

Live-Elektronik in dieser Arbeit nicht berücksichtigt.

Auf einen chronologisch aufgearbeiteten Rückblick zu diesem Thema wird verzichtet, weil Laptopmusik eher ein Genre ist, das sich mit der Entwicklung von flexiblen und leichten Notebooks etabliert hat. Jedoch soll auf Interaktions- und Spielideen hingewiesen werden, die manchmal schon über 50 Jahre zurückliegen.

2 Kriterienkatalog

In diesem ersten Hauptteil wird versucht werden ein Katalog von Kriterien aufzubauen, der zum einen ästhetische Fragestellungen einbezieht, aber auch Kommunikationsmittel von Mensch-Computer-Interaktionen analysiert und schließlich auf die Realisations- (was wird beim Setup benutzt) und Implementationsstrategien (wie werden ästhetische Ziele erreicht) der improvisierten Laptopmusik eingeht.

2.1 Mechanopoet

Obwohl es in dieser Arbeit um improvisierte Laptopmusik geht und sich das Hörverhalten schon durch den performativen Charakter auch hin zur visuellen Wahrnehmung ändert, will ich trotzdem einleitend auf Hörkriterien eingehen, die historisch durch die Kölner und Pariser Studios¹³ ab den 50ern geprägt wurden.

2.1.1 Rezeptionskriterien elektroakustischer Musik

Beim Hören von elektroakustischer Musik wird dem Rezipienten nahegelegt 'aktiv' zu zuhören. In einem Vortrag beschrieb Karlheinz Stockhausen den Vorgang einmal so:

„Wenn sich jemand einfach von draußen so etwas anhört und nicht wirklich hört, also das Bewußtsein auf den Klang so konzentriert, daß er selber alle Vorgänge des Klanges innerlich mitmacht, dann passiert natürlich überhaupt nichts. Wenn er sie aber mitmacht, dann muß er sich selber teilen, dann wird er polyphon, dann wird er selber

¹³ Pierre Schaeffer arbeitete ab 1936 im Office de Radiodiffusion Télévision Française (ORTF) in Paris und gründete 1942 den Club D'Essai, wodurch er seine Ideen realisieren und senden konnte. Von 1953 bis 1998 produzierte Karlheinz Stockhausen seine Stücke auch im Studio für Elektronische Musik des WDR in Köln, wo er zeitweilig künstlerischer Leiter war.

mehrschichtig, dann zerbröckelt er selber in einer Schicht, der er selber gefolgt ist – aber muß doch auch kontinuierlich bleiben.“¹⁴

Die beeindruckende Anschaulichkeit dieses Prozesses geht später über in eine Qualität von elektronischer Komposition, die durch Assoziationsfreiheit gekennzeichnet ist.

„Im allgemeinen kann man schon ein erstes Kriterium für Qualität einer elektronischen Komposition daran erkennen, wie weit sie von allen instrumentalen oder sonstigen klanglichen Assoziationen freigehalten ist. Solche Assoziationen lenken den Verstand des Hörers ab von der Selbstständigkeit derjenigen Klangwelt, die man ihm vorstellt.“¹⁵

Stockhausen beschreibt zum einen aktives Hören und seine Erwartung gegenüber dem Zuhörer, zum anderen ist assoziationsfreies Klangmaterial ein Indiz für eine individuelle Klangwelt, die ein Komponist entwickelt, ohne sich bewusst oder unbewusst Klischees zu bedienen.

Schaeffer stellt vier Grundtypen des Hörens auf: *écouter*, *ouïr* (konkret/subjektiv), *entendre*, *comprendre* (abstrakt/objektiv)¹⁶. Erläuternd dazu schreibt John Dack:

„Die vier Aktivitäten wurden den Gegensatzpaaren abstrakt/konkret und objektiv/subjektiv zugeordnet. Der erste Gegensatz drückt aus, wie abstrakte Merkmale von Klängen – etwa Tonhöhe, Spektrum oder Vibrato – identifiziert werden können, und worin ihr Potenzial als Werte liegen könnte. «Konkret» beschreibt die nicht weiter differenzierte Gesamtheit der Charaktere, von denen solche Werte abstrahiert werden. (...) Der Gegensatz objektiv/subjektiv bezieht sich auf die Natur der Wahrnehmung selbst. «Objektiv» zeigt den Prozess an, bei dem Wahrnehmung auf die Klänge in ihrer Eigentlichkeit gerichtet wird., während «subjektiv» impliziert, daß die Tätigkeit der Wahrnehmung selbst untersucht wird.“¹⁷

Interessanterweise liegen hier die Hörerwartungen der Kölner und Pariser Schule gar nicht so weit auseinander, denn „bekanntermaßen projizierten die Hörer von Stockhausens elektronischen Studien in diese «reinen» Kompositionen ebenso viele klangliche und inhaltliche Assoziationen wie in die aus «realen» Klängen

14 Stockhausen, Karlheinz, Vier Kriterien der Elektronischen Musik. Tonbandtranskription eines Vortrages vom 14. September 1972 im Folkwang-Museum in Essen, in: Herzogenrath, Wulf (Hrsg.), Einzelband aus: Selbstdarstellung. Künstler über sich, Düsseldorf 1973.

15 Stockhausen, Karlheinz, *Elektronische und instrumentale Musik*, in: ders. Texte, Band 1, S. 140 – 151, hier S. 143.

16 Bei den vier Kategorien bezieht sich Dack auf Pierre Schaeffers 'Traité des objets musicaux', das aber leider während der Recherche nicht auffindbar war.

17 Dack, John, *Instrument und Pseudoinstrument: Akusmatische Konzeptionen*, in: E. Ungeheuer (Hrsg.), *Elektroakustische Musik*, S. 247.

gewonnenen Gebilde der *Musique concrète*.¹⁸ Als ein weiteres Kriterium kann Lachenmanns Aura der Klangmittel herangezogen werden:

„An der Art, wie die komponierte Struktur mit der Aura der Mittel umgeht, auf sie eingeht, sie nicht bloß negiert, sondern ihre Expressivität einbezieht, gar von der Auseinandersetzung mit ihr den schöpferischen Impuls bezieht (...), gibt sich die individuelle Ausprägung eines kompositorischen Willens zu erkennen.“¹⁹

Wobei es hier nicht um ein Hörmuster in der Wahrnehmung selbst geht, sondern schon um ein Kompositionskriterium, das sich beim Hören zu erkennen geben sollte, ähnlich wie bei Stockhausens De-Assoziation des Klangmaterials. Christoph Cox sieht in Singularitäten und Intensitäten²⁰ neue Aspekte des elektronischen Hörens. Singularitäten „sind Ereignisse, Momente in denen Partikel und Kräfte zusammenkommen, um eine Assemblage zu bilden, die ein gewisses Maß an Individuation erreicht.“²¹ und zwar des „Typus Ereignis, nicht des Typus Subjekt oder Objekt.“²² Wohingegen Intensität „die Arten, auf denen diese Singularitäten sinnlich wahrgenommen werden, ihre besondere Qualität und Kraft“²³ bezeichnet. Dies ist schon eine andere Perspektive, greift jedoch alte Kriterien der Form/Struktur (Singularität) und Klangfarbe (Intensität) auf. John Cage reduziert den Prozess der Wahrnehmung auf die Erfahrung²⁴ und ähnlich beschreibt es auch Stefan Heyer mit dem Begriff der Perzepte, einem aus der Psychologie entlehnten Begriff des Wahrnehmungserlebnisses²⁵: „Wenn die Töne Klangfarbe und Intensität besitzen, die Klangkörper nicht nur Töne aussenden, sondern an ihnen teilhaben, selber zu Perzepten werden. Der Ausdruck der Musik ist diese Umwandlung von Wahrnehmungen in Perzepte.“²⁶

Was genau auch erfahrene Hörer als Teil einer Jury wahrzunehmen vermögen,

18 Wilson, Peter Niklas, Tabu oder Hohlform?, in: Zeitschrift für Neue Musik (6) 2003, S. 36-41, hier S. 40.

19 Lachenmann, Helmut, *Vier Grundbestimmungen des Musikhörens*, in: ders. Musik als existentielle Erfahrung, Wiesbaden 1996, S. 54-62, hier S. 61.

20 Vgl. Cox, Christoph, *Wie wird Musik zu einem organlosen Körper? Gilles Deleuze und die experimentelle Elektronik*, in: Kleiner, Marcus S. / Szepanski, Achim (Hrsg.), *Soundcultures*, Frankfurt am Main, 2003, S.162–194, hier S. 188.

21 Ebd. S. 188.

22 Ebd. S. 188.

23 Ebd. S. 189.

24 Vgl. Kostelanetz, Richard, John Cage im Gespräch, S. 102.

25 Vgl. URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Perzept> (Zugriff am 16.05.2009).

26 Heyer, Stefan, *Zwischen Eins und Null. Versuch über John Cage*, in: Kleiner, M. / Szepanski, A., *Soundcultures*, 2003, S.152–162, hier S. 156.

kritisiert Bob Ostertag in seinem Essay 'Why Computer Music Sucks' ebenso wie die vermeintlich ästhetische Weiterentwicklung der Computermusik.

„In fact, after listening to the 287 pieces submitted to Ars Electronica, I would venture to say that the pieces created with today's cutting edge technology (spectral resynthesis, sophisticated phase vocoding schemes, and so on) have an even greater uniformity of sound among them than the pieces done on MIDI modules available in any music store serving the popular music market. This fact was highlighted during the jury session when it was discovered that a piece whose timbral novelty was noted by the jury as being exceptional was discovered to have been created largely with old Buchla analogue gear.“²⁷

Für Ostertag scheinen selbst professionelle und akademische Hörer nichts von aktiver Rezeption zu halten und ignorieren Wahrnehmungskriterien der elektroakustischen Musik, die über 50 Jahre entwickelt wurden.

2.1.2 Rezeptionsproblematik in der Laptopmusik

Im Rahmen der improvisierten Laptopmusik erweitern sich die Kriterien hin zu visuellen, performativen Eigenschaften: in einer typisch konzertanten Situation (ich werde die immer beliebtere Form des 'Live-Acts' bei Vernissagen und Lounges mal nicht beachten) steht mindestens ein Performer auf der Bühne und bedient den Computer und diverse Interfaces, vielleicht gibt es zusätzlich noch ein Video. Auf die Kriterien der Körperlichkeit und Präsenz werde ich später eingehen, zunächst soll erstmal die Konstellation Mensch-Computer beleuchtet werden.

Bernhard Gäl stellt die Frage nach dem bewussten Umgang mit Intermedialität während der Performance und zweifelt die Achtsamkeit vieler Künstler an, da der Fokus nicht auf dem Inhalt des Stückes liegt, sondern eher auf dem technischen Setup:

„Multimedia ist zwar längst Massenkompatibel geworden – ohne «Interaktivität» kommt kaum ein Kunst- oder Musikfestival mehr aus. (...) Und im Bereich der experimentellen elektronischen Musik scheint es zuweilen bereits zum künstlerischen Erfolg zu reichen, wenn ein Max/MSP-Patch (...) ohne Computer-Crash «durchkommt», doch wie oft wird die künstlerische Konzeption fernab von technologischen Gesichtspunkten noch hinterfragt? (...) Für eine erfolgreiche mediale und sensorische Vernetzung steht für mich vor

²⁷ Ostertag, Bob, Why Computer Music Sucks in Resonance Magazine (Bd. 5/1) 2000, London Musicians' Collective, siehe auch: http://creativetechnology.salford.ac.uk/fuchs/theory/authors/bob_ostertag.htm (Zugriff am 13.05.2009).

allein eine gesteigerte Achtsamkeit im Vordergrund. (...) Die entsprechende Frage an den Kunstschaffenden ist nun: Wird bewusst auf mehreren Ebenen gearbeitet oder nicht?²⁸

Der Einsatz von Technologie hat auch für Kurt Boehmer Folgen: „Je avancierter die Technik, umso mehr ist der Komponist dazu gezwungen, sich diesen organisatorischen Techniken zu widmen. Sofern er überhaupt eins hat, hat jedoch auch der Komponist nur ein Gehirn. In dem Maße, in dem dieses durch technisch-organisatorische Probleme absorbiert wird, wird der Raum für die Entwicklung der eigentlichen kompositorischen Arbeit immer geringer.“²⁹ Trotz reißerischer Rhetorik ist der Kern der Aussage nachvollziehbar, denn die Software-seitige Entwicklung von interaktiven Setups ist immer noch umfangreich und schmälert die Konzentration auf den Inhalt des Stückes. Kompositionen in einen Echtzeitkontext zu bringen führte leider auch zu Performance-Schimären, in denen der vermeintliche Performer auf der Bühne lediglich eine Audio-Datei abspielt, obwohl Laptop, Mixer und Interfaces aufgebaut waren. Sehr beliebt ist diese Augenwischerei auch bei Live-Acts von Techno-Veranstaltungen und genau dieses Zerrbild der Laptopmusik hat Florian Zwissler³⁰ als Idee für eine als live-elektronische Performance angekündigte Aufführung zur Grundlage genommen, um den Widerspruch zwischen performativer Geste und tatsächlichem Klangresultat aufzuzeigen; tatsächlich wurde hier nur eine Datei abgespielt. Nach Guy Garnett könnte allerdings auch das Auslösen des Play-Knopfes des CD-Spielers als performativer Akt gelten.³¹

Kim Cascone kritisiert den Mangel an Vermittlung in der Laptopmusik nicht nur, weil das Instrumentarium virtualisiert wird und auch die Partitur dem Performer nur noch digitalisiert zugänglich ist und somit Hörer zurückbleiben, „die unfähig sind, dem Erlebnis einen Wert beizumessen.“³² Auch umfasst die Kritik den Hörer selbst die Fähigkeiten aktiver Rezeption wiederzuerlangen. Der Grund dafür ist

28 Gál, Bernhard, Adorno, Star Wars, Club Transmediale, in: Zeitschrift für Neue Musik (4) 2005, S. 25, hier S. 25.

29 Boehmer, Kurt, Fetisch und Priester, in: Zeitschrift für Neue Musik (4) 2005, S. 18-21, hier S. 20.

30 Florian Zwissler, kontextklänge I: stillbapf, aufgeführt im Juli 2004 beim Klassenkonzert der Komponisten in der Neuen Aula der Folkwang Hochschule.

31 Vgl. Garnett, G., *The Aesthetics of Interactive Computer Music*, 2001, S. 21-31, hier S. 24.

32 Cascone, Kim, *Deterritorialisierung, historisches Bewusstsein, System. Die Rezeption der Performance in Laptop-Musik*, in: Kleiner, M. / Szepanski, A., *Soundcultures*, 2003, S.103.

für Cascone ein sozial-ökonomisches Phänomen: seiner Ansicht nach ist die Popkultur als Superkultur die herrschende Instanz über der Laptopmusik als Subkultur. Die Stellung der Popkultur als Superkultur wurde aber nicht etwa durch kapitalistische Strategien infiltriert, sondern durch die Haltung des Konsumenten legitimiert:

„Während die Hörer zunehmend durch Medien der Popkulturindustrie beeinflusst werden, erfüllt das mediale Sendernetzwerk (d.h. Der geballte Einfluss von Musikvideos, Film, Fernsehen, Radio, Internet, Zeitschriften etc.) konsequent die Erwartungen des Publikums und konventionalisiert dadurch die Regeln kultureller Konsumtion. (...) Indem bestimmte Regeln musikalischer Performance privilegiert werden und eine Reihe konventionalisierter Erwartungen erfüllt wird, konsumieren die Hörer Musik als Ware und weniger als Kunstform“³³

Der Appell Cascones richtet sich also nicht nur an den Schöpfer der Laptopmusik, der auch dafür sorgt, dass der Rezeptionsmodus von aktiv in zerstreut übergeht³⁴, sondern ebenso an den Rezipienten selbst, denn „die Hörer müssen zuerst ihr kulturelles System auf aktive Rezeption umprogrammieren, um ihre Fähigkeit, an der Sinnstiftung teilzuhaben, wiederzuerlangen.“³⁵ Zusammenfassend bringt er seine Gedanken zu einer konstruktiven Aussage: „Damit elektronische Musik zu künstlerischem Wachstum zurückfinden kann, bedarf es eines Wandels in Richtung Wiedererlangung historischer Kontexte, Bewußtseinsbildung für Hörerwartungen und Entwicklung nicht zerstreuter Rezeptionsmodi.“

Rissetts³⁶ Skepsis gegenüber Echtzeit-Computermusik basiert vor allem auf seinen Erfahrungen bezüglich Limitierung: zum einen in der Breite der Klangkomplexität, die sich in real-time seiner Meinung nach nicht erreichen lässt, weil die musikalische Umgebung vorher fixiert werden muss, und zum anderen die damit einhergehende Limitierung in Klangwahl und Klangveränderung, die zu viele Parameter beinhaltet, als dass man sie während der Performance alle gleichzeitig und seinen musikalischen Vorstellungen entsprechend ändern könnte. Vielleicht ist gerade das der Grund, warum viele Performer während der Aufführung medusenhaft auf den Bildschirm starren, stets bemüht alle Parameter

33 Ebd., 103.

34 Vgl. ebd., 102.

35 Ebd., 106.

36 Risset, Jean-Claude, Composing in Real-Time?, in: Contemporary Music Review (18/3) 1999, S. 31-39, hier S. 33-34.

in Bewegung zu halten und möglichst keine Feedbacks und Übersteuerungen auszulösen. Jedoch unterstützen Objekte wie *patrstorage*³⁷ (Patcher Attribute Storage) nicht nur das Speichern und Abrufen von Datenzuständen der virtuellen Controller im Max/Msp-Umfeld, sondern auch das Interpolieren zwischen diesen Zuständen (bei Bedarf mit angegebener Gewichtung mehrerer Zustände). Das vereinfacht komplexe Parametermodulationen, ist aber für Künstler wie Sashiko M³⁸ nicht überzeugend, denn sie reduziert ihre Klangerzeugung auf einen Sinusgenerator, um gerade diesen Materialfetischismus³⁹ zu verhindern und sich nur auf einen Klang zu konzentrieren. Im Gegensatz zu Sashiko M ist die Folge der Parameterkomplexität anderer Performances eine Einschränkung bezüglich der Parameterbreite – qualitativ und quantitativ. Trotzdem werden solche Systeme als interaktiv und live-elektronisch bezeichnet, obwohl es eigentlich nur Korrekturen im Detailbereich der Parameter sind, die sich noch nicht einmal auf Strukturen beziehen, sondern bloß auf die Klangfarbe. Dies wirft wiederum die Frage auf, ob eine Live-Performance dann überhaupt noch Sinn macht. Diese Art von Detailarbeit lässt sich im Studio viel besser realisieren. Minimale Faderbewegungen, die Details verändern sollen, wofür meistens Midi-Controller benutzt werden, die gerade mal 128 Stufen für die Auflösung des Faders bieten, erzielen entweder nicht hörbare Resultate oder große, unerwünschte Sprünge im Parameterwechsel.

Caleb Stuarts Idee der Höraufführung⁴⁰ will den Hörer dazu bringen die Aktionen des Performers zu ignorieren und den Klang selbst als psychoakustische Performance wahrzunehmen. Raum, Position des Rezipienten und die Art der Beschallung erzeugen immer wieder neue Klangergebnisse, sobald sich einer der Parameter ändert. Künstler wie Phil Niblock⁴¹ arbeiten mit primitiven digitalen Klanggeneratoren und spielen mit Schwebungs- und Oberton-Modulationen,

37 Datenverwaltungsobjekt im Umfang der Software Max/Msp von Cycling enthalten (www.cycling74.com).

38 Sashiko M ist eine japanische Improvisationskünstlerin, die u.a. auch mit Toshimaru Nakamura arbeitet, <http://www.japanimprov.com/sachikom/index.html>.

39 Vgl. Dahlhaus, Carl, *Abkehr vom Materialdenken*, in: Algorithmus, Klang, Natur: Abkehr vom Materialdenken, Darmstädter Beiträge zur Neuen Musik, Band XIX, Mainz 1984, S. 45.

40 Vgl. Stuart, Caleb, *The Object of Performance: Aural Performativity in Contemporary Laptop Music*, in *Contemporary Music Review* (Bd. 22/4) 2003, S. 59-65.

41 Vgl. URL: <http://www.phillniblock.com/> (Zugriff am 16.05.2009).

deren Präsenz von der Resonanz und der Position des Hörers im Raum abhängt; schon bei minimalsten Drehungen des Kopfes in der Position des Zuhörers verändert sich der Klang. Niblock selbst zieht sich aus dem Blickfeld des Publikums zurück, agiert aber dennoch live. Interessanterweise muss Niblock seine Stücke auf Grund der individuellen psychoakustischen Mechanismen in den Räumen in Echtzeit präsentieren und gleichzeitig erzwingt er aktives Hören, obwohl das Publikum doch geneigt sein könnte sich für die Aktionen und Gesten des Performers zu interessieren.

2.1.3 Präsenz und Körperlichkeit

Anstatt dieser Problematik werkimmanent entgegen zu treten, verlagern Künstler wie Matthew Herbert ihre ästhetischen Ansätze auf den performativen Charakter.

Hierzu schreibt Timothy Jaeger

„In contemporary performance, many musicians have began using projected visuals and other theatrical devices to „add“ to a laptop show. For instance, Jan Jenelik uses a video backdrop while performing and Matthew Herbert destroys clothes, DVDs, and other commodities during a live set.“⁴²

Ob damit die mangelhafte Auseinandersetzung mit dem Thema Laptop und Bühnenpräsenz kompensiert werden kann, ist fraglich, auch wenn es darum geht sich mehr von den Performances zu unterscheiden, die eher statischer Natur sind.

„However, these do not continue the tradition of the twentieth-century artistic avant garde in challenging the entire nature of live performance.“⁴³ Und beschreibt die benutzten Objekte weiter als „yet devices that are not part of the musical work itself are still none the less used to compensate for a lack of theatricality.“⁴⁴ Die Beurteilung des Korrelationsdilemmas von Bühnenpräsenz und Klangresultat geht bei Jaeger sogar soweit, dass er Performern vorwirft, sie seien nicht fähig ohne Computer auf der Bühne zu agieren. „The discrepancy between the virtualization of information and the density of the corresponding human experience only reveals, in a colder light, how the electronic spectacle takes away the individual's

42 Jaeger, Timothy, The (Anti-) Laptop Aesthetic, in: Contemporary Music Review (Bd. 22/4) 2003, S. 53-57, hier S. 53.

43 Ebd., S. 53.

44 Ebd., S. 54.

ability to run his own life.“⁴⁵ Alternative Wege diese Diskrepanz zu überbrücken findet nach Jaegers Ansicht nur der/die KünstlerIn Terre Thaemlitz⁴⁶:

„If we are becoming lost to a dizzying array of machinic communication, then Terre Thaemlitz uses his/her machines, both in composition and performance, in numerous creative ways to counteract this growing discrepancy between the advances of the historical avant garde and the current capitalist demand for novelty entertainment value.“⁴⁷

Thaemlitz' Ansatz ist also kein funktionsloses Hinzufügen von noch mehr Spektakel-Material, sondern beruht auf der kritischen Auseinandersetzung mit politischem Material, das sie/er während der Performance nutzt.

„During one audio build-up, I jump up and smash the computer, the concert hall lights come up full white (as in a fire), one of the promoters runs onto the stage in a wave of panic, etc... the idea being to confuse these lines between „improvisation“, planning, performance, breach of performance... basically allow the audience to catch themselves in a moment of panic or confusion, and let that brief „break“ in the performance totally overpower the „actual“ performance of music.“⁴⁸

Ähnlich wie bei Cascone ist Thaemlitz' Haltung nachzuvollziehen und die Bühnenwirksamen Konsequenzen verdeutlichen die Konsumkritik, aber es entsteht eine neue Diskrepanz zwischen improvisierter Musik, um die es hier nur noch marginal geht, und einer Bühnenkunst, die eben das Konsumentenverhalten aktiviert: man besucht die Performance von Thaemlitz vor allem der Unterhaltung, Unberechenbarkeit und Spontanität wegen, nicht etwa auf Grund seiner kritischen Positionierung in einem politischen Kontext. Trotzdem fällt auf, dass die Interaktion zwischen Akteur und Publikum von Bedeutung ist und diese Ko-Präsenz immer mehr mit einbezogen wird. Der Performer, der vorher nur Interpret seiner eigenen Kompositionen war, schreibt der Funktion seines Körpers mehr zu als nur die Interaktion mit dem Computer und somit seine Reduktion auf den phänomenalen Leib des Darstellers.⁴⁹ Die Rolle des Performers von Laptopmusik wird immer mehr transformiert hin zu einer darstellenden Figur, die

45 Ebd., S. 54, Zitiert nach Beausse, Pascal, *Information: inquiries into the real and self-media*, in: *Contemporary Practices, Art As Experience*.

46 Vgl. Terre Thaemlitz' Homepage URL: <http://www.comatone.com/thaemlitz/> (Zugriff am 23.05.2009).

47 Jaeger, Timothy, *The (Anti-) Laptop Aesthetic*, 2003, S. 54.

48 Ebd., S. 56.

49 Fischer-Lichte, Erika, *Ästhetik des Performativen*, Frankfurt am Main 2004, S. 129.

seinen Körper als Mittel zur Präsenz einsetzt und sich in Wechselwirkung mit dem Publikum in eine „autopoetische Feedback-Schleife“⁵⁰ bringt, was die Reaktionen des Publikums als notwendigen Bestandteil der Aufführung voraussetzt.

2.1.4 Aussichten

Der Begriff Mechanopoet ist einem Vortrag von Hannes Böhlinger entlehnt, der damit aussagen will, dass Menschen Geräte erfinden als Mittel, um ihre Macht zu steigern; für ihn sind diese Geräte die „Transportmaschine der Erkenntnis“⁵¹. Aus der Perspektive dieser Arbeit nehme ich an, dass Macht auch im Sinne der Möglichkeit für die Entwicklung zu einer neuen Ästhetik der Computermusik gemeint sein kann. Dann geht mit dieser Steigerung auch eine Veränderung in der Rezeption von Laptopmusik einher, da entweder ältere Kriterien nicht ausreichen, der Rezipient selbst nicht aktiv, sondern zerstreut hört, oder die Aufführungen hin zu mehr körperlichen und darstellenden Aspekten tendieren.

Improvisierte Laptopmusik zielt oft auf das Loslösen von linearen Prozessen ab und entfernt sich von dem bekannten Form- und Strukturdenken vor dem 21. Jahrhunderts. Auch wenn Material- und Klanggenese in elektroakustischer Musik neu war, so wurden doch immer noch typische Formen⁵² in den Kompositionen benutzt und dadurch kann der Hörer sich auch nicht mit neuen Hörmustern beschäftigen. Wie soll denn das vermeintlich Neue neu sein, wenn der formale Überbau Verhältnisse der *proportio diva*⁵³ in sich trägt? Noch weniger überzeugend ist allerdings der Ansatz die Dauer der Formteile von der Fibonacci-Zahlenreihe abzuleiten, die in der Realisationsphase zurechtgestutzt wird und der Zuhörer alle möglichen Formkonstellation interpretiert, ohne auf die Idee zu kommen den Zusammenhang von Form und Inhalt zu kritisieren.

2.2 Steuerung

Eine Möglichkeit sich der Problematik der Bühnenpräsenz von Laptopmusik zu

50 Ebd., S. 63.

51 Böhlinger, Hannes, *Das hölzerne Pferd*, in *Ars Electronica* (Hrsg.), Philosophie der neuen Technologie, Berlin 1989, S. 25.

52 Trevor Wisharts *Tongues of Fire* zum Beispiel hat einen einfachen A A' Ablauf mit abschließender Reprise.

53 Das Proportionsverhältnis von 1,618 ist auch bekannt als der Goldene Schnitt.

stellen ist Körperaktionen über Interfaces zu wandeln und die digitale Information an die Audio-Umgebung weiterzuleiten. Als Interfaces sind haptische Schnittstellen zwischen Mensch und Computer gemeint, die zumindest aus mechanoelektronischen Sensoren und bei aktiven Systemen auch aus Aktuatorik bestehen, die Feedback-Signale an den Benutzer zurück senden können. Die Idee haptische Geräte einzusetzen beruht zum einen auf dem Mangel an Steuermöglichkeiten von virtualisierten Instrumenten, um die Änderung von Parametern wie Lautstärke durch mehr Tastsensorik als der Computermaus nachzuvollziehen; Faderbewegung und Größe sind ein adäquaterer Überträger als deren virtuelles Pendant, zumal dieser auch nur den geringen Widerstand der Mausbewegung aufbringt. Ein weiterer Grund ist der Mangel an Körperlichkeit, die aufgewendet werden muss, um musikalische Ereignisse auszulösen, denn schon kleinste Bewegungen können in sehr dezibel-dominanten Klangsynthesen des Computers resultieren, wie man bei Performances von Masami Akita⁵⁴ feststellen kann. Diese Diskrepanz zwischen minimaler Körperbewegung, die von der Maus als Schnittstelle übertragen und nur durch die Kapazität des Rechners begrenzten Möglichkeiten an Ereignissen eingeschränkt wird, bringt viele Künstler und Projekte in den Bereich der Forschung über Haptik, Gesten, Gestenübertragung und Gestenerkennung, dessen Erkenntnisse dann in den Bau von neuen oder in die Anwendung von schon vorhandenen Interfaces einfließen.

„A number of so-called haptic musical interfaces are capable of offering haptic feedback so that a user/performer can touch, press or pull a physical material to enter into musical interaction mediated by algorithmic computation. A group of tangible interfaces can be grasped, squeezed, or moved from one place to the other so that a user/performer can use physical actions with the help of physical objects directly situated in a real environment to control and represent digital information. Furthermore force feedback or vibrotactile feedback have been additionally simulated in some musical interfaces. Usually a user/performer dealing with haptic or tangible musical interfaces is requested to concentrate on physical action which are rarely guided by visual representation.“⁵⁵

Bei mechanischen Instrumenten dagegen ist die Körperlichkeit in Bezug auf

54 Masami Akita gründete 1979 das Noise-Projekt 'Merzbow' in Tokio, dessen Name von Kurt Schwitters raumfüllendem Werk 'Merzbau' abgeleitet ist.

55 Kim, Jin Hyun, *From interactive Live Electronic music to new media art*, in Paradoxes of Interactivity hrsg. von Uwe Seifert et al., Bielefeld 2008, S. 289.

Bewegung, Geschwindigkeit und Kraft immer an die Parameter des Klangs gekoppelt und jede Mechanik dieser Instrumente birgt eigene Widerstände, die es durch Energie des Instrumentalisten zu überwinden gilt. In diesem Fall ist das Verhältnis der Übertragung gleich, denn je mehr Energie an das Instrument übertragen wird, desto lauter wird es – und dieser körperliche Einsatz ist am Interpreten zu erkennen.

2.2.1 Haptik

Der Begriff Haptik bezieht sich nicht nur auf das Erfahren der Umgebung durch den Tastsinn. „The word „haptics“ refers to the capability to sense a natural or synthetic mechanical environment through touch. Haptics also includes kinesthesia (or proprioception), the ability to perceive one's body position, movement and weight.“⁵⁶ Haptik in diesem Thema bezieht sich also auf das Erfassen von Oberfläche und Mechanik des benutzten Interfaces durch den Performer und die damit verbundene Klanggenerierung. Das Feedback dieser Aktionen liegt demnach nicht nur im Tastsinn, denn neben den mechanischen Widerständen kann auch computergesteuertes Feedback in der Mechanik ausgelöst werden, sondern auch im Hören, was die Bewegungen des Spielers beeinflusst. Haptik ist auch der Bewegungsablauf, der zur Steuerung des Gerätes durchgeführt wird, bezogen auf die Gliedmaßen, die zur Bewegung eingesetzt und welche Distanzen zum Beispiel durch die Handbewegung von dem Gerät unterstützt werden.

2.2.1.1 Interface-Design

In einem der ersten umfangreicheren Interface-Design Bücher überhaupt 'The Art of Human-Computer Interface Design'⁵⁷ erklärt Gordon Kurtenbach ganz allgemein erstmal, dass eine Geste eine Körperbewegung mit Information ist und beim Design von Interfaces das Gestenhafte nicht berücksichtigt wird. „But the reality is, that interfaces exist that are hard to use, ineffective, and unsatisfying,

⁵⁶ Hayward, Vincent et al., Haptic Interfaces and devices, in: Sensor Review (Bd. 24/1) 2004, S. 16-29, hier S. 16.

⁵⁷ Vgl. Laurel, Brenda, The Art of Human-Computer Interface Design, New York 1991.

and gesture input could solve some of those problems.“⁵⁸ Die Verarbeitung von Gesten hat für Kurtenbach den Vorteil, dass die Interface-Technik schneller und intuitiver ist, den Benutzer mit mehr Funktionalität unterstützt⁵⁹ und die Parameter gebündelt werden. „Gesture increase function by virtue of their expressiveness. That is, a gesture may control multiple parameters at the same time, thus allowing a user to manipulate data in a manner not possible by modifying each parameter individually.“⁶⁰

Generell wird unterschieden in passive und aktive haptische Geräte, die entweder mechanisch ausgelöste Informationen digital gewandelt nur zur Auswertung an den Computer übertragen, oder nach Verarbeitung des Computers auch ihre mechanischen Eigenschaften auf Grund der Feedback-Information des Rechners ändern. „Whereas the graphics screen can change its optical properties under computer control, a haptic device can change its mechanical properties under computer control“⁶¹ Die Übertrager der Informationen sind auf der Empfängerseite Sensoren (Bauteile, die oft in der Sensorik benutzt werden, sind Druck- und Biegesensoren oder auch Ultraschall) und auf der Senderseite Bauteile aus der Aktuatorik (zum Beispiel über Luftdruck gesteuerte Kolben). Bei diesem Lese- und Schreibdialog gilt eine Umgebung als verlustfrei, wenn die Eingabe gleich der Ausgabe ist.

„Consider a channel in which x is the input and y is the output. In a lossless channel, the entropy of x given y , $H(x|y)$, is zero. The output uniquely specifies the input. In a useless channel $H(x|y) = H(x)$, the knowledge of the output says nothing about the input, x and y are independent.“⁶²

Das hier angedeutete entropische Verhältnis lässt sich auch auf den Musiker mit dem mechanischen Instrument anwenden. Der gravierende Unterschied ist aber, dass in dem Hayward'schen Modell Energie und Körperlichkeit überhaupt nicht berücksichtigt werden.

Als Beispiele werde ich einige Geräte nennen, die aber eher aus dem Bereich der

58 Kurtenbach, Gordon, *Gestures in Human-Computer Communication*, in: *The Art of Human-Computer Interface Design*, hrsg. von Laurel, Brenda, New York 1991, S. 310.

59 Vgl. ebd., S. 310.

60 Ebd., S. 311.

61 Hayward, V., *Haptic Interfaces and devices*, 2004, S. 16-29, hier S. 17.

62 Ebd., S. 17.

Grafik-Bearbeitung oder der Virtual-Reality kommen, trotzdem aber Eigenschaften besitzen, die auf Interfaces für Musik übertragbar sind.

Der Master II-ND⁶³ ist ein Handschuh mit fünf Luftdruck-gesteuerten Kolben, die in der Handfläche liegen und mit den äußeren Fingergelenken verbunden sind. Wird einem Kolben Luft zugeführt, wird der Finger nach außen gedrückt oder der Finger kann nicht weiter nach innen gebeugt werden. Dieser Handschuh wurde entwickelt, um in einer virtuellen Realität Feedback an den Benutzer zu vermitteln, wenn dieser zum Beispiel ein Glas anfasst und dieses Widerstand auf die Hand ausübt. Aus der Grafikbearbeitung kommt die Entwicklung des Ubi-Pen⁶⁴, mit dem man in einem Grafikprogramm Texturen bearbeiten soll. Dieser Stift hat in der Spitze einen Vibrationsmotor, der je nach Oberfläche unterschiedlich vibriert. Die Spitze des Stiftes wird an einem beweglichen mechanischen Arm angesetzt, um die Handbewegungen abzunehmen (passiv), aber auch um den Widerstand der Oberflächentiefe zu signalisieren (aktiv). Aus demselben Umfeld ist der PHANToM Omni⁶⁵, der für die Bearbeitung von 3D-Objekten optimiert wurde. Das Interface besitzt einen Arm mit drei Gelenken, dessen Spitze man durch den dreidimensionalen Raum führen kann, befestigt an einen Rumpf mit Kugellagerung. Die Bewegungen werden übersetzt und in räumlicher Dimension in dem Animationsprogramm wiedergegeben.

2.2.1.2 Expressive Gesten

Bevor ich genauer auf den Umgang mit Interfaces eingehe, werde ich in den nächsten Kapiteln über Gesten, Mapping und Latenz auf den Umgang mit den Kontrolldaten der Mensch-Computer Schnittstellen eingehen. Expressive Gesten sind Bewegungsabläufe mit einer Intention und einer Dynamikkurve, die an den Rechner übertragen werden können, dort analysiert werden und Ereignisse auslösen. Sie heben sich von alltäglichen Bewegungen durch ihren phrasenhaften Charakter ab und dieses Moment von gerichteter Bewegungsdynamik kann für

63 Vgl. ebd., S. 26.

64 Vgl. Kyung, Ki-Uk, *Comparison of Force, Tactile and Vibrotactile Feedback*, in *Haptic and Audio Interaction Design*, hrsg. von Oakley, Ian / Brewster, Stephen, Berlin 2007, S. 34-44.

65 Vgl. Kim, Seung-Chan et al., *Haptic and sound grid for enhanced positioning*, 2007, S. 100, Anwendung des PHANToM Omni in einem 3D-Animationsprogramm.

musikalische Zwecke in der Situation Performer und Computer genutzt werden. Die entscheidenden Kriterien von expressiven Gesten sind die Bewegung in Raum und Zeit, die Verarbeitung der gewandelten Daten durch ein Interface und die Interpretation. Der Silicon-Ball⁶⁶ zum Beispiel, ein formbarer Gummiball, der in der Hand liegt und dessen Sensoren in das Silikon eingepflanzt sind, hat drei Drucksensoren für die X-, Y- und Z-Achse und einen Accelerator für die Messung des Drehmoments. Die Daten werden über eine MIDI-Schnittstelle übertragen und auf die Parameter Tonhöhe, Panning, Lautstärke (Drucksensoren), Vibrato, Timbre und Pitchbend (Accelerator) gemappt. Die Bewegungen, die auf den Ball übertragen werden, wirken sich direkt auf die Soundsynthese aus. Einzig ein Algorithmus zum Erlernen der Bewegungen wird zwischengeschaltet, der dafür sorgt, dass ähnliche Bewegungen auch ähnliche Klänge erzeugen. Es findet also eine Art Normalisierungsprozess als Datenglättung und nicht als Grundlage für Mustererkennung und weiteres Triggering statt. Der Algorithmus stammt von Teuvo Kohonen Anfang der 80er und wird Self-organising Maps (SOM) genannt. Dies ist ein sehr einfaches Beispiel für direktes Datenmapping für expressive Gesten, jedoch auch nachvollziehbar und wirkungsvoll in der Klangsynthese. Um die Expressivität einer Geste zu transportieren, sollte in der Klangsynthese als Feedback ein Sound mit Identität entstehen, dessen Phrasierung einen eigenen Charakter hat und dessen Klangfarbe verändert werden kann.⁶⁷ Außerdem ist Erweiterbarkeit und Anpassungsfähigkeit der Klangpalette entscheidend, um nicht nur einmalig eingesetzt werden zu können. Für das visuelle Feedback, das aber meistens aus Platzmangel fehlt oder wegen der Physiognomie weggelassen werden muss (siehe Silicon-Ball), sind die ausgelösten Parameter, die interpretierten Gesten und der Status des Klanggenerators wichtig.

2.2.1.3 Gestenerkennung

Bei der Erkennung von Gesten wurde in vielen Forschungen schon versucht anhand von Videomaterial, das Musiker beim Spielen zeigt, die Verbindung von

⁶⁶ Vgl. Hashimoto, Shuji et al., A grasping device to sense hand gesture for expressive sound generation, in: *Journal of New Music Research* (Bd. 34/1) 2005, S. 115-125.

⁶⁷ Vgl. Arfib, Daniel et al., Expressiveness and Digital Music Instruments Design, in *Journal of New Music Research* (Bd. 34/1) 2005, S. 125 f.

Geste und Emotion nachzuweisen. In einer Studie am Casa Paganini⁶⁸ in Genua wurde gezeigt, dass beim Klavierspielen der Oberkörper nach vorne gebeugt ist, wenn ruhige, entspannte Passagen gespielt werden und nach hinten, wenn die emotionale Spannung höher ist.⁶⁹ „Emotional engagement correlated strongly with key velocity, which means that emotional engagement tended to increase with increase of dynamics and decrease at points of softer dynamics.“⁷⁰ Das übergeordnete Forschungsprojekt zu diesem Thema nennt sich 'MEGA project'⁷¹. Dies versucht über Bild- und Tonanalyse Gesten in einen semantischen Kontext zu bringen und daraufhin Klänge zu generieren. Zuerst werden die eingehenden Daten in einer syntaktischen Schicht verarbeitet und später zur Interpretation an die semantische Schicht weitergegeben.⁷² Die syntaktische Schicht extrahiert alle physisch relevanten Daten bezüglich Affekt, Emotion und Ausdruck und unterteilt diese in low- (Kontraktion/Ausdehnung) , mid- (Richtung und Impulsivität) und high-level- (geht über in die Semantik) Beschreibungen. Die semantische Schicht „is about the experienced meaning“⁷³, wie es oberflächlich erläutert wird und das Projekt resultiert auch nur in groben Erkennungsmustern, die ästhetisch bedenklich sind, da klischeehafte und polarisierende Begriffe ausgetragen werden (glücklich, traurig, spannend, ruhig). Die Ergebnisse wiederum lassen sich gut lesen: globale Messungen im Bereich Richtung, Dichte, Kontraktion und Bewegungsfluss oder kinematische Messungen bezüglich Geschwindigkeit und Beschleunigung. Aber auch hier sind die Begrifflichkeiten mehr Schein als Sein. Abbildung 1 im Anhang zeigt eine schematische Übersicht der Verarbeitungsschichten.

Andere Ansätze bei der Erkennung von musikalischen Gesten sind bei Damien Ciroteau und seinem Team zu finden, das bei der Gestenanalyse von bekannten

68 Casa Paganini, Casa Paganini International Centre of Excellence on science and multimedia technologies for music and performing arts in Genoa, URL: <http://www.casapaganini.org/> (Zugriff am 23.05.2009).

69 Vgl. Camurri, Antonio et al., *Modelling and analysing expressive gesture in multimodal systems*, in Paradoxes of Interactivity hrsg. von Uwe Seifert et al. 2008, S. 218-247.

70 Ebd., S. 239.

71 Vgl. URL: <http://www.megaproject.org/> (Zugriff am 16.05.2009).

72 Vgl. Camurri, Antonio et al., The MEGA Project: Analysis and Synthesis of Multisensory Expressive Gesture in Performing Art Applications, in: *Journal of New Music Research* (Bd. 34/1) 2005, S. 5-23.

73 Ebd., S. 9.

Stücken einen Bayesischen Analysealgorithmus⁷⁴ benutzte, der die Wahrscheinlichkeit einer expressiven musikalischen Geste ermitteln soll. Hierbei geht man in einem einfachen Beispiel von zwei Wahrscheinlichkeiten aus (a und b), aus denen eine ermittelt werden soll:

$$ab / (ab + (1-a)(1-b))^{75}$$

Die daraus gewonnenen Informationen werden in einem Bayes'schem Netz⁷⁶ verknüpft und lösen nach Berechnung und Angleichung eine Bewertung aus. Die in diesem Projekt vereinfachte Form des Netzes ist das Hidden Markov Model⁷⁷, das die beobachtbaren Informationen, nämlich die gespielten Tasten, Dauer und Dynamik, als Sequenz von Ausgabesymbolen betrachten soll. Dieser Zufallsprozess (zumindest aus der Sicht des Modells⁷⁸) enthält versteckte Zustände und Übergangswahrscheinlichkeiten, also in diesem konkreten Fall die Information der Geste, auf die anhand der Ausgangssymbole geschlossen werden soll.

Zeitverzögerte neuronale Netze⁷⁹ werden bei anderen Versuchen der Gestenerkennung eingesetzt⁸⁰, um anhand von Video-Signalen, die Bewegungsabläufe zeigen, die Klangsynthese zu kontrollieren. Durch die Verzögerungselemente können mehrere Eingabeschritte im Netz gleichzeitig angelegt werden und Abhängigkeiten aufgebaut werden. Da die Verarbeitung von Bewegungen immer eine zeitliche Komponente voraussetzt, ist dieses zeitverzögerte Netz ein neuer Ansatz um Gesten zu erkennen und die Daten nach Kriterien wie Kontraktion/Ausdehnung, Rotation und Richtungswechsel zu analysieren. Der Analyseprozess verläuft parallel: ein Programm analysiert und kategorisiert die Daten und speichert sie im TDNN (Time Delayed Neural

74 Vgl. Cirotteau, Damien, *Recognition of Musical Gestures in Known Pieces and in Improvisations*, in: *Gesture-Based communication in Human-Computer Interaction* hrsg. von Camurri, Antonio / Volpe, Gualtiero, Berlin 2004, S. 489-508.

75 Hinter der stark vereinfachten Formel verbirgt sich ein Theorem, das von Thomas Bayes (1702 – 1761, Wells) entworfen wurde.

76 Vgl. URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Bayessches_Netz (Zugriff am 16.05.2009).

77 Vgl. URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Hidden_Markov_Model (Zugriff am 16.05.2009).

78 Für die Entwicklung des Netzes ist es unerheblich, ob improvisiert oder komponiert wurde.

79 Vgl. URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Neuronales_Netz (Zugriff am 16.05.2009).

80 Vgl. Modler, Paul et al., *A Video System for Recognizing Gestures by Artificial Networks for Expressive Musical Control*, in *Gesture-Based communication* hrsg. von Camurri, A. / Volpe, G., S. 541-548.

Network), das andere versucht gefundene Bewegungssequenzen auf schon vorhandenen Sequenzen anzuwenden und eine Zuordnung zu finden, ob eine Geste erkannt wurde oder nicht. Das Resultat dieses Projektes war, dass drei Klassen von Handbewegungen über das Netz ermittelt wurden und 17 von diesen Klassen abgeleiteten Gesten vom Algorithmus erkannt wurden.

2.2.1.4 Mapping

Das Mapping ist die Codierung der eingehenden Daten von einem System in übersetzter und skaliertes Form zu einem anderen System, denn meist unterscheiden sich die Informationsbereiche der zu verarbeitenden Daten vom Input- und Outputsystem. Zum Beispiel kann der Wertebereich eines MIDI-Faders von 0 – 127 auf einen stufenlosen Bereich von 0. - 1. (Fließkommazahl) übersetzt werden.

„Mapping is a process quite different from recursion within the autonomy of coding, as it takes place in computers on the level of symbolic calculation. Mapping is trans-coding and thus representation or, differently put, it already has and always will happen in the realm of representation.“⁸¹

Es gibt aber Positionen, die dem Mapping mehr zusprechen als bloße Repräsentations-Codierung, sondern die Funktion des Übertragers erweitern und gleich Algorithmen mit einbauen, um mit den Daten besser arbeiten zu können. Oft haben eingehende Daten von vor allem prototypischen Interfaces Informationen mit deutlichen Sprüngen und dieses Problem führt zur Notwendigkeit von Interpolation. Mit Hilfe eines Interpolierers (Interpolation zwischen altem und neuem Wert in einer kurzen Zeit von zum Beispiel 50 ms) kann man den Datenstrom wieder in einen kontinuierlichen Fluss bringen.

„Most of gesture mapping (...) consists of ad-hoc solutions, not based on a general rule. Gesture mapping (...) seems to offer diverse possibilities of designing the interactive relationship between bodily actions and sound events. Musical interaction which is not based on score-following techniques, but on strategies of gesture mapping, does not only behave as an „ensemble“ (live-performer and computer accompaniment). (...) A multiplicity of musical interfaces simulating, extending or re-configuring traditional musical instruments have been used in interactive live performances in which a performer has the role of a player of this „new“ instrument and the computer acts as an

81 Lecker, Martina, *Interaction Computer Dance*, in Paradoxes of Interactivity hrsg. Seifert, U. , 2008, S. 260.

instrument. The definition of a rule of gesture mapping is a main task of composition, which however is often not decoupled from performance.⁸²

2.2.1.5 Latenz

Ein großer Nachteil von all den vorgestellten Systemen ist die Übertragungs- und Rechenzeit der Umgebungen. In interaktiven Systemen der Performancekunst sind Verzögerungszeiten von über 20 ms schon deutlich spürbar und für professionelle Künstler inakzeptabel, die sich zu in Echtzeit generierter Soundsynthese bewegen oder mit ihr musizieren müssen. Das MIDI-Protokoll arbeitet bei einer Datenrate von 31,25 kbps und bei einer einfachen Note On – Information, bestehend aus Note, Channel und Velocity, wobei jeder Parameter 10 bits fasst, werden 30 bits in 960 µsec übertragen. Das serielle MIDI-Protokoll benötigt also 320 µsec für 10 bits und für die Übertragung eines Dreiklangs von einem Midi-Controller mit Klaviatur werden 3 x 960 µsec, also 2880 µs (ca. 2,9 ms) angenommen. Für einen Dreiklang, der dazu noch sequenziell aufgerufen wird, ist das eher langsam, wenn man mal bedenkt, dass Übertragungsraten im Internet von Audio-Streams im Bereich von Mbps liegen. 1999⁸³ wurden Latenzmessungen mit Puckette's fiddle~ Objekt unternommen und für Frequenzen im höheren Spektrum lagen hier die Werte bei 15 – 45 ms, für die tieffrequenteren schon bei 25 – 100 ms. Noch 1998 haben Echtzeitsysteme bei höherer Auslastung Latenzen von 821 ms⁸⁴ aufgewiesen, wobei die Buffer-Größe von 512 Samples und einer Sampling-Rate von 44,1 kHz zu einer Verzögerung von 11,6 ms führt (bei optimalen Bedingungen) und diese Berechnung mit der Expansion der Kapazitäten von heutigen Rechnern relativiert werden muss. Die 11,6 ms sind in der Theorie leicht zu berechnen; betrachtet man aber den Rechner mit allen Peripheriegeräten, so muss die Latenz unweigerlich erhöht werden. Hierbei spielen verschiedene Faktoren eine Rolle: Audiointerface, Typ der Datenübertragung (zum Beispiel

82 Kim, Jin Hyun, *From interactive Live Electronic music to new media art*, in Paradoxes of Interactivity hrsg. von Seifert, U. , 2008, S. 288.

83 Vgl. Rowe, Robert, Real Time and Unreal Time, in: Journal of New Music Research, (Bd. 34/1 2005), S. 87-95, hier S. 88.

84 Ebd., S. 90.

FireWire oder USB) und ob Audio-Dateien von einer externen Festplatte abgespielt werden.

2.2.2 Interfaces

Bevor ich noch genauer auf Interfaces eingehe, soll hier ein Beispiel beschrieben werden, das sowohl im Interface-Design Bekanntes und Neues vereint, als auch in Gestik und beim Mapping eine nachvollziehbare Übertragung findet. Radio Baton / Drum wurde 1987 von Max Mathews entwickelt und wird mit zwei Schlegeln auf einer Fläche gespielt. Die Schlegel senden Radiowellen bei 50 kHz aus und durch Antennen in den Ecken auf der Fläche, die die Stärke der Strahlung genau messen, wurde anhand der Differenz zwischen den Werten die Koordinate der X- und Y-Achse ermittelt. Durch die Summierung aller Messwerte konnte auch die Distanz auf der Y-Achse gemessen werden. Ein Wandler rechnet die Werte zudem in MIDI-Daten um. Später verknüpfte er das Baton mit seiner Software CONDUCTOR, um MIDI-Partituren zu spielen; durch die Bewegungen wurde die Partitur ausgelesen. Radio Baton erfüllt viele Kriterien der Nachvollziehbarkeit und besticht durch seine Einfachheit. Als Interface ist es zudem auch vielseitig einsetzbar. Bewegung und Position werden übertragen, die Spielgeschwindigkeit kann für Phrasierung eingesetzt werden und die Übersetzung der Parameter steht für den Rezipienten im eindeutigen Verhältnis.

2.2.2.1 Kommerzielle Controller

Das HID Protokoll ist ein Standard der Human Interface Devices, das Controller-Bewegungen bis zu 16 bit auflösen kann im Gegensatz zu veralteten 7 bit des MIDI-Standards. Die größere Wortbreite unterstützt damit eine feinere Auflösung der Bewegungen bei der A/D-Wandlung. Jedes Gerät hat die individuellen Eigenschaften in Form eines HID-Descriptors auf einem ROM gespeichert und wird als Informationspaket bei der Initialisierung/beim Verbindungsaufbau zum Host übermittelt: wie viele Pakete enthalten sind, wie groß sie sind, was die Aufgabe der Bytes ist – diese Informationen sind im Descriptor hinterlegt. Gamepads haben eine Vielzahl von Knöpfen, drucksensible XY-Pads und ebenso

sensible Mini-Joysicks.⁸⁵ Der Vorteil ist, dass sie sehr handlich sind, man die Buttons mit Wechseln von Grundklängen belegen, Pads und Joysticks mit Klangfarbenparametern verknüpfen kann und somit schnell im virtuellen Instrument umschalten kann, ohne neue ergonomische Zuordnungen anzuwenden. Engelbert und Otto⁸⁶ haben mit diesen Pads und der Software Junxion⁸⁷ des STEIMs den Wechsel von Loops und die Lautstärke- und Filterparameter im Ableton-Arrangement gesteuert und mussten dadurch nicht mehr auf den Bildschirm des Laptops gucken. Die Geste, das Display herunterzuklappen, war ein zusätzliches Signal das Spielen miteinander zu verdeutlichen.

In seiner Werkreihe 'ink, colours and gold on paper'⁸⁸ benutzt Peter Gahn einen Joystick für sein Live-Elektronik Setup, in dem er Parameterpaare für Hall, Klangfarbe und Raum auf die X/Y-Position des Sticks setzt und mit den Joystick-Knöpfen die Parametergruppe wechselt.

Es gibt eine Reihe von Faderboxen und MIDI-Controllern, die meistens mit Drehknöpfen, Endlos-Drehknöpfen, Fadern, Slidern und Joysticks versehen sind, die über das MIDI-Protokoll frei in der selbstentwickelten Umgebung assoziierbar sind. Der Einsatz von MIDI-Controllern ist immer noch sehr beliebt und wird während Laptopperformances wegen des schnellen Zugriffs von Parametern und der haptischen Eindeutigkeit gerne auch in die Interaktion miteinbezogen. Der Grund liegt oft darin, dass diese Controller robust sind und die Interkonnektivität zwischen verschiedenen Plattformen und Software jahrelang erprobt wurde.

Generell ist der Vorteil von Hardware-Controllern nicht nur das haptische Feedback, sondern auch die bessere Orientierung von Controller-Objekten, die durch die reale Anordnung Struktur in den virtualisierten Instrumenten bewirken und somit besseren Zugang verschaffen, was dann die Hervorhebung bestimmter Klangcharakteristika mit sich bringt; das Belegen der Parameter durch MIDI-

85 Der Wii-Controller ist wegen seines Accelerators, der Infrarot-Schnittstelle und den zusätzlichen Knöpfen eine Besonderheit. Vgl. URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Wii_Remote (Zugriff am 04.06.2009)

86 Engelberg, Björn / Otto, Andreas, Teilnehmer an Next Generation 2007 der Leuphana Universität in Lüneburg mit dem Live-Remix 'Querschläger', <http://container.zkm.de/musik/NextGeneration2007Programmheft.pdf> (Zugriff am 14.05.2009).

87 Vgl. URL: http://www.steim.org/steim/junxion_v4.html (Zugriff am 14.05.2009).

88 Vgl. URL: http://www.petergahn.de/works/ink_II-s1.html (Zugriff am 14.05.2009).

Controller schafft eine Hierarchisierung der Parameterebenen.

Virtuelle Controller wie das Lemur stellen es dem Benutzer frei wie die Controller-Objekte angeordnet werden, welche man benutzen will und wie viele ausgewählt werden. Die eingesetzten Protokolle sind OSC und MIDI.

Für den iPod-Touch gibt es frei verfügbare Software⁸⁹, die neben den Controller-Standards auch ein Accelerator-Objekt besitzen, das die Drehgeschwindigkeit überträgt. Der Accelerator ist ein ausgezeichneter Wandler für dynamische Bewegungen.

Beide, das Lemur und der iPod, haben den Vorteil, dass sie multitouch-sensitiv sind und man somit, nicht wie im Falle der Maus/Computer, mehrere Objekte gleichzeitig verändern kann. Für beide gilt der Nachteil, dass das Spielgefühl und das haptische Feedback immer gleich sind. Berührungen werden grafisch signalisiert, aber der einzige Widerstand ergibt sich nur zwischen Finger und Touchpad.

2.2.2.2 Experimentelle Controller

Mit 'The Hands' hat Michel Waisvisz 1984 schon früh bewiesen, dass Interfaces mit klaren Ideen und eindeutiger Sensorik selbst entwickelt und für eine spezielle ästhetische Vorstellung konstruiert werden können. Waisvisz vornehmlichstes Ziel war die Übertragung der Bewegung, um expressive Gesten direkt für Modulation und Synthese verwenden zu können. Bei der Performance ging es ihm um Beweglichkeit auf der Bühne und den Einsatz des ganzen Körpers.

Jeder Hand wird ein Plastik-Rahmen aufgesetzt, an dem Sensoren für Finger-, Hand- und Armbewegungen befestigt sind. Auf der Höhe der Fingerspitzen ist eine Minitastatur montiert, die mit neun Keys, so wie der Nummernblock auf einer Standard-Tastatur, leicht mit den Fingern erreichbar ist. Stromversorgung und Signale werden über Kabel von der Hand mit einem Computer verbunden, der auf der Rückseite des Performers befestigt ist; hier findet auch die Konvertierung zu MIDI-Daten statt. Die linke Hand ist außerdem noch mit einem Mikrofon versehen und die Distanz zwischen den Händen kann auch als Parameter

⁸⁹ Mrmr und Osc-Remote.

abgenommen werden.

Ein typisches Merkmal Waisviszs Performances war das Aufnehmen seiner eigenen Stimme durch das Mikrofon an der linken Hand und die darauf folgende Sampling-Modulation. Die Distanz der Hände zueinander wurde als Lautstärke benutzt, die Höhe des linken Arms für die Abspielgeschwindigkeit, Handneigung für die Looplänge. Die rechte Hand hat das Material transportiert und die Länge des Halleffektes gesteuert. Die Tasten wurden mit verschiedenen Sound-Setups belegt, mit denen er schnell zwischen der Klangpalette wechseln konnte. An dem Design, der Realisierung und der Klangsynthese-Programmierung waren bis zu sechs Mitarbeiter des STEIM-Instituts involviert.

Durch die eingangs erwähnte MAKE-Szene und der Arduino-Plattform⁹⁰ wird die Entwicklung von Interface- und Musikinstrument-Prototypen immer schneller zugänglich. Auch bekannt unter dem Begriff 'Physical' oder 'Tactile Computing' werden immer mehr aktive Interfaces gebaut, die eine fast alle Sinne abdeckende Sensorik implementieren können. Dazu gehören Druck- und Biegesensoren, eine Reihe minderwertiger Piezo-Mikrofone und anderer Schallwandler und Ultraschall-Bauteile für Distanzmessungen. Immer günstiger und damit zugänglicher sind Drehgeschwindigkeitsmesser (Acceleratoren) und Gyroskope zur Messung der Achse, die Neigungsinformationen des Gerätes in Geschwindigkeit und absolutem Winkel abnehmen. Für komplexere und lokal unterschiedliche Systeme sind xBees die komfortabelsten Module, weil diese bei 250 kbps und 2,4 Ghz Informationen als serielle Daten zu einem Empfänger übermitteln können. Dadurch kann schnell ein kleines Client-Server-Netzwerk aufgebaut werden, ohne PCs zu benutzen, sondern kleine Module nur mit der einfachsten Sensorik ausgestattet, die empfangene Daten durch den Äther schicken.⁹¹

90 Vgl. URL: <http://www.arduino.cc/> (Zugriff am 14.05.2009) ist die Open-Source Hardware-Plattform, die IDEs basierend auf Processing anbietet, um Arduino-Microcontroller einfach zu programmieren. Die Arduino-Boards sind mit einer Reihe von analogen und digitalen PINs versehen, mit denen man auf Breadboards verkabelte Sensoren einfach testen und prototypische Setups schnell realisieren kann. Die Standard-Boards benötigen eine Spannung von 5V und werden über eine USB-Schnittstelle konfiguriert.

91 Igoe, Tom, *Querying for xBee Radios using 802.15.4 Broadcast Messages* in Making Things Talk, O'Reilly, Sebastopol 2007, S. 225.

Zugänglicher ist diese Plattform geworden, weil vor allem die Bauteile sehr günstig geworden sind. Gerade weil finanzielle Engpässe immer zu Ideen aus dieser Not heraus geführt haben, wurden auch elektronische Bauteile recycelt und zu neuen Schaltkreisen zusammengesetzt: alte Keyboards, Plattenspieler oder Diktaphone.

„Auf den Platinen der geöffneten Geräte werden mit Hilfe von Krokodilklemmen und Kabeln zufällige Verbindungen hergestellt, so dass die vormals stabilen Schaltkreise kollabieren und in einen chaotischen Zustand übergehen. (...) Durch diese Methode (...) lassen sich die vorprogrammierten Samples, Sounds und Patterns in Geräuschkaskaden und chaotische Klangmuster überführen.“⁹²

Hinter diesem Erfindungs- und Bastelgeist steht aber auch eine Gegenposition zu Computermusik und High-Tech-Automatismen, die Klangerzeugung und Bearbeitung in den Virtualismus verbannen. Das schweizer Künstlerduo 'Voice Crack' bestehend aus Andy Guhl und Norbert Möslang startete schon 1972 den Versuch Replikationsmedien selbst als Instrumente zu benutzen und auch Kanta Horio setzt überwiegend elektromagnetische Spulen ein, um sein Setup zu beeinflussen.⁹³ William Ashlines⁹⁴ Ansicht nach ist der Umgang mit Elektronik beim Circuit Bending, ganz im Sinne Duchamps, eine Art Objektkunst, die gefundene Gegenstände⁹⁵, vielmehr Elektronika, so einsetzt, wie sie vorgefunden wurden. Es werden keine zusätzlichen Filter eingebaut oder moderne Samples benutzt, geschweige denn Synthese-Algorithmen ausgetauscht.

Die Brücke zwischen Duchamp und Pierre Schaeffer wird von Hans W. Koch durch eine *Musique Concrète Electronique* geprägt, der mit dem Stück 'Leerlauf (idle motion)' das Reproduktionsmedium CD-Player zum Instrument umfunktioniert: Kontaktmikrofone werden hier an dem Laserschlitten befestigt.

An dem Beispiel der Circuit Bendings kann man erkennen, dass eine Wende weg vom Virtuellen hin zum Wirklichen des neuen Instruments ein nachvollziehbarer

92 Müller, Hermann-Christoph, Low-Tech Konzepte und die Kunst der Verkehrung, in: Zeitschrift für Neue Musik (1) 2007, S.17-18, hier S. 18.

93 Vgl. URL: <http://kanta.but.jp/> (Zugriff am 13.05.2009).

94 Ashline, William L., The Pariahs of Sound: On the Post-Duchampian Aesthetics of Electro-acoustic Improv, in: Contemporary Music Review (Bd. 22/4) 2003, S. 23-33.

95 Als Readymades kann man die Konstruktionen des Circuit Bendings nicht mehr bezeichnen, weil an dem *objet trouvé* zumindest das Gehäuse geöffnet und Kontaktstellen aufgelötet werden, um neue Steuerkreise zusammenzuschließen.

Schritt ist. Denn, so scheint es zumindest, diese Gegenposition konnte auch nur aus dem Interesse erwachsen selbst zu spielen und den Körper zum Einsatz zu bringen, ohne jedoch auf vielfältiges Feedback der Interfaces, Geräte und gefundenen Elektronika verzichten zu müssen.

2.2.3 Implikationen aus der Steuerungsanalyse

Um Musikalität und Körperlichkeit bei einer Aufführung mit einem Laptop zu unterstützen, ist der Einsatz von Interfaces unumgänglich. Die Aktionen des Spielers werden so sicht- und nachvollziehbarer. Musikalische Phrasierungen können je nach Grad der Haptik des Gerätes besser unterstützt werden, allerdings fällt auf, dass die Entwicklung von physischen Feedbacks noch nicht sehr weit fortgeschritten ist. Im Bereich Gestenerkennung und Mapping werden immer mehr Software-Module entwickelt, die lernende, selbstorganisierende oder wahrscheinlichkeitsverteilende Algorithmen verwenden, um Gestenerkennung zu automatisieren. Dahinter steht das Ziel der Analyse-Komponente, in der Umgebung semantische Schlussfolgerungen zu zulassen, die über einfaches Mapping hinausgehend autonomere Entscheidungen treffen kann.

Der Einsatz von Controllern erzwingt eine Reduktion der menschlichen Fähigkeiten, weil längst nicht alle körperlichen Ereignisse übertragen werden können. Um sich dieser Reduktion nicht weiter zu unterwerfen, werden immer mehr Interface-Prototypen entwickelt, dessen Einsatz zwar nur für eine Aufführung speziell konzipiert wurde, jedoch die Bedürfnisse, die sich aus ästhetischen Überlegungen ergaben, optimal abdecken. Darüber hinaus haben sich neue ästhetische Schwerpunkte herauskristallisiert (Low-Tech, Circuit Bending).

Durch das Denken auf den Ebenen Design, Programmierung und Elektronik ergeben sich synergetische Effekte, die entweder zur optimalen Lösung führen oder neue Kriterien freisetzen, um gesetzte Ziele zu überdenken.

2.3 Strategien

Das Kriteriennetz für die Strategien verwebt zum einen die Haltung des Performers während der Improvisation - dies auch losgelöst von dem Laptop als Instrument, denn es werden hier auch Beispiele aus dem Jazz herangezogen - und

zum anderen Interaktionsmechanismen zwischen Mensch und Computer. Es geht in dem Kaptitel nicht darum zu beweisen, dass eine Symbiose zwischen Mensch und Computer durch neue Technologien endlich vollzogen werden kann. Vielmehr wird der Frage nachgegangen, wie viel Aktionspotenzial dem Computer als Mitspieler implementiert wird.

Wie an einigen Beispielen der Interfaces deutlich wurde, zielen viele Steuerparameter immer noch auf konventionelle Klangeigenschaften ab: Tonhöhe, Dauer, Klangfarbe, Pitchbending – eigentlich alles Klassifizierungen, die in MIDI-Schnittstellen auch weitestgehend unterstützt werden. Der Nachteil hierbei ist die Vorstellung, dass es bei Laptopmusik scheinbar darum geht entweder ein digitales Musikinstrument zu bauen (siehe Silicon-Ball) oder instrumentale Klangräume digital zu erweitern - für mich ist dies das Verhältnis von Computer und Instrument, wie ich es als Live-Elektronik bezeichne. Dadurch ergeben sich schon mindestens zwei Konstellationen zwischen Performer und Laptop, die noch durch eine weitere ergänzt werden sollten: weiterentwickelt im Ästhetischen und Technologischen kann dem Laptop mehr Eigeninitiative implementiert werden, so dass der Computer nicht nur Musik generiert, sondern auch selbstständig strukturelle Entscheidungen trifft, die entweder auch auf die Materialdisposition des virtuellen Instrumentes des Performers einwirken oder einen Klanggenerator steuern, der nur vom Rechner selbst bedient wird. Somit wären zwei Klangquellen wahrnehmbar, die Interaktion würde dann aber nur auf der Ebene der Materialgenese stattfinden.

2.3.1 Interaktion

Die soziologische Verbindung zwischen Performer und Publikum findet sich auch in einer Aussage über Arbeit und Interaktion von Jürgen Habermas:

„Unter «Arbeit» oder zweckrationalem Handeln verstehe ich entweder instrumentales Handeln oder rationale Wahl oder eine Kombination von beiden. Instrumentales Handeln richtet sich nach technischen Regeln, die auf empirischem Wissen beruhen. (...) Unter kommunikativen Handeln verstehe ich (...) eine symbolisch vermittelte Interaktion. Sie richtet sich nach obligatorisch geltenden Normen, die reziproke Verhaltenserwartungen definieren und von mindestens zwei handelnden Subjekten verstanden und anerkannt werden müssen.“⁹⁶

96 Habermas, Jürgen, Technik und Wissenschaft als ›Ideologie‹, Frankfurt am Main 1968, S. 62.

Eine Interaktion mit dem Laptop, die der Performer ausübt, bezieht sich auf das instrumentale Handeln - insbesondere, wenn es nur um Formalismen geht, also Mapping, Abrufen von Voreinstellungen oder Wechsel im Setup. Die symbolisch vermittelte Interaktion ist das Erkennen von Gesten, eine Antwort auf die Aktion seines Gegenübers oder der Austausch von Material zur Variation.

Auch wenn es obligatorisch geltende Normen in Konzertsituationen gibt, so beweisen Künstler wie Cage und Thaemlitz, dass eine autopoetische Feedbackschleife unumgänglich ist, um Bühnenkunst mit elektronischen Medien zugänglich zu machen. Der Rückzug von dem konventionellen Performer-Publikum-Verhältnis bricht auch jegliche Verhaltenserwartungen, die eigentlich bei jeder Performance neu definiert werden.

Merce Cunningham, Robert Rauschenberg, David Tudor und John Cage haben Anfang der 50er damit begonnen das typisch Westliche in konventionellen Konzertsituationen in Frage zu stellen und das Verhältnis der autonomen Werke, von Genies erschaffen, und dem Publikum aufzubrechen.

„In these performances, creativity is not manifested in a durable work of art, but brings forth action. „Interactivity“ becomes a core concept which makes a musical work emerge from the interplay between the composer, performer, and the audience, from which an unpredictable effect arises during each processual performance. In this, the artist becomes part of her or his work of art.“⁹⁷

Das soziale Gefüge, das sich aus der Interdisziplinarität entwickelt, ist für die Interaktion ein ursprünglicher Aspekt, der nicht genau abgestimmte Bewegungsabläufe und Ereignismechanismen zwischen Mensch und Objekt bezeichnet, sondern das Zusammenspiel der Disziplinen während der Performance als Ganzes. Viele Musiker motiviert das soziale Moment auf der Bühne, weil sie sich auf eine gemeinsame Performance mit anderen freuen, jedoch ist fraglich, ob sich diese Verbindung auch bei einer Laptop-Performance aufbauen lässt.

„Electronic computers are the first active or live mathematical systems. ... The most effective use of computer programs is to instruct computers in tasks for which they are superior to humans. Computers are being designed and programmed to cooperate with humans so that the calculation, storage and judgement capabilities of the two are synthesized. The powers of such human-computer combines will increase at an exponential rate as computers become faster, more

97 Kim, Jin Hyun, *From interactive Live Electronic music to new media art* in Paradoxes of Interactivity hrsg. von Seifert, U., 2008, S. 284.

powerful, and easier to use, while at the same time becoming smaller and cheaper. The social implications of this are very important.⁹⁸

Scheinbar genügt Arthur Burks die Einsicht, dass Mensch und Computer die Verarbeitung und Interpretation der Musikereignisse gemeinsam synthetisieren, um dies als soziale Verbindung zu sehen. Eine wirklich soziale Implikation wird nach Michael Arbib nur etabliert, wenn die interaktive Umgebung einen Aufforderungscharakter und ihre Wirksamkeit durch Aktionen zeigt. „Affordances are conceived of as information in the sensory stream concerning opportunities for action in and provided by the environment.“⁹⁹ Ein Kriterium für die soziale Umgebung ist demnach auch, dass ein Akteur sich motiviert fühlt sich mit der Umgebung zu beschäftigen und Aktionen des Gegenübers aufzunehmen, um darauf zu reagieren.

„Effectivities“ is the concept complementary to „affordances“. They are „... the range of possible deployments of the organism's degrees of freedom,“ and „... the development of novel effectivities creates opportunities for the recognition of new affordances, and vice versa.“¹⁰⁰

Das Ausführen einer Aktion soll eine selbstständige Erweiterung des Aufforderungscharakters mit sich bringen und in Wechselwirkung stehen, die dann Interaktion genannt wird.

In der zweiten Bemerkung zu Variation V von John Cage heißt es: „Audibility of sound-system dependent on movement of dancers (C), through interruption of light beams (D) (6+), proximity to antennas (B) (4+).“¹⁰¹ Die Auslösermechanismen sind für heutige Interaktionen fast banal, jedoch ist es für 1965 eines der ersten Stücke, die eine interdisziplinäre Verknüpfung als Grundlage haben und die Interaktionsidee setzt sich in einer späteren Bemerkung fort: „Additional independent sound-system (A) available for use by dancers involving objects with contact microphones affixed. (...) Some objects used by dancers (objects with

98 Burks, Arthur W., *Computer Theory*, S. 167, zitiert nach Seifert, U., *The Co-Evolution of Humans and Machines in Paradox of Interactivity*, 2008, S. 13.

99 Ebd., S. 15.

100 Arbib, Michael A., *The Mirror System Hypothesis on the Linkage of Action and Languages*, in ders.: *Action to Language via the Mirror Neuron System*, 2006, S. 6, zitiert nach Seifert, U., *The Co-Evolution of Humans and Machines in Paradox of Interactivity*, 2008, S. 15.

101 Cage, John, *Variation V 37 remarks re an Audio-Visual Performance*, New York 1965, S. 1, (A) designed by David Tudor, (B) devised by Robert Moog, (C) Choreography by Merce Cunningham, (D) Photo-Electric Device devised by Billy Klüver.

contact microphones affixed) entering into multi-channel system, not into additional system.“¹⁰² Aus diesem Beispiel kann man rudimentäre, aber immer noch gängige Interaktionsprinzipien ableiten: in dieser multisensoralen Umgebung werden Unterbrechung von Licht und die Nähe zu den Antennen durch die Tänzer zur Steuerung der Lautstärke benutzt. Es findet also eine Klangmanipulation durch die Position der Tänzer statt. Im zweiten Fall wird das Spielen mit Objekten direkt als Klang transportiert, Bewegung/Geste an den Objekten direkt hörbar und dadurch Klangfacetten der Objekte konkret. Gestik und Auslösemechanismen sind also hier schon als elementare Kriterien der Interaktion erkannt worden.

Die zu kontrollierenden Parameter sind nachvollziehbar und haben einfache Interaktionsübersetzungen, wohingegen der Parameterumfang bei Laptopmusik weitaus größer ist in Abhängigkeit der Komplexität der Klangsynthese. Mit zunehmendem Grad der Komplexität nimmt aber auch die Flexibilität in der Interaktion ab, weil der Performer sich nicht mehr auf Bewegung und Geste und die Musik überhaupt fokussieren kann, sondern seinen Blick auf den Bildschirm fixiert, um möglichst alle Parameter unter Kontrolle zu halten. Die Interaktion mit dem Computer besteht dann überwiegend darin Seiteneffekte im Zaum zu halten und die Parametermasse durch Presets zu dirigieren, als sich musikalisch einzubringen. In solchen Fällen ist die Entscheidung ein Stück interaktiv zu präsentieren fraglich und dreht ebenso die Rolle des aktiven Performers, der die passive Maschine ja kontrollieren will, hin zum passiven Performer, der auf Datengenerierung der jetzt aktiveren Maschine reagiert.

Ein generelles Interaktionsmodell von Mensch und Computer bei Live-Performances liefert Morton Subotnick¹⁰³, das den Einsatz des Computers erstmal in Hintergrund-Modus - er wirkt nur unterstützend, und Vordergrund-Modus, als gleichwertigen Mitspieler oder gar Solist - unterteilt. Als Grundfunktion kann der Computer das einzige Instrument sein, mit traditionellen Instrumenten kombiniert werden, als Kontrolle für die Echtzeit-Modifikationen von traditionellen Instrumenten dienen, zur Kontrolle und Genese von anderen Medien oder eine

¹⁰² Ebd., S. 2, Bemerkung 12 und 17.

¹⁰³ Vgl. Subotnick, Morton, The Use of Computer Technology in an Interactive or „Real Time“ Performance Environment, in Contemporary Music Review (Bd. 18/3) 1999, S. 113-117.

Kombination von den genannten Funktionen sein. Weiterhin werden zwei Eingabe-Modi unterschieden: statische Kontrolle, bei der mit einfachen Start/Stop-Kommandos vorprogrammierte und -produzierte Ereignisse ausgelöst werden¹⁰⁴, oder dynamische Kontrolle, in der auf sensorischem Weg Aspekte der Performance-Qualitäten gelesen werden. Eine etwas gröbere Unterteilung der Interaktion nimmt Gualtiero Volpe¹⁰⁵ vor, für den es ein kollaboratives Model gibt, das die soziale Bedeutung in den Vordergrund stellt (Mustererkennung, Lern-Algorithmen), und ein kompetitives Modell, das aus der Herausforderung Interaktivität schöpft und den künstlichen Mitspieler als selbstständige Einheit sieht, die sich mit generativen Algorithmen¹⁰⁶ durchsetzt.

Aus diesem Modell und den bisherigen Erkenntnissen lassen sich Performer-Laptop-Verhältnisse ableiten:

Typ	Reaktiv			Aktiv	
	←			→	
Grad	Effekt	Trigger ¹⁰⁷	Service	Adaptiv	Intelligent
Konstellation	Instrument und Computer	Instrument und Computer oder Performer und Computer	Performer und Computer	Performer und Computer	Performer und Computer, Computer und Computer, Automat (Instrument enthalten)

Die Konstellation, dass der Spieler nicht nur auf die Aktionen des Computers reagiert, sondern auch zwangsläufig beeinflusst wird, wird hier nicht abgedeckt. Für diesen besonderen Fall konnte ich kein Material finden, jedoch ist vorstellbar, dass dem Aufführenden über ein Display angezeigt wird, ob er spielen darf.

104 Vgl. 'Arcade' von Günter Steinke, 1991/92, für Cello und Live-Elektronik. Die zweite Fassung wurde in Max/Msp implementiert und die einzelnen Abschnitte werden durch die Space-Taste ausgelöst.

105 Vgl. Volpe, Gualtiero, Multisensory Integrated Expressive Environments, in Computer Music Journal (Bd. 34/1) 2005, S. 26-27.

106 Generativ nicht im Sinne der generativen Programmierung, sondern eher als Grundstein der 'Generative Art' Vgl. URL: <http://www.generative.net/read/home> (Zugriff am 9.6.2009)

107 'Yes, Wii can' – Berby und Nerd (Hubert Steins und Luigi Rensinghoff). Der Interaktion liegt das Trigger-Modell zugrunde, bei der über Bluetooth die Wii-Daten (Buttons, Accelerator und X/Y) an den Junxion-Konverter und dann an PD gesendet werden. Zum Beispiel kann in einem Stück jeder Spieler auf drei Ebenen (unterteilte Y-Achse) mehrere Sinus-Generatoren ansteuern und über den Accelerator beeinflussen. Ein einfaches Trigger-Modell, bei dem aber der musikalische Output mit den Aktionen der Spieler stark korrespondiert.

Der Vorteil von Interaktivität besteht vor allem darin musikalische Eigenschaften besser in Echtzeit zu generieren oder sie abzunehmen, als sie im Studio zu produzieren. Wie zum Beispiel „(...) the incorporation of gestural nuance such as rubato, subtleties of phrasing and articulation, and dynamics. In non-interactive work, such nuances requires great pains to produce. (...) because they (nuances) are difficult to produce, there is a definite tendency to avoid them.“¹⁰⁸ Bei improvisierter Laptopmusik sind es genau diese Nuancen, um die es geht und die es zu auralisieren und zu visualisieren gilt. Dazu konnte Guy Garnett drei Hauptvorteile durch den Einsatz von Computer bei einer Performance entdecken:

1. „The electronics extends the performers ability based on skills the performer already has.“
2. „(...) new sensors can be added to an existing instrument to produce new correlations of physical gesture to the sonic output.“
3. „(...) it is possible to design and build entirely new instruments that communicate directly with a computer“¹⁰⁹

Sei es eine Konzeption, die auf Auslösemechanismen beruht oder der Erweiterung des digitalen Instruments, so sticht doch bei beiden Schwerpunkten das musikalisch-gestische Verhältnis von Performer und Laptop heraus, das in einem Formalismus beschrieben werden muss, damit sich Affordanz und Effektivität etablieren können. Beiden Konzepten ist auch zu eigen, dass, je höher der Grad der Komplexität steigt, die Flexibilität des Performers abnimmt und sich auch Gestenübersetzungen immer weniger nachvollziehen lassen. Nimmt die Flexibilität des Performers ab, übernimmt er die Rolle des Regisseurs, der nur noch Rahmenbedingungen der Aufführung kontrolliert und bei zunehmendem Grad an Seiteneffekten gegensteuert. Der Performer gibt sich in solch einem Fall der Täuschung hin, er würde die Aufführung kontrollieren, obwohl der Computer die aktive Instanz ist, die durch komplexe Datenströme den Spieler immer wieder zu neuen eingrenzenden Maßnahmen auffordert. Das ist meiner Ansicht nach sehr unmusikalisch und sollte keine Kategorie von Interaktivität in Laptop-Performances sein, sondern eher den Komponisten zur Frage führen, ob das

108 Garnett, G., *The Aesthetics*, 2001, S. 24-25.

109 Ebd., S. 31.

Modell Interaktivität die richtige Entscheidung für die Realisierung seiner Werkidee ist. Sollte es ein Instrument mit Live-Elektronik sein, ist dies als Maßnahme verständlich, weil bei dem akustischen Hybrid, abhängig von Resonanzen zum Beispiel, Spitzen im Spektrum auftauchen, die dem gewünschten Klangresultat nicht entsprechen.

2.3.2 Improvisation

1935 schrieb John Cage *Quartet* für Schlagzeugensemble und präpariertes Klavier, bei dem er nur die rhythmische Struktur schriftlich fixierte und die Instrumentenwahl den Interpreten überließ.¹¹⁰ Seine Idee der klanglichen Unbestimmtheit floss hier in in die Notationsform ein, jedoch ist diese nicht zu verwechseln mit der Überantwortung des Materials an den Interpreten, der darüber improvisieren soll. Übereinstimmungen bei Cage und vielen Improvisationsideen lassen sich aber in der individuellen Klanglichkeit finden, die es bei der Improvisation/Interpretation zu entwickeln gilt. Bei vielen Jazzern zum Beispiel gilt der Improvisationsstil als Weg zum eigenen Sound des Instrumentes, der nicht kopiert werden kann.

„Wie steht es mit der Verallgemeinerbarkeit der neuen Techniken und Instrumente? Sind sie von der Syntax ihrer Erfinder abhängig? Es gibt heute Saxophonisten, die Evan Parkers multiphone, mittels Zirkularatmung ins Unendliche gedehnte Klangbänder perfekter spielen als Parker selbst. Und doch wirkt solche Perfektion seltsam peinlich und respektlos.“¹¹¹

Individualisierung ist neben Ritual und Zeit eines von vielen Aspekten der Improvisation, die Wilson in 'Hear and Now' beschreibt. In Stockhausens Klavierstück XI werden Höhe und Zeitverhältnisse in Zellstrukturen fixiert, die vom Interpreten frei gewählt werden können, damit sie die zeitliche Ebene grob mitstrukturieren dürfen und die Aufführung selbst ritualisieren. Daraufhin hat Stockhausen weitere Stücke komponiert, die „sich mehr und mehr von der Fixierung unterschiedlicher Parameter lösten und in ihren Notationen Schritt für Schritt die interpretatorisch-kompositorisch Freiräume modifizierten und stark

110 Vgl. Frisius, Rudolf, *Veränderungen im Verhältnis von Komposition und Improvisation seit den 1950er Jahren* in Musik in Geschichte und Gegenwart, Kassel 1996, Sp. 590-594, hier Sp. 590.

111 Wilson, Peter Niklas, *Hear and Now*, Hofheim 1999, S. 17.

erweiterten.“¹¹² Dazu gehören auch Kurzwellen (die Partitur gibt lediglich Tendenzen durch die Symbole +, - und = vor), Prozess, Mixtur und Microphonie I und II.¹¹³

Als Impulsgeber für Improvisation gelten oft noch Weberns 6 Bagatellen, von denen der Schlagzeuger John Stevens folgende Paradigmen ableiten konnte

- die Verfeinerung und extreme Individualisierung der Klangfarbe
- die extreme Reduktion der Sprache
- die Verbindlichkeit jedes einzelnen Klangelements, ein Gegenpol zum virtuosen Wortreichtum
- die Dissoziation der „Klangrede“ zur Klang-Textur, zum ungerichteten „Klangraum“ (das im-Moment-Sein)¹¹⁴

Auffällig hier ist die Orientierung am Klang, nicht etwa an Struktur oder Disposition, denn der Klang selbst wird improvisiert.

Im Gegensatz zum Vorurteil der Formlosigkeit und des Getöses von Improvisation, zielen diese Paradigmen auf eine feinabgestufte Klanglichkeit ab, mit der das Material entwickelt wird, ohne sich dem Strukturzwang der Materialdisposition hinzugeben.

„Niemand hält mit solch verzweifelter Zähigkeit am Konzept der Form als einer Menge idealer Proportionen, die Stil und Geschichte transzendieren, fest wie die Propagandisten der komponierten Musik [...] Mythen, Gedichte, politische Aussagen, Gemälde, mathematische Systeme: Es scheint, als müsse irgendein übergreifendes Muster übernommen werden, um Musik vor ihrer endemischen Formlosigkeit zu erretten.“¹¹⁵

Der hier zitierte Derek Bailey will sich aber auch von einem weiteren Vorurteil lösen, denn seine Musik ist

„kein Barometer der emotionalen Tagesform, sondern Spiegel der Persönlichkeit – und die ändert sich nicht so schnell, wie es manche Kritiker verlangen, die Offene Improvisation als den Zwang zu permanenter Revolution missverstehen. Improvisation ist eine

112 Frisius, R., *Veränderungen im Verhältnis von Komposition und Improvisation*, 1996, Sp. 590-594, hier Sp. 590.

113 Florian Zwissler nannte in seiner Diplomarbeit 'Instrumentale Aspekte elektroakustischer Musik' im Kapitel 2.3 'Live-Elektronik' viele Hinweise zu Stockhausens kompositorischem Entwicklungsprozess zu *Sirius* wie er improvisatorisch zu seinem endgültigem Material gekommen ist. Weiterhin wird hier auch auf die Offene Form eingegangen.

114 Vgl. Wilson, P., *Hear and Now*, 1999, S. 34.

115 Ebd., S. 53 nach Bailey, Derek, *Improvisation. Its Nature and Practice in Music*. In: *The British Library National Sound Archive*, London 1992.

Lebenshaltung, eine Sprache mit individuellen Vokabularen.“¹¹⁶

Neben der differenzierten Haltung zum Ausdruck der Improvisation ist Ethik ein weiterer Aspekt Wilsons, der auf Disziplin und Regeln der Improvisation abzielt, wie zum Beispiel „Keine Priorität eines einzelnen Spielers zulassen, keinen an das tonale System gebundenen Klang hervorbringen, keine rhythmische Periodik gestalten, keine einprägsamen Motive einführen“¹¹⁷ und auch in einem Traktat von Cornelius Cadrew fixiert wird (siehe Anhang B).

Der Aspektkatalog Wilsons umfasst neben den bereits erwähnten noch 12 weitere Punkte, die alle sehr detailliert beschrieben werden und die Seriosität des Themas andeuten. Der letzte Punkt beschäftigt sich mit dem Verhältnis Komposition und Improvisation.

„Es gibt Un-Komponierbares, genau wie es Un-Improvisierbares gibt. Improvisierte Musik hat im Lauf ihrer Geschichte genügend regenerative Kraft bewiesen, um dem Vorwurf der Antiquiertheit gelassen begegnen zu können. (...) Im übrigen wird die Differenzierung Komposition/Improvisation meist vorschnell an äußerlichen Kriterien wie dem der Schriftlichkeit festgemacht.“¹¹⁸

Notation von improvisierter Musik widerspricht sich nicht per se, denn Christian Wolff hat für seine Stücke die kontrollierte Improvisation entwickelt, die auch teilweise notiert wird.¹¹⁹ Trotzdem wird das Notationsprinzip auch dadurch in Frage gestellt, dass die Individualität des Klangs, die oft nicht nur mit speziellen Techniken, sondern auch mit der Umsetzung der Technik verschiedener Interpreten zusammenhängt, nur schwerlich in uniformiertes Notenbild übertragen werden kann.

„Das ganze Bestreben, ein standardisiertes Vokabular erweiterter Techniken zu entwickeln, widerspricht direkt jenen Idiosynkrasien, welche die Entwicklungen vorantreiben, die Komponisten nun einzufangen versuchen.“¹²⁰

Wie absurd sich Neue Musik und Notation gegenüberstehen, zeigt sich in der Interpretation des Posaunisten Paul Rutherford von Berios Sequenza V – er hatte nur die ersten Töne vom Blatt gelesen und den Rest improvisiert. Nach dem

116 Ebd., S. 11.

117 Ebd., S. 15.

118 Ebd., S. 26.

119 Vgl. 'Duo for Pianists' von Christian Wolff, 1957.

120 Wilson, P., Hear and Now, zitiert nach Ostertag, Bob, Begleittext zur CD „Verbatim“, 1999, S. 59.

Konzert wurde ihm ob seiner feinfühligsten Interpretation gratuliert.

Auch Rodolf Frisius kommentiert diesen Aspekt als Infragestellung überlieferter Notationsprinzipien.

„Die präzise Notation von eindeutig bestimmten Tonhöhen und Zeitwerten, gegebenenfalls ergänzt durch Zusatzzeichen für Dynamik, Artikulation und Klangfarbe, erweist sich als fragwürdig für Kompositionen und Improvisationen, in denen die ursprünglich mit dieser Notation assoziierte Hierarchie musikalischer Grundeigenschaften in Frage gestellt wird – d.h. Eine Abstufung zwischen konstitutiven, detailliert ausnotierten Eigenschaften einerseits und nachgeordneten, nur global fixierten Eigenschaften andererseits.“¹²¹

Im Gegensatz dazu ist Carl Dahlhaus der Meinung, dass Improvisationen bloß schon vorhandene Muster abrufen und sich auf Formeln, Gewohnheiten und Normen stützen. Hinter diesem Schein der Unmittelbarkeit verbirgt sich nur eine Reihung von Momentaneffekten und ist entweder grob schematisch vorgegeben oder dem Zufall überlassen. „Eine differenzierte, unschematische und dennoch feste, verständliche Form, wie sie das Ziel von artifiziellen Ehrgeiz darstellt, ist durch Improvisation kaum erreichbar.“¹²² Bemerkenswert darin ist, dass artifizielle Formen nicht verständlich sind, wenn sie sich zum Beispiel auf mathematische Prinzipien wie der Fibonacci-Reihe stützen, die mit dem Inhalt des Stückes nichts zu tun haben. Weiterhin stellt er in Frage, ob sich durch Improvisation Neues entdecken lässt und sieht in der Durchbrechung von Normen keine Innovation, auch wenn Komponieren an vermeintliche Regeln gebunden ist.

„Doch sind (...) Verletzungen von Normen nur dann ein Zeichen von Neuheit, wenn sie auf einer Konzeption beruhen und einen Zusammenhang bilden, statt zufällig und vereinzelt zu sein. (...) Viertens ist es zweifelhaft, ob Neuheit eher im raschen Zugriff der Improvisation als durch geduldige Anstrengung des Komponierens erreichbar ist. Im Vertrauen auf die Unmittelbarkeit und in dem dem Argwohn gegen Reflexion steckt ein romantisches Vorurteil.“¹²³

Alternativen sieht Dahlhaus lediglich in der Detailarbeit des Klangs und fordert auf Improvisation mit Komposition zu verbinden, in dem formaler Rückhalt vorher definiert wird und komponierte Strukturen den Rahmen des Stückes bilden.

121 Frisius, R., *Veränderungen im Verhältnis von Komposition und Improvisation* 1996, Sp. 590-594, hier Sp. 590.

122 Dahlhaus, Carl, *Komposition und Improvisation*, in ders. Schönberg und andere. Gesammelte Aufsätze zur Neuen Musik, Mainz 1978, S. 377.

123 Ebd., S. 380.

In interaktiven Systemen wird das kompositorische Denken in Metastrukturen ausgelagert, die als Rahmenwerk in einer Performer-Laptop-Konstellation eingesetzt werden können. Die kreative Verantwortung liegt dann nicht nur beim Spieler selbst, sondern auch beim Computer, der anhand von Analysedaten Entscheidungen über die Synthese treffen kann. Welche Art von Entscheidungen ist zunächst programmatisch abgegrenzt und kann im Resultat sehr vielfältig sein, da zur Laufzeit unterschiedliche Algorithmen abhängig von Entscheidungsmustern aufgerufen werden können, die immer wieder zu neuen Stilen der Performance führen können.¹²⁴ Zusätzlich wird die Affordanz bei solchen Systemen erhöht und der Performer kann seine persönlichen spielerischen Schwerpunkte einsetzen und improvisierend in Interaktion mit der Maschine treten. Das setzt sehr weit entwickelte Kapazitäten des Spielers und des Computers voraus, um sinnvolle musikalische Strukturen und Formen interaktiv entwickeln zu können. Entweder liegt die Verantwortung der Entwicklung mehr bei dem Spieler, dann muss das Interface auf diese Bedürfnisse abgestimmt sein, oder der Computer organisiert die Antworten auf die Interaktion selbst, dann muss das dafür geschriebene Programm sehr weit entwickelt sein.¹²⁵

Hinter 'Endphase'¹²⁶ verbirgt sich vor allem das letzte Stadium der Entwicklungsphasen des Laptop-Trios für eine bestimmte Performance. Die Aufführung ist das Ziel nicht nur von Proben, sondern auch die Konsequenz aus Konzept, Komposition und Improvisation. Die instabile Variable, die bei der Präsentation als grundlegendes Element mit einbezogen wird, setzt sich aus dem Moment der Aufführung (Interpretation/Improvisation) selbst, den vorher konzeptionell festgelegten Richtlinien und den zu verwendenden Algorithmen zusammen. Im Gegensatz zu Jazz-Improvisationen, die immer eine übergeordnete Form voraussetzen, wird die Form bei 'Endphase' festgelegt, notiert, aber der Inhalt während des Konzertes improvisiert. Das Material wird von jedem Spieler vorbereitet, aber die Verarbeitung durch die Improvisation findet erst auf der

124 Rowe, Robert, *Aesthetics of Interactive Music System*, in: *Contemporary Music Review* (Bd. 18/3) 1999, S. 83-87, hier S. 85.

125 Rowe, Robert, *Interactive Music Systems*, Cambridge 1993, S. 78 f.

126 Vgl. Bernal, Alberto/Kreidler, Johannes/Pais, João Miguel, *Remarks*, URL: http://www.endphase.net/blog_e.html (Zugriff am 13.05.2009).

Bühne statt. Die Materialdisposition besteht in der Formulierung des Algorithmus, der nicht spontan auf der Bühne geschrieben wird, sondern dem stundenlange Entwicklung vorausgeht. Beim Entwickeln dieser Algorithmen manifestieren sich die kompositorischen Ideen der Mitspieler.

Ein psychologisches Modell für die Handlungen des Spielers während einer Improvisation zeigt Andreas Reinhard in Abbildung 2 im Anhang. Das Modell stimmt mit den bislang gewonnen Erkenntnissen nicht mehr überein, weil insbesondere der Fokus auf den Klang selbst fehlt. Improvisations-Stereotypen wie Motive, Stimmung und Einzelpassage als Operation in diesem Modell beschränken die Idee der Improvisation, die Wilson versucht auszubauen.

2.3.3 Interactive Composing

Ausgehend von den bisher erarbeiteten Modellen zu Interaktion zwischen Spieler und Laptop und den improvisierten Aktionen des Spielers soll im Folgenden gezeigt werden, inwieweit Form und Material durch den Computer generiert werden und welchen Algorithmen dieser Genese unterliegt. Anhand von Beispielen soll auch der Grad der Autonomie des Computers gekennzeichnet werden.

Die ersten Echtzeitsysteme entwickelte Max Mathews von 1957 – 1968 (MUSIC I -V) und später dann GROOVE (Generated Real-time Output Operations on Voltage-controlled Equipment) im Jahre 1970. GROOVE basierte auf einem HoneywellDDP-224 Rechner mit einem Kathodenstrahl-Display und Speicherbändern. Für die Interfaces gab es zwei 12 bit A/D-Wandler, die über eine Tastatur, Drehknöpfen und einen dreidimensionalen Joystick die Klänge generierten.

1978 entwarf Joel Chadabe das Stück 'Solo', bei dem ein Synclavier durch Computer und Performer gleichermaßen gesteuert wurde. Die Controller waren zwei von Robert Moog modifizierte Theremins, die über die Hände auf der linken Seite die Klangfarbe des Instrumentes und auf der rechten Tempo und Melodie steuerten. Der zwischengeschaltete Rechner improvisierte achtstimmige Melodien über die Parameter des Spielers, in dem zu Beginn der Iteration die Richtung und

Länge der Phrase entschieden und diese Sequenz dann abgearbeitet wurde. Chadabe brachte derzeit den Namen 'interactive composing' als eine Methode für sein Stück auf, das Realzeit-Systeme für interaktives Spielen und Komponieren einsetzte.¹²⁷ In seinem späteren Werk 'Rhythms' von 1980 wurden Rhythmus-Pattern und Melodien über einen Computer ausgegeben, die im Synclavier afrikanische, indonesische oder karibische Instrumente ansteuerten. Über die Computer-Tastatur wurden Akkorde und Tonhöhe geändert und somit nur einzelne Sets ausgelöst. Die Details von jedem Wechsel konnten nicht vorhergesehen werden, denn Pattern und Tonhöhen wurden vom Computer selbst generiert. Interessant ist die Haltung Chadabes die Interaktion so zu entwerfen, dass der Spieler auf den Output der Maschine hören muss und abwarten muss, bis wieder ein neues Set ausgelöst werden kann.¹²⁸ Zur Übersicht des interaktiven Ablaufs soll Abbildung 3 im Anhang behilflich sein.

Der signifikante Unterschied für Chadabe im Vergleich zu traditionellen Kompositionstechniken war die Festlegung für Modi der Funktionen, die in jeder Performance erneut Strukturen entwarfen, nicht etwa die Determinierung des Materials vorab.¹²⁹ In beiden Stücken besteht der Kern-Algorithmus aus einem zufallsbasierten Nummern-Generator, der für Chadabe Komplexität und Unbestimmtheit repräsentiert. Wie man auch an der Haltung von 'Endphase' entnehmen konnte, liegt in dem Zufall besonders für Improvisationen ein reizvoller Aufforderungscharakter. Später gründete Chadabe die Firma 'intelligent music', bei der auch David Zicarelli Mitarbeiter war und die 1986 gemeinsam die Applikationen M und Factory Jam herausbrachten, um das Interaktivitätsparadigma auch softwareseitig voranzutreiben. Ebenso war er maßgeblich an der Software-Entwicklung von Max/Msp beteiligt.

Wenige Jahre darauf produzierten Morton Subotnick und Elektro-Ingenieur Donald Buchla die Multimedia Oper 'Ascent Into Air' (1983). Hier war es allerdings ein digital/analoges Hybridsystem, das über VCA gesteuert wurde. Das

127 Chadabe, Joel, Interactive Composing: An Overview, in : Computer Music Journal, 1984 (8/1), S. 22-28, hier S. 22.

128 Ebd., S. 22.

129 Ebd., S. 26.

Live-Processing und die Computermusik wurden von zwei Cellisten getriggert. 1987 wurde am Mills College die Sprache HMSL (The Hierarchical Music Specification Language) entwickelt. Die OOP-basierte Sprache eignete sich ideal für digitale Soundsynthese zum Beispiel auf Motorola 56000 Prozessoren. Robert Rowe hat Anfang der 90er für seine interaktiven Kompositionen die Software 'Cypher' entwickelt und etwa zur selben Zeit gab es erste Versionen von Miller Pucketts Max. 1996 wurde Pd von Puckett veröffentlicht und seit 1999 wird Max/Msp über Zicarellis Firma Cycling '74 vertrieben. In den selben Zeitraum fällt auch das erste Release der Software SuperCollider (1996), das durch Add-Ons wie ixiQuarks¹³⁰ erweitert wird. Seit etwa 2000 gibt es für fast jede Software eine Video-Erweiterung, um die Sprache besser in ein Multimedia-Framework zu integrieren. Alle Applikationen zeichnen sich durch einen hohen Grad an Flexibilität und Real-Zeit-Synthese aus. In jeder Umgebung muss vor der Implementierung zunächst festgestellt werden, wer die Verantwortung hat, wer führt und wer folgt, wie viel Gewichtung jede Stimme in der Gruppe hat, wie viel der Komponist zu sagen hat und welche Entscheidungen der Performer noch treffen kann.¹³¹ Davon ausgehend stellt Winkler vier Interaktions-Modelle zwischen Mensch und Computer auf:

- Dirigenten-Modell, Koordination und Interpretation einer Partitur (Score-Following bei 'Explosante Fixe' von Pierre Boulez oder auch Radio Baton)
- Kammermusik-Modell, Interdependenz und gruppenspezifische Entwicklung in Tempo und Phrasierung, Kontrolle wird untereinander weitergegeben ('Snake Charmer'¹³²)
- Improvisations-Modell, beruhend auf einer Struktur und einer gemeinsamen Form
- Freie Improvisation, Unbestimmtheit und Zufall sind meist die Weichen

130 Vgl. URL: <http://ixi-audio.net/content/download/ixiquarks/index.html> (Zugriff am 22.05.2009).

131 Winkler, Todd, *Composing Interactive Music*, Cambridge 1998, S. 22.

132 Snake Charmer von Todd Winkler für Klarinette und Computer (1991) lässt den Spieler die Dynamik des Computers zeitweilig steuern. Der Rechner 'hört' auf das Instrument und reduziert die Dynamik. Dann wieder eigenständig und der Klarinettist muss sich zurückziehen, wodurch eine beidseitige Kontrolle entsteht.

für nicht-lineare Strukturen¹³³

Für Winkler kommen nur drei wesentliche Typen von Algorithmen in Frage, mit denen diese Modelle realisiert werden können. Die generative Methode wird eingesetzt, um nach einem Regelwerk die gesamte Klangerzeugung durch prädisponiertem Material, das abstrakt und gespeichert vorliegt, aufzubauen. Bei der sequenzierten Methode werden vorprogrammierte oder vorproduzierte Abschnitte durch live-Input ausgelöst und abgespielt und noch in Tempo, Dynamik und Rhythmik verändert. Wenn Input in Echtzeit analysiert und variiert wird, spricht er von der transformativen Methode.¹³⁴ Als Beispiel für einen transformativen Algorithmus dient das von Winkler entwickelte Programm MelodicContur, bei dem gemessene Intervalle gespeichert werden, ein vorhandenes Intervall extrahiert und über einen Randomfaktor verändert wird.¹³⁵ Die Komponente, die den musikalischen Input analysiert, nennt Winkler 'Listener-Object'; hierbei ist das Interaktionsmodell nicht entscheidend, weil die Ebene der Analyse in jedem Fall auftritt. Von den Listener-Objects gibt es vier Kategorien:

- Windowing, bestimmte Konditionen durch Zähler oder Matches – es wurde ein C gespielt - sind mit Weiterleitungen oder Stops des Datenflusses verbunden
- Event-Counting, nach n Ereignissen wird etwas ausgelöst
- Continuous Updating, Durchschnittswerte des Inputs – Dauer zwischen den Events – werden ermittelt und aktualisieren das computer-interne Metronom
- Triggering, basiert auf Zeit¹³⁶

Auch in dem Stück 'Maritime' (1990) für Violine und die interaktive Software Cypher von Robert Rowe wird das Audio-Signal erst über einen Pitch-to-MIDI-Konverter in das MIDI-Format übersetzt und dann von Cypher analysiert. Ungefähr zweidrittel sind bei dem Stück ausnotiert und der Rest wird improvisiert. Einige Antworten des Computers sind festgelegt, andere wiederum

133 Winkler, T., *Composing Interactive Music*, S. 23-30.

134 Ebd., S. 178.

135 Ebd., S. 200.

136 Ebd., S. 266.

obliegen der Entscheidung des Computers. Cypher analysiert die Daten in zwei Stufen: zunächst wird Tempo, Dynamik und Lage ermittelt und im zweiten Schritt wird eine Charakterisierung vorgenommen, ob das Material regelmäßig oder unregelmäßig ist. Der Komponist legt Regeln fest, welcher Algorithmus bei welchen Regeln aufgerufen wird. Durch solche Systeme wird die Verantwortung der Kreativität mehr auf den Performer und den Computer verlagert, so dass nicht mehr die Komposition im Detail, sondern auf einer strukturellen Meta-Ebene stattfindet.¹³⁷ Cypher ist MIDI-basiert und kann entweder Daten direkt von einem MIDI-Keyboard oder von dem damals sehr beliebten IVL Pitchrider (Audio zu MIDI Konverter) entgegen nehmen. Über eine Konfigurationsdatei *cypher.voices* wird die Zuordnung von MIDI-Banks und Timbres zu acht unterschiedlichen Presets hinterlegt. Bei jedem Presetwechsel können bis zu acht Programmwechsel der MIDI-Channel vorgenommen werden. Für die Konfiguration der oben erwähnten Regel-Ebenen können Regelmechanismen (Listener Objects nach Winkler) mit den transformativen Methoden verknüpft werden. Die Trigger-Klassifikationen beziehen sich auf Tempo, Lage, Töne, Sequenzen etc. Die Methoden verändern das Material dahingehend, dass invertiert, harmonisiert, umgekehrt, gekrebst, verlangsamt, lauter/leiser gespielt wird. Die Zuordnung der zweiten Ebene mappt Phrasierung oder Rhythmik auf zum Beispiel Dichteverhältnisse.¹³⁸ Auch wenn das Setup auf MIDI basiert, so abstrahiert Rowe bestimmte Mechanismen, wie auch Winkler schon, und unterteilt diese in *Agencies* (Listener Objects) wie Dichte, Dynamik, Register, die wiederum mit Agents verknüpft werden (Dauer oder Tempo). Um dem System mehr Verantwortung zu übertragen, implementiert Rowe die Agency/Agent – Paare mit zusätzlichen Speichern, so dass später auch auf schon gespieltes Material zurückgegriffen werden kann. Rowe verfeinert den Prozess noch durch eine finale Produktionsstufe, die das Output-Material nochmals modifiziert, wenn Regeln hier greifen. Autonomie und Verantwortlichkeit des Computers ist bei Rowe also ein mehrstufiges System aus Regelmechanismen und Speichern, die über die

137 Rowe, Robert, *The Aesthetics of Interactive Music*, S. 84 f.

138 Rowe, Robert, *Interactive Music Systems*, Cambridge 1993, S. 42 f.

Input-Analyse variiertes oder neues Material entwickeln.¹³⁹

Der jetzige Stand der Untersuchung zeigt, dass ein interaktives System scheinbar nicht ohne ein Regelwerk auskommt, um das Zusammenspiel zwischen Mensch und Computer zu koordinieren. Die vermeintliche Intelligenz, die dem Computer in den bisherigen Beispielen zugesprochen wird, beruht auf Random-Generatoren. Sicherlich ist das eine Strategie dem Umfeld Spontanität und unbestimmte Variation zu implementieren, jedoch ist zum einen der musikalische Rahmen fraglich, der damit durchbrochen wird und zum anderen stellt sich die Frage der Nachhaltigkeit. Die Maschine liefert ad hoc Zufallswerte aus, die keinem statistischen Mechanismus unterliegen und somit nur für diesen Moment gelten. Wirklich intelligent wäre ein Algorithmus, wenn die Zufallswerte auch persistiert und ausgewertet würden, um beim nächsten Urnengang zumindest eine statistische Tendenz zu berücksichtigen.

2.3.4 Live-Coding

Auch wenn Risset die klare Position vertritt, dass Komposition kein Laufzeit-Prozess sein sollte¹⁴⁰, gibt es neue Positionen, die sich diesbezüglich entwickelt haben. Bei der Strategie des Live-Coding geht es auch um das Moment der Unbestimmtheit und der Improvisation, jedoch ist die Quelle nicht der Spieler mit Körper und Geste, sondern der Code selbst, der während des Stückes umgeschrieben oder ersetzt wird. Live-Coding ist das Buzzword, hinter dem sich ein Ansatz verbirgt, während der Performance vorbereitete Code-Snippets oder generierte Funktionen durch vorhandene Programmteile zu ersetzen oder zu ergänzen. Auch wenn das Risiko besteht, das Programm zum Absturz zu bringen oder das Klangresultat nicht vorhersehbar ist, überwiegt die Faszination mit dem Nicht-Vorhersehbaren zu spielen und dadurch ein hohes Maß an Individualität zu forcieren.

„Was das Computerprogramm als Werkzeug verfestigt, nämlich die Investition an Zeit, die später die Verfertigung von geschlossenen »Werken« effizienter und sicherer machen soll, entfällt und macht den Blick frei auf eine Ebene, in der die Sprache selbst Teil des künstlerischen Prozesses wird. Unter diesen Bedingungen wird die

139 Ebd., S. 209 f.

140 Risset, J., *Composing in Real-time?*, S. 37.

Programmiersprache zur Umwelt, in der die Entscheidungen, welche Veränderungen welche Auswirkungen haben, immer neu getroffen werden können. Das macht den traditionellen Zugang zur Software-Entwicklung weniger interessant als die Technik der späten Entscheidung.¹⁴¹

Die 'Technik der späten Entscheidung' verlagert den Prozess der Komposition und der Materialfindung in den Moment der Aufführung, wodurch ästhetische Vorstellungen live codiert werden. In diesem Sinne bewegt sich das Ensemble PowerBooks_UnPlugged¹⁴² in einem vernetztem Setup von mehreren Laptops und nutzt eine gemeinsame Bibliothek von Algorithmen, Generatoren und Modulatoren, modifiziert und evaluiert den Code im Moment der Aufführung und teilt jede ausgeführte Zeile Code mit seinen Ko-Performern. Der live entwickelte oder variierte Code repräsentiert also ein musikalisches Thema oder eine Phrase, die Ausdruck der gemeinsamen Ästhetik ist. Die SuperCollider-Erweiterungen des Ensembles delegieren auch Sound-Synthesen auf die Rechner der Mitspieler, die sich mit Klängen ihres Gegenübers konfrontiert sehen und sich zu diesem musikalischen Statement irgendwie verhalten *müssen*.

Jedes Framework, das für die Klangsynthese eingesetzt wird, beeinflusst den modus operandi und der Komponist gibt sich dadurch Einschränkungen hin. „Yet there is undoubtedly a sense in which the language can influence one's frame of mind, though we do not attempt anything so ambitious as to track the influence on artistic expressions of a language's representational mind set.“¹⁴³ Davon ausgehend sollte also das Framework selbst schon offen gestaltet sein, dass die mobilen Module integraler Bestandteil im Datenfluss sind, aber nicht das kompositorische Denken beeinflussen. Max/Msp zum Beispiel ist in erster Linie Event-basiert und prozedural, was dem Kern der Komposition einen sequenziellen Ablauf suggeriert. Der Reiz des Unkontrollierbaren steht Klarheit, Verlässlichkeit und Pflegbarkeit gegenüber, was Collins et al. auch durch einen Code versucht

141 De Campo, Alberto / Rohrhuber, Julian, Else if – Live Coding, Strategien später Entscheidung, URL: [http://netzspannung.org/cat/servlet/CatServlet/\\$files/272761/de_campo_rohrhuber.pdf](http://netzspannung.org/cat/servlet/CatServlet/$files/272761/de_campo_rohrhuber.pdf) (Zugriff am 25.5.2009).

142 Vgl. URL: <http://pbup.goto10.org/> (Zugriff am 25.5.2009), Mitglieder sind Alberto de Campo, Julian Rohrhuber, Echo Ho, Hannes Hoelzl, Jan-Kees van Kampen und Renate Wieser.

143 Collins, Nick / McLean, Alex / Rohrhuber, Julian / Ward, Adrian, Live coding in laptop performance, in Organised Sound (8/3), Cambridge 2003, S. 321-330, hier S. 321.

haben zu etablieren, der sich selbst modifiziert.¹⁴⁴

Etwas einseitig formulieren Collins et al. die Vorteile des Live-Coding, die sich eher auf die Herausforderung des Performers stützen und den potentiellen Umfang der Sprache, als sich auf musikalische Kriterien zu konzentrieren.¹⁴⁵ Live-Coding ist eine Strategie für zeitnahes Komponieren und lässt den Aufführenden keine Möglichkeit der Materialwahl. Es gibt keine Zwischenstufe mehr das Programm zu testen oder den Output nochmals in Logic zu importieren, mit Filtern zu belegen, mit anderen Klängen zu mischen, nochmals zu bouncen und diesen Prozess so lange zu iterieren, bis dem Komponisten das Material gefällt.

Ein weiteres Kriterium ist die Kollaboration der Performer, gemeinsam an einer Funktion zu arbeiten und diese über ein Netzwerk während der Aufführung auszutauschen.¹⁴⁶ Eine Art stille Post des Live-Codings.

Das Duo *Slub*¹⁴⁷ zum Beispiel benutzt einen Server, der das Timing synchronisiert und das Audiomaterial über einen Synthesizer und einen Sampler ('MSG') erzeugt. Jeder Spieler benutzt allerdings unterschiedliche Software: *Map* ist eine Patcher-basierte Programmierumgebung, in der der globale Datenfluss über Strippen geleitet wird. Die Patches selbst allerdings sind Code-Fragmente, die zur Laufzeit umgeschrieben oder ausgetauscht werden können (siehe Abbildung 4).

Pure Events plant Code-Teile in einen Ablauf ein oder setzt Anleitung zum MSG-Server ab (siehe Abbildung 5). Die Eigenschaften der Code-Fragmente können wiederum mit GUI-Controls verbunden werden (zum Beispiel Slidern).

Ein weiteres Beispiel ist die *Just in time Library* (jitLib), die Julian Rohrhuber als Erweiterung für SuperCollider geschrieben hat. Das zusätzliche Software-Paket forciert Live-Coding und Code-Replacement des Audio-Interpreters und hebt dadurch weitestgehend die Trennung von Vorbereitung und Durchführung auf. Prinzipiell beruht die jitLib auf einem Proxy-System, in dem Audio- und Kontroll-Busse angelegt werden und nur über play/stop-Kommandos oder über Mix-Befehle hörbar gemacht werden können. Dadurch hat der Benutzer die

144 Ebd., S. 323.

145 Ebd., S. 322.

146 Ebd., S. 322.

147 Slub sind Alex McLean und Adrian Ward, URL: <http://slub.org/> (Zugriff am 23.05.2009).

Möglichkeit offline neue Generatoren und Strukturen zu entwickeln und erst im finalen Schritt das Resultat in den Summenbus zu mischen. Anhang C zeigt eine Beispiel-Implementierung zur Verwendung von jitLib.

2.3.5 Netzmusik

Unter dem Begriff Netzmusik verstehe ich nicht nur einen Stil, der in den 70ern durch Formationen wie *League of Automatic Music Composers* oder *The Hub* geprägt wurde, sondern auch eine Strategie, die für Laptop-Improvisationen eingesetzt werden kann, wenn eine Gruppe von Laptopisten gemeinsam Klänge synthetisieren. Dahinter verbirgt sich nicht nur die Motivation zusammen zu spielen, weil das vor allem interessanter ist und mehr Spaß macht, sondern auch die neuen Kommunikations- und Kombinationsmöglichkeiten. Weiter muss ich Netzmusik thematisch abgrenzen, weil mich in diesem Kapitel nur in einem Intranet gestaltete Musik interessiert. Dazu reicht ein Router oder ein Switch, mit dem ein kleines (W-)LAN aufgebaut werden kann.

Als „Vision eines musikalischen Raumes im Nirgendwo“¹⁴⁸ nennt Ungeheuer eine Definition für Netzmusik und hebt weiter die Interaktivität des musikalischen Entstehungsprozesses hervor. Die Spieler arbeiten interaktiv an einer Vision und nutzen dabei nicht nur die Möglichkeit Tempo-synchron zu agieren, sondern auch Kontroll- und Audio-Streams zu teilen.

League of Automatic Music Composers haben seinerzeit über eine serielle Schnittstelle kommuniziert und 'Requests' an die Mitspieler gesendet und dadurch etwa Delays oder Melodie-Linien in der Hardware ausgelöst, die mit den Rechnern der Performer verbunden war. Dadurch war nicht jeder für seinen eigenen Klang- und Strukturgenerator verantwortlich, sondern man konnte sich gegenseitig beeinflussen. Die Vision des gemeinsamen Klanges und das soziale Engagement gingen einher mit einer kulturkritischen Haltung, die durch das Spontane und Unbestimmte in der Spieler-Konfiguration manifestiert wurde.

„(Netzmusik, Anm. d. Verf.) hat viel damit zu, wie musikalisches Experimentieren im Internet statt findet. Musiker und Künstler fragen sich nicht, auf welche klanglichen Ergebnisse sie abzielen, welche

148 Ungeheuer, Elena, *Netzmusik – Stand elektroakustischer Musik oder Musik von anderen Planeten*, in: ders. *Elektronische Musik*, Laaber 2002, S. 305 f.

Materialstrukturen dazu notwendig und welche Werkzeuge benötigt werden. Das wäre die ›gute alte‹ analytische Denkweise des Abendlandes. Statt dessen benutzen sie vor Ort gefundene Materialien und Werkzeuge, die sie modifizieren und rekombinieren – die Haltung, bei der Probleme durch das Hantieren mit vorgefundenen Materialien durchdacht werden – eine assoziative, bastlerische Form der Reflexion.¹⁴⁹

Bei *The Hub* wurde sich dagegen gewehrt Absprachen über die Klangfarben zu treffen. Als musikalische Sprache reichte die Netzwerkspezifikation aus und war zugleich einzige Regel der Performance. Chris Brown (Mitglied der Band) bezeichnet die Programme als automatisierte Software-Performer, die über das Netz improvisierten.¹⁵⁰ Die humanoiden Eingriffe dienten lediglich der Klangregie und der Führung der Systeme.

Das OpenSound Control (OSC) Protokoll wurde erstmals auf der ICMC 1997 bekanntgegeben und sollte den MIDI-Standard bei der Kommunikation mit Synthesizern ablösen. Auch komplett Software-basierte Netzwerk-Applikationen stützen sich auf OSC, das am CNMAT entwickelt wurde. Neben primitiven Datentypen werden auch Blobs unterstützt.

Bei der Netzwerk-Improvisation 'PureData BigBang'¹⁵¹ wurden alle Beteiligten über OSC synchronisiert – ein regelmäßiger Puls wurde via Broadcast an alle Spieler gesendet - und der Output an einem zentralen Mischpult gemixt. Ansonsten wurde Klanggenese und Einsatz von jedem Mitspieler im eigenem Ermessen gestaltet.

Bei PowerBooks_UnPlugged wird das Netzwerk in erster Linie dazu genutzt, evaluierte Code-Teile in einer 'History' abzulegen, auf die jeder Performer Zugriff hat. Somit können leicht Routinen übernommen und variiert werden. Die Syntax einer Ensemble-eigenen SuperCollider-Klasse sendet den evaluierten Code an seine Mitspieler und erzeugt dort denselben Prozess.

Das JMX¹⁵²-Framework beruht ähnlich wie SuperCollider auf dem Server-Client-Prinzip und stellt einen Audio-Server zur Verfügung, an dem sich Struktur-Clients

149 Ebd., S. 315.

150 Brown, Chris, Wieso Netzmusik?, in: Neue Zeitschrift für Musik (5) 2004, S. 25

151 Der Workshop von 'PureData Bigbang' wurde im Februar 2005 in Köln von Luigi Rensinghoff geleitet.

152 JMX ist das Software-Framework für das Laptop-Trio tryek (Johannes Winkler, Kerim Karaoglu, Johannes Schmidt).

anmelden, die die Audio-Generatoren auf dem Server mit Parametern versorgen. Synchronisiert wird das Setup über einen Scheduler, der Tempo, Taktart und globale Ereignisse an alle angemeldeten Clients verschickt. Jeder Audio-Generator hat eine Client-Version, die als Kommunikations-Portal zum Server dient. Alle gemeldeten Generatoren können somit von jedem Spieler gesteuert werden und in den Framework-spezifischen Audio-Matrizen geroutet werden. Allgemein finden Chat-Programme für die Kommunikation der Spieler untereinander immer mehr Anklang, um nächste Schritte in einer Performance abzustimmen.

2.3.6 Zusammenfassung

Wenn es in den ersten Jahren der Entwicklung von Echtzeit-Systemen noch darum ging den Computer als Erweiterung von mechanischen Instrumenten oder selbst als digitales Instrument zu sehen, wird in jüngster Zeit die Autonomie des Computers dadurch gefördert, dass Abstufungen zwischen Interaktionsmechanismen deutlicher werden. Das System wird so programmiert, dass sich das Verhältnis von Affordanz und Effektivität beim Spielen weiterentwickelt. Gegenüber einfachen Trigger-basierten Umgebungen werden Mechanismen entwickelt, deren Parameterumfang sich nachteilig auf die Rezeption auswirkt und auch das Spielen selbst einschränkt. Komplexe Klanglichkeit verhält sich dadurch reziprok zur Flexibilität des Performers. Nichtsdestotrotz zielt diese komplexere Verhalten auf Details im Klang ab, deren Nuancen durch Interaktion beeinflusst wird.

Die Improvisation am Laptop ergibt sich als Konsequenz aus den interaktiven Prinzipien, die offene Formen und Unbestimmtheit als Regel oft mit implementieren. Die Konzentration auf die individuelle Klanglichkeit ist eine besondere Spielerhaltung, die die Reduktion des Materials voraussetzt und einher geht mit einer Improvisationsethik, die zeitlich nicht fixierte Kompositionsregeln berücksichtigt. Im Gegensatz zu der Auffassung Improvisation beruhe auf Bekanntem und Gelerntem ist besonders bei Laptopimprovisationen die Arbeit am Material und die Wahl der Algorithmen ein zeitnahes Komponieren, das sich

durch einen kollaborativen und generativen Prozess entwickelt oder auf Absprachen von groben Abschnitten in der Performance beruht.

Die Improvisation motiviert die Entwickler von Echtzeitumgebungen dem Rechner mehr Autonomie einzuräumen, was zu Beginn noch durch den Einsatz von Zufallswerten abgedeckt wurde, später dann aber durch komplexe Regelmechanismen – Agent/Agency bei Rowe – versucht wurde zu realisieren. Konsequenterweise führten Projekte auch zur Konstruktionen von Robotern, die eigenständig Audio-Signale analysieren, verarbeiten und sich zu dem Material musikalisch verhalten.¹⁵³ Die zuvor diskutierten Algorithmen bei der Gestenerkennung (Lern-Algorithmus, SOM, Bayes, TDNN) können hier also in das Spielverhalten des Computers einfließen. Somit werden Regelwerke, die im Falle von Cypher erst konfiguriert werden müssen, von dem Automaten selbst entwickelt.¹⁵⁴

Die Technik der späten Entscheidung ist ein Mittelweg, die Computermusik nicht nur über ein Regel- oder Lern-System zu erzeugen, sondern Routinen und Generatoren im Moment der Performance zu evaluieren und zu mischen. Ein hierfür entwickeltes Proxy-System für die Daten-Busse verlagert den Kompositionsprozess in eine zeitnahe Interaktion mit den Ko-Performern und ruft generative Prozesse im Moment der Aufführung hervor.

Kollaboration und Kombination des gemeinsamen Outputs sind Prinzipien der Netzmusik, die sich gegen einen abgesprochenen Kompositionsplan wendet und die Optionen aus der Netzwerkkonfigurationen selbst als ästhetischen Gestalter nutzt.

Eine 'Ästhetik des generativen Codes'¹⁵⁵ entwickelt sich, mit der nicht nur die Ästhetik des klanglichen Results gemeint ist, sondern auch das Design der Algorithmen, in denen Kompositionstechniken formuliert werden. Diese Art der

153 Weinberg, Gil / Driscoll, Scott, Toward robotic Musicianship, in: Computer Music Journal (30/4) 2006, S. 28-45. Der Drum-Roboter 'Haile' spielt auf einer Djembe und kennt sechs unterschiedliche Interaktionsmodi: Imitation, stochastische Transformation, wahrgenommene Transformation, Beat-Erkennung, einfache Begleitung, wahrgenommene Begleitung.

154 In der Arbeit von Hannes Seidl 'Verstärkung, Aufzeichnung und Synthese Einfluss elektronischer Mittler und Klangerzeuger auf Live-Musik' in Kapitel 3.3 wird das Thema 'Neuronale Netzwerke' detailliert beleuchtet.

155 Cox, Geoff / McLean, Alex / Ward, Adrian, The Aesthetics of Generative Code, URL: <http://www.generative.net/papers/aesthetics/index.html> (Zugriff am 26.05.2009).