsform  
des 1. Teils)

*Fuga decima in Des* (2. Teil = Umkehrung  
des 1. Teils)

*Fuga quarta in A* (Doppelfuge,  
Kombinationen von O und U [Th. 1],  
Änderung des zeitlichen Maßstabs [Th. 2])

*Fuga nona in B* (Kombinationen von O, U,  
K, UK und Augmentation des Themas)

*Fuga quinta in E* (Mittelteil:  
zwei Durchführungen)

*Fuga octava in D* (Mittelteil: zwei  
Durchführungen)

*Fuga sexta in Es* (eine Art  
Bogenform)

*Fuga septima in As* (eine Art Bogenform)

P. Hindemith, *Ludus tonalis* für Klavier, schematische Darstellung der symmetrischen Formkonzeption. Während das *Praeludium* und *Postludium* wirklich spiegelsymmetrisch komponiert sind (Postludium = Krebsumkehrung vom Praeludium, oder umgekehrt), weisen die gegenübergestellten Fugen nur gewisse strukturelle Analogien auf.

### FRAKTALE UND BILATERALE SYMMETRIE (bzw. SYMMETRIEN) IM *LUDUS TONALIS*

Die Idee der bilateralen Symmetrie wird auf unterschiedliche Art und Weise in mikro- und makroformalen Bereichen realisiert:

Horizontale Spiegelung (zeitliche Umkehrung der musikalischen Geschehnisse) sowie

vertikale Spiegelung (Umkehrung im Tonhöhenraum) wird auf verschiedenen Ebenen verwirklicht:

**Motive** Z. B.: Praeludium, *Moderato*, T. 4-5: eine Folge von spiegelsymmetrischen Motiven (Spiegelung an einer Vertikalachse).

**Themen** unterschiedlicher Länge (Z. B. Fuge in A [2 T.], Fuge in Es [≈ 4 T.], Fuge in F [≈ 6 T.]) und ihre Nachahmungen in Gegenbewegung.

**Formteile** (unmittelbare Spiegelung innerhalb der zweiteiligen Form: Fuge in F – Vertikalachse, Fuge in Des – Horizontalachse)

**Praeludium – Postludium** (verschobene Doppelspiegelung, zugleich Vertikal- und Horizontalachse)

**Formgestalt des ganzen Werks** (z. B. spiegelsymmetrische Verhältnisse zwischen dem Praeludium und Postludium, symmetrische Anordnung der 12 Fugen bezugnehmend auf gewisse formale Analogien und «tonale Centren», motivische Beziehungen zwischen Interludien und Fugen im Mittelteil der Sammlung).

#### FRAKTALE UND TRANSLATIVE SYMMETRIE IM *LUDUS TONALIS*:

Zeittranslation sowie Zeit- und Höhenttranslation (oder Doppeltranslation) werden auch auf der mikro- und makroformalen Ebene realisiert:

**Töne** (Zeittranslation: *Fuga secunda in G*, Kopfmotiv des Themas)

**Motive** (Zeittranslation: *Fuga sexta in Es*, Thema; Doppeltranslation: *Fuga quinta in E*, Thema)

**Themen** (verschobene Zeittranslation: *Interludium, Marcia* zwischen der Fuge in Es und in As, Thema, T. 1-4 und T. 31-34; *Fuga nona in B*, Thema, T. 1-4 und T. 66-69. Zeit- und Höhenttranslation: Nachahmungen)

**Formteile** (zeitliche Translation: *Fuga nona in B*: die letzte Durchführung = *quasi* Reprise der ersten; unmittelbare und verschobene Translationen von Abschnitten unterschiedlicher Länge in den Interludien)

Auch im *Ludus tonalis* ist die Spiegelsymmetrie häufig mit translativer Symmetrie verbunden (z. B.: Doppelspiegelung und Zeittranslation: *Praeludium – Postludium*. Spiegelung und Doppeltranslation: Nachahmungen in Umkehrung [zahlreiche Beispiele]).

Bachs *KUNST DER FUGE* beruht auf der Wechselwirkung von zwei Grundprinzipien: Symmetrie (Gleichgewicht, Übereinstimmung, Harmonie der Teile miteinander und zum Ganzen, Stabilität) und Entwicklung (Wachstum, Steigerung, Zunahme der Komplexität). Dem ganzen Zyklus von 16 Fugen (*Contrapunti*) und 4 Kanons liegt ein Thema zugrunde, dessen kompositorisches Potential von Bach großartig ausgenutzt wurde. Es enthält 12 Töne (nur sechs sind verschieden), deren Anordnung im musikalischen Zeit-Raum eine symmetrische Konzeption enthüllt. Auch die Umkehrungsform des Themas erscheint durch die ganze Sammlung hindurch.

Geringe Symmetriebrechung im zweiten Teil des Themas weist sowohl auf die ästhetische Funktion der Variation als auch auf das Entwicklungsprinzip hin.

**THEME / SUBJECT / DUX**

broken symmetry (variation, development)  
The violation of bilateral symmetry is aesthetically justified.

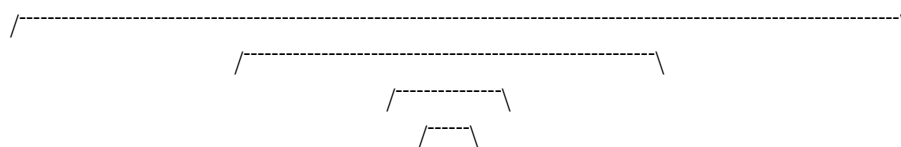
9 Harmonic implications:  
Tonik    Dominant    Tonik

Davorin Kempf, *Realization of Symmetry in J. S. Bach's The Art of Fugue* (a lecture presentation), 30<sup>th</sup> Anniversary International Congress on Science, Culture and Arts in the 21<sup>st</sup> Century, Dublin, July 2004 (organized by ABI & IBC), S. 3.

## SYMMETRY

( balance, harmony of the whole and its parts, stability )

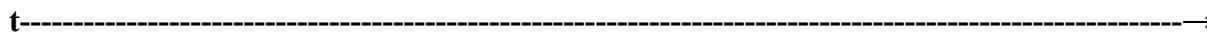
I                      II                      III                      IV                      V



4 simple fugues	3 counter fugues	4 fugues with   several themes	2 mirror fugues = 4 fugues	the closing, unfinished     quadrupel fugue
-----------------	------------------	-----------------------------------	-------------------------------	--

Contrapunti: 1-4	5-7	8-11	12a,b & 13a,b	18
------------------	-----	------	---------------	----

**DEVELOPMENT ( growth, increasing in complexity )**



Eine graphische Übersicht der ganzen Formgestalt. Aus: Davorin Kempf, *Realization of Symmetry in J. S. Bach's The Art of Fugue*, (a lecture presentation), 30<sup>th</sup> Anniversary International Congress on Science, Culture and Arts in the 21<sup>st</sup> Century, Dublin, Ireland, July 2004 (organized by The American Biographical Institute, Raleigh, N.C. & The International Biographical Centre, Cambridge, England), S. 4.

Spiegelung an einer Horizontalachse als fraktales Muster, das in der *Kunst der Fuge* eine bedeutende Rolle spielt:

**Vergrößerung des Maßstabs:**

**Motiv** Z. B.: *Contrapunctus III*, T. 33-34 (4. und 2., 4. und 3. Stimme)

←→

**Umkehrung**

**Thema** Z. B.: *Contrapunctus XI*, T. 158-162 (1. und 2. Stimme)

←-----→ oder enge Stretto-Führung: *Contrapunctus V*, T. 33-37 (4. und 1. Stimme)

**Umkehrung**

**ein Teil der Fuge** (z. B. Exposition) Z. B.: *Contrapunctus XIIa (rectus)*, Exposition, T. 1-18

←-----→

**Umkehrung** *Contrapunctus XIIb (inversus)*, Exposition, T. 1-18

**eine ganze Fuge** Z. B.: *Contrapunctus XIIa (rectus)*, T. 1-56

←-----→

**Umkehrung** *Contrapunctus XIIb (inversus)*, T. 1-56

Die Einzelteile der *Kunst der Fuge* sind offensichtlich nur im Kontext der zyklischen Ganzheit bedeutungsvoll. In gewisser Hinsicht kann der ganze Zyklus als eine Riesenfuge (in d-Moll) aufgefasst werden!

Im neuesten, 2004 begonnenen Projekt K. Stockhausens mit dem Titel *KLANG, die 24 Stunden des Tages* ist schon eine fraktale Konzeption ersichtlich. Die *Erste Stunde (ORA PRIMA)* mit dem Titel *HIMMELFAHRT* für Orgel, Sopran und Tenor und die *Zweite Stunde (ORA SECONDA)* mit dem Titel *PRELUDE* für 2 Harfen, die schon fertig sind, sowie die *Dritte Stunde NATÜRLICHES DAUERN* für Klavier und die *Vierte Stunde* mit dem Titel *HIMMELS-TÜR* für einen Schlagzeuger und ein kleines Mädchen, die noch in Arbeit sind, enthalten die Spirale der 24 Stunden des Tages. Der Autor selbst veranschaulichte die Idee seines zyklischen Projekts.<sup>596</sup>

---

<sup>596</sup> Vgl.: K. Stockhausen, *KLANG, die 24 Stunden des Tages*. (Mit einer graphischen Darstellung der Formidee.) *DEGEM News*, 31. 3. 2006, Stockhausen-Verlag Pressemitteilung.





## SCHLUSS

«Ich will wissen, wie Gott diese Welt erschaffen hat. Ich bin nicht an dieser oder jener Erscheinung interessiert, am Spektrum dieses oder jenes Elements.

Ich möchte Seine Gedanken kennen, das übrige sind Details.»

Albert Einstein <sup>597</sup>

Symmetrie ist ein universales Prinzip in der Natur, Wissenschaft und Kunst.

Verschiedene Formen von Symmetrie, wie z. B. translative, rotative, kristallographische, bilaterale, fraktale, werden auf unterschiedlichen Ebenen in unterschiedlichen Medien realisiert. Durch die in der musikalischen Struktur und Form innewohnenden Symmetrien und durch das Prinzip der isomorphischen Korrespondenz der Struktur in verschiedenen Medien, ist die Musik nicht nur mit den anderen Künsten, sondern auch mit der Natur und Wissenschaft innerlich verbunden.

Symmetrie ist fast immer mehr oder weniger gebrochen, sowohl in der Natur als auch in der künstlerischen Formgestalt. Wie die Natur, bevorzugt das künstlerische Schaffen die Abweichung, Variation, Unregelmäßigkeit. Dies ist mit dem Prinzip der «Einheit in der Mannigfaltigkeit» verknüpft. Der alte Spruch lautet: *Varietas delectat!* Manchmal scheint es uns, dass die Kunst phantasievoller, reicher an Metamorphosen und Abweichungen als die Natur sei. Ist das aber wirklich so? Im Vorwort des Buchs *Manual de zologia fantastica* (Mexico, 1957) bemerken Jorge Luis Borges und Margarita Guerrero, «dass die Zoologie der Träume viel ärmer sei, als die des Schöpfers». <sup>598</sup>

Während der überwiegend unsymmetrische Zustand des heutigen Universums als Folge einer langen kosmischen Evolution (von etwa 15 Milliarden Jahren) entstand, die - nach den Leistungen der theoretischen Physik unserer Zeit - auf dem Urknall und den im Standardmodell der Elementarteilchen beschriebenen Symmetriebrechungen der frühen Entwicklungsphasen sowie auf der Wechselwirkung unterschiedlicher Naturgesetze und

---

<sup>597</sup> Aus: Manfred Schroeder, *Fraktale, Chaos und Selbstähnlichkeit. Notizen aus dem Paradies der Unendlichkeit*, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg Berlin 1994, Einführung, S. 1.

<sup>598</sup> Aus: Jorge Luis Borges with Margarita Guerrero, *Priručnik fantastične zoologije. Knjiga o izmišljenim bićima*, preveo Ivan Ott, Znanje Zagreb 1980, S. 8. (*The Book of Imaginary Beings*, Discus Books / Published by Avon, New York 1970; Emecé Editores, Buenos Aires 1978.)

Propensitäten beruht, ist die gebrochene Symmetrie oder Asymmetrie eines künstlerischen Gegenstandes oder einer musikalischen Komposition die Folge eines komplexen, aber – auch für die menschlichen Maßstäbe – relativ kurzen Schaffensprozesses, dass die bewussten und unbewussten, spirituellen und emotionalen, objektiven und subjektiven, ästhetischen und ethischen Ebenen einschließt. Die gewünschte psychologisch – ästhetische Wirkung der Abweichung oder Variation, die im Allgemeinen als eine Überraschung bezeichnet werden kann, ist erst im Zusammenhang mit der zugrunde liegenden Idee der Symmetrie erreichbar. Die Idee des Irrtums setzt die Idee der Wahrheit voraus, und die Idee der Asymmetrie setzt die Idee der Symmetrie voraus.<sup>599</sup>

Im Bereich der Kunst ist Symmetrie eigentlich immer gebrochen. Vor allem aus folgenden zwei Gründen. Ideale mathematische oder geometrische Symmetrie kann in künstlerischer Praxis nicht erreicht werden, einschließlich der ornamentalen Kunst und Musik. Sie existiert nur als eine Idee im Geist des schöpferischen Künstlers. Der zweite und der bedeutendste Grund sind ästhetische Implikationen. Künstlerische Leistungen und ihre ästhetische Anziehung mögen durch zu viel Symmetrie oder durch zu offensichtliche Symmetrie vermindert oder sogar annulliert werden. Kleine und große Abweichungen von einer idealen Symmetrie beruhen auf der Tatsache, dass mathematische und musikalische Logik nicht unbedingt miteinander vereinbar sind. Symmetrie, gebrochene Symmetrie und Asymmetrie als solche garantieren nichts. Die Schöpfung eines Genies, wie z. B. Bachs, Mozarts oder Beethovens, beruht auf der Synthese von vielen Komponenten, die für eine große Kunst relevant sind. Symmetrie ist nur eine von diesen Komponenten.

Symmetrie spielte ohne weiteres eine Schlüsselrolle in der wissenschaftlichen Revolution unserer Zeit, vor allem in der Physik. Viel bedeutender als die Symmetrie von Dingen in der Erscheinungswelt ist die tief verborgene Symmetrie der Naturgesetze, die über die physikalischen Phänomene im ganzen Universum regieren. Die grundlegende Bedeutung von Symmetrieprinzipien geht sogar tiefer als physikalische Gesetze.<sup>600</sup> Die elfdimensionale

---

<sup>599</sup> Bei Beethoven, einem der größten Meister des Formbaus in der europäischen Musikgeschichte, sind Abweichungen sozusagen typisch und tragen zur Frische und Spannung der kompositorischen Entfaltung bei. Zugleich gibt es in der Menge von unterschiedlichen Abweichungen und unerwarteten Geschehnissen, ein Equilibrium, das eine Art von höherer Ordnung wiederherstellt. Ähnlicher Überraschungs- und Spannungseffekt kann durch eine plötzliche, künstlerisch interessante Kollision oder Überlappung von zwei symmetrischen Strukturen erzeugt werden (z. B. die Hemiolen innerhalb des  $\frac{3}{4}$  Metrums im 1. Satz der *III. Sinfonie* von L. van Beethoven).

<sup>600</sup> «While science has conventionally accepted that its laws are purely descriptive in nature, it is possible that behind the phenomena of the material world lies a generative and formative order called the objective intelligence. Below the layers of consciousness and Freud's personal unconscious lies a collective and universal level of mind. Just as the elementary particles

Theorie der Superstrings<sup>601</sup>, in der die Quantentheorie und Relativitätstheorie koexistieren können, ist mit der Idee der Supersymmetrie bzw. der großen Vereinheitlichung aller 4 Grundkräfte der Natur verbunden. Man darf sagen, dass die ganze Entwicklung der modernen Wissenschaft eine Tendenz zur immer höheren Stufe der Abstraktion zeigt. Die hierarchische Struktur der Ideenwelt, in der die Symmetrieprinzipien walten und die sich durch elegante, schöne und widerspruchsfreie mathematische Modelle ausdrücken lässt, weist auf die Philosophie Platons und seine Überzeugung hin, dass sich durch Symmetrie die zentrale Ordnung ausdrückt. Jede Theorie ist ein deduktives System<sup>602</sup>, das bezugnehmend auf seine Konsequenzen rational kritisiert werden kann. In diesem Sinne kann die ganze Geschichte der Wissenschaft als ein Prozess der Verbreitung des wissenschaftlichen Horizontes und Annäherung an die Wahrheit aufgefasst werden. Die großen Fortschritte der Wissenschaft im 20. Jahrhundert revolutionierten nicht nur die wissenschaftlichen Erkenntnisse sondern auch unsere ganze Weltanschauung. Alles ist verbunden, alles ist «Eins», und demzufolge geht alles aus einer gemeinsamen Quelle hervor. Kosmos und Chaos, Ordnung und Unordnung sind zwei Seiten ein und desselben Prozesses. Und wir raten: Am Anfang war Symmetrie (oder  $\psi$  - Funktion).

Es stellt sich die Frage, ob die erwähnte Tendenz zur Abstraktion in moderner Wissenschaft mit der Entwicklung der abstrakten, avantgarden Kunst im 20. Jahrhundert verglichen werden könnte. Ich bin davon überzeugt, dass es sich um keine wesentliche Korrespondenz handelt, sondern nur um eine sozusagen oberflächige, scheinbare Verbindung. In der Geschichte der Kunst gibt es keinen Progress im Sinne einer allmählichen Annäherung an die Wahrheit. Rein künstlerische Annäherung an die Wahrheit ist nicht mit der wissenschaftlich geschichtlichen Entwicklung bzw. mit dem Prozess der Annäherung an die Wahrheit im Bereich der wissenschaftlichen Erkenntnisse synchronisiert. Wissenschaft erklärt, Kunst stellt dar. Künstlerische Leistung und ästhetischer Wert hängen nicht von neuen künstlerischen Techniken und Ausdrucksmöglichkeiten ab. Die Negation der alten Formen<sup>603</sup>,

---

are maintained by a dance that transcends the world of matter, so, too, is mind sustained by dynamics that lie beyond both mind and matter. Beyond mind and matter there are therefore patterns and symmetries which have a generative and animating effect. During a synchronicity it becomes possible, for an instant, to touch these regions so that within the conjunction of coincidences is enfolded something truly universal that lies at the heart of all creation and touches the most basic rhythms of existence.» Aus: F. David Peat, *Synchronicity. The Bridge Between Matter and Mind*, Bantam Books, New York Toronto 1988, S. 111-112 (Conclusions).

<sup>601</sup> Edward Wittens „M-Theorie“.

<sup>602</sup> Ein deduktives System, dessen Begriffe in der Erscheinungs- und Erfahrungswelt etwas bedeuten müssen!

<sup>603</sup> Z. B. «nichtgegenständliche» Malerei, literarisches Werk ohne eine zusammenhängende Fabel.

der Abbau der Tonalität und des Tons selbst in der «atonalen» und elektroakustischen Musik, die mit einem Streben nach immer höherer Stufe der Abstraktion oder «Entstaltung» in der neuen Musik verbunden waren, führten nicht zum Höhepunkt der ganzen musikgeschichtlichen Entwicklung.

Der Zugang durch Symmetrie ermöglicht, dass die ganze Musikgeschichte, gegebenenfalls die Geschichte der europäischen Musik als eine Einheit betrachtet wird und von diesem universalen Gesichtspunkt aus analysiert wird. Dann ist es nicht mehr so wichtig, wann und wo ein Werk komponiert wurde und wer sein Autor ist. Im Zentrum ist das Phänomen selbst, die Komposition mit ihrer in der Zeit entwickelten dynamischen Form, deren innewohnende Symmetrien bzw. gebrochene Symmetrien sie nicht nur mit anderen musikalischen Werken sondern auch mit der ganzen spirituellen und materiellen Welt verbinden. Diese neue Betrachtungsweise, die zugleich eine neue Terminologie in musikalische Analyse einführt, mag als ein gemeinsamer Nenner bezeichnet werden, auf den sich die bunte, mannigfaltige Erscheinungswelt bzw. die Phänomenologie der Kunst und der Musik zurückführen lässt.

Die Prinzipien von Symmetrie und Variation, die das Verhältnis der Teile miteinander und zum formalen Ganzen im Zeit-Raum einer Komposition bestimmen, lassen sich in den Beziehungen von unterschiedlichen Kompositionen im musikgeschichtlichen Zeit-Raum erkennen. Einerseits auf den rein formalen Ebenen und andererseits beziehungsweise auf die konkreten musikalischen Inhalte. Die Entwicklung und Metamorphosen von musikalischen Formen in der musikgeschichtlichen Zeit stellen als solche die vielfältigen und vielschichtigen Symmetrieverhältnisse dar, die durch gewisse Dynamik der Symmetriebrechung charakterisiert sind. Wenn man die wesentlichen Merkmale einer musikalischen Form, die sich in der klassischen Phase ihres geschichtlichen Lebens aufzeigten, als Maßstab nimmt, können alle Abweichungen von dieser Formgestalt als verschiedene Stufen der Symmetriebrechung betrachtet werden. Diese Abweichungen haben mit dem ästhetischen Wert nichts zu tun, weder im positiven noch im negativen Sinne. Stilistisch - inhaltliche Merkmale und die Entfernung im musikgeschichtlichen Zeit-Raum sind aus diesem Blickwinkel auch nicht entscheidend, obwohl sie oft mit formalen Metamorphosen verbunden sind<sup>604</sup> (z. B. Skrjabin's Klaviersonaten). Erinnern wir uns nur an

---

<sup>604</sup> Neue stilistisch - musikalische Inhalte verlangen im Prinzip neue Formen.

die große Kunst Bachs und Beethovens, in der die zentralen Formen der barocken und klassischen Epoche – die Fuge und der Sonatensatz – ihren klassischen Höhepunkt erreichten, und dann von ihnen selbst verändert oder abgebaut wurden (Bachs Kunst der Fuge, Beethovens letzte Streichquartette). Andererseits gibt es beispielsweise solche Sonatensätze in der Musik des 19. und 20. Jahrhunderts, die ziemlich strikt dem regelmäßigen klassischen Formschema folgen.<sup>605</sup>

Wie die Literatur – nach J. L. Borges – aus der Literatur geschafft wurde, wurde die Musik aus der Musik komponiert. Gregorianischer und protestantischer Choral lebten auf verschiedene Art und Weise durch die ganze spätere Musikgeschichte hindurch.<sup>606</sup> Viele Komponisten benutzten für ihre Variationen verschiedene Themen anderer Komponisten, oft von denjenigen, die in früheren, zeitlich und stilistisch sehr entfernten Epochen lebten.<sup>607</sup> Solche Variationen schließen auch stilistische Metamorphosen ein. Die Übernahme oder das Erbe von Stilen, ihre subtile Transformationen und Mischungen, lassen sich mit der Übernahme des genetischen Materials vergleichen.

Zitate und variierte Zitate durchziehen die ganze Musikgeschichte. Von den Zitaten eigener Musik, die bei Bach, Mozart oder R. Strauss zu finden sind, bis zu den wörtlichen oder überarbeiteten Zitaten aus der traditionellen Musik, die in der Musik des 20. Jahrhunderts erscheinen und unterschiedliche kompositorische Systeme in Verbindung bringen.<sup>608</sup>

Die allumfassenden Synthesen der Bachschen Kunst gehen weit über seine Zeit hinaus. In seinem Werk, das als Höhepunkt der ganzen Entwicklung polyphoner Musik

---

<sup>605</sup> Zum Beispiel 1. Satz der *Klaviersonate in g-Moll* R. Schumanns und 1. Satz der *Sinfonie Nr. 1* D. Schostakowitschs.

<sup>606</sup> Z. B.: Die wohlbekannte alte Sequenz *Dies irae, dies illa* (13. Jahrhundert, Spanien) erscheint bei Liszt und Berlioz. (Meine *Musik für Klavier und Elektronik* [Köln, 1978] stellt eine Art von *Dies irae, dies illa* – Variationen dar.)

<sup>607</sup> B. Britten komponierte seine Orchestervariationen *The Young Person's Guide to the Orchestra* über ein Thema von Purcell, M. Tippett seine *Fantasie Concertante* über ein Thema von A. Corelli, J. Brahms seine *Variationen und Fuge Op. 24* für Klavier über ein Thema von G. F. Händel, M. Reger seine Orchestervariationen Op. 132 über ein Thema von Mozart (*Variationen und Fuge über ein Thema von W. A. Mozart*, Thema aus der A-Dur Sonate, KV 331), P. Hindemith seine *Sinfonische Metamorphosen* über Themen von C. M. Weber, usw.

<sup>608</sup> Das «Schicksalsmotiv» der 5. *Sinfonie* L. van Beethovens erklingt in der *Concord - Sonate* von Ch. Ives, das Modus B-A-C-H liegt dem *Streichquartett Op. 28* A. Weberns zugrunde, Bachscher Choral «Es ist genug» ist im *Violinkonzert* A. Bergs integriert, elektroakustisch transformierte Fragmente aus unterschiedlichen Hymnen tauchen in den *Hymnen* K. Stockhausens auf, eine humorvolle Zusammenfassung der Musik aus einigen Jahrhunderten (Bach, Beethoven, Brahms, Berlioz, Strauss, Debussy, Ravel, Mahler, Boulez, Stockhausen, Pousseur, Globokar, Berio) ist in der *Sinfonia* L. Berios vorhanden, usw. Außerdem gibt es charakteristische Motive, die durch die ganze Musikgeschichte hindurch zirkulieren. Zum Beispiel: Das wohlbekannte barocke Motiv | ♯ ♯ ♯ ♯ | ♯ ♯ ♯ ♯, mit dem das Thema der *g-Moll Fuge* aus der *Sonate Nr. 1 in g-Moll* für Violine allein (BWV 1001) und das Thema der *Fuge Nr. 5 in D-Dur* aus dem *Wohltemperierten Klavier, Buch II*, J. S. Bachs beginnen, erscheint später bei L. van Beethoven (*Symphonie Nr. 5, c-Moll*, 1. Satz, *Klavierkonzert Nr. 4, G-Dur*, 1. Satz), J. Brahms (*1. Rhapsodie in h-Moll*, Op. 79), G. Gershwin (*Rhapsody in Blue, Piano Concerto*) und früher bei G. P. da Palestrina (*Missa Papae Marcelli*, 2. *Gloria in excelsis Deo* [«glorificamus»,... «Domine Deus»]), J. des Prés (*Missa sexti toni - super L'homme armé, Credo* [«Et iterum»]), usw.

bezeichnet werden kann, antizipierte Bach die Prinzipien des klassischen Formbaus<sup>609</sup>, romantische Harmonik<sup>610</sup> und «Programmmusik» und sogar die Zwölfton-Komposition<sup>611</sup>. Sei noch erwähnt, dass eine gewisse Tendenz zur «Klangfarbenmelodie» schon bei Bach und Beethoven gefunden werden kann.<sup>612</sup>

Die Generalbass-Praxis in der barocken Musik ist schon eine Art von Improvisation über gegebene Elemente, eine Idee, die im großen geschichtlichen Bogen, über die frei gestalteten, auch von manchen großen Interpreten komponierten Kadenzen in klassischen und romantischen Konzerten, zur Aleatorik und offenen Form der avantgarden Musik des 20. Jahrhunderts führt, wo der Interpret mehr oder weniger die Rolle des Komponisten übernimmt. Man darf sagen, dass auch die Idee der Momentform K. Stockhausens ihre geschichtlichen Wurzeln hat. Das zugrunde liegende Prinzip der Reihenform, in der immer neue formale Abschnitte aufeinanderfolgen (a-b-c-d- usw.), erscheint, natürlich im völlig unterschiedlichen stilistisch-musikalischen Kontext, in der Motettmusik der Renaissance und später, im Romantismus, in der Form des durchkomponierten Liedes. Die Idee der vielschichtigen Zeitorganisation, auf der die *Gruppen für 3 Orchester* von K. Stockhausen beruhen, ist schon im *Contrapunctus VII* aus Bachs *Kunst der Fuge* auf eine latente Weise vorhanden.<sup>613</sup>

Die Idee der Kanon-Form, einschließlich ihrer spezifischen Varianten, ist als eine rein geometrische Idee in unterschiedlichen kompositorischen Systemen und stilistischen Epochen oder Richtungen erkennbar (z. B.: niederländische Vokalpolyphonie im 15. Jahrhundert, neue Wiener Schule im 20. Jahrhundert). Die Spannung zwischen der zugrunde liegenden

---

<sup>609</sup> In *Zwei- und Dreistimmigen Inventionen* sind alle Elemente des klassischen Formbaus, von einer zweitaktigen Phrase bis zu einer großen Periode erkennbar. In den *Preludien D-Dur, f-Moll und B-Dur* aus dem 2. *Buch des Wohltemperierten Klaviers* lassen sich die Konturen der Sonatensatzform erkennen. Eine zusammengesetzte dreiteilige Form, die für Menuet und Scherzo der klassischen Sinfonie charakteristisch ist, findet man in Bachschen *Orchestersuiten* (z. B. *Bourrée I – Bourrée II – Bourrée I da Capo*). Durch die Verwendung instrumentaler Einleitung für die Zwischensätze und das Nachspiel wird die dreiteilige Form der *Arie da Capo* zu einer siebenteiligen Form I A I B I A I, die gewissermaßen auf die Formkonstruktion des klassischen Rondo mit drei Themen hinweist.

<sup>610</sup> Chromatische *Phantasie* und Fuge d-Moll für Cembalo / Klavier, *Phantasie* und Fuge g-Moll für Orgel (BGA XV, 177).

<sup>611</sup> Das Thema der *h-Moll Fuge* aus dem 1. *Buch des Wohltemperierten Klaviers* enthält alle 12 Töne. Eine Allintervallreihe, die auf der Idee der allmählichen Intervallvergrößerung beruht (wie im Luigi Nonos *Il canto sospeso*), spürt man in folgenden Fugenthemen Bachs: *Präludium und Fuge e-Moll* für Orgel (BGA XV, 236), *Fuge f-Moll*, Nr. XII, aus dem 1. *Buch des Wohltemperierten Klaviers*.

<sup>612</sup> Z. B.: L. van Beethoven, *Symphonie Nr. 3, Es-Dur*, Op. 55, 1. Satz, 2. Thema, erster Teil, T. 45-57.

<sup>613</sup> Während sich bei Bach das kontrapunktische Spiel im imaginären musikalischen Raum ereignet und wegen des gleichen Tempos, das proportionale Verhältnis zwischen der 3 thematischen Schichten (1 : 2 : 4) unverändert bleibt, spielen die drei Orchester ihre Klanggruppen getrennt im realen Raum, überwiegend in unterschiedlichen Tempi, einschließlich der synchronen und asynchronen Beschleunigungen und Verlangsamungen, so dass die Verhältnisse der zeitlichen Schichten sehr komplex und veränderlich sind. Der vielschichtige musikalische Zeit-Raum wird unregelmäßig und gekrümmt.

geometrischen Formidee (Symmetrie) und immer neuem musikalischen Inhalt (Asymmetrie) kennzeichnet die Geschichte des Kanons.<sup>614</sup>

Eine Art von Analogie ist in der Geschichte der Vertonung des Messordinariums erkennbar. Der lateinische Text war eine Konstante, während die Musik immer aufs Neue komponiert wurde. Die Struktur des Textes bestimmte die Konstruktion der musikalischen Form mit<sup>615</sup>, und die Bedeutung des Textes reflektierte sich in der Expressivität und in der psychologischen Wirkung der Musik. Da die Dauer der zyklischen Messkomposition beträchtlich variierte<sup>616</sup>, darf man hinsichtlich dieser Tatsache von der fraktalen Dilatationssymmetrie sprechen.

Die Idee der Variationsform beruht auf dem Prinzip einer progressiven Veränderung des Themas (im Sinne des Wachstums der Komplexität) bzw. einer progressiven Symmetriebrechung.

Im Bereich der Figuralvariationen gibt es eine Spannung zwischen der zeitlichen Translation des Formmodells des Themas<sup>617</sup> und der ständigen Veränderung des Themas. Die Spannung zwischen Symmetrie (die Translationen des thematischen Formmodells) und gebrochener Symmetrie oder Asymmetrie (das Variationsprozeß) ist nicht nur innerhalb jedes einzelnen Variationszyklus vorhanden sondern auch auf der Ebene des geschichtlichen Lebens von Figuralvariationen. Die Idee der Form, die einerseits auf einem bestimmten Typ von Variation und andererseits auf der Translation des Formmodells des Themas beruht, ist im Schaffen unterschiedlicher Komponisten erkennbar (vereinfacht ausgedrückt: Symmetrie im Bereich der Formkonzeption, Asymmetrie im Bereich des musikalischen Inhalts).

Bei den Charaktervariationen wird sowohl das Formmodell des Themas im Laufe jedes einzelnen Werks, als auch die ganze Gestaltung der Variationsform im Laufe der

---

<sup>614</sup> Geometrische Formidee des Kanons ist in allen kompositorischen Systemen realisierbar (Tonalität, erweiterte Tonalität, freie und organisierte Atonalität). Demgegenüber ist z. B. die klassische Sonatensatz-Form, die auf bestimmten Tonalitätsverhältnissen beruht, im «atonalen» System nicht möglich.

<sup>615</sup> Daher die übliche Dreiteiligkeit von den Ecksätzen, und von dem Segment *Osanna – Benedictus – Osanna da Capo*. Obwohl der Text des *Agnus Dei* eine a-a-b Form darstellt, ist die musikalische Form des letzten Satzes manchmal als eine symmetrische a-b-a Form gestaltet (z. B.: G. de Machaut, *Messe de Notre Dame, Agnus Dei*). Die Zahl der Sätze war sehr unterschiedlich. Trotzdem aber blieb das Grundschema der zyklischen Form erkennbar: *Kyrie, Gloria, Credo, Sanctus, Agnus Dei*. *Gloria* und *Credo* sind nach dem Text prokomponiert und enden häufig mit einer Fuge («*In Gloria Dei Patris, Amen.*» / «*Et vitam venturi saeculi, Amen.*»). Diese strukturellen und formalen Beziehungen oder Übereinstimmungen in der musikgeschichtlichen Zeit mögen als Symmetrie oder gebrochene Symmetrie interpretiert werden.

<sup>616</sup> Z. B.: *Missa brevis* für Kinderchor und Orgel B. Britten's dauert ca. 10 Minuten und *Missa Solemnis* für vier Solostimmen Chor und Orchester L. van Beethovens dauert ca. 90 Minuten. Der Text ist gleich: *Ordinarium missae*.

<sup>617</sup> Z. B.: W. A. Mozart, *Sonate A-Dur, Köchel Nr. 331*, 1. Satz *Andante grazioso* (die Form des Themas: kleine zweiteilige Liedform a' b a'), L. van Beethoven, *Sonate Op. 26, As-Dur*, 1. Satz *Andante con Variazioni* (die Form des Themas: große zweiteilige Liedform a a' b a'), L. van Beethoven, *23 Variationen c-Moll* (die Form des Themas: großer Satz).

Musikgeschichte variiert.<sup>618</sup> Die Idee der Variation der Variationsform ist auch im Bereich der unterschiedlichen Typen von Variationsformen<sup>619</sup> anwendbar.<sup>620</sup>

Immer wieder begegnet man den Prinzipien von Symmetrie, gebrochener Symmetrie oder Asymmetrie, die sowohl innerhalb des kleinen Zeit-Raums eines einzelnen Werkes, als auch auf der Ebene der großen Zeit-Räume der vielschichtigen musikgeschichtlichen Entwicklung verwirklicht werden. Man kann sagen, dass die ganze Dynamik des musikalischen Universums auf der Wechselwirkung von diesen Prinzipien beruht.

Da die Musik sowie die Kunst im Allgemeinen eine kreative Emanation des Geistigen ins Materielle ist<sup>621</sup>, setzt ihre Phänomenologie ein dynamisches Aufeinanderwirken unterschiedlicher geistig-materieller Faktoren unserer Mikro- und Makrowelt voraus. Durch diese Emanation wird immer wieder eine neue geistig-materielle Realität geschaffen, die wir das Kulturgut nennen und die durch neue Generationen weiter lebt und ihr künstlerisches Bewusstsein mitbestimmt. Die Gestaltung der Wirklichkeit in den Natur- und Geisteswissenschaften, sowie das künstlerische Schaffen schließen das Aufeinanderwirken verschiedener geistig-materieller Ebenen und eine «Rückkoppelungsspirale» der drei Welten von Karl Popper ein.

Geistige Formen, die Ideen wie Symmetrie verbinden Wissenschaft und Kunst, materielle und Ideenwelt in der kosmischen Totalität.<sup>622</sup> Die Geschichte der Wissenschaft und die Geschichte der Kunst lassen sich als eine Ganzheit betrachten und erfassen, weil sie schließlich ein gemeinsames Ziel haben: «die Welt, und sei es die in unserem Inneren, durch geistige Strukturen zu erhellen».<sup>623</sup> Wie sich die materielle Welt, die wir aus unserer Erfahrung kennen, vom Gesichtspunkt der Theorie der quanten relativistischen Physik aus, als

---

<sup>618</sup> Z. B.: L. van Beethoven: *33 Veränderungen über einen Walzer von A. Diabelli*, R. Strauss: *Till Eulenspiegel* (eine freie Synthese von Rondo- und Variationsform), R. Strauss: *Don Quixote*, 10 Variationen mit Vor- und Nachspiel, 2 Themen (Don Quixote und Sancho Pansa), B. Britten: *Orchestervariationen über ein Thema von Purcell* (*The Young Person's Guide to the Orchestra*), usw.

<sup>619</sup> Zum Beispiel: Passacaglia, Ciacona, Choralvariationen (Choralbearbeitungen), kanonische Veränderungen, Figuralvariationen, Charaktervariationen.

<sup>620</sup> Die Prinzipien von Symmetrie und Variation spielen auch eine bedeutende Rolle im Bereich der musikalischen Interpretation. Ein und dasselbe Werk wird auf unterschiedliche Art und Weise von unterschiedlichen Interpreten aufgeführt, und zwar zu unterschiedlichen Zeiten und an unterschiedlichen Orten (Zeit- und Raumtranslation + Variation). Ein Interpret allein, wenn er überhaupt daran interessiert wäre, kann nicht eine Komposition zweimal völlig gleich spielen!

<sup>621</sup> Idee und Realisation!

<sup>622</sup> Im Prolog seines Buchs *Dreams of a Final Theory*, erklärt Steven Weinberg: «Out of the fusion of relativity with quantum mechanics there has evolved a new view of the world, one in which matter has lost its central role. This role has been usurped by principles of symmetry, some of them hidden from view in the present state of the universe.» Aus: Steven Weinberg, *Dreams of a Final Theory. The Search For The Fundamental Laws of Nature*, Vintage Edition, London 1993.

<sup>623</sup> Aus: Werner Heisenberg, *Schritte über Grenzen. Gesammelte Reden und Aufsätze*, R. Piper Verlag, München Zürich 1977, S. 94. (Der Aufsatz *Der Begriff «abgeschlossene Theorie» in der modernen Naturwissenschaft* wurde auf Veranlassung von Wolfgang Pauli im Jahr 1948 in der Zeitschrift «*Dialectica*», Neuchatel, Schweiz, veröffentlicht.)



eine andere Realität offenbart, so ist die geformte Klangwelt der Musik, mindestens teilweise, eine materielle Erscheinung, die immanente, transzendente Schichten der Musik, ihre spirituelle «Substanz» überträgt. Der kreative Geist sucht geeignete Formen, um sich auf eine adäquate Weise ausdrücken zu können. Das «Gitter» der musikalischen Form «trägt» den «Akkord des Ausdrucks», die archetypische Expressivität und psychologische Wirkung der Musik. Diese Schichten lassen sich mehr oder weniger mit Hilfe bestimmter Begriffssysteme analysieren oder beschreiben. Die höchste Präzision ist natürlich bei der strukturell - formalen Analyse erreichbar. Musikalische Analyse hat aber ihre Grenzen. Das, was von der Musik die Kunst macht, geht über unsere rationale, wissenschaftliche Erklärung. Es lässt sich nur gewissermaßen intuitiv erkennen. Trotz all unseren analytischen Bemühungen bleibt die Musik weiter ein Mysterium. Ich möchte hinzufügen: Ein Mysterium bleiben auch unser Bewusstsein und das rätselhafte wechselseitige Verhältnis zwischen geistiger und materieller Welt.

Zagreb, Juli, 2008

*Davorin Kempf*

## Literaturverzeichnis:

- Adorno, Theodor W.: Philosophie der neuen Musik. Suhrkamp Taschenbuch Verlag, Frankfurt am Main 1976
- Albrecht, Michael von: Some Types of Mirroring in Literature and Music, in: International Journal of Musicology 4, 1995, S. 45-69
- Ashihara, Yoshinobu: The Hidden Order. Tokyo Through the Twentieth Century, Kodansha International, Tokyo New York 1989
- Atkins, P. W.: Physical Chemistry, Sixth Edition, Oxford University Press, Oxford Melbourne 1998
- Barker, Naomi J.: 'Diverse Passions': Mode, Interval and Affect in Poussin's Paintings, in: Music in Art, International Journal for Music Iconography, Vol. XXV. No. 1-2, Spring-Fall 2000, S. 5-24
- Barnsley, Michael: Fractals Everywhere, Academic Press, Inc., Boston New York 1988
- Becker, Oskar (Hrsg.): Zur Geschichte der griechischen Mathematik, = Wege der Forschung, Band XXXIII, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt 1965
- Bernstein, Leonard: Young People's Concerts, Simon and Schuster, New York 1970
- Blankenburg, Walter: Einführung in Bachs h-moll-Messe, Bärenreiter Verlag, 5. Auflage, Kassel 1996
- Blume, Joachim: Komposition nach der Stilwende, Mösel Verlag, Wolfenbüttel und Zürich 1972
- Boulez, Pierre: Boulez on Music Today, Faber and Faber, London 1971 (Ursprünglich veröffentlicht als Musikdenken Heute - 1 von B. Schott's Söhne, Mainz 1963, und Penser la Musique Aujourd'hui, Paris 1963)
- Boulez, Pierre: Zu meiner III. Sonate, in: Darmstädter Beiträge zur Neuen Musik III, 1960, S. 27-40
- Boulez, Pierre: Werkstatt-Texte, Propylaen Verlage Ullstein, Frankfurt a. M. Berlin 1972
- Breuer, Hans: dtv-Atlas Physik, Band 1: Mechanik, Akustik, Thermodynamik, Optik, Band 2: Elektrizität, Magnetismus, Festkörper, Moderne Physik, = Die Reihe «dtv-Atlas» 3226, 3227, Deutscher Taschenbuch Verlag, München 1987
- Briggs, John und Peat, F. David: Die Entdeckung des Chaos. Eine Reise durch die Chaos-Theorie, Deutscher Taschenbuch Verlag, 8. Auflage, München 2003
- Busoni, Ferruccio: Von der Einheit der Musik, Max Hesses Verlag, Berlin 1922
- Caldwell, John: Medieval Music, Hutchinson, London 1978
- Chadabe, Joel: Flying Through a Musical Space: About Real-Time Composition, in: Companion to Contemporary Musical Thought, Volume 1, 1992, S. 454-465

Cholopov, Jurij N.: Symmetrische Leitern in der Russischen Musik, in: Die Musikforschung XXVIII, Heft 4, 1975, S. 379-407

Cholopov, Jurij N.: Die Spiegelsymmetrie in Anton Weberns Variationen für Klavier Op. 27, in: Archiv für Musikwissenschaft, XXX, 1973, S. 26-43

Cirlot, J. E.: A Dictionary of Symbols, 2<sup>nd</sup> Edition, Routledge, London 1971

Cummings, L. A.: A Recurring Geometrical Pattern in the Early Renaissance Imagination, in: Symmetry. Unifying Human Understanding, edited by István Hargittai, = International Series in Modern Applied Mathematics and Computer Science, Volume 10, series editor Ervin Y. Rodin, Pergamon Press, New York 1986

Curtis, William J. R.: Le Corbusier: Ideas and Forms, Phaidon Press, London 1992

de Bruijn, Nicolaas G.: Symmetry and Quasisymmetry, in: Symmetrie in Geistes- und Naturwissenschaft: Hauptvorträge u. Diskussionen d. Symmetrie-Symposions an d. Techn. Hochsch. Darmstadt vom 13. – 17. Juni 1986, hrsg. von Rudolf Wille, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 1988, S. 215-233

de Champeaux, Gérard und Sterckx, Dom Sébastien: Einführung in die Welt der Symbole, Echter Verlag, Würzburg 1990

de la Motte - Haber, Helga: Regelmäß und Einmaligkeit als ästhetische Prinzipien, in: Symmetrie in Geistes- und Naturwissenschaft: Hauptvorträge u. Diskussionen d. Symmetrie-Symposions an d. Techn. Hochsch. Darmstadt vom 13. – 17. Juni 1986, hrsg. von Rudolf Wille, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 1988, S. 17-29

Deege, Michael (Düsseldorf): Fraktologija tehnike, in: Filozofska istraživanja 71, sv. 4, god. 18, 1998, S. 963-973

Deppert, Heinrich: Studien zur Kompositionstechnik im Instrumentalen Spätwerk Anton Weberns, Edition Tonos, Darmstadt 1972

Devlin, Keith: Mathematics: The Science of Patterns. The Search for Order in Life, Mind, and the Universe, Scientific American Library, a division of HPHLP, New York 1997

Doczi, György: Seen and Unseen Symmetries: A Picture Essay, in: Symmetry. Unifying Human Understanding, edited by István Hargittai, = International Series in Modern Applied Mathematics and Computer Science, Volume 10, series editor Ervin Y. Rodin, Pergamon Press, New York Oxford 1986, S. 39-62

Donnini, Roberto: The Visualisation of Music: Symmetry and Asymmetry, in: Symmetry. Unifying Human Understanding, edited by István Hargittai, = International Series in Modern Applied Mathematics and Computer Science, Volume 10, series editor Ervin Y. Rodin, Pergamon Press, New York Oxford 1986, S. 435-463

Doroghly, Zvonimir: Blago latinskog jezika (Thesaurus linguae latinae), SNL, Zagreb 1986

- Eggebrecht, Hans Heinrich: Bachs Kunst der Fuge. Erscheinung und Deutung, Taschenbücher zur Musikwissenschaft, 4. Auflage, hrsg. von Richard Schaal, Verlag der Heinrichshofen-Bücher, Wilhelmshaven 1998
- Einstein, Albert: Ideas and Opinions, published by Wings Books New York, Crown Publishers 1954  
 Erpf, Hermann: Form und Struktur in der Musik, Schott's Söhne, Mainz 1967
- Euklid: Elementa X-XIII, 2<sup>nd</sup> Edition, nach der Ausgabe von Heiberg übersetzt und kommentiert von Thomas L. Heath, Dover Publications, New York 1956
- Falconer, Kenneth: Fractal Geometry. Mathematical Foundations and Applications, John Wiley & Sons, Chichester New York 1990
- Falkenroth, Christoph (Hrsg.): Die 'Musica speculativa' des Johannes de Muris, Steiner Franz Verlag, Stuttgart 1998
- Farmer, Ben und Louw, Hentie (Hrsg.): Companion to Contemporary Architectural Thought, Routledge, London 1993
- Feder, Jens: Fractals, Plenum Press, New York 1988
- Feynman, Richard P.: The Character of Physical Law, Penguin Books, London 1992
- Field, Michael and Golubitsky, Martin: Symmetry in Chaos, Oxford University Press, Oxford New York 1992
- Floros, Constantin: Gustav Mahler. III Die Symphonien, Breitkopf & Härtel, Wiesbaden 1985
- Frampton, Kenneth: Le Corbusier, Thames & Huston world of art, London 2001
- Fritsch, Herald: Vom Urknall zum Zerfall. Die Welt zwischen Anfang und Ende, Piper Verlag, 5. Auflage, München Zürich 2000
- Gehlhar, F.: Geometrie, in: Philosophie und Naturwissenschaften. Wörterbuch zu den philosophischen Fragen der Naturwissenschaften, hrsg. von Herbert Hörz, Heinz Liebscher, Rolf Löther, Siegfried Wollgast, Dietz Verlag, Berlin 1983, S. 304-309
- Gehlhar, F.: Nichteuklidische Geometrien, in: Philosophie und Naturwissenschaften. Wörterbuch zu den philosophischen Fragen der Naturwissenschaft, hrsg. von H. Hörz, H. Liebscher, R. Löther, S. Wollgast, Dietz Verlag, Berlin 1983, S. 665-666
- Genz, Henning: Wie die Zeit in die Welt kam. Die Entstehung einer Illusion aus Ordnung und Chaos, Carl Hanser Verlag, München Wien 1996
- Gombrich, Ernst H.: Art & Illusion. A Study in the Psychology of Pictorial Representation, Phaidon, sixth edition, London 2002
- Gombrich, Ernst H.: The Sense of Order. A Study in the Psychology of Decorative Art, second edition, Phaidon Press, London 1984

Gombrich, Ernst H.: Symmetrie. Wahrnehmung und künstlerische Gestaltung, in: Symmetrie in Geistes- und Naturwissenschaft: Hauptvorträge und Diskussionen d. Symmetrie-Symposions an d. Techn. Hochsch. Darmstadt vom 13.-17. Juni 1986 im Rahmen d. Symmetrieprojektes d. Stadt Darmstadt, hrsg. von Rudolf Wille, Springer Verlag, Berlin Heidelberg 1988, S. 94-119

Grabow, Stephen: Frozen Music: the Bridge Between Art and Science, in: Companion to Contemporary Architectural Thought, edited by Ben Farmer and Hentie Louw, Routledge, London 1993, S. 438-442

Greene, Brian: The Fabric of the Cosmos. Space, Time, and the Texture of Reality, Alfred A. Knopf, New York 2004

Gribbin, John: Q is for Quantum. Particle Physics From A – Z, edited by Mary Gribbin, A Phoenix Giant Paperback, London 1999

Griffiths, Paul: A Concise History of Modern Music, Thames and Hudson, London 1978

Grlić, Ljubiša: Mali kemijski leksikon, 2. izdanje, Naprijed, Zagreb 1992

Hahn, Werner: Symmetrie als Entwicklungsprinzip in Natur und Kunst, Langewiesche Königstein 1989

Haken, Hermann: Die Rolle der Symmetrie in der Synergetik: Spontane Entstehung von Strukturen in der Natur, in: Symmetrie in Geistes- und Naturwissenschaft: Hauptvorträge u. Diskussionen d. Symmetrie-Symposions an d. Technischen Hochschule Darmstadt vom 13. – 17. Juni 1986, hrsg. von Rudolf Wille, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 1988, S. 58-72

Hambidge, Jay: Dynamic Symmetry, Yale University Press, New Haven 1920

Hambidge, Jay: Practical Applications of Dynamic Symmetry, Yale University Press, New Haven 1932

Hargittai, István: Limits of Perfection, in: Symmetry. Unifying Human Understanding, edited by István Hargittai, = International Series in Modern Applied Mathematics and Computer Science, Volume 10, series editor Ervin Y. Rodin, Pergamon Press, New York 1986, S. 1-17

Hargittai, István: Real Turned Ideal Through Symmetry, in: Symmetrie in Geistes- und Naturwissenschaft: Hauptvorträge und Diskussionen der Symmetrie-Symposions an der Techn. Hochsch. Darmstadt 1986, hrsg. von Rudolf Wille, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 1988, S. 131-161.

Hatch, Christopher und Bernstein, David W. (Hrsg.): Music Theory and the Exploration of the Past, The University of Chicago Press, Chicago 1993

Hawking, Stephen: Black Holes and Baby Universes and Other Essays, Bantam Books, New York Toronto 1993

Hegel, Georg Wilhelm Friedrich: Die Idee und das Ideal, hrsg. von Georg Lasson, = Sämtliche Werke, Band Xa: Vorlesungen über die Ästhetik, erster Halbband: Einleitung und erster Teil, der Philosophischen Bibliothek Band 164, Verlag von Felix Meiner, Leipzig 1931

- Heisenberg, Werner: Schritte über Grenzen. Gesammelte Reden und Aufsätze, R. Piper Verlag, München 1971
- Henck, Herbert (Hrsg.): Neuland. Ansätze zur Musik der Gegenwart, Band 2 (1981/82), Neuland Musikverlag Herbert Henk, Bergisch Gladbach 1982
- Hesse, Hermann: Mein Glaube, Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main 1971
- Holenstein, Elmar: Symmetrie und Symmetriebruch in der Sprache, in: Symmetrie in Geistes- und Naturwissenschaft: Hauptvorträge u. Diskussionen d. Symmetrie-Symposiums an d. Techn. Hochsch. Darmstadt 1986, hrsg. von Rudolf Wille, Springer Verlag Berlin Heidelberg 1988, S. 192-208
- Howat, Roy: Debussy in Proportion, Cambridge University Press, Cambridge 1983
- Johnson, Lee M.: Milton's Mathematical Symbol of Theodicy, in: Symmetry. Unifying Human Understanding, edited by István Hargittai, = International Series in Modern Applied Mathematics and Computer Science, Volume 10, series editor Ervin Y. Rodin, Pergamon Press, New York Oxford 1986, S. 617-626
- Jourdain, Robert: Das wohltemperierte Gehirn. Wie Musik im Kopf entsteht und wirkt, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg Berlin 2001. (Originaltitel: Music, the Brain, and Ecstasy. Amerikanische Originalausgabe: William Morrow and Company 1997)
- Kagel, Mauricio: Translation – Rotation, in: Die Reihe 7. Form - Raum, Universal Edition, Wien 1960
- Kaku, Michio und Thompson, Jennifer: Beyond Einstein. The Cosmic Quest for the Theory of the Universe, revised & updated, Anchor Books, Doubleday New York 1995
- Kappraff, Jay: The Geometry of Coastlines: A Study in Fractals, in: Symmetry. Unifying Human Understanding, edited by István Hargittai, = International series in Modern Applied Mathematics and Computer Science, Volume 10, series editor Ervin Y. Rodin, Pergamon Press, New York 1986, S. 655-671
- Kappraff, Jay, A Course in the Mathematics of Design, in: Symmetry. Unifying Human Understanding, edited by István Hargittai, = International Series in Modern Applied Mathematics and Computer Science, Volume 10, series editor Ervin Y. Rodin, Pergamon Press, New York 1986, S. 913-948
- Karkoschka, Erhard: Studien zur Entwicklung der Kompositionstechnik im Frühwerk Anton Weberns. Inaugural – Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades einer Hohen Philosophischen Fakultät der Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen vorgelegt von Erhard Karkoschka aus Märisch Ostrau, Univ. Bibl. Tübingen, Prom. 30. 10. 1959
- Károlyi, Ottó: Introducing Modern Music, Penguin Books, New York 1995
- Kárpáti, János: Bartók's String Quartets, Franklin Printing House, Budapest 1975
- Katičić, Natko: O kaosu i fraktalima, 3. Program hrvatskog radija, Nr. 34, 1991, S. 65-68
- Kemp, Jan: Hindemith, Oxford University Press, Oxford New York 1970

- Kempf, Davorin: What is Symmetry in Music?, in: International Review of the Aesthetics and Sociology of Music, Vol. 27, No. 2, 1996, S. 155-165
- Kempf, Davorin und Pisk, Krunoslav: Interview. Simetrija u znanosti i umjetnosti: glazba – fizika / Symmetry in Sciences and Arts: Music – Physics, in: Arti Musices, Croatian Musicological Review, Year 32, No. 1, 2001, S. 99-124
- Kempf, Davorin: Realization of Symmetry in J. S. Bach's The Art of Fugue, BWV 1080 (a lecture presentation), 30<sup>th</sup> Anniversary International Congress on Science, Culture and Arts in the 21<sup>st</sup> Century (organized by the American Biographical Institute, Raleigh, N. C. & the International Biographical Centre, Cambridge, England), Seminar #2: The Arts, Dublin, Ireland, July 2004
- Kepler, Johannes: *Mysterium Cosmographicum*, hrsg. von Max Caspar, = *Gesammelte Werke*, Band I, C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, München MCMXXXVIII (1938)
- Kepler, Johannes: *Mysterium Cosmographicum*, Insel Verlag, Leipzig 1925
- Kepler, Johannes: *Harmonice Mundi*, hrsg. von Max Caspar, = *Gesammelte Werke*, Band VI, C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, München MCMXXXX (1940)
- Kepler, Johannes, *Kosmische Harmonie / Harmonices Mundi*, Insel Verlag, Leipzig 1925.
- Kepler, Johannes: *Weltharmonik*, übersetzt und eingeleitet von Max Caspar, Verlag R. Oldenbourg, München Wien 1982
- Klein, Felix: *Vorlesungen über nicht-euklidische Geometrie*, Verlag von Julius Springer, Berlin 1968
- Krause, Anna-Carola: *Geschichte der Malerei von der Renaissance bis heute*, Könemann Verlagsgesellschaft, Köln 1995
- Kuchling, Horst: *Taschenbuch der Physik*, 13. korrigierte Aufl., Harri Deutsch – Thun Verlag, Frankfurt am Main 1991
- Lauwerier, Hans: *Fractals. Endlessly Repeated Geometrical Figures*, Penguin Books, London New York 1991
- Lawlor, Robert: *The Invisible Foundations*, in: *Companion to Contemporary Architectural Thought*, edited by Ben Farmer and Hentie Louw, Routledge, London 1993, S. 278-283
- Layzer, David: *Das Universum. Aufbau, Entdeckungen, Theorien*, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg Berlin 1998
- Leitner, Bernhard: *Ton-Raum TU Berlin*, hrsg. von dem Präsidenten der TU Berlin, Berlin 1982
- Licht aus Stockhausen, Malcolm Ball reveals an exclusive interview with the giant of 20<sup>th</sup> century music Karlheinz Stockhausen, [http://www.stockhausen.org/licht\\_by\\_malcolm\\_ball.html](http://www.stockhausen.org/licht_by_malcolm_ball.html) 06. 08. 2005, pages 6-8, (Malcolm Ball, December 1997, first published in the contemporary music magazine Avant, Issue 5)
- Ligeti, György: *Pierre Boulez. Entscheidung und Automatik in der Structure Ia, Die Reihe 4. Junge Komponisten*, Universal Edition, Wien 1958, S. 38-63

Ligeti, György: Über die Harmonik in Weberns erster Kantate, in: Darmstädter Beiträge zur Neuen Musik III, hrsg. von Wolfgang Steinecke, B. Schott's Söhne, Mainz 1960, S. 49-64

Ligeti, György: Wandlungen der musikalischen Form, in: Die Reihe 7. Form – Raum, Universal Edition, Wien Zürich 1960, S. 5-17

Lorenz, Alfred: Der Ring des Nibelungen, = Das Geheimnis der Form bei Richard Wagner, Band I., verlegt bei Hans Schneider, Tutzing 1966

Lorenz, Alfred: Tristan und Isolde, = Das Geheimnis der Form bei Richard Wagner, Band II., verlegt bei Hans Schneider, Tutzing 1966

Lorenz, Alfred: Die Meistersinger von Nürnberg, = Das Geheimnis der Form bei Richard Wagner, Band III., verlegt bei Hans Schneider, Tutzing 1966

Mamedov, Kh. S.: Crystallographic Patterns, in: Symmetry. Unifying Human Understanding, edited by István Hargittai, = International Series in Modern Applied Mathematics and Computer Science, series editor Ervin Y. Rodin, Pergamon Press, New York Oxford 1986, S. 511-529

Martens, Heinrich (Hrsg.): Der Kanon, = Musikalische Formen in historischen Reihen, Band 17, Chr. Friedrich Vieweg, Berlin – Lichterfelde 1988

Mainzer, Klaus: Hawking, Verlag Herder, Freiburg im Breisgau 2000

Messiaen, Olivier: Technik meiner musikalischen Sprache, 1. Band: Text; 2. Band: Musikalische Beispiele, Alphonse Leduc, Paris 1966

Metzger, Heinz – Klaus und Reiner Riehn (Hrsg.): Alban Berg / Kammermusik II, = Musik – Konzepte, Heft 9, Edition Text und Kritik, München 1979

Michel, Louis: Symmetry in Physics, in: Symmetrie in Geistes- und Naturwissenschaft: Hauptvorträge u. Diskussionen d. Symmetrie-Symposiums an d. Techn. Hochsch. Darmstadt vom 13. – 17. Juni 1986, hrsg. von Rudolf Wille, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 1988, S. 183-191

Michels, Volker (Hrsg.): Hermann Hesse Musik. Betrachtungen, Gedichte, Rezensionen und Briefe, Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main 1986

Mittelstraß, Jürgen (Hrsg.): Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie, Bibliographisches Institut Mannheim/Wien/Zürich, B. I. - Wissenschaftsverlag, Mannheim 1980

Molnar, V. und Molnar, F.: Symmetry-Making and –Breaking in Visual Art, in: Symmetry. Unifying Human Understanding, edited by István Hargittai, = International Series in Modern Applied Mathematics and Computer Science, Volume 10, series editor Ervin Y. Rodin, Pergamon Press, New York Frankfurt 1986, S. 291-301

Möller, Hartmut und Stephan, Rudolf (Hrsg.): Die Musik des Mittelalters, = Neues Handbuch der Musikwissenschaft, Band 2, hrsg. von Carl Dahlhaus, fortgeführt von Hermann Danuser, Laaber-Verlag, Laaber 1991

O'Connell, Walter, Der Tonraum, in: Die Reihe 8. Rückblicke, hrsg. von Herbert Eimert, Universal Edition, Wien 1962, S. 35-61



Osborne, Harold: Symmetry as an Aesthetic Factor, in: Symmetry. Unifying Human Understanding, edited by István Hargittai, = International Series in Modern Applied Mathematics and Computer Science, Volume 10, series editor Ervin Y. Rodin, Pergamon Press, New York Frankfurt 1986, S. 77-82

Otto, Frei: Symmetrie zwischen Biologie und Architektur, in: Symmetrie in Geistes- und Naturwissenschaft: Hauptvorträge u. Diskussionen d. Symmetrie-Symposions an d. Techn. Hochsch. Darmstadt vom 13. – 17. Juni 1986, hrsg. von Rudolf Wille, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 1988, S. 120-130

Pavlović, B. and Trinajstić, N.: On Symmetry and Asymmetry in Literature, in: Symmetry. Unifying Human Understanding, edited by István Hargittai, = International Series in Modern Applied Mathematics and Computer Science, Volume 10, Pergamon Press, New York Frankfurt 1986, p. 197-227

Peat, F. David: Synchronicity. The Bridge Between Matter and Mind, Bantam Books, New York Toronto 1987

Peitgen, Heinz-Otto: Symmetrie im Chaos, in: Symmetrie in Geistes- und Naturwissenschaft: Hauptvorträge u. Diskussionen d. Symmetrie-Symposions an d. Techn. Hochsch. Darmstadt vom 13. – 17. Juni 1986, hrsg. von Rudolf Wille, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 1988, S. 30-49

Pejaković, Mladen: Omjeri i znakovi. Ogleđi iz starije hrvatske umjetnosti. Geometrija svetog, Matica Hrvatska, Dubrovnik 1996

Pfister, Manfred: Das Drama. Theorie und Analyse, Wilhelm Fink Verlag, München 1994, (hrvatsko izdanje) Hrvatski centar ITI, Zagreb 1998

Platons Dialoge Timaios und Kritias, übersetzt und erläutert von Otto Apelt, = Philosophische Bibliothek, Band 179, Verlag von Felix Meiner, Leipzig 1922

Pogliani, Lionello (Dipartimento di Chimica, Università della Calabria, Italy), Randić, Milan (Department of Mathematics and Computer Science, Drake University, Des Moines, Iowa, USA), and Trinajstić, Nenad (The Rugjer Bošković Institute, Zagreb, Croatia): Is Zero Something Rather Than Nothing?, Kem. Ind.; 47 (11), 1998, S. 387-396

Popper, Karl Raimund: Auf der Suche nach einer besseren Welt. Vorträge und Aufsätze aus dreißig Jahren, Piper Verlag, München Zürich 1984

Popper, Karl R.: Alles Leben ist Problemlösen, Piper Verlag, München 1994

Popper, Karl R.: Eine Welt der Propensitäten, J. C. B. Mohr (Paul Siebeck) Tübingen 1995 (Originalausgabe: A World of Propensities, erschienen bei Thoemmes, Bristol 1990)

Potter, Keith: Four Musical Minimalists: La Monte Young, Terry Riley, Steve Reich, Philip Glass, Cambridge University Press, Cambridge 2000

Reese, Gustave: Music in the Renaissance, W. W. Norton, New York 1959

Riethmüller, Albrecht: Symmetrie, in: Das große Herder Lexikon der Musik in acht Bänden, hrsg. von Marc Honegger und Günther Massenkeil, achter Band, Verlag Herder, Freiburg im Breisgau 1982

Riethmüller, Albrecht: Pionier im Lande der Töne. Laudatio zur Verleihung der Ehrendoktorwürde der Freien Universität Berlin an Karlheinz Stockhausen am 17. Juni 1996, in: Die Musikforschung, Heft 50, Bärenreiter, Kassel und Basel 1997

Riethmüller, Albrecht: Wolfgang Rihm Versus Ferruccio Busoni, in: Neuland. Ansätze zur Musik der Gegenwart, Jahrbuch, Band 2 (1981/82), hrsg. v. Herbert Henk, Neuland Musikverlag Herbert Henk, Bergisch Gladbach 1982, S. 126-131

Riethmüller, Albrecht: Ferruccio Busonis Poetik, Neue Studien zur Musikwissenschaft, hrsg. von der Kommission für Musikwissenschaft der Akademie der Wissenschaften und der Literatur, Band IV, B. Schott's Söhne, Mainz 1988

ro ro ro Musikhandbuch in 2 Bänden, hrsg. und bearbeitet von Heinrich Lindlar in Zusammenarbeit mit der Fachredaktion Musik des Bibliographischen Instituts, Rowohlt Taschenbuch Verlag, Reinbek bei Hamburg 1973

Robaschik, D.: Elementarteilchentheorie, in: Philosophie und Naturwissenschaften. Wörterbuch zu den philosophischen Fragen der Naturwissenschaften, hrsg. von Herbert Hörz, Heinz Liebscher, Rolf Löther, Siegfried Wollgast, Dietz Verlag, Berlin 1983, S. 207-208

Rosen, Charles: The Classical Style. Haydn, Mozart, Beethoven, The Viking Press, New York 1971

Russell, Bertrand: Mudrost zapada, 2. izdanje, Mladost, Zagreb 1970 (Naziv originala: Wisdom of the West, Rathbone Books, London 1959)

Schelling, Friedrich Wilhelm Joseph: Schriften 1801-1803. Philosophie der Kunst, = Ausgewählte Schriften, Band 2, Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main 1985

Schnebel, Dieter: Mauricio Kagel. Musik Theater Film, Verlag M. DuMont Schauberg, Köln 1970

Schleuning, Peter: Johann Sebastian Bachs «Kunst der Fuge», Deutscher Taschenbuch Verlag / Bärenreiter-Verlag, Kassel 1993

Schönberg, Arnold: Structural Functions of Harmony, Faber and Faber, London Boston 1989

Schroeder, Manfred: Fraktale, Chaos und Selbstähnlichkeit. Notizen aus dem Paradies der Unendlichkeit, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg Berlin 1994

Schüler Duden. Die Philosophie, hrsg. von der Redaktion für Philosophie des Bibliographischen Instituts unter der Leitung von Gerhard Kwiatowski, Mannheim Zürich 1985.

SETI@home The Search for Extraterrestrial Intelligence, The Planetary Society, Pasadena, CA, Newsletter # 10, November 6, 2001

Speiser, Andreas: Die mathematische Denkweise, Verlag Birkhäuser, zweite Auflage, Basel 1945

Speiser, Andreas: Die Theorie der Gruppen von endlicher Ordnung, Bd. 5, Verlag von Julius Springer, Berlin 1927

Steinecke, Wolfgang (Hrsg.): Darmstädter Beiträge zur neuen Musik III, B. Schott's Söhne, Mainz 1960

Stewart, Jan und Golubitsky, Martin: Denkt Gott Symmetrisch? Das Ebenmaß in Mathematik und Natur, Birkhäuser Verlag, Basel 1993 (Originalausgabe Fearful Symmetry: Is God a Geometer?, Penguin Books, London 1992)

Stockhausen, Karlheinz: Texte zur elektronischen und instrumentalen Musik, hrsg. und mit einem Nachwort versehen von Dieter Schnebel. Band I: Aufsätze 1952-1962 zur Theorie des Komponierens, Verlag M. DuMont Schauberg, Köln 1963; Band II: Texte zu eigenen Werken, zur Kunst Anderer, Aktuelles, Verlag M. DuMont Schauberg, Köln 1964; Band III: Texte zur Musik 1963-1970, Verlag M. DuMont Schauberg, Köln 1971

Stockhausen, Karlheinz: ...wie die Zeit vergeht..., Die Reihe 3. Musikalisches Handwerk, Universal Edition, Wien 1957, S. 13-30

Stockhausen, Karlheinz: II Musik im Raum, in: Die Reihe 5. Berichte, Analysen, Universal Edition, Wien 1959, S. 59-73

Stockhausen, Karlheinz: Musik und Graphik, in: Darmstädter Beiträge zur Neuen Musik III, 1960, S. 2-25

Strathern, Paul: Bohr & Quantum Theory, Arow Books, London 1998

Supek, Ivan: Heisenbergov obrat u shvaćanju svijeta, Academia Scientiarum Et Artium Slavorum Meridionalium, Zagreb 1986

Supek, Ivan: Teorija spoznaje, Bibliotheca Encyclopaediae Modernae, Knjiga 1., Zagreb 1974

Supek, Ivan: Ruđer Bošković, vizionar u prijelomima filozofije, znanosti i društva, Academia Scientiarum Et Artium Slavorum Meridionalium, posebno izdanje Razreda za matematičke, fizičke, kemijske i tehničke znanosti, Zagreb 1989

Supek, Ivan: Filozofija, znanost i humanizam, II., izmijenjeno i dopunjeno izdanje, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Školska knjiga, Zagreb 1995

Thompson, D'Arcy Wentworth: On Growth and Form, Cambridge University Press, Cambridge 1961 / Über Wachstum und Form, Birkhäuser Verlag, Basel und Stuttgart 1973

Trinajstić, Nenad (Institut Ruđer Bošković, Zagreb): Ljepota se ipak nagrađuje. Nobelova nagrada za kemiju 1996, Polimeri 17 (5-6), 1996, S. 267-274

Trinajstić, Nenad: Fivefold Symmetry in the Literature, in: Fivefold Symmetry, editor István Hargittai, World Scientific, Singapore New Jersey 1992, S. 395-405

Ulm, Renate (Hrsg.): Johannes Brahms. Das Symphonische Werk, dtv / Bärenreiter-Verlag, München und Kassel 1996

Ungeheuer, Elena (Hrsg.): Elektroakustische Musik, = Handbuch der Musik im 20. Jahrhundert, Band 5, Laaber-Verlag, Laaber 2002

- Uzelac, Katarina: Fraktali u prirodi (Fraktale in der Natur). Kritične pojave i samoorganizirana kritična stanja, Matematičko-fizički list, LI 4, 2000-2001, S. 194-201
- Užarević, Josip (Philosophische Fakultät, Zagreb): Zrcalna kompozicija (Spiegelkomposition), Umjetnost riječi XXXIX, 2., 1995, travanj - lipanj, S. 95-104
- Vitruv, De architectura, mit Kommentar hrsg. von D. Barbari, Venedig, 1567
- Vogt, Adolf Max: Rotunde und Panorama. Steigerung der Symmetrie-Ansprüche seit Palladio, in: Symmetrie in Geistes- und Naturwissenschaft: Hauptvorträge und Diskussionen d. Symmetrie-Symposiums an d. Techn. Hochsch. Darmstadt vom 13. – 17. Juni 1986, hrsg. von Rudolf Wille, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 1988, S. 169-181
- Vuletić, Branko (Philosophische Fakultät, Zagreb): Odrazi. O plošnom / prostornom ustrojstvu pjesništva Jure Kaštelana, Umjetnost riječi XXXV, 1., 1991, siječanj – ožujak, S. 7-21
- Webern, Anton: Der Weg zur Neuen Musik. Der Weg zur Komposition in 12 Tönen, 2 x 8 Vorträge, Universal Edition, Wien 1960
- Webern-Kongress, hrsg. von der Österreichischen Gesellschaft für Musik, = Beiträge, 4. Band, Bärenreiter, Kassel Basel 1973
- Webster's Ninth New Collegiate Dictionary, Merriam-Webster Publishers, Springfield, Massachusetts, USA 1983
- Weinberg, Steven: Dreams of a Final Theory. The Search For The Fundamental Laws of Nature, Vintage edition, London 1993
- Weyl, Hermann: Symmetry / Symmetrie, University Press, Princeton 1952, deutsche Ausgabe: Birkhäuser Verlag, Basel und Stuttgart MCMLV (1955)
- Wilson, Dana: Symmetry and its «Love-Hate» Role in Music, in: Symmetry. Unifying Human Understanding, edited by István Hargittai, = International Series in Modern Applied Mathematics and Computer Science, Volume 10, Series Editor Ervin Y. Rodin, Pergamon Press, New York Frankfurt 1986, S. 101-112
- Wilson, Paul: Bela Bartók, Yale University Press, New Haven and London 1992
- Wittkower, Rudolf: Architectural Principles in the Age of Humanism, published by arrangement with, and courtesy of, The Warburg Institute (originally published in 1949 as Volume 19 of the Studies of the Warburg Institute)
- Žmegač, Viktor: Der europäische Roman. Geschichte seiner Poetik, 2. unveränderte Auflage, Max Niemeyer Verlag, Tübingen 1991
- Žmegač, Viktor: Bečka moderna: portret jedne kulture, = Knjižnica Saeculum, knjiga 1, Matica hrvatska, Zagreb 1998
- Young, Percy: The Choral Tradition. A Historical and Alphabetical Survey From the Sixteenth Century to the Present Day, W. W. Norton, New York 1971