

Lauschen und Zählen: Neuzeitliches Experimentieren in Akustik, Musiktheorie und Komposition

Nicolas Dierks

Überarbeitete Fassung des Vortrags auf dem VIII. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Ästhetik („Experimentelle Ästhetik“) an der Kunstakademie Düsseldorf 4. - 7. Oktober 2011

Abstract:

Was unterscheidet ästhetisches von wissenschaftlichem Experimentieren? Diese Frage wird hier im Kontext neuzeitlicher Entwicklungen um 1700 behandelt, in deren Fahrwasser sich unser heutiges Verständnis von Wissenschaften, Künsten und ihren Experimenten noch immer bewegt. Verglichen werden akustische Experimente in Frankreich einerseits und die Uraufführung des *Wohltemperierten Klaviers* durch J. S. Bach andererseits. Auf beiden Seiten findet unübliche Beschäftigung mit demselben akustischen Phänomen statt - mit dem Ziel öffentlicher Präsentation. Die Besonderheit des ästhetischen Beispiels wird anhand von drei Unterscheidungen herausgehoben: 1. Zwischen übersetzendem und nicht-übersetzendem Handeln 2. Zwischen Erzeugung und Verbergung 3. Zwischen indexikalischen und ikonischen Zeichen. Neben dem besseren Verständnis der neuzeitlichen „Kultur des Experiments“ liefert dies einen Beitrag zu einem handlungstheoretischen Konzept ästhetischen Experimentierens. Abschließend schlage ich vor, experimentelle Praxis im nächsten Schritt unter dem in ästhetischen Debatten bisher wenig reflektierten Aspekt der *Modellierung* zu untersuchen.

Einleitung

Stellen Sie sich vor, Sie sitzen bei Ihrem *Hair Stylisten*. Er oder sie steht hinter Ihnen, legt Ihnen leicht die Hände auf die Schultern und sagt: „Wollen wir heute ein Experiment wagen?“ Als gebildeter Mensch, den besonders das Verhältnis von Künsten und Wissenschaften fesselt, sind Sie neugierig, was hier „Experiment“ bedeuten mag. Um es herauszufinden, überlassen Sie sich seinem/ihrer genialischen Exotismus und stimmen natürlich zu.

Nicht nur die *Hair Stylisten* unter den Nichtwissenschaftlern reden heute von Experimenten. Seit die Beteuerungen der Wissenschaftshistoriker, dass Wissenschaftler normale Menschen seien, zunehmend Gehör finden, glauben viele normale Menschen, sie seien so etwas wie Wissenschaftler. Eine festliche Tafel, bei der Partner feststellen müssen, laut Tischkarten nicht nebeneinander zu sitzen, ein Urlaubsziel ohne *Starbuck's* oder Internetzugang, ein neuer Brotaufstrich - sobald etwas versucht, ausprobiert, geprüft oder „abgecheckt“ wird, spricht man freimütig von Experimenten. Das ist nicht weiter beachtenswert - außer dort, wo es beachtenswert *ist*.

Hochkonjunktur hat die Rede vom Experiment nämlich derzeit in ästhetischen Diskursen. Seit Wissenschaftshistoriker wie Thomas S. Kuhn oder G. Bachelard von Prozessualität, Brüchen,

Spontaneität, Intuition, von Wagnissen und Machtkämpfen erzählen, tauchen wissenschaftliche Termini im ästhetischen und kunsttheoretischen Jargon immer mal wieder auf (Bachelard 1987, Kuhn 1997). Nicht selten sollen vermeintlich neue Adaptionen wie „Forschung“ oder eben „Experiment“ verschlissene Konzepte ersetzen - wie das totalitäre einer „Avantgarde“, das romantizistische der „Originalität“, das dilettantische der „Kreativität“ oder das anrühig-neoliberale der „Innovation“. Sicherlich verlässt man mit neuen begrifflichen Aneignungen und Umdeutungen häufig unliebsame Deutungshoheitsgewässer. Damit die frische Brise an Redefreiheit jedoch nicht in bloße Sinnfreiheit mündet, muss man sich der Frage stellen, was die bekanntlich auch welterschließende Sprache hier eigentlich erschließt. Anders gefragt: Was soll „ästhetisches Experiment“ heißen? Was wird dadurch zugänglich, das mit den anderen Ausdrücken nicht oder nicht mehr verstanden wird?

Die Einsicht, dass die Antwort darauf kein spezifisches und gleichzeitig allgemeines Kriterium liefern kann - und auch nicht braucht - darf heute vorausgesetzt werden. Weniger geläufig ist die Begriffsgeschichte im ästhetischen Diskurs, die bereits zwei gegensätzliche Extremismen hervorgebracht hat. Einerseits hatte schon in den 1960er Jahren Hans Magnus Enzensberger gegen den lapidaren, verantwortungslosen Gebrauch des Experimentbegriffs gewettert (Enzensberger 1962, S. 74 ff.). Es ist aber unnötig - und unmöglich -, den Begriff mit Enzensberger auf die Naturwissenschaften einzuengen und aus ästhetischen Kontexten wieder zu verabschieden. Allerdings wäre mehr Sorgfalt angebracht. Denn nicht jedes Probieren oder Versuchen, nicht jedes Wagnis und jeder Entwurf sollte schon ein „Experiment“ genannt werden. Sonst wäre nicht nur jedes Kunstwerk ein Experiment, sondern die meisten Artefakte wären es, kindliche Lernprozesse im Allgemeinen wären es, ja: Jegliche Anpassung im weiten Tierreich verdiente so genannt zu werden - und sogar die verblüffenden Kreationen der *Hair Stylisten*. Ich möchte deshalb einen Ausflug in die Genealogie experimentellen Handelns unternehmen und dieses dabei weder zu eng noch zu weit fassen - wenn das möglich ist.

Methoden und Gebiet der Untersuchung

„Um klarer zu sehen, müssen wir hier, wie in unzähligen ähnlichen Fällen, die Einzelheiten der Vorgänge ins Auge fassen; was vorgeht *aus der Nähe betrachten*.“ (PU 51)

Als „Experiment“ bezeichne ich im Anschluss an Francis Bacons Ausdruck „to twist the lion's tail“ (Bacon 1905, S. 252) eine solche Beobachtung, die *ersten* die praktische Erzeugung des beobachteten Phänomens einschließt und *zweitens* (zumindest der Möglichkeit nach) öffentlich stattfindet. Daran anknüpfend ist nach Ian Hacking experimentelles Handeln konstruktiv, kreativ und darum bemüht, ein isolierbares und stabiles Phänomen zu erzeugen (vgl. Hacking 1983, S. 246 ff.). Der Experimentator geht ausschließend vor, um eine eindeutige Manipulationsrelation zum Phänomen zu erhalten, von dem er noch keine wissenschaftliche Theorie zu haben braucht. Die Verhältnisse von Experimenten und Theorien werden bei Hacking als vielfältig und wandelbar

aufgefasst, wobei mathematischen Modellbildungen eine wichtige Zwischenstellung zukommt (vgl. Hacking 1983, S. 167 ff.).

Dieser Ansatz hat Affinitäten zum Begriff des „Experimentalsystems“, den Hans-Jörg Rheinberger für Naturwissenschaften des 20. Jahrhunderts entwickelt hat (vgl. Rheinberger 2001, S. 7 sowie S. 23). Bevor man diesen jedoch euphorisch auf die Künste überträgt, ist methodisch Vorsicht geboten: Eine Isomorphie von Künsten und Wissenschaften darf nicht vorausgesetzt werden - denn sie steht ja gerade zur Debatte. Manchmal lassen uns einleuchtende Analogien vergessen, wie unterschiedlich die Voraussetzungen des Experimentierens im naturwissenschaftlichen einerseits und ästhetischen Kontext andererseits heute sind. Der Ausgang von Bacon erlaubt demgegenüber, hinter die hochspezialisierte, jüngere Vergangenheit zurückzugehen. Ich fokussiere deshalb auf den Zeitraum um 1700, als das Experimentieren seinen Siegeszug gerade begonnen hatte. Dem methodischen Diktum Wittgensteins folgend, möchte ich dabei „die Einzelheiten der Vorgänge ins Auge fassen.“ (PU 51)

Ein besonders interessantes Untersuchungsgebiet ist die Musik aufgrund ihrer traditionell engen Bindung an die Wissenschaften. In die neuzeitliche Periode des grundlegenden Umbaus der Wissenssysteme fällt die Entstehung der wissenschaftlichen Akustik sowie ein damit zusammenhängender Wandel von Musiktheorie und Kompositionspraxis. Dazu gibt es umfassende historiographische Literatur (dazu z.B. Dahlhaus 1989, Dejana 2007, Gouk 1999, Hirschmann 2006, Költzsch 2010, Palisca 2005). Für die hiesige Fragestellung greife ich zwei historische Begebenheiten heraus. In *Teil 1* rekonstruiere ich eine Episode der frühen Akustik um Joseph Sauveur und Étienne Loulié. In *Teil 2* beschäftigt mich eine Episode aus der Musikgeschichte, nämlich die Uraufführung von J. S. Bachs *Das Wohltemperierte Klavier* (WK). In *Teil 3* diskutiere ich Ähnlichkeiten und Unterschiede beider Episoden, um schlussendlich Folgen für den Begriff des ästhetischen Experiments zu erwägen.

Zur systematischen Orientierung verwende ich drei Unterscheidungen: 1. *Unterscheidung*: Handeln im Optischen oder Akustischen einerseits und Handeln, das zwischen Akustischem und Optischem übersetzt andererseits. 2. *Unterscheidung*: Praktische Erzeugung einerseits und Verbergung andererseits. 3. *Unterscheidung*: Zwischen indexikalischen und ikonischen Zeichen in der Semiotik von Charles S. Peirce (deren hinreichende Bekanntheit ich hier voraussetze; dazu Burks 1949). Alle drei Unterscheidungen, die ich hier versuchsweise zusammenstelle, stehen in Verhältnissen, auf die ich gegen Ende des Vortrags zurückkommen werde, wenn ich Spezifika des musikalisch-ästhetischen Experimentierens herausarbeite. Das avisierte Ergebnis ist nicht nur ein besseres Verständnis der Verwobenheit von Künsten und Wissenschaften um 1700, sondern auch ein kulturwissenschaftlicher Beitrag zur Genealogie heutigen ästhetischen Experimentierens sowie ein Vorschlag zu seiner Beschreibungsweise.

1. Schwebung, Pendel und Skala: Sauveur-Loulié's akustische Experimente

Niemals hätte Pythagoras an Schmiedehämmern das Oktavverhältnis 1:2 abhören können. So lautete die ebenso vernichtende wie mathematisch hieb- und stichfeste Kritik Marin Mersennes an der alten, von Longinus überlieferten Anekdote, die die Gelehrten seit Jahrhunderten erzählten. Lange hatten sich die Musikgelehrten des mittelalterlichen Europa kaum für Musiker, Musikausübung oder Klangphänomene interessiert. Der Bildungskanon der *artes liberales* wurde gewissermaßen als „unangewandte Wissenschaft“ aufgefasst. Die Gelehrten wollten primär das pythagoräisch-platonische Erbe in Gestalt der Schriften des Augustinus und des Boethius bewahren. Musik galt hier als „Zahlenkunst“, als Lehre der kosmischen Harmonie. Neue Entdeckungen waren nicht vorgesehen und zuviel Neugier galt als lasterhaft.

Erst neuzeitliche Denker wie Vincenzo Galilei, Isaac Newton und vor allem Marin Mersenne lieferten Beiträge für eine experimentelle Naturphilosophie des Hörbaren. Etwa um die Wende zum 18. Jahrhundert wurde die „Akustik“ (von grch. *akoustos* - „hörbar“) maßgeblich durch ein französisches Duo, den Mathematiker und Physiker Joseph Sauveur (1653-1716) und den Musiker und Musiktheoriker Étienne Loulié (1654-1702) vorangetrieben. Diese Zeit brachte viele „neue Entdeckungen“, wie die Teiltöne, die Sympathie klingender Saiten, neue Erklärungen der musikalischen Konsonanz, eine neue Rolle der Generalbasslehre oder auch die Konzeption des Quintenzirkels. Manches davon war Musikern und Instrumentenbauern lange bekannt - war aber von den Gelehrten noch nicht mit den Weihen wissenschaftlichen Wissens versehen worden. So auch ein Phänomen, in welchem sich - wie in einem Prisma - die Aufmerksamkeit von Zeitgenossen unterschiedlicher Professionen bündelte: Das physikalische Phänomen der *Schwebung*.

Schwebungen sind jedem bekannt, der etwas Erfahrung im Musizieren hat. Sie helfen z.B. beim Stimmen von Instrumenten: Wenn zwei Töne dicht bei einander liegen, dann erklingt ein zusätzlicher Ton, dessen Frequenz der Differenz der beiden anderen Tonfrequenzen entspricht. Von „Schwebungen“ spricht man dann, wenn diese zusätzliche Frequenz unter 20 Hz liegt und deshalb für uns wie ein Pulsieren klingt (ähnlich dem Zerfall des Filmflusses in Einzelbilder unter 20 Bildern/s). Je größer der Tonabstand, desto schneller die Schwebungen - je kleiner, desto langsamer. Keine Schwebungen mehr heißt: identische Tonhöhe. Moderne Musik hat diesen Effekt genutzt - etwa György Ligeti in seinem Vokalstück *Lux aeterna* (1966). Der neuzeitliche Musiker aber wollte schwebungsfreie, also „reine“ Intervalle. Auch für den Musikgelehrten konnte alles andere nur eine Abweichung von der perfekten, göttlichen Harmonie bedeuten. Schwebungen waren unerwünscht - bis Sauveur und Loulié sie erzeugen *wollten*, um sie zu nutzen.

Ausgerechnet der nahezu gehörlose, sprachbehinderte und nicht mehr ganz junge Sauveur begann mit der Umsetzung eines umfangreichen Plans für das neue Wissenschaftsgebiet der Akustik. Dafür überbrückte er die traditionelle Wissensklüft zwischen den *scientiae* und den *artes mechanicae* - den praktischen Künsten - durch die Zusammenarbeit mit Loulié. Der Einfachheit halber, aber auch weil sich die gemeinsame Leistung rückblickend nicht mehr klar aufteilen lässt und nicht zuletzt, weil hier lange getrenntes Wissen zueinander fand, möchte ich in Anlehnung an

Platons mythische Erklärung der Liebe im *Symposion* vom „Kugelmenschen“ Sauveur-Loulié sprechen. Doch diese wissenschaftliche Lebensabschnittsgefährtschaft war nicht spannungsfrei: Sauveurs neue Maßeinheiten - er unterteilte die Oktave in 3010 Teile - sowie seine Forderung nach einem gleichstufigen Stimmungssystem führten wieder zur Abspaltung von Loulié und zum Prioritätsstreit über die gemeinsamen Ergebnisse.

Wie sahen aber die Experimente konkret aus? Unser Kugelmensch hatte sich dafür in einer Situation mit eigentümlicher Symbolkraft eingerichtet. Er wählte das technisch komplizierteste Instrument seiner Zeit: die Orgel. Vielleicht hat er ein kleines Virginal - eine „Kammerorgel“ - verwendet. Dramatischer ist natürlich die Vorstellung, er habe seine Experimente auf dem „heiligem Boden“ einer katholischen Kirche durchgeführt. Während die Orgel seinerzeit (etwa durch die europaweit bekannten Schriften Athanasius Kirchers) als eine mystische Veranschaulichung des göttlichen Atems angesehen wurde, so verwendete Sauveur-Loulié die Orgel schlicht als einen präzisen Generator möglichst langer, gleichbleibender Töne.

Sein Ziel war die Nutzbarmachung der Schwebungen für das bis dato ungelöste Problem der Frequenzmessung. Dafür ließ Sauveur-Loulié zwei Töne im Halbtonabstand anspielen (dazu Gessinger 1994). Die dadurch entstehenden Schwebungen waren für ihn ein quantifizierbares Phänomen. Wenn sich die Schwebungen aus den beiden Tonfrequenzen ergaben, dann gab es einen Weg, auf deren Frequenzen rückzuschließen. Er konnte zwar nicht einen beliebigen Ton nehmen, seine z. B. 440 Schwingungsvorgänge pro Sekunde zählen und ihn dadurch als Kammerton a_1 bestimmen. Aber wenn er wusste, dass zwei Töne im Halbtonabstand - also im Frequenzverhältnis 16:15 - stehen und er dann die pro Sekunde hörbaren Schwebungen zählte, dann konnte er die Frequenzen der gespielten Töne berechnen. Beispielsweise erklingen bei der kleinen Sekunde „kleines f - kleines e“ knapp zehn (9,8) Schwebungen pro Sekunde und daraus folgen die Tonfrequenzen 157 (156,8) für das f und 147 für das e (für die gleichstufige Stimmung). Aus Orgel und Mathematik baute Sauveur-Loulié eine Art Oszilloskop.

Für die Zählung benötigte Sauveur-Loulié eine verlässliche Zeitmessung. Das Metronom war noch nicht erfunden und Pendeluhren konnte man nicht anpassen. Stattdessen verwendete Sauveur-Loulié ein verstellbares Fadenpendel, das auf eine Anzahl von Schwebungen eingestellt werden musste. Dessen Isochronismus (die regelmäßige Periode) und Abhängigkeit der Frequenz von der Pendellänge war gut hundert Jahre zuvor, 1581, von dem unter Heräsieverdacht geratenen Galileo Galilei beschrieben worden. Die Provokation, die darin aus heutiger Sicht liegt, hat Sauveur-Loulié vermutlich nicht interessiert. Er suchte nur einen Weg, das akustische Phänomen zu visualisieren.

Eine Kugelmenschhälfte hielt also die zwei Orgeltasten gedrückt, während die andere - vermutlich Loulié - das Pendel so genau wie möglich mit den Schwebungen synchronisierte. Eine ganze Weile wird er kleine und kleinste Anpassungen vorgenommen haben, um die Pendellänge so exakt einzustellen, dass sich keine Phasenverschiebung zu den Schwebungen mehr ergab. Erst bei Einklang zwischen Akustischem und Optischem wurde dem wartenden Sauveur der Abschluss des Vorgangs signalisiert und er konnte - vermutlich zur allseitigen Erleichterung - die Finger von den Tasten nehmen. (Lang gehaltene kleine Sekunden waren damals in Kirchen noch seltener zu hören als heute.)

Die Länge des Pendelfadens wurde dann mit einem Eichlineal verglichen - für das sowohl Loulié als auch Sauveur jeweils eine eigene Version erfundenen hatten - und dort auf den absoluten Zeitwert der Sekunde bezogen. Damit waren die Frequenzen bestimmt. Akustisches wurde durch Visualisierung auf eine Zeiteinheit bezogen und durch eine Zahl ausgedrückt. (Gessinger 1994, S. 532f.).

Als Resultat der ziemlich langwierigen Vorgänge produzierte Sauveur-Loulié umfangreiche Tabellen mit Korrelationen zwischen Tönen und Frequenzen. Damit war ein wissenschaftliches Grundproblem der Zeit gelöst. Die Ergebnisse, sowie das Fadenpendel und seine Eichskala, das *echometre*, präsentierte Sauveur 1701 der *Académie des sciences* - nicht ohne seine ehemalige musikalischere Hälfte Loulié und dessen bereits früher präsentierte Version der Eichskala - das *sonometre* - als wissenschaftlich völlig unzureichend hinzustellen. Am Ende wollte die *scientia* doch wieder den Beitrag der *ars mechanica* schmälern. Doch diese machte sich andernorts die *scientia* für ihre eigenen Belange dienstbar.

2. J. S. Bach temperiert sein Cembalo

Bach war gläubiger Lutheraner und ein profunder Kenner, zwar nicht der wissenschaftlichen, jedoch der musikalischen Literatur seiner Zeit. Er war im Anschluss an Andreas Werckmeister von einer engen Verbindung zwischen dem Kontrapunkt und den Planetenbahnen überzeugt - eigentlich ein Keplerscher Gedanke aus der *Harmonice Mundi* (1619). Mersenne hatte auch dies mathematisch als Trugschluss entlarvt - was Sauveur-Loulié im Unterschied zu Bach wusste. Was jedoch sowohl Bach als auch Sauveur-Loulié für sinnvoll hielten, war eine Reform des Stimmungswesens.

Die damals üblichen reinen oder mitteltönigen Stimmungen, bei denen Quinten schwebungsfrei gestimmt wurden, hatten nämlich einen schwerwiegenden Nachteil: Je weiter man sich harmonisch von der Grundtonart C-Dur entfernte, desto ungenießbarer wurden die Zusammenklänge. Dafür ist ein akustisch-musikalisches Phänomen verantwortlich, das sogenannte „Phytagoräische Komma“: Wenn man in reinen Intervallen durch den Quintenzirkel springt, dann landet man nicht beim Ausgangston C - wie es sein sollte - sondern etwa einen Achtelton höher. Wahrscheinlich weil dieses Intervall das damalige harmonische Empfinden zum Heulen brachte, nannte man es die „Wolfsquinte“. Manche Tonarten klangen einfach verstimmt und Komponisten wie auch Musiker mieden sie. Das wurde zunehmend zum Problem, als man sich nicht mehr nur der mittelalterlichen Kirchentonarten bedienen wollte - also verschiedenen Schwerpunkten innerhalb derselben Tonart, sondern das Hören des tonalen Zentrums einer Tonart die Übergänge zu anderen Tonarten nahelegte.

Eine Reihe findiger Mathematiker und Musiktheoretiker legte im Aufbruchgeist der Neuzeit Entwürfe zu alternativen Stimmungen vor, die das Problem beheben sollten. So Mersenne in der *Harmonie Universelle* (1636), Johann Philipp Bendeler in den *Organopoeia* (1690), der schon erwähnte Werckmeister in *Musicalische Temperatur* (1691), Johann Georg Neidhardt in *Beste und*

leichteste Temperatur des Monochordi (1706) und viele mehr. Ihnen stand die Autorität der kanonischen Schriften entgegen. Um trotzdem alle Tonarten spielbar zu machen, mühten sich Instrumentenbauer mit bis zu 36-tönigen Oktaven ab. Wie konnte man diese Vertracktheiten so lange hinnehmen?

Die einfache Lösung einer ausgleichenden, verteilten Unreinheit schied aus. Allein der Gedanke von Unreinheit inmitten von *per definitionem* perfekter Harmonie wog zu schwer. Werckmeister dagegen versicherte seinen Lesern, das menschliche Ohr würde keinen Unterschied hören. So wie die Anerkennung von Galileis Entdeckung der Jupitermonde von einem Blick durchs Fernrohr abhing, so konnte das tatsächliche ästhetische Gewicht der ach so lästerlichen Unreinheit nur *hörend* bewertet werden - indem eine temperierte Stimmung ins Werk gesetzt wurde. Niemand hatte aber bislang gewagt, Orgelpfeifen auf temperierte Längenangaben zu sägen, wie etwas später der Orgelbauer Gottfried Silbermann. Leider mangelte es auch an einem exakten Verfahren zur Temperierung flexibel stimmbarer Instrumente wie Cembalo und Clavichord (Loulié hatte zwar eine solche Stimmhilfe entworfen, die aber keine Verbreitung fand). Für Bach war das kein Hindernis.

Sein entscheidender Vorstoß war *Das Wohltemperierte Klavier* Teil I (BWV 846-869, im Folgenden WK). Dieses ist die älteste überlieferte Musik Bachs für eine temperierte Stimmung. Dabei meinte „Klavier“ hier jegliches „Tasteninstrument“ - außer dem heutigen Klavier, das damals noch nicht erfunden war. Weder die rasanten Lebensumstände Bachs um 1720 sind hier wichtig, noch der kompositionsgeschichtliche Rahmen der Sammlung (dazu Hoppe 1998, Rampe 2002, Wolf 1993). Im Hinblick auf den Vergleich mit Sauveur-Louliés Experimenten interessiert vielmehr die konkrete Aufführungssituation 1722 am Hof Fürst Leopolds von Köthen-Anhalt.

Dafür muss Bach sein Cembalo temperiert gestimmt haben. Ob nach Werckmeister-III, ob gleichstufig oder nach einer Variation der mitteltönigen Stimmung ist nicht geklärt - und hier ebenfalls zweitrangig. Die Uraufführung des WK fand im Schloss statt, vermutlich im Großen Saal. Verwendet wurde wahrscheinlich das Cembalo, das Bach selbst 1719 im Auftrag Fürst Leopolds in Berlin bei dem renommierten Cembalobauer und preußischen Hoflieferanten Michael Miethke erworben hatte (Hoppe 1998, S. 24). Man könnte fast vermuten, der musikalisch versierte Fürst, Besitzer einer umfangreichen Musikbibliothek und enger Bekannter des renommierten Musiktheoretikers und Violonisten Johann David Heinichen (dem die erstmalige Konzeption des Quintenzirkels um 1709 zugeschrieben wird), hätte mit seinem Kapellmeister ein Projekt mit temperierter Stimmung geplant.

Man stelle sich den 37-jährigen Bach vor, wie er kurz vor Aufführungsbeginn an dem reich verzierten Mietke-Instrument werkelt. Mit ziemlicher Sicherheit hat er das Cembalo eigenhändig gestimmt, worin er eine große Routine hatte. Er wird mit einer Hand jeweils eine Quinte angeschlagen, mit der anderen in den Saitenrahmen gegriffen, an Stimmwirbeln gedreht und dabei gelauscht haben. Vermutlich hat er ausgehend vom Kammerton a1 durch den Quintenzirkel gestimmt und ist danach die Oktaven durchgegangen. Üblicherweise wären die Quinten schwebungsfrei, also „rein“ gestimmt worden. Bach aber stimmte die Quinten etwas zu „eng“ - und orientierte sich dabei an den Schwebungen. Er hat beim „Zählen“ vermutlich keine visuelle Hilfe verwendet, sondern nach Gehör die Stimmwirbel der oberen Saiten der Quinten im höheren

Register etwas schwächer als üblich, die unteren Saiten der Quinten im tieferen Register etwas stärker als üblich angezogen. Dadurch glich er das pythagoräische Komma aus und brachte die berüchtigte „Wolfsquinte“ zum Verschwinden. Ähnlich wie Loulié wird er noch einige Zeit kleinste Anpassungen vorgenommen und zwischendurch Akkordverbindungen angespielt haben - bis er schließlich zufrieden war. Dann konnte das Konzert beginnen.

Wenige von denen, die heute verträumt den Harmonien des Anfangsstücks *Präludium C-Dur* lauschen - z. B. in einer romantisierenden Einspielung auf Konzertflügel -, sind sich der einstigen Provokation dieser Harmonien bewusst. Köthen war - nach den radikalen Sparmaßnahmen Friedrich Wilhelms I. von Preußen - eines der verbleibenden musikalischen Zentren im deutschsprachigen Kulturraum geworden (vgl. Hoppe 1998, S. 10 ff.). Wenn der dortige Kapellmeister eine Musikdarbietung ankündigte, die „wohltemperiert“ im Titel trug, dann dürfte der Anspruch vielen Zuhörern - und auch dem musikalisch versierten Fürsten - klar gewesen sein: „Auch eine temperierte Stimmung ist brauchbar und ausdrucksstark. Hören sie selbst.“

Es ist auffällig, dass gerade das *Präludium C-Dur* eine weitgehend homogene Struktur aus aufsteigenden Akkordzerlegungen aufweist. Die sagemumwobene Virtuosität Bachs trat hier zurück. Nicht nur als Lehrstück für Schüler ist das Stück ideal, sondern auch um die akustisch-harmonische Stimmigkeit des Tonraums Schritt für Schritt zu bewerten. Das Publikum wurde förmlich eingeladen, sich gleich zu Konzertbeginn in den harmonischen Eindruck zu vertiefen und die üblicherweise problematischen Regionen gleichsam „abzutasten“. Und so wie die Mitglieder der *Académie des sciences* kritische Fragen an Sauveur-Loulié stellten, so wird auch die Köthener Hofgesellschaft Urteile über Gelingen oder Misslingen dieses Experiments abgegeben haben, dass ja auf die prinzipielle Annehmbarkeit temperierter Stimmungen abzielte. Ein leichtes Lächeln oder gar ein Rümpfen der fürstlichen Nase konnte später zu aufgeregten Diskussionen Anlass geben.

Dass ich große Ähnlichkeiten zwischen Sauveur-Louliés und Bachs Vorgehen nahelege, überrascht jetzt (hoffentlich) niemanden mehr. Es gibt Analogien sowohl in ihrer Vorbereitung, als auch in ihrer Präsentation - nicht nur, dass beide auf Schwebungen lauschten und diese zählten. Aber es gibt auch wichtige Unterschiede. Das - und das Spezifische des Bachschen Experimentierens - soll der folgende Vergleich der Fälle zeigen.

3. Was tat Bach, das Sauveur-Loulié nicht tat?

Mit der berechtigten Frage, *ob* man Bachs Vorgehen überhaupt ein Experimentieren nennen sollte, will ich mich nicht lange aufhalten. *Erstens* hat Bach Phänomene praktisch erzeugt - einerseits die Schwebungen, andererseits den geschlossenen Quintenzirkel. *Zweitens* wurde das Resultat öffentlich präsentiert. Darüber hinaus nahm sich Bach ein allgemein bekanntes Problem vor, verwendete einen spezifischen Apparat, behandelte ein physikalisches Phänomen als Indikator, brachte insgesamt hochspezialisiertes Vorwissen ein und zielte auf etwas Prinzipielles ab. Auch wenn es Herrn Enzensberger nicht gefallen hätte, so ist nach dieser verbreiteten Definition von „Experiment“ der Fall hinreichend gesichert.

Von größerem Interesse ist jedoch die nähere Beschreibung im Rückgriff auf die drei erwähnten Unterscheidungen. Die *erste Unterscheidung* - übersetzendes und nicht-übersetzendes Handeln mit Akustischem und Visuellem - zeigt schon deutliche Unterschiede. („Übersetzung“ verwende ich hier im umgangssprachlichen Sinn.) Beide Experimentatoren handeln erst akustisch: Sauveur-Loulié erzeugt Schwebungen durch kleine Sekunden auf der Orgel, Bach durch Quinten auf dem Cembalo (hier mag schon eine erste Übersetzung im Spiel sein, die ich hier aber vernachlässige). Dann tritt in beider Handeln kurzzeitig eine Rückkopplung auf: Sie lauschen auf die Schwebungen und richten ihr weiteres Tun bis zu einem bestimmten Ergebnis daran aus. Sauveur-Loulié visualisiert, während Bach akustisch bleibt. Sauveur-Loulié transformiert das Übersetzungsergebnis - den Pendelfaden einer bestimmten Länge - noch mehrmals, indem er diesen ans Eichlineal anlegt und daran Ziffern abliest. Die Ziffern schreibt er auf und ordnet sie in einer Tabelle an. Bach dagegen agiert akustisch: Seine Aufmerksamkeit changiert zwischen dem Hören aufs physikalische Phänomen und dem harmonischen Eindruck - bis er den geschlossenen Quintenzirkel im Cembalo verankert hat. (Ich spreche dabei nicht von einer Übersetzung, weil der Unterschied zwischen unterbrochenem und geschlossenem Quintenzirkel nicht im visuellen Schema zu sehen, sondern nur zu hören ist.) In der öffentlichen Präsentation handelte Bach weiterhin akustisch, während Sauveur-Loulié beim Vorzeigen und der sprachlichen Erläuterung seiner Tabellen, Apparate und mathematischen Berechnungen vielfältig zwischen Akustischem und Visuellem wechselte.

(Mit Einschränkung könnte Bachs Notentext als Visualisierung durchgehen. Allerdings hat diese relativ weniger Gewicht als Sauveur-Louliés Tabellen. Ein einfaches Gedankenexperiment kann dies zeigen: Stellen Sie sich vor, sie befinden sich in einem Bach-Konzert. Wenn nun der Interpret meint, er brauche die Noten nicht zu lesen, sondern nur das Stück zu spielen, dann haben Sie wahrscheinlich keine Einwände. Wenn nun aber der Interpret meint, er wisse ja, wie das Stück klingt und deshalb brauche er nur die Noten zu lesen? Sauveur-Louliés Tabellen darf man in letzterem Sinne gebrauchen.)

Verbergen ist in diesen Experimenten ebenso wichtig wie sein Pendant in der *zweiten Unterscheidung*, das Erzeugen. Beide Verfahren beginnen mit der Erzeugung des akustischen Phänomens - sukzessiv wird dabei der verfügbare Tonraum abgedeckt. Sauveur-Loulié beeinflusst die Schwebungen dann nicht mehr, sondern beobachtet. In seiner Rückkoppelungsphase stellt er eine Gleichheit im Visuellen her, eine *Identität*. Hält er dann einmal die gewünschten Fadenlängen in Händen, spielt das Akustische weiter keine Rolle. Hat er dann die Ziffern abgelesen und notiert, kann er wiederum Fadenpendel und Eichlineal zur Seite legen - der Rest ist Mathematik. Anders bei Bach: Er beeinflusst die Schwebungen. In seiner Rückkopplungsphase stellt er innerhalb des Akustischen ein Netz von korrelierten Schwebungen her. Ziel ist hier die *Identität* des Anfangs- und des Schlusstons des Quintenzirkels. Sauveur-Loulié erzeugt also eine Identität zwischen den Schwebungen und einem visuellen Analogon. Bach erzeugt eine Identität innerhalb des Akustischen - aber nicht zwischen Schwebungen, sondern *mittels* ihrer.

Gleichzeitig zielen beide darauf ab, andere Schwebungen zum Verschwinden zu bringen: Bach diejenigen, die zwischen dem ersten und letzten Ton des unterbrochenen Quintenzirkels entstehen würden; Sauveur-Loulié diejenigen zwischen den akustischen Schwebungen und dem

Pendelschwung, deren Ungleichheit ebenfalls „Schwebung“ genannt wird. Beide erzeugen Schwebungen, um sie an anderer Stelle zu eliminieren.

In der Präsentation vor der *Académie* werden schließlich alle Schritte und Voraussetzungen von Sauveur-Loulié's Frequenzmessung noch einmal dargestellt. Die Schlüssigkeit der Identität wird bewertet, aber der Messvorgang selbst wird nicht noch einmal durchgeführt. Im Falle der Annahme darf das *echometre* dann in weiteren Berechnungen eingesetzt und die Einträge der Tabelle als vorliegende Referenzwerte genutzt werden. Zusätzlich werden Anwendungen bedacht. Das Konzertpublikum Bachs hingegen hätte eine Darstellung von Bachs Stimmungsverfahren gelangweilt. Anders als bei Sauveur-Loulié wird hier das Stimmergebnis selbst bewertet. Und nicht nur macht das *Präludium C-Dur* den temperierten Tonraum besonders deutlich hörbar, sondern die weiteren Stücke der Sammlung buchstabieren selbst schon neue Möglichkeiten aus. Sauveur-Loulié *musste* das Verfahren samt Zwischenresultaten offenlegen, damit es angenommen werden konnte; aus demselben Grund musste Bach das Verfahren weglassen.

Die *dritte Unterscheidung* ergibt eine weitere Divergenz: Einerseits verwenden beide ein indexikalisches Zeichen: die Schwebungen als Index eines Frequenzverhältnisses. Dann aber ging es Sauveur-Loulié um die Erzeugung indexikalischer, Bach hingegen um die Anwendung eines ikonographischen Zeichens im Sinne Peirce' (vgl. Burks 1949). Sauveur-Loulié ging wie jemand vor, der ein Mikroskop baut; Bach wie jemand, der zeigt, wie man es scharf stellt.

Durch die Anerkennung von Sauveur-Loulié's Tabellen wurde deren Herstellung als ein „rein technischer“ Prozess aufgefasst und danach galt die schriftliche Anordnung als ein Indikator nicht mehr für menschliche Aktivität, sondern für reale Phänomene. Nach der Anerkennung dieses Status im Zuge der öffentlichen Präsentation vor der *Académie* konnte die Anordnung die Rolle von empirischem Beweismaterial übernehmen.

Bach hatte ein anderes Ziel. Das Problem bestand darin, einen Widerstand des Realen zum Verschwinden zu bringen. Gegen die Umrundung des Quintenzirkels legte bis dato die akustische Wirklichkeit Veto ein. Die Uraufführung des WK demonstrierte, wie dem beizukommen war. Was auf dem Spiel stand, war nicht die Anerkennung eines Indikators für Realität, sondern die Entkopplung tonal-harmonischer Kompositionslogik vom Widerstand der Wirklichkeit. Realität wurde gefügig gemacht. Es konnte dann gesagt werden, dass der „Quintenzirkel“ die Struktur tonal-harmonischer Beziehungen repräsentiert - theoretisch *wie auch praktisch*. Wenn, mit Bachelard gesprochen, Messinstrumente letztlich Theorien sind (Bachelard 1987, S. 348), dann könnte man sagen, Bachs temperiertes Cembalo habe den Quintenzirkel überhaupt erst manifestiert. Ich weiß nicht, ob sich mal jemand persönlich bei ihm dafür bedankt hat.

Folgendes möchte ich hier festhalten: 1. Sauveur-Loulié hat zwischen Akustischem und Optischem übersetzt; Bach nicht. 2. Beide stellen praktisch erzeugte Schwebungen ins Zentrum auditiver Aufmerksamkeit, wobei Sauveur-Loulié die Schwebungen beobachtete, Bach dagegen sie manipulierte. Für beide werden die Schwebungen bei der Präsentation im Idealfall irrelevant. 3. Sauveur-Loulié's Resultat ist ein indexikalisches Zeichen; Bachs Resultat die Manifestation eines ikonischen Zeichens.

In Kombination dieser Punkte scheint mir, dass bloße Beobachtung der Schwebungen bei Sauveur-Loulié eine Voraussetzung für deren Übersetzung ins Visuelle ist. Nicht weiter

einzugreifen, ist wichtig dafür, dass die Kette der Verfahrensschritte als rein technisch angesehen werden kann. Hier soll eine Identität über Übersetzungen und Transformationen hinweg erhalten bleiben. Hält dies der Überprüfung stand, wird das Resultat als gültiger Index akzeptiert. Es gilt dann zukünftig als anerkannte Tatsache, dass Ton x die Frequenz y *hat*. Bach verletzt diese Nichteingriffs-Direktive, denn seine Manipulation der Schwebungen ist notwendig für das Stimmverfahren. In der Aufführung wird die hergestellte Identität im Hinblick auf ihre Brauchbarkeit als Norm bewertet, nicht ihr Realitätscharakter. Nicht der Weg zum Resultat wird überprüft, sondern das Resultat spricht für sich selbst.

Ausklang: Modelle des Experimentierens der Gegenwart

Lässt sich denn aus diesen Überlegungen irgend etwas Interessantes für die heutige Zeit folgern? Übersetzen Wissenschaftler, nicht jedoch Komponisten? Manipulieren Künstler die erzeugten Phänomene, während Wissenschaftler sie nur beobachten? Zielen wissenschaftliche Experimente auf die Produktion indexikalischer Zeichen ab, während ästhetische Experimente ikonographische Zeichen manifestieren? Vor Verallgemeinerung sei gewarnt. Für unsere plurale Gegenwart - aber auch schon für die Neuzeit - lassen sich solche Hypothesen nur durch langwierige und irgendwann langweilige Einzelanalysen prüfen. Gegenbeispiele für jede einzelne Hypothese sind zu erwarten. Wenn wir aber die Entweder-Oder-Geltungsfrage einmal hinter uns lassen, ist die Tendenz der Hypothesen nicht unplausibel. Zwar wird heute - anders als zu Bachs Zeiten - der künstlerische Produktionsprozess häufig ebenso präsentiert, wie sein Ergebnis. Manchmal ist er selbst das Ergebnis. Aber die Etablierung von indexikalischen Zeichen scheint mir auch heutzutage nicht das Ziel ästhetischen Experimentierens zu sein. Eher schon - und das ist zweifelsohne ein Gemeinplatz - Sinnzusammenhänge, Deutungsangebote, Wahrnehmungsverschiebungen, Handlungshinterfragungen und Derartiges.

Ein eindrucksvolles Beispiel für eine solche Verschiebung ist das Klangprojekt *Bach_10k* des Medienkünstlers J. Scriba von 2008 (Weblink s.u.). Es verbindet eine bemerkenswerte Klangerfahrung mit einer überraschenden Resynthese der oben dargestellten Experimente. Hier dirigiert ein Foucaultsches Pendel in einem monumentalen Gaskessel das *Präludium in C-Dur*. Das Pendel ist so Vermittler zwischen Physik und Musik - ein naturgesteuertes Metronom. Die Orgelpfeifen sind hier nicht temperiert, sondern rein gestimmt. So erklingt das *Präludium* gewissermaßen unter „natürlichen“ Bedingungen - inklusive der damit einhergehenden Schwebungen, die nicht mehr Mittel sind, sondern Teil der ästhetischen Erfahrung. Es ist, als ob Sauveurs Pendel und Bachs *Präludium* nach langer Zeit zueinander gefunden hätten - nur dass diesmal die Erdrotation als Taktgeber die Musik durch erhabene Verlangsamung ins Akustische entschweben lässt. Bei größeren historischen Sprüngen glückt schon mal solch ein schönes Durcheinander.

Deutungsprozesse gibt es auch in den Wissenschaften - allerdings weniger beim Experimentieren, sondern eher dort, wo experimentelle Ergebnisse mit Theorien in Einklang

gebracht werden sollen: in der *Modellbildung*. Klar ist: Auch durch wissenschaftliches Modellieren wird (wie beim Experimentieren) etwas versucht oder probiert. Die begriffliche Trennung von Modellieren und Experimentieren macht aber in den Wissenschaften durchaus Sinn (dazu Hacking 1983, S. 130f.). Bei der Übertragung des Experimentbegriffs aufs Ästhetische wären also die Verhältnisse zwischen Experiment, Theorie und Modell zu bedenken. Wo Kunst mit ihren Gegebenheiten experimentiert (und das tut sie vielfältig), verlässt sie doch nicht gänzlich die Modellierung - so meine Intuition. Dass auch bei Thematisierung der ersten Natur stets unsere zweite Natur ihr Thema ist, wäre eine mögliche Folgerung.

Um hier weiterzukommen, bedarf es eines Vergleichs zwischen wissenschaftstheoretischen Beschreibungen von Modellierung und Experiment einerseits (Cartwright 1999, Hacking 1983, Rheinberger 2001) und einer analogen dichten Beschreibung ästhetischer Praxis andererseits. Dass der Modellbegriff heutzutage weit verbreitet ist und auch von *Hair Stylisten* geführt wird, steigert seinen Differenzierungsgrad nicht unbedingt. Eher schon, dass er in Adornos *Negativer Dialektik*, in Wittgensteins *Tractatus* oder auch in der Philosophie der Wahrnehmung eine Rolle spielt (Adorno 1997, Wiesing 2002, Wittgenstein 1984). Aber bisher ist der Modellbegriff in der philosophischen Ästhetik nicht besonders prominent. Zunächst wäre ästhetische Praxis unter Aspekten des Modellierens zu beschreiben, dann zwischen Modellieren und Experimentieren zu verorten und anschließend mit wissenschaftlichen Verfahren zu kontrastieren, um notwendige begriffliche Anpassungen auszutarieren.

Daraus lässt sich vielleicht ein Modell ästhetischen Experimentierens entwerfen. Das hätte sich allerdings erst in einer ausgiebigen Testphase zu bewähren: „Once the model is built, we do not learn about its properties by looking at it; we have to use and manipulate the model in order to elicit its secrets.“ (Friggs/Hartman 2006) Das erfordert einigen Aufwand, aber ich denke, eine solche Experimentenreihe ist ein aussichtsreiches Wagnis.

Literatur:

Adorno, Theodor W. 1997: *Negative Dialektik*, Frankfurt/M.: Suhrkamp

Bachelard, Gaston 1987: *Die Bildung des wissenschaftlichen Geistes: Beiträge zu einer Psychoanalyse der objektiven Erkenntnis*, Frankfurt/M.: Suhrkamp, Orig. *La formation de l'esprit scientifique. Contribution à une psychoanalyse de la connaissance objective*, Paris: Librairie Philosophique J. Vrin, 1938

Bacon, Francis 1905: *The Great Instauration*, in: *The Philosophical Works of Francis Bacon*, London

Bendeler, Johann Philipp 1690: *Organopoeia*, Frankfurt/Oder

Beyreuther, Rainer 2007: Artikel „Werckmeister, Andreas“, in: Finscher, Ludwig (Hg.) 2007: *Die Musik in Geschichte und Gegenwart. Allgemeine Enzyklopädie der Musik*, Personenteil 17: Vin-Z, Kassel et. alt.: Bärenreiter, Spalte 774-779

Blumröder, Christoph von 1981: Artikel „Experiment, experimentelle Musik“, in: Eggebrecht, Hans Heinrich/Riethmüller, Albrecht (Hg.) 1984: *Handwörterbuch der musikalischen Terminologie (Ordner II: Clav-E)*, S. 118-140

Burks, Arthur W. 1949: „Icon, Index, and Symbol“, in: *Philosophy and Phenomenological Research* 9 (1949), S. 673-689

- Cartwright, Nancy 1999: *The Dappled World. A Study of the Boundaries of Science*, Cambridge: Cambridge University Press
- Dahlhaus, Carl 1989: Die Musiktheorie im 18. und 19. Jahrhundert, Zweiter Teil: Deutschland (Geschichte der Musiktheorie, Bd. 11), Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft
- Dejans, Peter (Hg.) 2007: *Towards Tonality. Aspects of Baroque Music Theory* (Collected Writings of the Orpheus Institute, Bd. 6), Leuven: Leuven University Press
- Enzensberger, Hans Magnus 1962: „Die Aporien der Avantgarde“, in: Ders. 1964: Einzelheiten II: Poesie und Politik, Frankfurt/M.: Suhrkamp
- Fontanelle, Bernard Le Bovier de 11716: *Éloge de Joseph Sauveur*, in: *Histoire de l'Académie Royale des sciences 1716*
- Frigg, Roman/Hartman, Stephen 2006: Artikel „Models in Science“, *Stanford Encyclopaedia of Philosophy*, URL: <http://plato.stanford.edu/entries/models-science/> (aufgerufen am 24.1.2012)
- Gessinger, Joachim 1994: Auge & Ohr. Studien zur Erforschung der Sprache am Menschen 1700-1850, Berlin: de Gruyter
- Gouk, Penelope 1999: *Music, Science and Natural Magic in Seventeenth-Century England*, New Haven/London: Yale Univ. Press
- Hacking, Ian 1983: *Representing and Intervening. Introductory Topics in the Philosophy of Natural Science*, Cambridge et. al.: Cambridge Univ. Press
- Hirschmann, Wolfgang 2005: „Das 17. Jahrhundert: Desintegration und Diversifizierung“, in: de la Motte-Haber, Helga/Schwab-Felisch, Oliver 2005: Musiktheorie (Handbuch der Systematischen Musikwissenschaft, Bd. 2), Laaber: Laaber Verlag, S. 93-126
- Hoppe, Günther 1998: „Zu musikalisch-kulturellen Befindlichkeiten des anhalt-köthischen Hofes zwischen 1710 und 1730“, in: Hoppe, Günther (Hg.) 1998: Beiträge zum Kolloquium „Kammermusik und Orgel im höfischen Umkreis - Das Pedalcembalo“ am 19. September 1997 im Johannegeorgsbau des Schlosses Köthen (Cöthener Bach-Hefte, Bd. 8), Köthen: Ziethen Verlag, S. 9-52
- Költzsch, Peter 2010: Von der Antike bis in das 20. Jahrhundert - ein Streifzug durch die Geschichte der Akustik (Schriftenreihe zur Geschichte der Akustik, Heft 1), Berlin: DEGA
- Kuhn, Thomas S. 1997: Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen, Frankfurt/M.: Suhrkamp, Orig. *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago, 1962
- Latour, Bruno/Woolgar, Steven 1986: *Laboratory Life. The Construction of Scientific Facts*, Princeton, New Jersey: Princeton Univ. Press, 1. Aufl. Sage Publ. 1979
- Loulié, Étienne 1698: *Nouveau système de musique* [...], Paris
- Mersenne, Marin 1636: *Harmonie Universelle contenant La Théorie et la Pratique de la Musique*. Paris
- Morgan, Mary/Morrison, Margaret 1999: *Models as Mediators. Perspectives on Natural and Social Sciences*, Cambridge: Cambridge University Press
- Palisca, Claude V. 2006: *Music and Ideas in the Sixteenth and Seventeenth Centuries*, Urbana/Chicago: Univ. of Illinois Press
- Rampe, Siegbert (Hg.) 2002: Bach - Das Wohltemperierte Klavier. Tradition - Entstehung - Funktion - Analyse. Ulrich Siegele zum 70. Geburtstag (Musikwissenschaftliche Schriften, Bd. 38), München; Salzburg: Musikverlag Katzschichler
- Rheinberger, Hans-Jörg 2001: Experimentalsysteme und epistemische Dinge. Eine Geschichte der Proteinsynthese im Reagenzglas, Göttingen: Wallstein Verlag, Orig. *Towards a History of Epistemic Things. Synthesizing Proteins in the Test Tube*, Stanford: Stanford Univ. Press 1997
- Sauveur, Joseph 1984: *Collected Writings On Musical Acoustics*, hg. von Rudolf Rasch, Utrecht
- Scriba, J. 2008: Bach_10k. URL (aufgerufen am 28.12.2011): <http://www.bach10k.net/index.html>

Werckmeister, Andreas 1691: *Musicalische Temperatur* [...], Leipzig

Wiesing, Lambert (Hg.) 2002: *Philosophie der Wahrnehmung. Modelle und Reflexionen*, Frankfurt/M.: Suhrkamp

Wittgenstein, Ludwig 1984: *Tractatus logico-philosophicus/Philosophische Untersuchungen*, in: Ders. *Werkausgabe*, Bd.1, Frankfurt/M.: Suhrkamp

Wolf, Christoph et. alt. (Hg.) 1993: *Die Bach-Familie*, Stuttgart; Weimar: Metzler, Orig. *Bach-Family*, London: Macmillan 1980