

I KLEINSTE DIFFERENZEN IM REGELMÄßIGEN

Frequenzen, oder: die Quadratur des Schwingens (Oresme, Mersenne, Fourier)

Tischtennis bringt ins Spiel: zeitkritische Prozesse
Ping Melodies

II "PING OF DEATH". FÜR EINE ÖKONOMIE MIKROZEITLICHER MEDIENPROZESSE

[Einleitend]

Ping: die Melodie des Internet

Laufzeiten

Film, Fernsehen, Video - von klassischen zeitbasierten zu hochtechnischen zeitkritischen Medienprozessen

<...>

[Literaturliste]

I KLEINSTE DIFFERENZEN IM REGELMÄßIGEN

[Bezogen auf Vortrag an der Technischen Universität Berlin, 19. Dezember 2006]

Frequenzen, oder: die Quadratur des Schwingens (Oresme, Mersenne, Fourier)

Eine medienwissenschaftliche Ästhetik von Klang läßt sich auf die mathematische Anstrengung ein, weil sie dafür mit Musik belohnt wird. Operative Mathematik ist, in fast jedem Sinne, das Geheimnis hinter den Bildern und Tönen, die zu kommentieren wir hier und heute aufgerufen sind. Die akustische wie optische Botschaft des Audiovideos *Aufschlag* ist eine Funktion seines Mediums, nämlich: Frequenzen. Was hier inhaltlich als Hin und Her, als Pingpong durchgespielt wird, entspricht dem Rhythmus des Mediums selbst, denn erst der Bildwechsel von 25 *frames*/Sek. läßt uns hier Bewegung wahrnehmen - als Möglichkeitsbedingung, rhythmische Prozesse überhaupt als Video zeigen zu können, in Realzeit oder mit *slow* bzw. *fast motion*. Chronophotographie, also zeitliche Momentaufnahmen als Medientechnik der Bewegungsaufzeichnung, entstand bekanntlich zunächst zu Meßzwecken des Flatterns von Vögeln und des Galoppierens von Pferden. Doch anders als die kinematische Bewegungssillusion durch Zeitreihen photographischer Einzelbilder setzen sich Töne überhaupt nicht aus punktuellen Momenten, sondern aus Einzelbewegungen, etwa Sinusschwingungen zusammen. Der Unterschied zwischen einer Photographie und einem musikalisch-akustischen Vorgang liegt darin, "daß er kein statischer Vorgang ist, sondern die Zeit als Kenngröße hat"¹; Klang ist nicht wie Kino und Video die Vortäuschung von Bewegung, sondern eine Funktion von Bewegungsimpulsen selbst.

An dieser Stelle möchte ich eine Fragen von Frau Ungeheuer

¹ H.-W. Steinhausen, *Musische Technik*, in: F. Winckel (Hg.), *Klangstruktur der Musik. Neue Erkenntnisse musik-elektronischer Forschung*, Berlin (Radio-Foto-Kinotechnik) 1955, 195-202 (199)

aufgreifen, die naheliegendste: "Ist Klang ein Medium?" Auf medienarchäologischer Ebene, so meine Antwort, ist Klang *im* Medium. Medienästhetik meint aus dieser Perspektive nicht exklusiv die menschliche Wahrnehmung, sondern ergänzend, rivalisierend, ja befreiend auch die Perspektive, das Wissen, das Hören der Apparate selbst, der Meß- und Rechenmedien. Techno-mathematische Medien sind nicht nicht schlicht ein Mitfaktor ästhetischer Wahrnehmung, sondern verfügen über eine ihnen genuin eigene, angemessene Form der "Wahrnehmung" von Klang und Musik, wie sie am Oszilloskop, in Sonagrammen und als Fast-Fourier-Transformationen längst Praxis sind.

Es kommt nicht von ungefähr, daß der Begriff von Musik als Appell des Sonischen vor allem von Physikern, Mathematikern und Kybernetikern getragen wurde. Nennen wir diese epistemologische Nähe einer techno-mathematischen Medienwissenschaft und einer systematischen Musikwissenschaft beim Namen - Werner Meyer-Eppeler; ihm seien meine Worte gewidmet. Ich bin bewegt, heute an diesem Ort, an der Technischen Universität zu sprechen. Denn hier wurde vor einem halben Jahrhundert schon einmal eine Vorlesungsreihe initiiert, die im Buch *Klangstruktur der Musik* 1955 ihren Niederschlag fand. Wechseln wir ein wenig die Perspektive und fragen nicht sofort nach dem Medienstatus von Musik, sondern nach der spezifisch *medienwissenschaftlichen* Perspektive auf Klang - und das sind Frequenzspektren.

Frequenzvorgänge bilden die grundlegende Bewegung schon in der biologischen Welt. Ein Specht am Baum klopft 16x/Sek. (akustisch fast schon ein Ton, optisch fast schon ein *movie*); das Ansägen desgleichen Baumes durch Waldarbeiter steht als Hin- und Herbewegung nahe dem Wechselstrom; auch das Hämmern am Amboß geschieht rhythmisch, wie wir es vom eigenen Pulsschlag her kennen. Hilfreich ist hier die Definition von *Puls* als "periodische oder annähernd periodische Folge von gleichgeformten Impulsen"², sekundenweise gemessen als Impulsfolgefrequenz. Doch in welchem Verhältnis stehen solche quasi-periodischen rhythmischen Bewegungen (Holzhacken, Spaziergang oder Turings Langlauf, und all das, was Gilbreth an Fabrikarbeitern ergonomisch mißt) zu exakt periodischen Vorgängen in der Physik und der getakteten Medienzeit? Sind Frequenzen nur ein idealisiertes, mimetisches Modell oder doch die Wirklichkeit von Oszillationen in der Natur?

Was sich generell als regelmäßig anhört und anfühlt, ist tatsächlich nicht exakt, sondern unstetig, wie die Meßkurven zeigen. Solche kleinste Differenzen in Frequenz und Rhythmus werden als Sport (etwa beim Tischtennis) spielkritisch, also spielentscheidend. Es gibt also keine Differenz zwischen einem kybernetischem Spiel und dem realen Tischtennisspiel.

In der Spätscholastik entdeckte Nicole Oresme in seiner Analyse der Nahtstelle von Mathematik und Natur (der Begriff "mathematica

² Walter Conrad, BI-Taschenlexikon Elektronik - Funktechnik, Leipzig (VEB Bibliographisches Institut) 1982, 276

media" findet sich in seinen *Quaestiones super geometriam Euclidis*)³ die bewußte Quantifizierung, also Digitalisierung sonisch-zeitlicher Vorgänge: die "Abstraktion einer zeitlich-sukzessiven Qualität als geometrische <...> Figur" <Taschow 2003: 87>. Rhythmische Prozesse geschehen im Medium und werden berechenbar als Mathematik. Erstmals wird von Oresme die gleichmäßig bewegte Räderuhr zum Vergleich herangezogen, eine *time base*. Die neuzeitliche Sensibilität für Schwingungen als unmittelbare Vorgeschichte der medientechnischen Gegenwart kann nicht mehr aus starren Elementen, sondern vielmehr aus dem Pendel oder Waaghemmung der spätmittelalterlichen Räderuhr abgeleitet werden, welche die diskrete Zeit durch periodische Schwingungen ins Werk setzt. Damit wird das Sein der Dinge als Sein zur Zeit, insofern sie (frei nach Aristoteles) Zahl ist, entborgen. Sein zerfällt in kleinste Perioden und Intervalle, in Δt .

Athanasius Kirchers differenziert in seiner Bauanleitung eines Schalltrichters später ein *medium physicum* und ein *medium mathematicum*.⁴ Newton, Huygens und schließlich Euler propagierten die Wellennatur von Licht und Ton. Der entscheidende Faktor zur medientechnischen Implementierbarkeit dieser Erkenntnis einer auf Schwingungen beruhenden Welt (mehr Klang denn Bild) aber trägt den Namen Jean Baptiste Joseph Fourier. Fourier gelingt gerade mit dem puren Gegenteil sinnlicher Erkenntnis, nämlich durch die Operationen mathematischer Trigonometrie, am Beispiel der Ausbreitung der Wärme 1807 der Nachweis, daß jede willkürliche Funktion in eine Reihe analoger harmonischer Sinusschwingungen aufgelöst werden kann. Auch Hans Christian Oersted entdeckt im Zusammenhang mit seiner Erforschung der Relation von Elektrizität und magnetischen Feldern, daß alles Veränderliche analytisch betrachtet auf analogen Schwingungen basiert; damit kommt es zur Hochzeit von Elektrizität und Akustik. Deren Frequenzraum ist eine genuine Zeitschrift jenseits des Alphabets. Selbst eine Rechteckwelle ist demnach in (unendlich viele) Sinusfunktionen auflösbar - ein infinitesimaler Limeswert des Analogen zum Digitalen⁵, wie er im Klacken des Tischtennispiel hörbar wird. Ping-Pong erzeugt Wechselwellen im harten, abrupten, diskreten Widerspiel - eine Quantisierung.

Das Vorwort von Fouriers *Analytischer Theorie der Wärme*⁶ weist am Rande darauf hin, daß die durch eine mathematische Maschine (als Diagramm) betriebene und später nach ihm selbst benannte Analyse nicht nur thermodynamische Prozesse, sondern auch die "Vibration tönender Körper und Oszillation von Flüssigkeiten" zu beschreiben vermag. Hier schreibt sich (seinerseits sowohl historiographisch wie oszillographisch) ein epistemologisches Moment fort, daß durch mathematische Transformation in technische Medien implementiert

³ Siehe Ulrich Taschow, Nicole Oresme und der Frühling der Moderne. Die Ursprünge unserer modernenquantitativ-metrischen Weltaneignungsstrategien und neuzeitlichen Bewußtseins- und Wissenschaftskultur, Bd. 1, Halle (Avox) 2003, 61

⁴ Stefan Hoffmann, Geschichte des Medienbegriffs, Hamburg (Meiner) 2002, 64ff

⁵ Dazu Siegert 2003: 242ff

⁶ Deutschsprachige Ausgabe Berlin 1884

oder gar in menschlicher Psyche "korpifiziert" (Lacan) werden wird, und dies als zeitkritische Operation. Laut Gilles Deleuze ist dies ein Erbe der "operativen Funktion" des Barock: das Modell des dynamischen (und nicht statisch-ornamentalen) Faltenwurfs. Reizungen der Materie lösen in Leibniz' Vorstellung "Schwingungen oder Oszillationen" aus, welche als Bewegungen in Töne übersetzt werden können.⁷ Wo die mathematische Analyse in technische Synthese umschlägt und mit Alan Turings Entwurf eines Rechners von 1936/37 die vormalige Mathematisierung der Mechanik in die Mechanisierung der Mathematik, kommt die Medialität von Theorie zum Zug - bis hin zum *Vocoder* zur elektroanalytischen Erzeugung menschlicher Stimme. Dazwischen steht die von Charles Cagniard de la Tour realisierte technische *Sirene*, welche die Tatsache, daß instrumenteller Klang auf der regelmäßigen Folge vervielfachter Stöße beruht, in eine pneumatische Apparatur übersetzte.⁸ Hier entbricht sich ein Mediengesetz: Was für ihn (wie für die Helmholtzsche Doppelsirene) ein Klangmeßinstrument ist, schlägt immer auch um in ein darstellendes Medium, ein Massenmedium im umgangssprachlichen Sinne. Das 18. Jahrhundert kannte Singvogeldosen, in denen Kurvenscheiben den Luftstrom zum erwünschten Ton modulierten. Für Kolbenflöten gilt, daß erst die Unterbrechung, also Diskretisierung des Luftstroms das Spielen von Melodien aus klaren Einzeltönen statt stetigem Jaulen ermöglicht⁹ - akustisches Pingpong. Hier liegt zugleich der Bezug zum altgriechischen Vokalalphabet, das als Diskretisierung des phonetischen Lautstroms eine Technik zur Tonspeicherung wurde. Schon Archytas' kinematische Begründung des Schalls legte nahe, "daß die kinematische Beschreibung des Schalls als Zusammenstoß mit der Luft von der dichterischen Vorstellung der Stimme als Geschoß herrührt."¹⁰

"Geräusch entsteht aus Bewegung", unterstreicht der Textvorspann zu Hoyers Video *Aufschlag*.

Musik hat eine dramatische Funktion, insofern ihre Handlungsorientiertheit eine performative ist (Theater, Tanz, Ritus). Gerade der Zusammenhang zur Bewegung aber ist im Klang ein anderer: die Operativität (im Unterschied zur Performativität) von medialen Ereignissen liegt unterhalb der dramatischen, narrativ konfigurierten Handlungsschwelle. Die "affektive Wirkung von Klang" (Brüstle) operiert über "zeitliche Strukturierung" - aber nicht auf dramatischer, sondern mikrozeitlicher Ebene. Werner Meyer-Eppler beschreibt 1949 in seinem Buch *Elektrische Klangerzeugung* die neue Möglichkeit zur kompositorischen Musikgestaltung "unmittelbar auf Magnetband"¹¹ - also immediat zum

⁷ G. W. Leibniz, Neue Abhandlungen über den menschlichen Verstand II, Kap. 12, § 1 [= Philosophische Schriften, Darmstadt (Wiss. Buchgesellschaft) 1985-1992, Bd. III/1, 181]. Dazu Gilles Deleuze, *Die Falte. Leibniz und der Barock* [OF 1988], Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1995, 11ff

⁸ Sur la Sirene, nouvelle machine d'acoustique destinée à mesurer les vibrations de l'air qui constituent le son, in: *Annales de Chimie et de Physique* Bd. 12 (1819), 167ff

⁹ Siegfried Wendel, *Das mechanische Musikkabinett*, Dortmund (Harenberg) 1983, 79 u. 102

¹⁰ Beitrag Sandrina Khaled zu W. E. / Friedrich Kittler (Hg.) 2006: "Psóphos und Phoné. Die mathematische Formalisierung des Hörbaren in Archytas von Tarents *Harmónikos*"

¹¹ Eintrag "Studio für elektronische Musik" [sc. seit Oktober 1951 im damaligen NWDR, mit Werner Meyer-Eppler,

Medium, unter Umgehung aller kulturellen Performanz, diesseit der Kulturen des Performativen.

Auf unterster klangarchäologischer Ebene treffen wir forschend zunächst auf das Zischen eines Geschosses. Archytas von Tarent, begründet im allseits vorchristlichen Süditalien einst die Akustik als Wissenschaft, indem er klangerzeugende Artefakte in die Hand nahm, um Akustik als solche zu analysieren, nicht um musikalisches Spiel oder wie Pythagoras am Monochord die vermeintliche Harmonie von Kosmos und Zahl erklingen zu lassen <Kittler 2006>. Doch die Zahl klingt zurück, was über 2500 Jahre Abendland einen Raum spannt, der eher in Begriffen der Resonanz denn der Historie zu fassen ist: Mit elektroakustischen Medien löst sich Klang von der (sichtbaren) Bewegung; die Bewegung wird vielmehr in der Eskalation zur Computermusik endgültig ins Algor(h)ithmische verlagert - ein mathematischer Begriff von Bewegung.

Die analytische Entdeckung und Durchdringung von Frequenz und Wellenbewegung ist eine genuine Leistung der Frühneuzeit, und damit beginnt die Vorgeschichte des Audiovideos *Aufschlag*. Mit dem Begriff der Frequenz entsteht bei Mersenne ein neuer universaler Parameter, der sich vom proportionalen Bild der antipythagoräischen Saite ablöst; Sauveur schließlich setzt Frequenz und Sinusschwingung gleich - mit Konsequenzen für den *string*-Begriff bis in die Quantentheorie.

Der Frequenzbegriff wurde von Mersenne an der klingenden Saite entwickelt, am Monochord. Von daher macht in Ralf Hoyers Video die Sequenz vom Tischtennisball, der leise klingend über die Saiten eines Klaviers gleitet, als subliminale, medienarchäologische Anamnese des Frequenzbegriffs Sinn, insofern er hier synästhetisch über die Erkenntnis der Sinne (Auge und Ohr) operiert. Dem Hammerklavier (Clavichord) entspricht der *Aufschlag* als Anschlag; dem Gleiten über die Saite die Modulation des Cembalo, dessen Saiten sanft durch Federn gezupft werden - die ganze Differenz zwischen geschlagenen und gestrichenen Instrumenten.

Auch das hat der Pingponganschlag mit dem Klaviertastenanschlag gemeinsam: die Entdeckung der Wichtigkeit von Ein- und Ausschwingen eines Sinustons, der damit (gleichwie im Radiofunken als "gedämpfte Schwingung") eben nicht schlicht "harmonisch" ist, sondern ein Werden und Vergehen - und damit seine heideggerianische Zeitlichkeit-zum-Tode offenbart.

Der Begriff *Aufschlag* meint recht eigentlich einen Einschwingvorgang und korrespondiert so mit der Gravitation des Klavierspiels. Auf dem Klavier (wie auch auf der Schreibmaschine) vermögen wir bis zu 12 Anschläge/Sekunde zu vollziehen - die physiologische Grenze der Innervierung der Muskulatur. Die einzelne Lautdauer umfaßt also rund 8 Centisekunden; "der Laut wird in seiner Entwicklung abgebrochen, ehe überhaupt der

Intervallen wiederholt"¹⁴, und das ist fast schon eine hinreichende Beschreibung dessen, was das vorliegende Video beständig zeigt.

Ersetzen wir Zickzack durch Pingpong. Gegenüber einem trivialen unidirektionalen Begriff von Kommunikation zwischen Sender und Empfänger kommt es auch hier zu einer Aufeinanderfaltung von Wellenbewegungen: Der Tischtennisball wird so geschlagen bzw. angeschnitten, daß das Gegenüber ihn gerade nicht erreichen soll; dessen ganze Absicht aber ist es, den auf ihn zukommenden Ball so zu behandeln und zu deuten, als sei er auf ihn gegzielt, und sich dementsprechend so einzurichten (körperlich), daß er pariert und zurückgespielt werden kann. Ein bewußtes Verfehlen /Mißlingen von Kommunikation, kombiniert mit einer unterstellten Kommunikationsabsicht aus operativen Gründen - nahe an Norbert Wieners *anti-aircraft prediction*, in deren Kontext er seine Zeitreihenanalyse entwickelte. Kriegs- und Spieltheorie fielen um 1940 ineins. In diesem Modell ist die tatsächliche Position des feindlichen Flugzeugs zum Zeitpunkt t die "Botschaft", während Abweichungen in der Verfolgung das "Rauschen" darstellen.¹⁵

Der Rechner simuliert solche Prozesse längst in Echtzeit; es handelt sich dabei nicht um eine Animation, sondern um ein physikalisches Modell - wobei zum Computerspiel nur noch die willkürliche Bewegung des Zielobjekts fehlt, Ping und Pong. Im Computerspiel *Pong*, der kommerziellen Variante der Urszene aller Computerspiele namens *Tennis for Two*, machte ein akustisches Interface den Kollisionsmoment zwischen Schläger und Tennisball sinnfällig.

Was da zwischen Geräuschmeer und Musikinsel brandet, sind Wellen. Sport vom Typ Tennis spielt feine Periodizitäten und rhythmische Pattern, unterstreicht der Textvorspann zu Hoyers Video *Aufschlag*.

Was am Tischtennispiel auf den ersten Blick wie gleichmäßig, also periodische Frequenzen aussehen könnte, entpuppt sich als infinite Serie kleinster Differenzen, als Funktion von Reaktions- und Gegenreaktionszeiten - ein neuroinformatischer Prozeß.

Stefan Rieger verwies auf der Tagung *When Cybernetics meets Aesthetics* im September 2006 (im Rahmen der Ars Electronica Linz) auf die Parabel vom Bär (in Heinrich von Kleists Schrift *Über das Marionettentheater*), der im Fechtkampf alle Attacken "Aug' in Auge, als ob er meine Seele darin lesen könnte"¹⁶ mit seinen Tatzen pariert, weil er die Bewegungen des Gegners anzitiert - eine kybernetische Zeitökonomie des Feedback. Unwillkürlich denkt Medientheorie dabei an Norbert Wieners Studien über die Vorhersagbarkeiten gegnerischer Flugbewegungen in der Flugabwehr oder das Taumeln eines Betrunknen auf dem Trottoir

- bis hin zu einer zeitkritischen (Kriegs-)Spielästhetik, das Computerspiel als Optimierung von Reiz-Reaktion-Geschwindigkeitstest durch Wundt in Leipzig um 1900 <dazu Pias

¹⁴ Wikipedia, Zugriff Juli 2005

¹⁵ P. R. Masani, Norbert Wiener 1894-1964, Basel / Boston / Berlin (Birkhäuser) 1990, 186

¹⁶ Hier nach der Ausgabe Jena (Lichtenstein) 1920, 15

2002>.

So auch beim Tischtennis:

"Die präzise Vorausplanung einer Bewegung beim Tennis <...> gelingt nur in einem Zeitraum von bis zu drei Sekunden. <...> Wenn wir miteinander sprechen, dann programmiert unser Gehirn Satzeinheiten von etwa drei Sekunden voraus, die dann mit Wortketten, die zehn bis zwölf Silben umfassen, abgearbeitet werden. Dies gilt <...> unabhängig von der jeweiligen Grammatik. Diese rhythmische Gliederung unserer Sprache findet sich auch wieder in der zeitlichen Struktur von Gedichten. <...> Das Gehirn gibt dem Dichter ohne dessen Wissen eine zeitliche Arbeitsplattform vor, innerhalb derer er eine Aussage verwirklicht"¹⁷

- die Prosodie eines Homer. "Die Universalität der Gegenwart von drei Sekunden findet sich auch in der Musik, wo musikalische Motive ebenfalls bevorzugt in einem Zeitfenster von drei Sekunden abgebildet werden" <ebd.>.

Daß sich solche Prozesse nicht nur literarisch oder intuitiv fassen lassen, sondern vor allem auch mathematisch, ist eine Einsicht, die nicht erst Wieners mathematische Kybernetik, sondern schon Heinrich von Kleist höchstselbst hat. Denn so beschreibt er das Wunder, daß Puppen an Fäden, obgleich mechanisch bewegt, dennoch graziöse Bewegungen ausführen können - eine Art künstlerische Ballistik: "Die Bewegung der Finger (digital, buchstäblich) des Puppenspielers, des "Maschinisten", verhalten sich "zur Bewegung der daran befestigten Puppen ziemlich künstlich, etwa wie Zahlen zu ihre Logarithmen oder die Asymptote zur Hyperbel."

Und so wird Grazie (computer)rechenbar, ebensol, wie Tischtennis computer(be)spielbar wird. Am Faden sind die Puppen "antigrav" (Kleist) - Cyberspace *in nuce*. Kleists Schrift, wenn sie nicht nur mit philologischen, sondern mit anderen, medienarchäologischen Augen gelesen wird, sieht es schwarz auf weiß, wie Kleist vor allem ballistische Kurven, analytische Geometrie und Mathematik schreibt - den "Tanz" als Algor(h)ythmen.

Und doch tut sich gerade in der Computermodellierung solcher non-linearen Prozesse die Kluft zwischen Welt und Rechner auf - etwa beim Versuch, das Zusammentreffen von Kugeln beim Billiardspiel mit der sogenannten Monte-Carlo-Methode zu simulieren.

Hatte Wiener einst seine Kybernetik aus den Feuerleitsystemen des Zweiten Weltkriegs entwickelt, implementierte die Nachkriegsgeneration auf den ersten Terminals von Großrechnern (zunächst noch Radarbildschirme) ein Reaktionsspiel namens *Tennis for Two*. Nur daß der Gegenspieler hier kein Mensch mehr, sondern der Computer selbst ist.

Screenshot: "Image of the screen of the videogame *Tennis for Two*

¹⁷ Ernst Pöppel, *Drei Welten des Wissens*, in: *Weltwissen / Wissenswelt*, hg. v. Christa Maar, Hans Ulrich Obrist u. Ernst Pöppel, Köln (DuMont) 2000, 33

(1958) "¹⁸

1958 tanzte erstmals ein weißer Lichtpunkt über den Bildschirm eines Oszilloskops. Per Knopfdruck konnten der Elektrotechniker William A. Higinbotham (im Weltkrieg am MIT Radiation Lab tätig) und sein Mitarbeiter David Potter den "Ball" dirigieren¹⁹, wobei die Rechenoperationen selbst in einer *black box* verborgen waren. Beide erschufen auf einem 5-inch-Oszilloskop ein Tennisspiel mit reduziertesten computergraphischen Bausteinen. Der Atari-Gründer Nolan Bushnell griff diese Idee später auf und führte das Computerspiel 1972 unter dem Namen "Pong" kommerziell ein; aber Achtung: Der Pong-Automat basierte nicht auf einem Mikroprozessor mit einem Programm, sondern auf einem festverdrahteten, teils digitalen, teils analogen Schaltkreis; "er war daher kein Computer im eigentlichen Sinne." Mit *Pong*, welches die Reaktionsmöglichkeiten der Spieler auf Manipulationen der Schläger auf der y-Achse reduzierte, kam ein epistemologische Kern der Computerprogrammierung graphisch buchstäblich auf den Punkt: die IF/THEN-Abfrage. "Pong fordert den Spieler heraus, indem es ihn (mit einem Wort Heideggers) bestellt."²⁰

Jeder Mouse-Klick an einem Computerspiel reproduziert jene zeitkritische Operationen, wie sie erst durch die experimentelle Physiologie des Helmholtz-Schülers Wundt in Leipzig (medientechnische Vermessung kleinster Reaktionszeiten) und später Münsterberg seit dem 19. Jahrhundert zur Evidenz kamen. Deren Vermessung kleinster Reaktionszeiten zeigt es: Im Bereich von 1/20-1/50 sek. findet im Verbund Gehör/Gehirn beim Menschen das sogenannte *perception time smear* statt, analog zum Nachbildeffekt in der kinematographischen Bildwahrnehmung. Uexkuell definiert diese Zeitkonstante von 5 Centisekunden (1/20 sek.) als den "menschlichen Moment" - nach Karl Ernst von Baer (1860) genau die Zeit, die nötig ist, um sich eines Eindrucks der Sinnesorgane bewußt zu werden. In der Psychologie heißt diese Schwelle von 1/20 Sekunde "Gegenwartsdichte".

Claus Pias weist solchen im zeitkritischen Bereich operierenden Prozessen das Freudsche "Es" zu. Damit ist der Schauplatz zeitkritischer Akustik als die menschliche Seele benannt, als das (von Wiener dann auch Mathematik gebrachte) Zeitfenster, das alle zeitliche Erstreckung auf ein Zeitfenster namens Echtzeit komprimiert - eine Funktion komputierender Praxis. Deren drei basalen Tätigkeiten lauten (frei nach Heideggers Definition von Kybernetik) "im Gegenwärtigen zu interagieren, das Zuhandene zu organisieren und das Zukünftige zu antizipieren"²¹.

Dieses Zeitkritische entsteht nicht auf der Basis einer Fülle, sondern eines Mangels. Lickliger weist dem Menschen in seinem

¹⁸ Courtesy of Brookhaven National Laboratory, William Higinbotham; Quelle: <http://www.bnl.gov/bnlweb/history/higinbotham.asp>

¹⁹ Thomas Schneider, Pong - Ein Klassiker kehrt zurück, in: Stuttgarter Zeitung *online* vom 7. 12. 2006

²⁰ Claus Pias, "fill in the gaps", Vortrag Bauhaus-Universität Weimar, 29. Januar 1999

²¹ Pias, Vortrag 27. April 1999, Typoskript

Aufsatz über "Human-machine-interaction" die Aufgabe zu, in Entscheidungslücken tätig zu sein, buchstäblich *kritisch*. Radarsysteme etwa ließen lange die Freund/Feind-Unterscheidung gegenereischer Kampfflugzeuge offen; die finale Entscheidung obliegt dem Betrachter. Hier kommt verschärft zum Zug, was Gotthold Ephraim Lessing in seinem Traktat *Laokoon* 1766 als den "prägnanten Moment" bezeichnet hat: die für den Einsatz von Imagination notwendige "Leerstelle".

Im Zentrum dieser Verfahrenstechnik steht dabei in der Programmierung die Unterbrechung, das *Interrupt*, welches "die Prozessierung zu regelmäßigen Zeitpunkten unterbricht, um Umwelt wahrzunehmen. Diese Kommunikation zwischen Eingabe-, Rechen- und Ausgabeeinheiten ist nicht weniger eine zeitkritische <Pias 2002: 52> als die des Tischtennispiels.

Ping Melodies

Es war die mit dem *routing* des Netzes befaßte Gruppe der ARPA, die erste Computerspiele programmierte (Crowther). Kommen damit wir am Ende von *Pong* zu *Ping*. Ping Melody ist das Konzept einer Internet-basierten Performance, in welcher die vom Instrumentalisten oder Sänger gesungenen oder gespielten Sounds in Datenpaketen granuliert und per "ping" Unix-Kommando an diverse Internet *locations* verschickt werden. Verzögerung in den Datenpaketen, Übertragungsfehler und Warnungen werden hier aktiv in die Klangästhetik inkorporiert. Hier gibt sich Musik dem Netz selbst hin. Ping Melody basiert auf der Option des Internet, fast simultane Ereignisse im Datentransfer als dynamischen Prozeß gegenseitig zu verrechnen. Gesampelter Sound wird ins Netz geschickt, in Erwartung einer entsprechenden Signalantwort angepinger Server, operierend im Intervall der hörbaren Differenzen zwischen Signalquelle und Signalantwort. Die Performance verrechnet den singulären Instrumentalisten und den Sound eines akustischen Instruments mit dem Kollektivsingular des Datenraums. Musikalische Improvisation wird hier zur Funktion der Temporararität des Internet selbst.

Völlig unmetaphorisch aber sind diese Ping-Melodien, wenn wir sie als Realität des Internet selbst enthüllen. Ping bezeichnet eine Anwendung von Netzprotokollen aus der ICMP-Familie. Der Quellrechner sendet kleine Datenpakete vom Typ echo request an den Zielrechner. Erreichen diese Pakete ihr Ziel, dann antwortet dieses - sofern die Konfiguration es nicht verbietet - mit dem Typ echo reply.²²

Nicht von ungefähr trägt dieser mikrozeitliche Datentest seinen Namen von der submarinen, geradezu medienarchäologischen Sonartechnik:

²² Siehe <http://www.lmtm.de/InformatiXTM/netzwerke/texte/ping.html>

"Active sonar creates a pulse of sound, often called a "ping", and then listens for reflections of the pulse. To measure the distance to an object, one measures the time from emission of a pulse to reception. To measure the bearing, one uses several hydrophones, and measures the relative arrival time to each in a process called beam-forming." <wikipedia>

Akustisch handelt es sich bei den zeitkritischen Größen von Echoeffekt und Nachhallzeit stets um die Bewertung von Laufzeitunterschieden. Analog dazu kann bei der Suche nach Störungen in Netzen mit Hilfe des Ping-Signals überprüft werden, ob die Datenverbindungen zwischen diesen beiden Maschinen prinzipiell funktioniert. Zwischen dem PC und dem IRC-Server werden Keep-Alive-Signale hin und her gesendet, sogenannte Pings. Erfolgt innerhalb einer gewissen Zeitspanne keine Antwort auf die Anfrage kommt es zu einem Ping-Timeout und somit wird die Verbindung automatisch zurückgesetzt. "Es könnte am besten als Ping-Pong Spiel bezeichnet werden", heißt es dazu in der *online-Enzyklopädie Wikipedia*. Wenn eine von beiden Parteien (Server oder Client) den Ball nicht zurückspielt fällt er auf den Boden und das Spiel beginnt von neuem" <ebd> - ein neuer Verbindungsaufbau und zugleich eine Erinnerung an die Ursprünge von Computerspielen im Tischtennis.

Die schiere Audifikation eines solchen zeitkritischen Prozesses ergibt tatsächlich ein Geräusch wie das Klacken des Balls beim Ping-Pong. So wird der zeitkritische Meßimpuls namens Ping hörbar; Tongenerator ist dabei der 1-Sample-Impuls in einem Delay-Resonator. Audifizierte Ping-Signale sind Klang aus (Lauf-)Zeit, kleinste akustische Elemente für eine neue Form von Komposition. Meyer-Eppler erfreute sich vor 50 Jahren an ganz ähnlich klingenden Tönen, damals produziert mit dem Sinustongenerator. Nehmen wir seinen Ton auf spielen ihn zurück, als Medientheorie des Akustischen im Pongpongspiel mit Musik.

II "PING OF DEATH". FÜR EINE ÖKONOMIE MIKROZEITLICHER MEDIENPROZESSE

[Bezogen auf Vortrag an der Universität / GHS Siegen]

[Einleitend]

Gleich vorweg zum hoffentlich produktiven Mißverständnis eines Begriffs, der (im Sinne von Derridas *Grammatologie*) im kursiv geschriebenen Buchstaben -t- einen zentralen Parameter der Physik, nämlich die Zeitachse t , ausdrückt: "Zeitkritische Medienprozesse"²³. Angesichts einer Gegenwart, in der Computerprozessoren physisch auf immer kleineren Raum zusammenschrumpfen und in der komplexe Rechengänge in immer

²³ Im April 2006 fand am Seminar für Medienwissenschaft der Humboldt-Universität zu Berlin ein gleichnamiger Workshop zur chrono-logischen Bestimmung der Neuen Medien statt. Siehe Axel Volmar (Hg.), *Zeitkritische Medien*, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2009

kleineren Zeiträumen echtzeitnah ausgeführt werden, ist die Bestimmung und Analyse zeitkritischer Prozesse eine wesentliche Aufgabe aktueller Medienwissenschaft: die medientheoretischen Erforschung von Zeitkritik, hier insbesondere verstanden als mediale Archäologie des Parameters t im analogen und im digitalen Raum. Oder etwas eleganter, gar systemtheoretisch formuliert: Zeitkritische Rhythmen meinen das "Gelingen von Form unter der erschwerenden Bedingung der Zeitlichkeit"²⁴.

Zeitkritische Medienprozesse bilden ein Feld, das mit Schlüsselbegriffen wie Takt, Quantisierung, Synchronisation, Rückkopplung und Echtzeit gefaßt wird. Um sich aber nicht im rein Diskursiven zu verlieren, gilt es, zeitkritische Prozesse von ihrer operativen, technisch-mathematischen Basis aus zu denken und sie von dort aus in Medientheorien zu verorten. Nicht nur in der Architektur von Echtzeit-Betriebssystemen der Informationstechnik (*time-critical applications, time-critical systems*) spielen zeitkritische Prozesse eine zentrale Rolle, sondern sie führen ebenso zu Kernfragen in der modernen Physik (Quanteninformation), bestimmen das globale Finanzwesen (*online-brokerage*) oder bilden eine wesentliche Ebene für die künstlerische Auseinandersetzung mit technologischen Medien.

Voraussetzung für die Analyse solcher nanotemporalen Prozesse ist die begriffliche wie systematische Unterscheidung zwischen zeitkritischen und lediglich zeitbasierten Medien. Hinzu kommt die Auslotung von Echtzeit. Echtzeitverarbeitung findet statt, wenn die Outputs - in Abhängigkeit derjenigen Sinne, die sie adressieren - als Sequenzen diskreter Taktraten ausgegeben werden und durch die Gleichzeitigkeit von Verarbeitungsgeschwindigkeiten den Eindruck kontinuierlicher Zeitflüsse erzeugen können. Zeitkritische Operativität sinnlicher Datenströme spielt sich in Samplingraten und Bildwiederholfrequenzen ab - in minimalen Zwischenräumen oder Zeitfenstern.

Ping: die Melodie des Internet

Um den Begriff der Zeitkritik zu präzisieren, muß Medienwissenschaft sich von hinderlichen Begriffen befreien. Begriffe wie "Hypertext" verleiten noch zu räumlich-topologischen Metaphern. Doch deren medienarchäologische Urszene, die von Vannevar Bush 1945 konzipierte Gedächtnisassoziationsmaschine *Memex*, meinte selbst schon den Übergang zu einem dynamisierten Raum, der primär aus Zeitoperationen und Bewegungen besteht, ein generatives Archiv: Die *Memex* sei ein Gerät, in dem ein Individuum alle seine Bücher, Aufzeichnungen und Kommunikation derart speichert, daß diese Mechanik mit gesteigerter Geschwindigkeit und Flexibilität zu Rate gezogen werden kann. Wird die

²⁴ Hans-Ulrich Gumbrecht, zitiert hier nach: Claus Pias, Jeder Schlag ist eine Antwort, jeder Treffer ein Gespräch, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 110 v. 14. Mai 2002, S. 52.

mikrofilmbasierte *Memex* schließlich an das elektromagnetische Feld deligiert, eskaliert der und das zeitkritische Moment. Die gängigen Aufzeichnungssysteme in Bushs Epoche waren Schrift, Druck, Photographie, Film und Grammophon, "but we also record [...] on magnetic wires"; schließlich schlägt er vor, Daten elektromagnetisch auf Metallflächen zu speichern²⁵ - der Zugriff erfolgt dann mit der schieren Geschwindigkeit von Elektrizität.

Im Namen des World Wide Web schließlich haben solche Prozesse netzwerktechnisch wie als Gebrauchsweise die "Noosphäre"²⁶ längst zur Chronosphäre werden lassen. Um die dynamische, zeitkritische Praxis von Time-Sharing und Packet-Switching im Internet zu verstehen, versetzen wir uns zunächst in eine buchstäblich medienarchäologische Situation: unter Wasser, in ein U-Boot, an das Sonar-Gerät. Ein Sonar erzeugt einen sonischen Impuls, oftmals "Ping" genannt, der durch Hydrophone gesendet wird. Dann wird auf die Reflexion, das Echo dieses Impulses gelauscht, der sich an entfernten Objekten bricht; die Vermessung eines Raums wird hier zum buchstäblichen Zeitraum einer akustischen Laufzeit. Zeitkritische Medienwissenschaft entwickelt analog dazu einen geschärften Sinn für Praxiken und Verfahren zur akustischen Versinnlichung von Informationsvorgängen: die Sonifikation von an sich nicht klanglichen physikalischen Prozessen (etwa Erdbeben) und Datenverarbeitungen. Das Berliner Forschungskunstprojekt ENIAC NOMOI beispielsweise sucht dramaturgisch das Moment zu nutzen, daß die Taktraten des ersten vollröhrenbetriebenen Computers noch im für Menschen hörbar zu machenden Frequenzbereich liegen, also audifizierbar sind.²⁷ Nicht minder zeitkritisch ist die nanotechnische Abtastung atomarer Oberflächen durch das Rastertunnelmikroskop; für unsere Ohren umgerechnet klingt dies wie Klavierklang in Zwölftonmusik. Umgekehrt gelingt die non-invasive Wiedergewinnung von Audiosignalen unabspielbarer Edison-Wachszylinder durch optische Laserabtastung und Umrechnung in Sound.²⁸

Wesenszug der Sonifikation ist es, daß es Prozesse im Zeitbereich faßt, weil akustische Vorgänge ihrerseits erst im Zeitlichen sich entfalten und daher diesen Zug mit ihren Objekten (mit)teilen. Im sogenannten Ping-Signal, mit dem die Interoperabilität eines Computer-Netzwerkes festgestellt werden kann, erklingt (wie es der Name schon nahelegt) die Zeitlichkeit des Internet, wenn wir den Vorgang, der sich im Millisekundenbereich abspielt, sonifizieren. Geöffnet wird eine Verbindung durch das Netzwerk, um zu sehen, ob

²⁵ Vannevar Bush, As we may think, in: *Atlantic Monthly* 176 (Juli 1945), S. 101-108; Wiederabdruck in: A. J. Meadows (Hg.), *The Origins of Information Science*, London 1887, S. 254-261 (hier S. 255 u. 259; Dank an Oswald Berthold für den Hinweis auf das zeitkritische Element in diesem kanonischen Text der Medientheorie).

²⁶ Zu diesem Begriff: Pierre Teilhard de Chardin, *Die Entstehung des Menschen*, München (Beck) 1961.

²⁷ Zu "Eniac-as-audio" siehe [www.xxx](#)

²⁸ Gerd Stanke / Thomas Kessler, Verfahren zur Gewinnung von Tonsignalen aus Negativ-Spuren in Kupfernegativen von Edison-Zylindern auf bildanalytischem / sensoriellem Wege, in: Artur Simon (Hg.), *Das Berliner Phonogramm-Archiv 1900-2000. Sammlungen der traditionellen Musik der Welt*, Berlin (VWB) 2000, S. 209-215.

die andere Seite reagiert. Aus der Feststellung der kombinatorischen Querbverbindungen eines Netzes hatte Vint Cerf 1975 das Transmission Control Protocol für das Arpanet entwickelt, den Vorläufer des Internet; 1983 schrieb Mike Muuss das Ping-Programm 1983. Die Extension und das Routing des Netzes wird hier als Zeitverzögerung nachprüfbar, ganz so, wie es auch Raumakustik in erster Linie mit sogenannten Laufzeiten von Signalen zu tun hat, der akustischen Verzögerung von Signalen bei ihrer (so das schöne deutsche Wort) "Durchmessung" des Raums. Eine präzise Definition entnehmen wir dem Eintrag "Ping" in der Wikipedia, weil die *online*-Enzyklopädie das Medium ihrer Artikulation selbst zur Botschaft an dieser Stelle, indem zur Illustration der Wikipedia-Server selbst angepingt wird:

```
web05:~ # ping de.wikipedia.org
PING rr.knams.wikimedia.org (145.97.39.155) 56(84) bytes of data.
64 bytes from rr.knams.wikimedia.org (145.97.39.155): icmp_seq=1 ttl=53
time=61.8 ms
64 bytes from rr.knams.wikimedia.org (145.97.39.155): icmp_seq=2 ttl=53
time=61.2 ms
64 bytes from rr.knams.wikimedia.org (145.97.39.155): icmp_seq=3 ttl=53
time=62.1 ms
64 bytes from rr.knams.wikimedia.org (145.97.39.155): icmp_seq=4 ttl=53
time=61.6 ms
```

Es werden also Datenpakete an den Rechner gesandt und vom Programm die Zeit gemessen, bis die Antwort des Hosts eintrifft. Diese Antwort wird als Pong bezeichnet und sagt aus, wie lange es dauert, ein Datenpaket zum Host und wieder zurück zu senden. Das Protokoll verlautet dementsprechend die Zahl der erfolgreichen oder verlorenen Datenpakete sowie die Überraschungsintervalle bei kleinsten zeitlichen Differenzen.²⁹

In *online*-Computerspielen ist solch technische Testzeit längst zu einer medienkulturellen Praxis geworden. "Ping" ist hier ein Synonym für Latenzzeit - jenes neue Zeitobjekt, das der Epoche hochtechnischer Medien eigen ist und die beiden Grundoperationen Speichern und Übertragen relativisch verschränkt, ja aufhebt. Und doch bleibt immer eine tatsächliche Zeit, welche ein Datenpaket braucht, um das System zu durchqueren. Das *rotational delay* als eine frühe Realisierung von Computergedächtnis in Form von Trommel- und anderen opto-akustischen Verzögerungsspeichern war eine positiv genutzte Form von Latenzzeit, worin Verzögerung selbst zum Speichermedium wurde.

Nachrichtentechniker und Ingenieure kennen neben diesem Maß für Datengeschwindigkeit auch einen Begriff für die Gesamtzahl von Prozessen zu einem gegebenen Zeitpunkt. Medienökonomie im mehrfachen Sinn meint die gegenseitige Abwägung dieser Parameter Zeit und Datenquantität in Telekommunikation und Computernetzwerken jeweils auf Kosten des anderen. Für den Transfer von Dateien im Internet zählt einerseits der *throughput*, denn die Operation ist erst mit der vollständigen Übertragung

²⁹ http://de.wikipedia.org/wiki/Ping_%28Datenübertragung%29, 22.12.2006

aller Datenpakete vollendet; andererseits gibt es dabei Teilprozesse, für die nicht die Datenmenge, sondern der Zeitpunkt des Eingriffs entscheidend ist. Die Physiologie kennt *latency* als Begriff für das kleine Intervall zwischen Nervenreizung und Reaktion. Kulturell wird dieser Prozeß etwa in dem Moment, wo Echtzeitpoesie, d. h. die konkrete Ausformulierung epischer Dichtung im Moment ihres Vortrags, aus Gründen der neurologisch-metrischen Koordination des Feedbacks einer instrumentalen Unterstützung bedarf³⁰; dies zu erreichen erfordert für Echtzeitcomputing von Musik zeitkritische Höchstleistung.

Ping Melody ist konsequenterweise der Name für eine musikalische Internet-Performance, in der aktuelle Zustände und Handlungen der User unmittelbar Einfluß auf die musikalische Komposition nehmen. *Ping Melody* basiert auf der Option des Internet, fast simultane Ereignisse im Datentransfer als dynamischen Prozeß gegenseitig zu verrechnen. Gesampelter Sound wird ins Netz geschickt, in Erwartung einer entsprechenden Signalantwort angepingter Server, operierend im Intervall der hörbaren Differenzen zwischen Signalquelle und Signalantwort. Die Performance verrechnet den singulären Instrumentalisten und den Sound eines akustischen Instruments mit dem Kollektivsingular des Datenraums; musikalische Improvisation wird hier zur Funktion der Temporalität des Internet selbst. In abstraktem Englisch heißt es: "In Ping Melody - sending sampled sound in net and receiving signal coming back from some server - I can conclude about processing from the audible differences between source and resulted signal"³¹ - womit wir wieder an das submarine Sonar erinnert sind. Diese Unterwassersituation weist zurück auf die nicht weniger immersive ICMP-Topologie des Internet, auf Ping als Zeitraum von *echo request* und *echo reply*:

"Der Quellrechner sendet kleine Datenpakete vom Typ *echo request* an den Zielrechner. Erreichen diese Pakete ihr Ziel, dann antwortet dieses - sofern die Konfiguration es nicht verbietet - mit dem Typ *echo reply*. So kann überprüft werden, ob die Datenverbindungen zwischen diesen beiden Maschinen prinzipiell funktioniert. Bei der Suche nach Störungen in Netzen ist dies in aller Regel der erste Schritt, den der Netzwerkbetreuer unternimmt."³²

Doch die Suche nach Störung ist gleichzeitig der Anreiz zum produktiven Missbrauch, zum sogenannten *Ping of death*: Vor einiger Zeit waren manche TCP/IP-Stacks gegen übergroße Ping-Pakete empfindlich "und stürzten so radikal ab, dass sie die gesamte Maschine mitrissen. Mittlerweile sollten aber keine derart alten Versionen mehr in Betrieb sein" <ebd.>. *Ping Flood* ist der Name für die Taktik, auf ein Ziel den *echo requests* - also "ping" - mit größtmöglicher Geschwindigkeit loszulassen. "Der Zielrechner ist

³⁰ Siehe Albert B. Lord, *Der Sänger erzählt. Wie ein Epos entsteht*, München 1965.

³¹ Pawel Janicki, *Ping Melody* (2003), in: <http://wrocenter.pl>, Zugriff 22. Dezember 2006

³² Andreas Rittershofer, Eintrag "ping bzw. echo request/echo reply" als Anwendung von ICMP (2003), <http://www.lmtm.de/InformatiXTM/netzwerke/texte/ping.html>, Zugriff 22. Dezember 2006.

dann gut damit beschäftigt, darauf zu antworten, der Rechner ist für seine eigentlichen Aufgaben nur noch eingeschränkt nutzbar" <ebd.>. Und schließlich die Unterbrechung von Zeit selbst, das *Ping Timeout*. Zwischen dem PC und dem Server werden Keep-Alive-Singale hin und her gesendet, sogenannte Pings:

"Erfolgt innerhalb einer gewissen Zeitspanne keine Antwort auf die Anfrage kommt es zu einem Ping-Timeout und somit wird die Verbindung automatisch zurückgesetzt. Es könnte am besten als Ping-Pong Spiel bezeichnet werden. Wenn eine von beiden Parteien (Server oder Client) den Ball nicht zurückspielt fällt er auf den Boden und das Spiel beginnt von neuem" <ebd.>

- ein neuer Verbindungsaufbau und zugleich eine Erinnerung an die Ursprünge von Computerspielen im Tischtennis. Von *ping* zu *pong*: Hatte Norbert Wiener einst seine Kybernetik aus den Feuerleitsystemen des Zweiten Weltkriegs entwickelt, implementierte die Nachkriegsgeneration auf den ersten Terminals von Großrechnern (zunächst noch Radarbildschirme) ein Reaktionsspiel namens *Tennis for two*. Der Atari-Gründer Nolan Bushnell griff diese Idee später auf und führte das Videospiel 1972 unter dem Namen "Pong" kommerziell ein, ergänzt um ein akustisches Interface, das die Momente der Kollision zwischen Schläger und Tennisball sinnfällig machte. In dieser Spielversion, welche die Reaktionsmöglichkeiten der Spieler auf Manipulationen der Schläger allein auf der y-Achse reduzierte, kam ein epistemologische Kern der Computerprogrammierung graphisch buchstäblich auf den Punkt: die IF/THEN-Abfrage. Wenn der Gegenspieler kein Mensch mehr ist, sondern der Computer selbst, wird der Spieler (mit einem Wort Martin Heideggers) *bestellt* - Zeit selbst wird hier zum Gestell als epistemologische Eskalation von Taktraten. Claus Pias, der diesen Zusammenhang rekonstruiert hat,³³ weist den im zeitkritischen Bereich operierenden Actionsspielen Sigmund Freuds Definition des "Es" zu. Damit ist der Schauplatz des Zeitkritischen als die menschliche Seele benannt, und zugleich das (von Norbert Wiener dann auch Mathematik gebrachte) Zeitfenster, das alle zeitliche Erstreckung - alternativ zum Modell der Erzählung Historie - auf ein Zeitfenster namens Echtzeit komprimiert, das Nächstfolgendes antizipiert, indem es das Jetztvergangene organisiert.

Das Zeitkritische entsteht nicht auf der Basis einer Fülle, sondern eines Mangels. J. C. R. Licklider wies 1960 dem Menschen die Aufgabe zu, in kleinsten Momenten, nämlich Entscheidungslücken tätig zu werden, buchstäblich *kritisch*.³⁴ Radarsysteme ließen lange die Freund/Feind-Unterscheidung gegenerischer Kampfflugzeuge offen; die finale Entscheidung obliegt dem Betrachter. Hier kommt verschärft zum Zug, was Gotthold Ephraim Lessing in seinem Traktat *Laokoon* 1766 als den "prägnanten Moment" bezeichnet hat und von der Rezeptionsästhetik der Literaturwissenschaft bis hin zur Kunstgeschichte (Wolfgang Iser, Wolfgang Kemp) wieder aufgegriffen wurde: die für den Einsatz von Imagination notwendige

³³ Claus Pias, *Computer-Spiel-Welten*, Wien 2002

³⁴ J. C. R., Licklider, *Man-Computer Symbiosis*, in: *IRE Transactions on Human Factors in Electronics*. HFE-1 (März 1960) No. 1, S. 4-10 (bes. S. 7).

"Leerstelle", doch nun nicht mehr als Fleck, sondern als Zeitpunkt gedacht. Im Zentrum dieser Verfahrenstechnik steht die Unterbrechung, das sogenannte "Interrupt", das die Prozessierung zu regelmäßigen Zeitpunkten unterbricht, um Daten aus der Umwelt wahrzunehmen. "Die Kommunikation zwischen Eingabe-, Rechen- und Ausgabeeinheiten ist selbst zu einer zeitkritischen Frage geworden" <Pias 2002: S. 52>.

Laufzeiten

Poststempel auf Briefen gaben einst in erster Linie Auskunft über Weg und Laufzeit der Sendung; Kommunikationszeiten wurden so kalkulierbar. Laufzeit meint eben jene Zeitverzögerung, an der ein erster Medienbegriff überhaupt entwickelt worden ist, Aristoteles' Begriff des *to metaxy* (das Dazwischen) in seiner Schrift *Peri psyches*, worin er zur Beschreibung der Laufzeitdifferenz von Stimmen als Hall diesen Medienbegriff *avant la lettre* bemühen muß. Es ist damit auch Raumakustik als Funktion mikrozeitlicher Ortungsprozesse deutbar, also eher von der Zeit als vom Raum her dynamisch zu entziffern; konzentrieren wir uns also - gerade im Unterschied zum "spatial turn" in den Kulturwissenschaften - aus medienwissenschaftlicher Perspektive auf den "sonic turn", den akustischen Kanal als analytisch privilegierten Zugang zu technologischen Prozessen, die in Hochgeschwindigkeit verlaufen. Die Analyse zeitkritischer Medienprozesse zielt auf Medienoperationen, für deren Zustandekommen kleinste zeitliche Momente buchstäbliche "entscheidend" (altgr. *krinein*) sind. Zeitkritik widmet sich jenen mikrozeitlichen Prozessen, die den Kern operativer hochtechnischer Mediensysteme (bis hin zur Neuroinformatik) bilden; hier hilft Foucaults Begriff von Heterotopien kaum noch weiter. Der Unterschied eines musikalisch-akustischen Vorgangs beispielsweise zur Photographie liegt darin, "daß er kein statischer Vorgang ist, sondern die Zeit als Kenngröße hat"³⁵; doch meint das Zeitkritische nicht schlicht die klassische These von den "zeitbasierten" (*time-based*) Künsten. Denn mit hochtechnischer Signalverarbeitung verschwindet die Differenz zwischen optischen und akustischen Prozessen in Echtzeit. Die Unterscheidung zwischen zeitkritischen und zeitbasierten Medien ist für alle Forschung relevant, die sich der analog/digital-Differenzierung verschreibt. Diese zur epistemologischen Kategorie erhobene Differenz hat einen entschieden zeitkritischen Aspekt, der jedoch mit dem Sampling-Theorem im Operativen gerade aufgehoben wird.

Film, Fernsehen, Video - von klassischen zeitbasierten zu hochtechnischen zeitkritischen Medienprozessen

³⁵ H.-W. Steinhausen, *Musische Technik*, in: F. Winckel (Hg.), *Klangstruktur der Musik. Neue Erkenntnisse musik-elektronischer Forschung*, Berlin 1955, S. 195-202 (hier S. 199).

Im Englischen gelten Theater, aber auch Film als "time-based" arts. Für Lessings *Laokoon* bezieht sich die Zeitbasiertheit auf die Makroebene des Dramatischen: Handlung im narrativen Bereich. Mit Film rutscht die Zeitbasiertheit schon in die Zeitkritik: als Wahrnehmungsbetrug nicht auf konitiger (dramatuargischer), sondern aistheischer Ebene (16 leicht differente Standbilder/Sek. ergeben den Bewegungseffekt - wie auch 16 Hz eine diskrete Taktrate in einen Ton umkippen läßt, die Hörschwelle von Infraschall zum Ton). Doch als kleinste Einheit bleibt in der Kinematographie der Kader, das photographische Bild, intakt. Mit dem elektronischen Bild aber löst sich auch noch das Einzelbild in Zeit auf. Das Wesen des Video- und (was technologisch dasgleiche ist) des TV-Bildes ist radikal zeitkritisch. Um aber hier nicht vorschnell Ontologien zu verfallen, spreche ich ungern vom "Wesen" des Videobildes, sondern lieber von oder vom "Weisen" desselben (denn technologische Medien entbergen sich erst *im Vollzug*). Das interpolierte "i" fungiert hier selbst als Index des Operationalen als Signatur des technisch Medialen - immer ein Vollzug in der Zeit. Thomas Levin hat die "temporal indexicality" für Bewegtbilder beschrieben³⁶; tatsächlich meint der Index im Sinne der Peirceschen Semiotik einen im physikalischen oder physiologischen Sinne wesentlich anteiligen Bezug des Zeichens zum Bezeichneten (wobei Medienwissenschaft hier lieber von Signal denn von Zeichen redet).

Der Videokünstler Bill Viola definierte das Videobild ausdrücklich als *Klang* der Einzeilen-Abtastung³⁷; dieser Ausdruck wäre hier im Sinne des Frequenzbegriffs zu präzisieren. Der Etymologie von "Video" zum Trotz ist Zeit, nicht Sehen der essentielle Zug dieses Mediums, wie sie als eine spezifisch zeitkritische Form in zahlreichen Videokunstinstallationen faßbar wurde: dem *feedback*. Auch der ursprünglich von der elektroakustischen Musik herkommende Medienkünstler Nam June Paik sah in der Videotechnologie eine Imitation der Zeit, nicht der Natur.³⁸ Die spezifische Video-Ästhetik liegt in seinem Zeitcharakter - einmal als Speichermedium, vor allem aber auf mikrozeitlicher Ebene als Existenz des elektronischen Bildes aus Zeit. In dem Sinne fungieren auch die von jeder Fernsehstation zusätzlich zu den eigentlichen Bildsignalen mitausgestrahlten Synchronisierimpulse (die wir schon beim elektromechanischen Nipkow-Scheibenzwilling finden), also elektrische, kurze Spannungsschübe, erzeugt im Taktgeber:

"Die 'Zeilenimpulse' beeinflussen den Zeilenablenkteil so, daß der Elektronenstrahl stets im richtigen Moment an den Anfang der nächsten Zeile geführt wird. Die 'Bildimpulse' regulieren die Tätigkeit des Bildablenkteils und veranlassen den pünktlichen Beginn des nächsten Bildes."³⁹

³⁶ Thomas Y. Levin, *Rhetoric of the Temporal Index: Surveillant Narration and the Cinema of "Real Time"*, in: ders. / Ursula Frohne / Peter Weibel (Hg.), CTRL[SPACE]. *Rhetorics of Surveillance from Bentham to Big Brother*, Cambridge, Mass. / Karlsruhe 2002, S. 578-593

³⁷ Bill Viola, *Der Klang der Ein-Zeilen-Abtastung*, in: *Theaterschrift* 4 (1993), Themenheft *The Inner Side of Silence*. Brüssel, S. 16-54

³⁸ Zitiert in: Maurizio Lazzarato, *Videophilosophie. Zeitwahrnehmung im Postfordismus*, Berlin 2002, S. 7.

³⁹ Walter Conrad, *Fernsehen*, Leipzig/Jena 1960, S. 61.

Ein zeitkritischer Begriff von Mimesis: Die Bildwelten elektronischer Medien ahmen nicht Welt, sondern Zeit nach. Das Zeitwe(i)sen elektronischer Bilder thematisiert unaufhörlich die Frage, wie der Raum eines Bildes zur Zeit seiner Übertragbarkeit wird - nämlich durch Rasterung, also: Diskretisierung des Bildes Element für Element, das dann an Elektrizität übergeben und damit übertragbar wird.⁴⁰ Mikro-Zeitmeßgeräte auf der anderen Seite "machen Zeitunterschiede dadurch meßbar, daß sie dieselben in Raumunterschiede verwandeln"⁴¹. Ein prinzipieller Unterschied zwischen dem Fernseher und dem Rundfunk liegt darin, daß beim Fernsehen die einzelnen Bildpunkte *nacheinander*, beim Rundfunk die einzelnen Töne *gleichzeitig* übertragen werden. Gemeint sind die Überlagerungen von Sinusschwingungen zum Klang, wie sie Fourier-Transformation als Frequenzanteile numerisch zu fassen vermag - womit die abendländische Kultur nicht mehr nur den Zusammenhang von Zeit und Zahl philosophisch entdeckt hat, sondern auch erstmals das Mega-Signifikat Zeit (Zeitprozesse als das Wesen von Signalen) signifikant, d. h. rechnerisch in den Griff bekommt und damit unter umgekehrten Vorzeichen wiederum computersynthetisierbar macht.

Heinrich Hertz hatte in seinem notorischen Versuch festgestellt, daß elektromagnetische Wellen - gleich Licht(wellen) - von Materie reflektiert wird, wenn deren Ausdehnung größer als die halbe Wellenlänge ist. In der Radartechnologie, der medienarchäologischen Kehrseite allen Fernsehens als eigentlichem Fernhören, wird die Laufzeit in einem nicht-ikonologischen Sinne operativ, wie der Name schon sagt: Radio Detection And Ranging. Die Zeit, die ein Radiosignal - also diesseits des Massenmediums: ein elektromagnetischer Impuls - braucht, um nach Durchquerung eines Kanals vom zu detektierenden Objekt reflektiert zu werden und wieder in den Sender zurückzukehren, ist Zeitkritik pur; die Hälfte der gemessenen Signalverzögerung ergibt durch Multiplikation mit der Fortpflanzungsgeschwindigkeit elektromagnetischer Wellen - also Lichtgeschwindigkeit - die Entfernung zwischen Sender und Objekt. Presper Eckert, einer der Mitkonstrukteure des ersten vollelektronischen Computers ENIAC, war durch seine vormalige Kriegserfahrung mit Radar-Pulsmeßverfahren für die Notwendigkeit einer ultraschnellen Rechentechnologie sensibilisiert - ein zeitkritisches Training. "I figured that out with counters. All this is a good lead-in for building an electronic computer."⁴² Ebenso zeitkritisch war die sogenannte historische Lage drumherum:

The main thing was we made a machine that didn't fail the first time. If it had

⁴⁰ Christian Kassung / Albert Kümmel, Synchronisationsprobleme, in: Albert Kümmel / Erhard Schüttpelz (Hg.), Signale der Störung, München 2003, S. 143-165 (hier S. 149).

⁴¹ Hermann von Helmholtz, Über die Methoden, kleinste Zeittheile zu messen, und ihre Anwendung für physiologische Zwecke, in: Königsberger Naturwissenschaftliche Unterhaltungen 2/2 (1851), 167-189 (173)

⁴² Alexander Randall, A lost interview with ENIAC co-inventor J. Presper Eckert,

<http://www.computerworld.com/printthis/2006/0,4814,108568,00.html>, 16.02.2006

failed, we might have discouraged this line of work for a long time. People usually build prototypes, see their errors and try again. We couldn't do that. We had to make it work the first time out. <ebd.>

Die RFID-Technologie (Radio Identification), die inzwischen in unseren Kaufhäusern angekommen ist, verschärft die vom Radar her vertraute Operation, indem im Transponder ein Schaltkreis integriert ist, der binäre Entscheidungen zu speichern vermag; diese werden als Signale den Hochfrequenzen zwischen Sender und Empfänger aufkodiert. Die Lage wird in hohem Maße zeitkritisch, sobald im Radius eines Lesegeräts eine Vielzahl von RFID-Tags im selben Frequenzbereich schwingen (in jedem Warenlager ist das der Fall), so daß sich deren Signale überlagern und damit gerade den Zweck der Technologie, die präzise Identifikation, verunmöglichen. Von daher wurde das Antikollisionsverfahren des Time Division Multiple Access entwickelt. Die im Frequenzkanal zur Verfügung stehende Übertragungskapazität wird hier nacheinander auf die einzelnen Transponder aufgeteilt. Ein Balanceakt zeitlicher Natur ist das transpondergesteuerte Aloha-Verfahren, eine probabilistische Abfrage aller im Lesebereich befindlichen Tags; diese melden sich mit einer individuellen und zufälligen Zeitverzögerung auf eine immer gleichlautende Anfrage des Readers mit ihrem jeweiligen Identifizierungscode zurück.⁴³ Es gibt also eine handelnde Welt der *petits perceptions*, die nicht mehr zwischen Menschen stattfinden. Pseudo-Echtzeitlokalisierung von Objekten im Warenkreislauf geschieht im Vektorraum (bzw. der Matrix) von Raum - Zeit - Frequenz - Kodierung. Wie schon für die Turing-Maschine (die in jeweils nur einem diskreten Zustand ist) und für die von-Neumann-Architektur unserer Computer ("one bit at a time") gilt auch für diesen (frei nach Konrad Zuse) *rechnenden Raum* strikte Sequentialität in der Datenverarbeitung; Antikollisionsverfahren sortieren Information zeitkritisch durch ihre Einteilung in diskrete Zeitschlitze. *Time slicing* als Eskalation von *time-sharing* (das Konzept Lickliders) ist längst generelle Praxis in der Rechner- und Telekommunikation geworden, bis in den Mobilfunk. So öffnen und schließen sich unaufhörlich Zeitfenster für ja/nein-Entscheidungen.

Ohne die zeitkritische Verschränkung von Takt und Datum gäbe es keine parallele Prozessierung, sondern schlicht Datensalat in Analogie zu sinnlosen Schönheit der Brownschen Molekularbewegung. Netzprotokolle, hier um eine ätherische Radio-Dimension erweitert, ergreifen die realen Dinge; prompt annonciert die Industrie ein neues "Internet of things". Hier nun liegt die epistemologische Anschlußfähigkeit an die vertrauten "Ping"-Signale: die räumliche Metaphorik faßt das Wesen dieser Praxis nicht; insofern ist auch der Begriff Cyberspace eine verharmlosende Metapher für *operative Graphen*. Das Internet ist kein stationär topologisches Ding, sondern eine zeitkritische Praxis, die ihr Wesenweisend (*links*) erst im Vollzug offenbart. Rechnet sich das ganze Universum als Informationsraum strikt sequentiell oder parallel, wie es die

⁴³ Dazu demnächst Christoph Rosol, RFID. Technik - Geschichte - Objekte, Berlin 2007 (Reihe *Berliner Programm einer Medienwissenschaft*).

Quantentheorie modelliert? Die Welt wäre dann nicht mehr Zahl als kosmologisch-harmonisches Gefüge ganzzahliger Proportionen (Pythagoras), sondern ein zeitkritischer Rechner. Das klassische Buch der Natur wird dynamisch, rekursiv, mathematisch formuliert autokorrelativ.

Das Zeitkritische gewinnt hier - weit über die Pragmatik hinaus - eine epistemische Dimension, wie es niemand anders als Charles Babbage in seinem *Ninth Bridgewater Treatise* formuliert - als unmittelbare Antwort auf Laplace, der jedem kleinsten Teilchen der Welt eine Nummer zuweisen wollte, die dann vom notorischen Dämon identifizierbar wäre - Speicheradressierung im Buch der Natur. Babbage (hier ganz Medientheoretiker) suchte die Kluft zwischen theoretischer Mathematik und den empirischer Mechanik zu überbrücken; Babbages Gleichsetzung des "physical and metaphysical engineering of the universe" läuft seinem Interesse an Rechenmaschinen parallel.⁴⁴ Im Zusatz B seines *Ninth Bridgewater Treatise* beschreibt Babbage die von ihm konzipierte Analytical Engine als eine speicherprogrammierbare, also als dynamisches Archiv.⁴⁵ In dergleichen Abhandlung (Kapitel "On Time") relativiert Babbage den Begriff der Zeitdauer, die je nach Perspektive einer Eintagsfliege, einer Pflanze, der Sonne selbst sich anders darstellt. Der Begriff "Echtzeit" meint nicht notwendig ein kleinstes Zeitfenster, sondern ein Zeitfenster, innerhalb dessen notwendige Operationen miteinander verschränkt sein müssen; Echtzeit gilt auch für einen Professor, der in einem Semester regelmäßig seine Vorlesung abarbeitet. Aus kernphysikalischer Sicht dauert Zeit je bis zum nächsten kommenden Zustand. Solche Operationen liegen tatsächlich im zeitkritischen Bereich, insofern hier immer Energieaufwand für Quantensprung mit Zeit verrechnet wird. *Computing time* wird damit zur Tautologie - *arithmos kineseos* (Aristoteles).

Taktung und Synchronisation

An dieser Stelle also ein Tiger- (wenn nicht Quanten)sprung zurück in die Antike. Vieles verdanken wir Altgriechenland: das spezifisch phonetische Alphabet etwa und die alphanumerische Verwendung dieser Buchstaben. Aber eines nicht: ein dynamisches Verständnis von Zeit. Schon Zenons Paradox, warum Achill im Wettlauf die Schildkröte nie einholen kann, zeigt an, wie sehr das altgriechische Denken in Intervallen eher eher dem geometrischen Raum- denn einem dynamischen Zeitverständnis geschuldet ist. Erst Leibniz antwortet auf Zenon mit der Differentialrechnung; Deleuze unterstreicht es: Für Leibniz zählen nicht kleinste Teilchen, sondern Falten. Ruhe ist für Leibniz kein Stillstand, und Δx ist

⁴⁴ Alan Liu (Dept. of English, UCSB), *Escaping History. New Historicism, Databases, and Contingency*, Textvorlage zur Tagung *Digital Retro-Action*, University of California, Santa Barbara, September 2004.

⁴⁵ Charles Babbage, *The Works of Charles Babbage*, Bd. 9: *The Ninth Bridgewater Treatise. A Fragment* (2. Aufl. 1838), hg. v. Martin Campbell-Kelly, London 1989, S. 68.

unbestimmt, aber bestimmbar, als Differentialverhältnis.

Augustin schreibt es in Buch XI seiner *Confessiones*: Die Zeit ist ein Effekt von Messung. Aristoteles hat zwar in einem immer wieder zitierten Begriff Zeit und Zahl als gleichursprünglich beschrieben, doch die antike Metrologie, also Zeitmessung, bleibt durch und durch antropozentrisch: orientiert am Akt der Prosodie. Der Ursprung von Taktung liegt also nicht in der Administration von Staaten und Maschinen, sondern in der poetischen Prosodie - worauf die "Frequenzmessung" (lang/kurz) als *ars grammatica* dann auch bis weit ins Mittelalter beschränkt war, bevor sie im Morsecode Nachrichtentechnik wurde. Für Augustinus ist diese Metrologie auf *grammatica* reduziert - eine enge, sehr antike Bindung von Poetik und Rhythmus:

"Die eine Sache ist <...> die Bewegung eines Körpers, die andere, wodurch wir messen, wie lange sie ist. Wer wollte da nicht bemerken, was von beiden eher Zeit ist? Wenn ein Körper sich nämlich im Wechsel mal bewegt, man stillsteht, messen wir nicht nur / seine Bewegung, sondern auch seinen Stillstand durch die Zeit."⁴⁶

Isidor von Sevilla greift diese Limitierung von Mathematik auf Schrift später im ersten Buch seiner *Etymologia* auf. Augustin schrieb noch ganz in der Spur von Aristoteles' *Physik*: "Das also ist die Zeit, die Zahl der Bewegung unterschieden nach Vorher und Später" (Buch IV, 219b 1-2). Ist das Sein einmal als Bewegung definiert und diese Bewegung abzählbar, läßt sich Zeit frequentativ berechnen. Doch mit dem Christentum ist Augustin durch die Eschatologie für einen anderen, linearen, infiniten, nicht mehr zyklisch-harmonischen Zeitbegriff sensibilisiert, der im 19. Jahrhundert in der physikalischen Formulierung der Entropie eskaliert - dem Nachweis dieses Zeitpfeils.

Die prosodische Metrologie ließ sich nicht auf genuin akustische Prozesse übertragen, solange die harmonische Proportionenlehre (Pythagoras / Platon) dominierte, festgeschrieben von Boethius für die Musiktheorie des Mittelalters, von der sich erst Mersenne - ausgerechnet unter dem Titel einer *Harmonie universelle* - befreit und Schwingungsverhältnisse von Saiten statt räumlicher Intervalle mißt. Voraussetzung für diesen Befreiungsakt von der harmonischen Proportion hin zur Frequenz (die dann mit Fouriertransformation und Gaborquanten unter umgekehrten Vorzeichen wiederkehrt) war, daß die abendländische Kultur auf einem ganz anderen Feld an den Takt und die pendelnde Schwingung kulturtechnisch trainiert worden war. Eine Art analog/digital (A/D)-Umwandlung von aufgespeicherter Energie in übertragene Information wurde erstmals praktiziert anhand der Unruh (Hemmung) der spätmittelalterlichen Uhrwerke. Die Klosterwelt generierte die getaktete Uhr, genauer: die Uhr mit der Hemmung, der Unruh als Mechanismus, der unter der Hand zur Sensibilisierung für Schwingungsvorgänge führt (und in der Frühneuzeit dann zum oszillographischen Weltbild führt, das Fourier komplettiert). Die Motive für diesen Entwicklungssprung

⁴⁶ Aurelius Augustinus, Was ist Zeit? *Confessiones* XI, lat./dt., übers. v. Norbert Fischer, Hamburg 2000, § 31.

sind nicht exklusiv medienwissenschaftlich (als medientechnologisch) erklärbar, sondern vor dem Hintergrund von Kulturtechniken wie der religiösen Liturgie. Aber Genealogie (nach Nietzsche und Foucault) weiß, daß Dinge sich anders entwickeln, als es der Ursprung meinte. Durch die gleichmäßige, diskrete, binäre Taktung des Uhrwerks geschieht eine Sensibilisierung für Frequenzen; dieser Klang triggert die weitere Erforschung von Wellen, Schwingungen, Pendel - Eskalationen von Medieneffekten zweiter Ordnung. Die dritte Eskalation ist die Mathematisierung der Frequenzen selbst, resultierend in einer statistischen Thermodynamik (Fourier sah dem Vernehmen nach im Troß der Truppen Napoleons das Flimmern der heißen Luft über den Pyramiden bei Kairo).

Am Ende dann doch die Rückkehr der antiken Prosodie als Zahl - vom phonetischen Alphabet zur Alphanumerik als Kodierungsverfahren und zur Pulse Width Modulation für die Übertragung kodierter Information, in welcher die Länge des jeweiligen Pulses eine 1 oder eine 0 repräsentiert. Dies ist keine abendländische Kulturtechnik mehr, sondern erzeugt ein neues Wissen um Zeit. Wie korrespondiert nun die Schnelligkeit digitaler Signalverarbeitung in heutigen Computern mit der Sinnesverarbeitung von Menschen - gleichursprünglich, und damit als Mensch-Maschine-Symbiose in der Zeitphase, als Kommunikation nicht nur über den räumlichen Kanal hinweg, sondern in der Zeit selbst als Kanal? Licklider schrieb zur Zeit McLuhans den damaligen Computern zu, daß sie zwar nur wenige Prozesse gleichzeitig absolvieren zu können (streng genommen nur "one bit at a time") - dies aber rasend schnell. Genau diese Schnelligkeit ist es, die McLuhan als die Zeit der Elektronik faszinierte. Spätestens mit der Elektronenröhre (im Vergleich etwa zu Konrad Zuses Hochleistungsrechner mit elektromechanischen Relais) rückte die elektische Geschwindigkeit in den Rechner selbst. Demgegenüber - so Licklider in Fortsetzung eines Gedankens von John von Neumann - ist zwar der Mensch mit seinen Sinnen ein langsames "noisy narrow-band device" <a. a. O., S. 6>; dafür aber vermag sein Nervensystem mehrere Prozesse parallel zu prozessieren (was die Neurowissenschaften bestätigen). Inzwischen aber - ein halbes Jahrhundert nach den kolossalen Elektronenröhrenrechnern vom Typ ENIAC - vermag digitale Signalverarbeitung auch diesen strategischen Vorteil des Menschen zu simulieren und damit zu überholen.

Im 19. Jahrhundert gerinnt im literarischen und philosophischen Feld zum Training für "zeitkritische" Wahrnehmung, was von anderen, technischen Medien dann getriggert wird. Signalverarbeitung in Nerven von Menschen war das bevorzugte Objekt der Physiologie im 19. Jahrhunderts. Die zeitkritische Physiologie des 19. Jahrhunderts kam darauf nicht voraussetzungslos, sondern war sensibilisiert dafür durch Begriffe der romantischen Imagination (Novalis) wie durch Literatur und Philosophie (Proust und Bergson), wo *Zeitmomente* und *Zeitdauer* zum Thema wurden. Aber nicht nur wahrnehmbar, sondern auch berechenbar waren sie erst als Funktion zeitkritischer Präzisionsinstrumente.

Karl Ernst von Baer und Hermann von Helmholtz entdeckten damit neue Zeitobjekte unterhalb und oberhalb der menschlichen Wahrnehmungsschwelle.⁴⁷ In der Akustik ist dies als Infra- und Ultraschall vertraut, also alle Frequenzen unterhalb von 16 Hz und oberhalb von 20 kHz. Die Existenz dieser Zeitbereiche kann nur mit Meßmedien festgestellt werden; umgekehrt gilt für die Synthese: Nur mit Hilfe elektrischer Einrichtungen ist es möglich, vom tiefsten noch hörbaren Ton bis zum höchsten eine gleitenden, kontinuierliche Tonreihe herzustellen.⁴⁸ Es gibt also eine Welt der Zeit, die mit technologischen (oder besser: elektro-mathematischen) Medien selbst steht und fällt - ein neues Objekt des Wissens, von hochtechnischen Medien quasi epistemogen hervorgebracht.

Die Physiologie hat bevorzugt Laufzeiten von Nerven zur Bestimmung von Reaktionszeiten gemessen; Claus Pias hat diese Phase in seiner Medienarchäologie des Computerspiels beschrieben. Die mechanische Trägheit des analogen Kymographen (der Wellenschreiber) hatte allerdings den Nachteil, daß die ganze Einrichtung nur langsam ablaufende Schwingungen wiedergeben kann und schnelleren Schwingungen gar nicht folgt - und so gab es (bis zur Entdeckung hochfrequenter Aufzeichnungsmedien) Zeitereignisse, die lediglich sublim am Werk waren. Hinzu kommt der Eigensinn solch mechanischer Aufzeichnungsmedien, wenn sie etwa den ihnen aufgezwungenen Schwingungen auch noch die Eigenschwingungen hineinmischen - eine Eskalation von Friedrich Nietzsches Einsicht, daß das Schreibgerät am Gedanken mitschreibt, nur diesmal nicht mehr im kognitiv-semantischen, sondern im medienarchäologischen und zeitkritischen Bereich. Der Kymograph, das zentrale Meßmedium der Physiologie im 19. Jahrhundert, wurde bald durch (fast) trägsheitslose Registriermechanismen ersetzt, etwa durch die manometrische Flamme und am Ende durch den Oszillographen, basierend auf der von Ferdinand Braun nicht zu Fernzwecken, sondern als Aufzeichnungsgerät variabler, zeitabhängiger elektrischer Größen entwickelten Elektronenstrahlröhre. Mit den Elektronen aber eröffnete sich eine weitere mikro-, jetzt nanotemporale Welt: die Welt der Quanten und ihrer Energiesprünge. Wenn Aristoteles' Gleichsetzung von Zeit und Zahl mit Fourier-Analyse und Matrizenmathematik scheinbar wieder zurückkehrt, ist dies verführerisch als Geschichtsfigur einer Möbiusschleife beschreibbar⁴⁹, doch (so lernen wir aus Hayden Whites *Metahistory*) erliegt solche historische Imagination einer rhetorischen Präfiguration. Tatsächlich liegt eine ganze epistemologische Welt dazwischen. Zeit und Zahl sind gegeneinander verrechenbar (mit Aristoteles behauptet, seit Fourier realisiert), doch nur um den Preis der Ausblendung der Zeitdimension - worauf Denis Gabor (mit seinen "acoustical quanta") und die Wavelet-Analysen antworten. Im

⁴⁷ Siehe Bernhard Siegert, Das Leben zählt nicht. Natur- und Geisteswissenschaften bei Dilethey aus medienschichtlicher Sicht, in: Claus Pias (Hg.), Medien. Dreizehn Vorträge zur Medienkultur, Weimar 1999, S. 161-182.

⁴⁸ Ferdinand Scheminszky, Die Welt des Schalles, Salzburg 1943, S. 135.

⁴⁹ Etwa Friedrich Kittler, Aphrodite. Musik und Mathematik Bd. I/1, München 2006.

Zeitalter der Quantenmechanik ist das Diskrete ebenso präsent wie das Stetige, auf den Punkt gebracht im Welle/Teilchen-Dualismus. Heisenbergs Quantensprünge und Schrödingers Materiewellen sind mathematisch ineinander übersetzbar, aber nicht gleichzeitig meßbar. Dies gilt ebenso für das konjugale Begriffspaar Energie und Zeit: ein Elektron wechselt seinen Energiezustand (sprunghaft) umso schneller, je mehr Energie ihm zugeführt wird. Zeit und Energie stehen also in einem radikal zeitkritischen Verhältnis. Im Quantencomputer kann mit Zeitkritik selbst gerechnet werden, sobald dieser den buchstäblichen Unterschied (*krisis*) von Null und Eins an *qbits* macht.

Zeitreihenanalyse jenseits von Geschichte?

Dem Gottvater der Kybernetik, Norbert Wiener, fehlte für die Realisierung seiner mathematischen Erkenntnis zeitkritischer Prozesse noch der ultraschnelle Computer als Medium, sie auch zu berechnen und damit zu operationalisieren. Wiener weist in seinem vertraulichen Kriegsforschungsbericht *The extrapolation, interpolation and smoothing of stationary time series, with engineering applications* im Februar 1942 einerseits auf Zeitserien vom Typ Börsenkurse hin (die in der Gegenwart virtueller Börsenparkette in der Tat zeitkritisch werden); "in the second category of time series, typified by series of meteorological data, long runs of accurate data taken under substantially uniform external conditions are the rule"⁵⁰. Hieraus resultiert eine direkte Schnittstelle zur Nachrichtentechnik, "the study of messages and their transmission, whether these messages be sequences of dots and dashes, as in the Morse code or the teletypewriter" <ebd.> - oder ebenso *pits* in Videodiscs und CDs, wie einst schon in den Bildsignalplatten (der *Phonovision*) von John Logie Baird zur Aufzeichnung von Ur-Fernsehen. Die technologische Relevanz der Mathematisierung von Zeitreihen gilt ebenso für "sound-wave patterns, as in the telephone of phonograph, or patterns representing visual images, as in telephoto service and television" <Wiener ebd., S. 3>. So hat mit jeder Sendung elektronischer Bilder - also Bildern aus Zeit - der klassischen Zeit(philosophie) selbst die Stunde geschlagen, und damit kommt am Ende der riskanteste Teil des Themas zur Sprache. Martin Heidegger hat - verpflichtend für unser Denken - die Frage nach dem Verhältnis von *Sein und Zeit* radikal neu 1927 gestellt - und mit seiner ontologischen Perspektive namens "Seynsgeschichte" hat er uns zugleich die Aufmerksamkeit für jene neuen mikrozeitlichen Objekte, die von hochtechnischen Systemen hervorgebracht und praktiziert werden, verstellt. Einmal aus medienarchäologischer Perspektive wahrgenommen, entpuppt sich der Mensch als ein zeitkritisch verfaßtes Kommunikationswesen - eine

⁵⁰ Norbert Wiener, *The extrapolation, interpolation and smoothing of stationary time series, with engineering applications*, Division 7 Report to the Services No. 19. MIT Research Project No. DIC-6037; OSRD No. 370, Massachusetts Institute of Technology, 1. Februar 1942, Typoskript S. 2

Erkenntnis der Neuroinformatik wie von Norbert Wiener's
Zeitreihenanalysen.

Auch das Verschmelzungsphänomen in der akustischen
Konsonanztheorie läßt sich als neuronale Autokorrelation
mathematisch präziser modellieren, wenn es zeitkritisch und nicht
lediglich spektralanalytisch gefaßt wird.⁵¹ Der zeitkritische
Aspekt liegt hier in der Betrachtung von Rückkopplungssystemen als
Frage nach der Herstellung bzw. Herstellbarkeit von *Gegenwart*. Wie
genau die Taktungen und Zeitfenster der Medien im Verhältnis zum
Rhythmus menschlicher Wahrnehmungen stehen, ist im Rahmen einer
Ästhetik "zeitbasierter Künste" nicht mehr hinreichend zu klären
und bedarf einer medienwissenschaftlich verschärften, gezielten
Erforschung. Es gibt eine Zeit, die wir kaum merken, doch erst an
dieser nanotemporalen Zeitwahrnehmung offenbart sich Existenz.⁵²
Das Hörbare berührt diesen existentiellen Sinn gerade deshalb,
weil es in einer privilegierten Weise dessen Seins- als Zeitweise
teilt.

Soweit, sogut. Bleibt es am Ende bei einem harmlosen
arbeitsteiligen Modell, daß neben die makroskopische Welt der
klassischen Zeitökonomie für die Welt der Mikroelektronik und der
Quantenmechanik eine Welt zeitkrischer Prozesse tritt, oder führt
die Einsicht in diese nanotemporale Welt zu einer Revolution im
Begriff der Geschichte selbst? Die Diskursanalyse Michel Foucaults
wies nach, daß Wahrheiten nicht auf ewig angelegt sind; vielmehr
öffnen und schließen sich "Zeitfenster für Wahrheiten" (frei nach
Philipp von Hilgers). Die techno-mathematischen Operatoren für
diese Öffnungen und Schließungen als eine Bedingung des Wissens
anzugeben ist Medienwissenschaft aufgerufen. Makrohistorische,
wissens- und wissenschaftsgeschichtliche Einsichten sind also
gegenüber der Ebene von Mikrozeitlichkeit auszudifferenzieren.
Begriffe wie Genealogie sind zwar geeignet, das generative Element
neuer technisch-medieninduzierter Wissensformen zu beschreiben,
doch sind sie unzuständig für den Begriff kleinster chrono-
kairotischer Momente. Ultrakurze Ereignisse, wie sie etwa mit
Geschossen als Agenten verbunden sind, können von
Hochgeschwindigkeitsphotographie nur noch als kybernetisch-
zeitkritische Figuration mikrozeitlichen Rückkopplung gefaßt
werden: Ein Elektronenfunke belichtet die Szene für einen
ultrakurzen Moment, rückgekoppelt an den Auslösemechanismus der
Kamera; die ansonsten mechanischen Beschränkungen unterliegende
Belichtungszeit wird damit selbst elektronisch. Wenn Walter
Benjamin in seinen Thesen über den Begriff der Geschichte von
"blitzhafte Konstellation" zwischen Vergangenheit und Gegenwart
schreibt, wird dies in elektronischen Prozessen wirklich, und das

⁵¹ In diesem Sinne der Beitrag von Martin Ebeling auf einer Arbeitstagung der
Systematischen Musikwissenschaft in Kassel (März 2006); Information: E-mail
Sebastian Klotz, 15. März 2006.

⁵² Siehe Aristoteles, Über die Wahrnehmung und die Gegenstände der Wahrnehmung,
in: ders., Kleine naturwissenschaftliche Schriften, Stuttgart 1997, S. 82.
Dazu Martin Carlé, Zeit des Mediums. Die Genese des Medienbegriffs im
griechischen Denken, demnächst in: Ana Ofak (Hg.), Medien vor den Medien,
München 2007, S. 31-59 (bes. S. 53).

"Nu" wird zum zeitkritischen Quant, ein temporaler Kurzschluß eher im Sinne der Elektrotechnik denn ein Sprung im Sinne geschichtlicher Dialektik. Die Frage nach dem Zeitkritischen stellt die traditionellen Erkenntnismöglichkeiten der *historía* also gleich mit infrage.

[Literaturliste]

Aristoteles, Kleine naturwissenschaftliche Schriften, Stuttgart (Reclam) 1997

Aurelius Augustinus, Was ist Zeit? Confessiones XI, lat./dt., übers. v. Norbert Fischer, Hamburg (Meiner) 2000

Charles Babbage, The Ninth Bridgewater Treatise. A Fragment (2. Aufl. 1838), hg. v. Martin Campbell-Kelly, London (William Pickering) 1989 (The Works of Charles Babbage, Bd. 9).

Vannevar Bush, As we may think, in: Atlantic Monthly 176 (Juli 1945), S. 101-108; Wiederabdruck in: A. J. Meadows (Hg.), The Origins of Information Science, London 1887, S. 254-261

Walter Conrad, Fernsehen, Leipzig/Jena (Urania) 1960

Hermann von Helmholtz, Über die Methoden, kleinste Zeittheile zu messen, und ihre Anwendung für physiologische Zwecke, in: Königsberger Naturwissenschaftliche Unterhaltungen 2/2 (1851), S. 167-189

Pawel Janicki, Eintrag "Ping Melody" (2003), <http://ping.wrocenter.pl>, 22.12.2006

Christian Kassung / Albert Kümmel, Synchronisationsprobleme, in: Albert Kümmel / Erhard Schüttpelz (Hg.), Signale der Störung, München 2003, S. 143-165

Maurizio Lazzarato, Videophilosophie. Zeitwahrnehmung im Postfordismus, Berlin (b-books) 2002

Thomas Y. Levin, Rhetoric of the Temporal Index: Surveillant Narration and the Cinema of "Real Time", in: ders. / Ursula Frohne / Peter Weibel (Hg.), CTRL[SPACE]. Rhetorics of Surveillance from Bentham to Big Brother, Cambridge, Mass. / Karlsruhe 2002

J. C. R., Licklider, Man-Computer Symbiosis, in: IRE Transactions on Human Factors in Electronics. HFE-1 (März 1960) No. 1, S. 4-10

Claus Pias, Computer-Spiel-Welten, Wien 2002

Alexander Randall, A lost interview with ENIAC co-inventor J. Presper Eckert,

<http://www.computerworld.com/printthis/2006/0,4814,108568,00.html>,
16.02.2006

Ferdinand Scheminszky, *Die Welt des Schalles*, Salzburg 1943

Bernhard Siegert, *Das Leben zählt nicht. Natur- und Geisteswissenschaften bei Dilethey aus medienschichtlicher Sicht*, in: Claus Pias (Hg.), *Medien. Dreizehn Vorträge zur Medienkultur*, Weimar 1999, S. 161-182

Gerd Stanke / Thomas Kessler, *Verfahren zur Gewinnung von Tonsignalen aus Negativ-Spuren in Kupfernegativen von Edison-Zylindern auf bildanalytischem / sensoriellem Wege*, in: Artur Simon (Hg.), *Das Berliner Phonogramm-Archiv 1900-2000. Sammlungen der traditionellen Musik der Welt*, Berlin (VWB) 2000, S. 209-215.

H.-W. Steinhausen, *Musische Technik*, in: F. Winckel (Hg.), *Klangstruktur der Musik. Neue Erkenntnisse musik-elektronischer Forschung*, Berlin 1955, S. 195-202

Bill Viola, *Der Klang der Ein-Zeilen-Abtastung*, in: *Theaterschrift* 4 (1993), Themenheft *The Inner Side of Silence*. Brüssel, S. 16-54

Norbert Wiener, *The extrapolation, interpolation and smoothing of stationary time series, with engineering applications*, Division 7 Report to the Services No. 19. MIT Research Project No. DIC-6037; OSRD No. 370, Massachusetts Institute of Technology, 1. Februar 1942

Wikipedia, Eintrag "*Ping (Datenübertragung)*",
<http://de.wikipedia.org>, Stand: 22. Dezember 2006