

PopScriptum

Schriftenreihe herausgegeben vom
[Forschungszentrum Populäre Musik](#)
der Humboldt-Universität zu Berlin

in: [PopScriptum 7 -Musik und Maschine](#)

Simulation: trompe l'oreille - trompe l'esprit ?

Martin Kleinmichel, Deutschland

Einleitung

Die folgenden Betrachtungen werden sich mit dem Thema Simulation bezogen auf Simulationen des Hörbaren beschäftigen. Dabei wird eine Beschränkung auf digitale Systeme erfolgen, um durch eine gewisse Konvergenz Schlußfolgerungen zu ermöglichen.

Problematisch ist bei diesem Thema vor allem seine relativ große Allgemeinheit, die einerseits die Gefahr einer Stagnation im Ringen um die Definition der Begrifflichkeiten, zum anderen die Notwendigkeit recht detaillierten Spezialwissens bedeutet. Der Charakter der Arbeit wird hierdurch mitgeprägt.

Am Beginn steht ein Textcorpus, der nach der Technik von Kathleen Berg aus diversen Zitaten zusammengestellt ist. Diese (durch und durch postmoderne) Technik bot sich wegen der Möglichkeit, mit ihr auf unorthodoxe Weise mehrere Denkebenen zusammenführen und somit zu neuen Anregungen zu führen, an. Ferner bilden die in diesem Teil auftauchenden Thesen ein wichtiges Gerüst der Betrachtung und werden an entsprechender Stelle im Verlauf der Arbeit wieder zu finden sein.

Die Betrachtung wird sich zuerst mit der Bedeutung von Simulation nach dem herkömmlichen Verständnis beschäftigen, um als Schlußfolgerung aus deren Einschränkungen ein neues Konzept von Simulation vorzustellen und dies eingehender zu untersuchen. Dabei kommen u.A. Aspekte wie deren Einordnung, Referenzialität zur Sprache. Nach einigen Überlegungen zu Motivation, Verhältnis zur Realität, Bedingungen und Verantwortlichkeit schließen eine Anzahl weiterführender Fragestellungen das Thema ab.

«Wir erkennen, daß Objekte und Subjekt nicht absolute, sondern relativ zueinander faßbare Begriffe sind, und daß sie Steigerungsfähig sind: immer objektivere Objekte und immer subjektivere Subjekte sind möglich. Aus dieser Erkenntnis beginnen wir, Techniken auszuarbeiten, deren Ziel es ist, immer objektivere alternative Welten, und immer subjektivere alternative Subjekte herzustellen. [...] Von dieser, aus formaler Theorie erwachsender Technik sind alternative Welten zu erwarten.» [\[1\]](#)

«Mit dem Begriffspaar *Simulation* und *Dissimulation* hat das Lateinische die in allen indoeuropäischen Sprachen verfügbaren Operationen der Affirmation und Negation drastisch erweitert. Während Affirmieren nur bejaht, was ist, und Negieren nur verneint, was nicht ist, heißt simululieren was nicht ist, zu bejahen, und dissimulieren, was ist, zu verneinen. Zum erstenmal in der Sprachgeschichte hat ein Code es seinen Subjekten oder Untertanen freigestellt, die Negation zu manipulieren und diese Manipulationen auf einen operativen Begriff zu bringen. Um auf den technischen Stand von heute zu kommen, mußte die Negation nur noch auswandern: von den Mündern und Papieren der Leute in die Elektronik-Gatter einer Booleschen-Algebra.» [2]

«Computer als die Musikautomaten der Zukunft werden uns mit Simulationen, nahezu unbegrenzten Manipulationsangeboten am Realen tiefer eindringen lassen in unsere Gesellschaftlichkeit und uns somit mit Fragen nach unserer Wahrnehmung, nach Sinn und Verantwortung konfrontieren.» [3]

«In der bisherigen Musikgeschichte hat es wohl kaum eine radikalere Entwicklung gegeben. Der Musiker sieht sich vor die gänzlich ungewohnte Situation gestellt, den Klang selbst erschaffen zu müssen.» [4]

«Die Imagination tritt zurück hinter die Simulation.» [5]

«Sollte künftige Computermusik mechanistisch, inhuman oder sonst irgendwie defekt sein, dann würden die Gründe dafür nicht in der instrumentellen, sondern in der ideellen Quelle liegen.» [6]

Das herkömmliche Verständnis

In den klassischen Definitionen des Begriffes Simulation nimmt der Aspekt der Nachbildung einen breiten Raum ein. Hier gilt Simulation vor allem als «*Nachbildung eines beliebigen Systems oder Prozesses durch ein anderes [kybernet.] Systemy* [7], wobei die mit dem simulierten System gewonnen Ergebnisse möglichst mit denen des ursprünglichen Systems übereinstimmen sollten» [8]. Für unseren Zweck ist dabei vor allem an die Nachbildung von Klang in umfassenden Sinn zu denken. (Auf das Vorhandensein weiterer Aspekte wie beispielsweise der Simulation von Spiegelgefühl [9] sei hier nur kurz hingewiesen [10].)

Kriterien

Als Kriterium für den Erfolg der Simulationen im Bereich des Hörens ist das menschliche Hörvermögen anzusehen, dessen Leistungsvermögen im Vergleich mit anderen Säugetieren allerdings eher durchschnittlich ist. Neben einer sehr eingeschränkten wahrnehmbaren Frequenzbreite und einer mittelmäßigen Hörschwelle wird die Charakteristik des menschlichen Gehörs durch eine Vielzahl von Unvollkommenheiten und Fehlleistungen gekennzeichnet.

Neben den physiologischen Gründen der Konstruktion des menschlichen Hörorgans hat diese Tatsache auch psychologische Ursachen, deren Aufarbeitung ganze Bücher über Psychoakustik gewidmet sind. Stellvertretend aus der Vielzahl der diesbezüglichen Untersuchungen sei in diesem Zusammenhang auf die Arbeit von John R. Pierce hingewiesen, der eine Vielzahl solcher Täuschungen dokumentiert hat [11]. Hierzu tritt zudem die Vorprägung und der kategorische Charakter unseres Hörsinnes, die eine "neutrale" Wahrnehmung erschweren (die schwierige Objektivierbarkeit solcher Begriffe wie "tragfähig", "voller Ton" oder "klingschön" macht diesen Aspekt deutlich).

Für die Bedingungen von Simulation bedeutet dies einen wesentlichen Punkt. Gelingt es, ihn mit dem Simulationsprozeß zu verzahnen, kann er den Simulationsaufwand erheblich verringern. Wo dies nicht machbar ist, trägt der 'menschliche Faktor' im Verein mit der anfallenden Datenmenge dazu bei, daß bis heute die Simulation mancher natürlichen Klangkomplexe teilweise enormen Schwierigkeiten unterworfen ist [12].

Technische Schwierigkeiten

Die angesprochene Datenmenge liegt in der Komplexität vieler Klangmuster, d.h. deren geringer Periodizität, die eine rechnerische Nachbildung erschwert, begründet. Einige wenige Beispiele sollen diese Komplexität, welche der Simulation mancher Klänge (noch) Grenzen setzt, verdeutlichen:

Generell scheint für die Wahrnehmung von Klängen zu gelten, daß, ähnlich der Symmetrie beim Visuellen, die Aufmerksamkeit bei Periodizität eines Klanges rasch abnimmt [13]. Ständige Wiederholungen lassen das Interesse sinken. Zudem liegt im Instationären, d.h. der ständigen Veränderung des Frequenzspektrums über den zeitlichen Verlauf, ein wichtiges Kriterium für die Empfindung von Wohlklang [14] - prinzipiell aber lassen sich periodische und stationäre Klänge mit geringerem Aufwand nachbilden, jede zusätzliche Rechenoperation erschwert die Simulation.

Auch Formanten [15], die für die Arbeit des Wahrnehmungsapparates eine große Erleichterung darstellen, da bei der Klangbestimmung nur bestimmte Frequenzbereiche anstelle des gesamten Frequenzspektrums einem konkreten Klang zugeordnet werden müssen, bedeuten für die Berechnung enormen Mehraufwand, da die Tonhöhenänderung nicht über die, relativ einfache, Veränderung der Abspielgeschwindigkeit (nach dem Tonbandprinzip) geschehen kann, sondern die Formantbereiche durch aufwendige Berechnungen stationär gehalten werden müssen [16].

Desgleichen ist die Empfindung von Lautheit nicht ausschließlich eine Frage des unkomplizierten Parameters Lautstärke. Bei der Veränderung der Lautstärke findet bei Naturinstrumenten auch eine Veränderung des Frequenzspektrums statt, so springt beispielsweise der stärkste Partialton in den nächst höheren Formantbereich (akustisches Sprunggesetz) –die daraus erwachsenden Konsequenzen für die rechnerische Nachbildung sind auch hier analog.

Perspektiven

«Mit den technischen Mitteln des Rundfunks ist ein viel Höheres, Gewaltigeres zustande zu bringen, nämlich der Tonkunst die Gesamtheit aller Schwingungen [...] zur Verfügung zu stellen. Mit dieser Totalität kann uns ein Ton – Neuland erstehen, das alles bisher Erreichte vollständig in den Schatten stellt.» [17]

Ihre Stärke können Simulationen hingegen dort ausspielen, wo sie das vormals Unmögliche (beispielsweise den nicht verklingenden Hall [18], Perkussivtöne ohne schnelle Amplitudenabschwächung, die anschlagssensitive Orgel) entwickeln, dadurch dem Vergleich mit der Natur enthoben.

Die Suche nach neuen klanglichen Perspektiven ist von Beginn an mit der Geschichte elektronischer Musik verbunden: schon für Thaddeus Cahill, als Konstrukteur des Dynamophons (1900) einer der Pioniere auf dem Gebiet der elektronischen Musikinstrumente, war die Beschränktheit der herkömmlichen Instrumente Antrieb für die Suche nach neuen Klangmöglichkeiten [19]. Die Forderung nach neuen Klangmöglichkeiten steht auch bei Busoni und seinem «Entwurf einer neuen Ästhetik der Tonkunst» (1906) an zentraler Stelle. Auch andere Komponisten wie Edgar Varèse, Charles Chavez und Robert Beyer forderten neue klangliche Entwicklungen zur Beförderung der musikalischen Innovation. In der Diskussion, die von Beginn der Konstruktion elektronischer Musikinstrumente an um deren Legitimation geführt wurde, bildete der Aspekt verschiedener neuer Klangfarben in einem solchen Instrument eines der Hauptargumente auf der Seite der Befürworter.

Die Einbeziehung des Generierens von Strukturen ohne natürliches Vorbild bedeutet allerdings die Grenze für das Verständnis von Simulation als 'Nachbildung mit anderen Mitteln' (- welche Nachahmung ist es, das ehemals Unmögliche möglich zu machen ?).

Simulation und Postmoderne (Simulation als postmoderne Technik)

«Im Stadium der Simulation ist der Gegensatz Wahrheit-Lüge unbrauchbar geworden» [20]

Auf der Suche nach weiterführenden Denkmodellen bietet sich das Begriffsverständnis bei Friedrich Kittler an: Simulation wird hier [21] als Bejahung dessen, was nicht ist, bezeichnet. Durch die sprachgeschichtliche Betrachtungsweise, aus der heraus Kittler Simulation bearbeitet, setzt er Simulation in Beziehung zur Dissimulation (als Verneinung dessen, was ist) und verweist in diesem Zusammenhang auch auf die daraus resultierende subversive Potenz indem er daraus die Manipulierbarkeit der Negation ableitet.

Auf Ansatz Kittlers fußend stellt sich dabei die Frage, inwieweit es überhaupt noch sinnvoll ist, dem Simulakrum einen geringeren Realitätsgehalt beizumessen als dem, was keinerlei Simulation bedarf um zu existieren: mag auch sein Repräsentanzgehalt im Sinne einer Imitation des Vorhandenen gegen null gehen, hat sie doch in einem kleinen Teil von Wirklichkeit eine neue Facette eröffnet, die, unabhängig von ihrer Entstehungsweise, Realität geworden ist.

Konzentrieren wir uns auf den Phänotyp, erheben die Simulation zum Schöpfungsakt und akzeptieren die Simulation, d.h. ihr Ergebnis, als real, eröffnet sich die Möglichkeit *«immer objektivere alternative Welten, und immer subjektivere alternative Subjekte herzustellen»* [22] und mit dieser eine Vielzahl neuer Perspektiven. Die Postmoderne mit ihrer Strategieviefalt und Absage an eine Wahrheit mit Alleinanspruch hängt hiemit eng zusammen. Wenn Simulation eine postmoderne Technik ist, so in dem Sinne, daß sie realistische Alternativen bereitstellt die im Kontext des postmodernen verlorengegangenen Glaubens an das Absolute (Wahrheit, Fortschritt, Gerechtigkeit, reglementierte Normen, Genregrenzen) Realitätsstatuts erlangen können. Die baudrillardische Verdrängung der vormaligen Authentizität durch die 'Ordnung der Simulation' [23] wird auf der technischen Seite durch die Effektivität der Simulationsmaschinen gewährleistet, die uns so *«mit neuen Fragen nach unserer Wahrnehmung, nach Sinn und Verantwortung konfrontieren»* [24].

Auf dem klanglichen Sektor wird die Simulation dabei, prognostizierend betrachtet, die Imagination verdrängen [25], d.h. zu ihrem Mittel werden und dabei die Bindung der Idee an das Vorhandensein des Gegenstandes lösen. Polemisch formuliert, tritt an die Stelle des 'ob' das 'wie'.

Motivation

«Die Entfaltung der Tonkunst [scheitert] an unseren Musikinstrumenten» [26]

Während die Motivation für die Konstruktion der frühen elektrischen Musikmaschinen in der Suche nach neuen Klangmöglichkeiten zu sehen ist, scheint der originäre Antrieb für Simulationen pragmatischerer Natur gewesen zu sein und ist in der Vereinfachung des Produktionsprozesses und der Kostenersparnis zu suchen (so die Verwendung von Feder- oder Plattenhallgeräten anstelle entsprechender Hallräume oder die Einführung des Melotrons in den Motownstudios Anfang der siebziger Jahre zur Ersetzung der hauseigenen Streicher und deren daraus folgende Entlassung). Ebenso schnell wie sich aber der Anspruch, auch Klänge herkömmlicher Instrumente imitieren zu können bei den elektrischen Musikinstrumenten entwickelte, dürfte auch der kreative Umgang mit den Simulationsmaschinen zu Ergebnissen, welche die Simulation des Existenten hinter sich lassen, geführt haben, scheint es doch zu einem elementaren Bestandteil der (popmusikalischen) Entwicklung zu gehören, kreativ und vor allem jenseits der Anleitungen der Bedienungshandbücher mit den jeweiligen technischen Möglichkeiten umzugehen. [27]

Realität und Simulation

«Die wirkliche Definition des Realen lautet: das, wovon man eine äquivalente Reproduktion herstellen kann.» [28]

An dieser Stelle scheint es sinnvoll, auch noch einmal von einer anderen Seite auf das Verhältnis von Realität und Simulation einzugehen. Wie bereits deutlich geworden ist, stellt sich für die Simulation die Frage, inwieweit ihr Ergebnis die Bezeichnung real beanspruchen kann.

Konnte man in früheren Zeiten den vorgeblichen Gegensatz von Musik als Inkarnation des Kreativen, Schöpferischen und Emotionalen zur Nüchternheit, Rationalität und Wissenschaftlichkeit von Computern, im weiteren Sinne, noch in einer gewissen Hölzernheit computergenerierter Klangkomplexe bestätigt finden, so hat es die technische Entwicklung inzwischen möglich gemacht, künstliche Klangwelten zu erschaffen, denen kein Unterschied oder dieser nur im direkten Vergleich, mit dem natürlichen Vorbild (soweit vorhanden) anzuhören ist. Der Unterschied zwischen Original und Artefakt ist hier nur noch teleologischer Natur. Unter diesen Vorzeichen noch aufgrund der Herkunft eine Unterteilung in 'Simuliert' und 'Natürlich' vorzunehmen hieße, vorsichtig ausgedrückt, die Existenz der Postmoderne und deren Erkenntnisse bezüglich der Legitimierbarkeit von Wahrheit zu ignorieren.

Allerdings muß angemerkt werden, daß das Konzept von 'Realität' durch das obige sowie das unter 'Simulation und Postmoderne (Simulation als postmoderne Technik)' erörterte Verständnis stark ausgeweitet wird, was gleichzeitig auch zu einem gewissen Präzisionsverlust führen mag.

Perfektion und Natürlichkeit

«nature hates repetition and loves analogy» [29]

Die Möglichkeit, die erwähnten Konnotationen maschinengenerierter Musik hinter sich zu lassen, ist machbar geworden, indem die Maschinen in einem, einerseits mimetischen, Prozeß gelernt haben, die Kühle der Präzision zu verlieren. Wie bereits oben zu sehen war, ist Varianz und Instationärität ein wesentliches Merkmal des natürlichen Klanges. Nicht umsonst ist der vollkommen gleichmäßige Sinuston erst eine Errungenschaft des technizistischen 19. Jahrhunderts. So wie es Chowing [30] für möglich hält, daß ab einem gewissen Grad an Perfektion bei natürlichen Instrumenten deren Klang beim Zuhörer zu Irritation und Zurückweisung führt, verweist als (weiteres Beispiel) auch die 'Human Touch' – Funktion mancher Drumcomputer, die den programmierten Rhythmus mit kleinen Unregelmäßigkeiten in Tempo und Lautstärke befrachtet, auf die Verbindung von Natürlichkeit und Instationärität.

Die andere Seite dieses Prozesses ist paradoxerweise die ständige Perfektionierung der Technik, gerade um den Verlust an mathematischer Perfektheit zu gewährleisten. Dies zeigt letztendlich auch die Tatsache, daß Chowing als Realisierungsinstanz für obigen Fall nur elektronische Manipulationen für möglich hält.

Computer als die Realisation des Leibnizschen 'calculemus'

«Sicher liegen bei der Tonsynthese die Grenzen grundsätzlich nur in der Erfindungskraft des Musikers» [\[31\]](#)

Der leibnizsche Traum der Verifizierbarkeit durch Berechnung statt Argumentation scheint in Computern erreicht zu sein (was schließlich kann ein Computer anderes als rechnen?). Allerdings steht hier am Anfang immer die Programmierung, d.h. der menschliche Faktor, welcher das Umfeld, in denen die Berechnungen sich abspielen, festlegt. Stellt man in diesem Kontext noch die Frage nach der Verantwortung, liegt diese am ehesten noch beim Menschen, auch wenn ihm die weitere Kontrolle über den Rechenprozeß entnommen ist. Die Verantwortung für den Klang der Musik den Instrumenten zuzuschreiben, funktioniert somit nicht [\[32\]](#).

Referentialität

«Zwischen ihnen besteht kein Verhältnis wie zwischen Original und Imitation, auch kein Verhältnis der Analogie oder Spiegelung, es herrscht Äquivalenz» [\[33\]](#)

Baudrillard folgend, der als Bedingung für die Absolutheit der Simulation den Verlust der Referentialität der Symbole nennt, wäre zu fragen, wie konkret der Referenzverlust bei Simulationen des Hörens bereits ist. Da man zwar nach der Wahrnehmung vom Keyboardstreichern in Popmusikarrangements fragen kann, ohne größeren demoskopischen Aufwand aber wohl keine Antwort erhalten, kann dieser Spur im vorliegenden Rahmen nicht weiter nachgegangen werden. Allerdings scheint es mir, als ob tatsächlich eine Vielzahl von Eingriffen in den Klang, die in einer Musikproduktion üblich geworden sind und Raum, Weite, Lebendigkeit u.s.w. erzeugen sollen, nicht mehr als Manipulationen, die einem Ausgangszustand hinzugefügt wurden - sondern vielmehr mit dem Ausgangszustand selbst verschmolzen - wahrgenommen werden. Wenn sich nicht die Referenzialität, so hat sich hier doch zumindest die Referenz selbst aufgelöst.

Schluß

Abschließend soll auf eine Reihe von Fragen verwiesen werden, die sich im Zusammenhang mit den erfolgten Betrachtungen ergeben, denen aber im vorliegenden Rahmen nicht nachgegangen werden konnte.

Wenn auch der größte Teil an Simulationen mit Hilfe kybernetischer Systeme erfolgt, ist deren Verwendung jedoch nicht obligatorisch. Lassen sich Charakteristika finden, die Computersimulationen von anderen Simulationen unterscheiden? Ähnlich stark auf der Ebene der Verfahrenstechnik gelagert ist auch die nächste Frage. Fehlen dort genaue Daten eines zu simulierenden Prozesses weil dieser noch nicht realisiert wurde, behilft man sich, indem der Startpunkt der Simulation vorverlegt wird, d.h. noch in den Bereich des am Vorhandenen nachprüfbareren reicht. Findet sich in der letzten Phase der Überprüfbarkeit zwischen Simulakrum und Vorhandenem noch hinreichende Übereinstimmung, erhöht dies die Glaubwürdigkeit des Simulationsergebnisses. Inwieweit werden (oder lassen sich) ähnliche Strategien bei der Simulation von Audioereignissen anwenden?

Des Weiteren: Wird die Effektivität künftiger Simulationen zu einer Verunsicherung der Wahrnehmung führen? Und: Läßt sich möglicherweise jede Form der Musikreproduktion als Simulation (...eines Kammerorchesters, welches Haydn in einem konkreten Raum x spielt...) verstehen?

Endnoten

1. Flusser, Vilém: *Wonach?* In: Steffen, Andreas (Hrsg.): *Postmoderne*. Düsseldorf 1992. S. 26 f., zitiert nach: Enders, Bd II, S. 26 f.
2. Kittler: *Fiktion und Simulation*. In: *Ars Electronica*. Berlin 1989, S. 58. Zitiert nach Enders, Bd II, S. 25.
3. Harenberg, Michael: *Neue Musik durch neue Technik ?* In: Enders, Bd II, S. 26.
4. Pierre Boulez. Zitiert nach: Supper, S. 28.
5. Harenberg, a.a.O., S. 25.
6. Karkoschka, Erhard: *Über eine musikalische Erfahrung mit dem Computer*. In: Batel, S. 119.
7. Meyers großes Universallexikon, Band 13, Mannheim 1983, S. 67.
8. Bertelsmann Lexikon, Band 13, Gütersloh 1991, S. 222.
9. Etwa die E-Drum-Spitzenserie von Roland oder Yamaha, die durch Verwendung von Kesseln mit Fellbespannung bei Snare und Toms gegenüber den herkömmlichen Gummipads ein wesentlich authentischeres Spielgefühl bieten.
10. In diesem Zusammenhang existiert eine interessante Diplomarbeit, welche die Beziehung von Tondauer und Spielgefühl bei Verwendung von midifizierten Eingabegeräten untersucht (Junkers, Gerhard: *MIDI-Synthese in der kognitiven Musikologie: eine exemplarische Studie des psychoakustischen Phänomens der subjektiven Tondauer*. Wien 1995).
11. siehe beispielsweise Pierce, S. 175 ff.
12. Der in diesem Satz entstehende Eindruck, es handele sich bei den Parametern des Hörens um Faktoren, welche die Machbarkeit einer Simulation einfacher oder schwieriger gestalten, ist allerdings insofern problematisch, als sie (s.o.) das Kriterium selbst bilden, an welchem sich die Glaubwürdigkeit einer Simulation messen lassen muß.
13. vgl. Chowing, John: *Perceptual Fusion and Auditory Perspective*. In: Cook, S. 266 f.
14. vgl. Fricke, Jobst Peter: *Die digitale Klangsynthese auf der Basis von Impulsfolgen*. In: Enders, Bd II, S. 207.
15. Frequenzbereiche eines Klanges, die trotz Tonhöhenänderung relativ konstant bleiben.
16. Folglich bedeutete Rolands vor wenigen Jahren erfolgte Einführung eines Samplers, der auch qualitativ hochwertiges Arbeiten mit formantenreichen Klängen in Echtzeit gestattet, tatsächlich eine kleine Revolution auf diesem Sektor.
17. Jörg Mager, Erfinder des 'Sphärophons'. Zitiert nach Prieberg, S. 213.
18. Zum 'variablen Raum', der Möglichkeit jeden Raumklang unabhängig von der tatsächlichen Raumstruktur zu simulieren, siehe Reetze, S. 160.
19. So bemängelte Cahill an der Violine die beeinträchtigte Akkordfähigkeit, die rasch verklingenden Töne und die Schwierigkeit seiner Stimmung am Piano sowie die Orgel aufgrund der fehlenden Beeinflussbarkeit des Tones nach dem Erklingen (nach Prieberg, S. 199 f.).
20. Agentur BILWET. Zitiert nach: Bollmann, Stefan: *Sprung in die Fiktion*. In: Bohns, S.104.
21. Kittler: *Fiktion und Simulation*. In: *Ars Electronica*. Philosophien der neuen Technologien. Berlin 1989, S. 58. Zitiert nach Harenberg, a.a.O., S. 25.
22. Flusser, Vilém: *Wonach ?* In: Steffen, Andreas (Hrsg.): *Postmoderne*. Düsseldorf 1992. Zitiert nach Harenberg, a.a.O., S. 26 f.
23. vgl. Kraemer, Klaus: *Schwerelosigkeit der Zeichen ?* In: Bohns, S. 52.
24. Harenberg, a.a.O., S. 26.
25. Harenberg, a.a.O., S. 25.
26. Feruccio Bussoni. Zitiert nach: Prieberg, S. 201.

27. Man denke in diesem Zusammenhang nur an die etwa seit Ende 1999 zu beobachtende Vielzahl von verfremdeten Gesangspassagen, die auf die Verwendung von T.C Intonator bzw. Antares Autotune zurückgehen. Diese Geräte, deren Aufgabe es eigentlich ist, Unsicherheiten der Intonation in Echtzeit und für den Hörer nicht wahrnehmbar zu korrigieren, werden dabei mit extremen Regelungseinstellungen betrieben, die zu einem hochartifiziel und roboterhaft klingenden Ergebnis führen (u.a. Eiffel 65: I'm blue).
 28. Baudrillard, Jean. S. 116.
 29. Charles Ives. Zitiert nach: Fritsch, Johannes: Live-elektronische Musik. Musiker und Instrument im Zeitalter der Elektronik. In: Enders, Bd II, S. 70.
 30. a.a.O., S 26 f.
 31. Boulez, Pierre: Maestro Computer. Erforschung der neuen Tongrenzen. In: Batel, S. 41.
 32. vgl. Karkoschka, a.a.O., S. 119.
 33. Baudrillard, Jean. S. 87.
-

Literatur

- Baudrillard, Jean: *Der symbolische Tausch und der Tod*. Aus dem französischen von Gerd Bergfleth u.A., München 1991
- Bertelsmann Lexikon, Band 13, Gütersloh 1991
- Bohns, Ralf und Fuder, Dieter (Hrsg.): *Baudrillard: Simulation und Verführung*. München 1994
- Bursch, Peter: *Home-Recording*. Bonn 1986
- Busoni, Ferruccio: *Entwurf einer neuen Ästhetik der Tonkunst*. Frankfurt/Main 1974
- Batel, Günther u.A. (Hrsg.): *Computermusik. Theoretische Grundlagen, kompositionsgeschichtliche Zusammenhänge, Musiklernprogramme*. Laaber 1987
- Cary, Tristram: *Illustrated compendium of musical technology*. London 1992
- Enders, Bernd (Hrsg.) unter Mitarbeit von Stefan Hanheide: *Neue Musiktechnologie*. Vorträge vom KlangArt-Kongreß 1991 an der Universität Osnabrück, Band I & II, Mainz 1993
- Junker, Gerhard: *MIDI-Synthese in der kognitiven Musikologie: eine exemplarische Studie des psychoakustischen Phänomens der subjektiven Tondauer* (Diplomarbeit). Wien 1995
- Kaegi, Werner: *Was ist elektronische Musik ?*. Zürich 1967
- Meyers großes Universallexikon, Band 13, Mannheim 1983
- Pierce, John R.: *The science of sound* (dt. Klang: Musik mit den Ohren der Physik). Heidelberg 1989
- Perry R. Cook: *Music, cognition, and computerized sound: an introduction to psychoacoustics*. Cambridge 1999
- Reetze, Jan: *Musikcomputer – Computermusik*. Stuttgart 1987
- Reichardt, Walter: *Elektroakustik*. Leipzig 1971
- Reichardt, Walter: *Grundlagen der technischen Akustik*, Leipzig 1968
- Supper, Martin: *Elektroakustische Musik und Computermusik*. Darmstadt 1997