

Real Time Analysis, Time Axis Manipulation

This manual does not attempt to explain the mathematical concepts involved in using certain coprocessor features. It assumes that you will not need to use a feature unless you understand the mathematics involved.

Microsoft Corporation, Macro Assembler 5.1 Manual

Was den nicht zufällig englischen Titeln Real Time Analysis und Time Axis Manipulation vorschwebt, ist Einübung in einen informationstheoretischen Materialismus, der auf dem Stand der Dinge wäre. Womöglich müssen in zehn oder zwanzig Jahren fremdere, nämlich japanische Titel an ihre Stelle treten, weil die industriell-praktische Herrschaft über Siliziumtechnologien schon jetzt auf die andere Seite des Pazifik gewandert ist. Doch haust wenigstens die Theorie dieser Technologien bislang noch in einer indo-europäischen Sprache – und zwar wiederum nicht zufällig in derjenigen, die Wörter wie Zeit, Manipulation und Achse ohne jede Flexion nebeneinanderstellt, als sei sie selber schon Japanisch oder Chinesisch. Unter dem Vorbehalt also, daß seine Einübung nur für Silizium und nicht für die optoelektronischen oder organischen Schaltkreise einer näheren Zukunft zutreffen mag, könnte der informationstheoretische Materialismus mit der These beginnen:

Nur was schaltbar ist, ist überhaupt.

Damit bleibt die gesprochene Sprache von vornherein außer Betracht; nach Hegels gnadenlosem Wort ist »der Ton ein Daseyn, das verschwindet, indem es ist«¹. Sicher, man kann auswendig lernen, um Gesprochenes wiederzusagen oder wiederzusingen. Aber es dürfte schwerfallen, diese wiederholten Wörter in eine andere Ordnung zu brin-

1 Georg Wilhelm Friedrich Hegel, 1830/1959, *Enzyklopadie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse*. Hrsg. Friedhelm Nicolin, Otto Poggeler, 6. Aufl. Hamburg, S. 369.

gen, etwa ohne jede Rücksicht auf Syntax von hinten nach vorn aufzusagen. Genau das heißt aber Zeitachsenmanipulation, einen zeitseriellen Datenstrom anders anzuordnen. Ganz zu schweigen von der Möglichkeit einer Echtzeitanalyse, die darin bestünde, Laute mit derselben Geschwindigkeit, in der sie gesprochen oder gesungen werden, aus ihrer scheinbaren phonologischen Einfachheit in jene hochkomplexen Geräuschspektren zu zerlegen, die sie phonetisch sind. Auf der Zeitachse laufen die Manipulationen Ordnen und Analysieren offenbar anders und schwieriger als im Raum. Weil die Zeit von vornherein eine Nachfolgerrelation ist, alle ihre Punkte also mit einer Kardinalzahl versehen sind, macht es Probleme, diese Ordnung so umzustoßen, wie das im Raum jedes der seit Lacan auch theoretisch so beliebten Brettspiele kann. In diesen Brettspielen dominieren bekanntlich die leeren über die vollen Plätze: Nur wenn die Spielfläche noch mindestens eine Leerstelle bietet, können Steine oder Figuren überhaupt versetzt werden.

Diese Kopräsenz voller und leerer Plätze ist in der Zeit nicht gegeben. Zeitachsenmanipulation setzt also zuallererst voraus, zeitserielle Datenströme (zum Entsetzen der Philosophen) auf Raumkoordinaten beziehen zu können. Das tut schon die klassische Darstellung physikalischer und damit zeitvarianter Prozesse in einem Cartesischen Koordinatensystem, wo die Zeit t bekanntlich als Abszisse und eine ihrer Funktionen (gleichgültig ob Geschwindigkeit oder Beschleunigung, Spannung oder Strom) als Ordinate figurieren. Aber es macht einen Unterschied ums Ganze, ob dieser Trick nur eine Darstellung wie in der Physik oder, wie in der Informationstechnik, eine Schaltung ist.

Als historisch erste solcher Zeitmanipulationstechniken hat selbstredend die Schrift figuriert. Zumal als Alphabet weisen Schriftzeichen jedem Element der zeitseriellen Redekette einen Raumplatz zu, auch wenn McLuhan diese Linearisierung für alle Einseitigkeiten der europäischen Kultur verantwortlich machte. In Tat und Wahrheit freilich ist die Linearisierung nur eine notwendige, aber noch keine

hinreichende Bedingung schriftlicher Datenverarbeitung. Um Eingriffe in Texte möglich zu machen, muß nämlich außer den abgezählten Elementen eines Alphabets auch noch ein Leerzeichen existieren,² dessen Erfindung offenbar in der des Alphabets nicht immer schon impliziert war. Frühe Inschriften bei den Griechen und frühmittelalterliche Manuskripte weisen kein Trennzeichen zwischen den Wörtern auf. Das heißt aber, beim Versuch einer Buchstabenvertauschung mußte dieselbe Vergeßlichkeit, derselbe Datenverlust wie in mündlichen Reden auftreten oder doch drohen. Nur ein immer fehlbares Menschengedächtnis als Zwischenspeicher half dann noch weiter. Sind dagegen zwischen den Wörtern und an den beiden Rändern eines Textes von vornherein Leerzeichen vorgesehen, dann lassen sich alle einzelnen Buchstaben ganz so manipulieren wie in einer Turingmaschine: Sie wandern an andere Plätze, um vom ursprünglichen Platz entweder zu verschwinden oder an ihm zu bleiben. Jedenfalls erlaubt jede Schrift mit Trennzeichen die elementaren Computeroperationen Exchange, Copy und Delete. Vom Kreuzworträtsel (wie Shannon gezeigt hat)³ bis zum Palindrom beruhen alle Spiele, die mit Buchstaben möglich sind, auf solchen Operationen. Poesie war wahrscheinlich nicht mehr und nicht weniger als ihre Maximierung.

Deshalb begannen unter Bedingungen des unvordenklichen Schriftmonopols die Probleme immer erst dort, wo kein codierter und auf Papier abgespeicherter Buchstabenstring herzustellen war. Grapheme ließen sich optimieren und disziplinieren, aber keine Phoneme und Dialekte. Intervalle ließen sich auf die fünf Notenlinien verteilen und mit allen Tricks der Zeitachsenmanipulation behandeln,

2 Um es noch genauer zu formulieren, bleibt nur Mandelbrots mathematische Eleganz: »Ein Wort ist einfach eine Folge eigentlicher Buchstaben, die von einem uneigentlichen Buchstaben, Zwischenraum genannt, beendet wird.« (Benoît B. Mandelbrot, 1977/1987, *Die fraktale Geometrie der Natur*. Basel, S. 360.)

3 Vgl. Claude E. Shannon/Warren Weaver, 1959/1964, *The mathematical theory of communication*. Urbana/IL., S. 56 f.

etwa wenn bei Bach die Fuge im sogenannten Krebs aus den Buchstaben seines Eigennamens B-A-C-H die umgekehrte Intervallfolge H-C-A-B machte. Aber wie diese vier Notenwerte dann auf faktischen Instrumenten mit ihren sehr verschiedenen Obertoncharakteristiken klingen sollten, schrieb Bach erst gar nicht mehr auf oder vor. Zeitachsenmanipulation unter Bedingungen des Schriftmonopols schloß alles aus, was seit Thomas Browns fundamentaler Entdeckung von 1830 das Rauschen des Reellen heißen darf. Man konnte zwar das Wort LEBEN umdrehen, um logischerweise NEBEL zu erhalten, aber nicht die Sache Leben, von der Sache Nebel ganz zu schweigen. Wasserstoffmoleküle oberhalb der absoluten Temperatur verhalten sich lediglich nach jenen statistischen Gesetzen, die Brown vielleicht nicht zufällig durch bloßen Zufall entdeckte und erst Boltzmann auf eine mathematische Formel brachte. Folglich tendiert der Nebel und jedes andere Zufallsgebilde zu immer größerer Vermischung oder Unordnung, wie das der zweite Hauptsatz der Thermodynamik festschreibt. Diese unumkehrbare Entropie auf der Zeitachse sorgt nach einer großartigen Bemerkung Eddingtons jedoch gleichzeitig dafür, daß Zeitachsenmanipulationen überhaupt als solche kenntlich sind. Im Fall des geschriebenen Wortes NEBEL kommt ja niemand außer Kabbalisten und Geheimdienstleuten auf den Gedanken, es probeweise von hinten nach vorn zu lesen, also als LEBEN. Bei jenem seit *Démolition d'un mur* von Georges Méliès so beliebten Filmtick dagegen, der den Abbruch einer Mauer aufnahm, um ihn als zeitverkehrten Film vorzuführen, merkt jedes Auge die Manipuliertheit der Wiedergabezeit, einfach weil es in realer Zeit das Wunder nicht gibt, daß zersprungene und umgestürzte Mauersteine wieder zur mühsam geschaffenen Ordnung zurückfinden. Schlimmer noch: in Méliès' zweitem Zeitachsenexperiment, der *Charcuterie mécanique*, verwandelte sich eine fertige Wurst, wie um den Tod zu verspotten, wieder zurück in das Schwein, dessen Schlachtung ja Sache von Metzgereien ist. Und die Auferstehung des Fleisches ward Anschauung.

Aber mit der Anschauung oder Feststellbarkeit von Zeitachsenmanipulationen ist noch lange nicht ihre Machbarkeit gesetzt. Unter Bedingungen des Schriftmonopols galt sogar umgekehrt: weil und nur weil die Zeitachse kontingenter Ereignisse nicht zu manipulieren war, hatte jede behauptete Zeitachsenumkehr den erkennbaren Status von Fiktion. Als Kaiserin Agrippina, die Titelheldin eines Lohenstein-Trauerspiels von 1665, ihren Sohn Nero aus ziemlich strategischen Gründen zum Inzest zu überreden suchte, lautete ihr hochrhetorisches Argument, daß »wir die Natur der Dinge Zirkel nennen müssen«, weil »der Fluß zum Kwälle fließt« und »die Sonne stets der Morgen-Röthe nachrennen muß«. ⁴ Nach Maßgabe dieser hydraulischen oder himmlischen Revolution hätten auch Söhne mit ihren Müttern zu schlafen. Aber Agrippinas Argument war leicht als Adynaton, als Unmöglichkeit im Wortsinn zu durchschauen. Auch imperiale Macht versagte vor der Aufgabe, die Zeit zum Zirkel oder Kreis zu biegen und Söhne in den Mutterschoß zu verschlingen.

In dieser Not blieb der Literatur, um Jakobsons Definition zu gehorchen und das heißt um die Spielräume ihrer eigenen Signifikanten auch ins Gewebe der Signifikate einzubringen, nur der Ausweg, von Zeitachsenmanipulationen wenigstens zu erzählen. Ilse Aichingers *Spiegelgeschichte* spult ein Leben vom Tod zur Geburt ab, während die *Gangarten einer nervösen Natter bei Neumond*, wie der Titel schon sagt, sogar das Meisterstück fertigbringen, die Weltgeschichte von heute über die Festung Europa bis zur Urkatastrophe von Atlantis und wieder zurück zu durchlaufen. Wobei die umgekehrte Fahrtrichtung den zwei Reisenden Ulrich Sonnemann und Paul Wühr eine geordnete und darum beschreibbare Bildersequenz gewährt, während die Echtzeitanalyse von Geschichte, also der Rückweg

4 *Agrippina*, Akt III, Vers 181 – 186. In: Daniel Casper von Lohenstein, 1665/1955, *Römische Trauerspiele*. Hrsg. Klaus Gunther Just, Stuttgart.

von Atlantis ins Heute, nur »die Sounds der Jahrtausende in wirrem Wechsel« liefert.⁵

Dieses bilderlose Reich akustischer Zufälle, »für die« nach Sonnemanns Wort »das Empfangsrecht beim Ohr liegt«,⁶ ist ein Jenseits aller Literatur, Rhetorik und Schrift geblieben. Sie hat es nur gar nicht erst ignoriert, bevor nicht andere Medien begannen, den Zufall rückzukoppeln. Erst im genauen historischen Moment ihres Monopolverlusts nannte die Literatur dieses Jenseits beim Namen. 1897 schrieb Mallarmé: »Un coup de dés jamais n'abolira le hasard. – Nie wird ein Würfelwurf den Zufall beseitigen.«

Was das Würfeln mit sechszwanzig Buchstaben und einem Leerzeichen nicht vermag, ist technischen Medien ein leichtes. Ein oder zwei Jahre nach Mallarmés finalem Diktum ging Georges Méliès, der ehemalige Zauberkünstler und Käufer einer Lumièreschen Filmapparatur, an seinen Trick mit der Schweinswurst. Die Analogmedien der Jahrhundertwende, Film für die optische Wahrnehmung und Grammophon für die akustische, machten kontingente zeitserielle Ereignisse erstmals speicherbar. Es begann unsere Zeit unbegrenzter Eingriffsmöglichkeiten, die in einem zweiten Zeitdurchgang auch den Zufall beseitigen konnten und damit wahrscheinlich die historische Zeit überhaupt beendet haben.

Beim Grammophon waren diese Eingriffsmöglichkeiten allerdings noch begrenzt. Kaum hatte Edison seine Aufnahme- und Wiedergabewalzen serienreif gemacht, begannen auch die Entdeckungsfahrten in den akustischen Ozean (um einen zeitgenössischen Buchtitel abzuwandeln): Während der Trompeter Levy noch versuchte, die Konzertsaalbesucher New Yorks mit der Geschwindigkeit seiner Läufe zu beeindrucken, drehte Edison höchstselbst an der Phonographenkurbel, um Levys Läufe nur Minuten später

5 Ulrich Sonnemann, 1988, *Gangarten einer nervösen Natter bei Neumond. Volten und Weiterungen*. Frankfurt/M., S. 144 f.

6 Sonnemann, 1988, S. 145.

mit wesentlich höherer Geschwindigkeit abzukurbeln.⁷ Wir alle kennen das Resultat von durchgedrehten Kassettenrekordern: Auch eine mittelmäßige Trompete erhielt durch Frequenzversetzung mit einemmal Brillanz, auch ein müdes Allegro ließ sich zum Presto beschleunigen. – Bei anderen Gelegenheiten experimentierte Edison – lange vor John Lennon – sogar mit der Möglichkeit, phonographisch aufgenommene Musikstücke rückwärts wiederzugeben. Er erzeugte also auf der Ebene des akustisch Reellen, was Bachs in den Krebs gesetzter Name nur in den Intervallen des musikalisch Symbolischen getan hatte. Denn während jener Krebs die Klangcharakteristiken der vier Einzeltöne B, A, C und H unverändert ließ, hat das Rückwärtsabspielen einschneidende Folgen für jeden Einzelton. Bekanntlich sind die Klangfarben von Instrumenten nur in den ersten hundert Millisekunden nach Einsatz eines Einzeltons absolut charakteristisch voneinander geschieden, während die stehenden Klänge nach jener Einsatzphase immer weniger Unterscheidungsmerkmale aufweisen, um schließlich zum informationslosen reinen Sinussignal zu verschwinden. Bei Edisons Experiment erfuhren die Ohren folglich immer erst im nachhinein, nämlich wenn der manipulierte Einzelton endlich seine Einsatzphase des Anblasens, Zupfens oder Streichens erreichte, welches Instrument ihn eigentlich hervorgerufen hatte. Ganz wie im Zeitumkehrtrick von Méliès war das informationstheoretische Pendant zum zweiten Hauptsatz der Thermodynamik, Shannons logarithmisches Maß für Information, auf den Kopf gestellt: Die höhere Komplexität oder Strukturiertheit von Klängen, statt auf ihren unvermeidlichen Entropietod zuzulaufen, erstand wie Phönix aus dieser seiner Asche.

Aber das war auch schon alles, was die Grammophonie vor 1940, also vor Einführung des AEG-Magnetophons, an Zeitachsenmanipulation leisten konnte. Im Unterschied zum Film mit seinen 24 Einzelbildern pro Sekunde, die ja

7 Vgl. Roland Gelatt, 1965/1977, *The Fabulous Phonograph. From Edison to Stereo*. 3. Aufl. New York, S. 31.

zunächst lediglich als Zwischenspeicher vor der Endredaktion durch Schnitt und Montage dienen, im Gegensatz also zum Film bildet die grammophone Tonspur einen Festwertspeicher, der zwar Zeitlupe, Zeitraffer und Zeitverkehrungen gestattet, weitergehende Eingriffe aber ausschließt. Bei einem kausalen System, das die Nachfolgerrelationen zwischen allen Zeitpunkten $t(n)$ bewahrt, hat kein Tonmeister die Möglichkeit, Teilsequenzen im Festwertspeicher Schallplatte zu löschen oder gegeneinander auszutauschen. Er kann, mit anderen Worten, Zufälle nur hinnehmen, aber nicht selber ins Material einbringen, wie das bei den codierten Materialien Schrift und Musikintervall das Privileg von Literaten und Komponisten war. Im Film dagegen gibt es über Zeitraffer und Zeitlupe hinaus eine kaum abzählbare Menge von Manipulationen, also von Löschungen und Umschreibungen, die das Zelluloid zum Schreiblesepeicher machen und das heißt mit einer Syntax ausstatten. Schon 1916, als die Bildwechselfrequenz, wenn sie beim manuellen Kurbeln überhaupt konstant blieb, noch bei bescheidenen 16 Hertz lag, schlug der ebenso vergessene wie großartige Hugo Münsterberg einen Filmtrick wie aus dem syntaktischen Bilderbuch vor:

Sobald wir an diesem formalzeitlichen Aspekt der Filmdarstellung Interesse nehmen, muß anerkannt werden, daß der Filmdramatiker damit über Möglichkeiten verfügt, denen auf der Welt der Bühne schlechthin nichts entspricht. Man setze den Fall, wir wollten den Effekt eines Zitterns herstellen. Dann könnten wir die Aufnahmen verwenden, ganz wie die Filmkamera sie geliefert hat, also sechzehn in einer Sekunde. Bei der Wiedergabe auf der Leinwand jedoch ändern wir ihre Reihenfolge. Nach dem Abspielen der ersten vier Aufnahmen gehen wir zu Bild 3 zurück, dann projizieren wir die Bilder 4, 5, und 6, gehen zu 5 zurück, projizieren 6, 7, 8, gehen zu 7 zurück, usw. Jeder andere Rhythmus ist selbstredend ebenfalls möglich. Was aber als Effekt auftritt, bleibt in der Natur und damit auch auf der

Bühne schlichtweg ausgeschlossen. Denn die Ereignisse laufen einen Augenblick lang rückwärts. Eine Art Vibration geht durch die Welt wie ein Tremolo durchs Orchester.⁸

Münsterbergs bewundernswerter Vorschlag brachte also schiere Zufallsketten, wie die Filmaufnahme sie mit Notwendigkeit liefert, in eine temporale Syntax aus lauter Parenthesen, die auch im Finale von Lacans *Entwendetem Brief* hätten auftauchen können. Lacan hatte ja, nach eigenem Wort, »nicht vor, mit seinen a, b, c, d usw. aus dem Reellen mehr zutage zu fördern, als er mit seiner Gegebenheit vorausgesetzt hatte – nämlich nichts«. Auch er »wollte nur zeigen, daß die a, b, c, d eine Syntax einführen, indem sie jenes Reelle überhaupt erst zum Zufall machen«. ⁹ Was in Münsterbergs leider nie realisiertem Filmprojekt darauf hinauslief, gerade durch Einfügung von Syntax oder Periodik in eine Zufallskette deren überwältigende Fremdheit nur noch zu potenzieren: Die Augen der Filmzuschauer hätten nicht umhingekannt, ins selbe Zittern, Schwindeln und Tremolieren wie die ihnen projizierte Welt zu verfallen. Und die *Gangarten einer nervösen Natter bei Neumond* wären auch optisch implementiert gewesen.

Filmeinzelbilder zu Münsterbergs Zeiten wechselten sechzehnmal pro Sekunde, während der heutige Standard bei 24 Hertz liegt. Sämtliche alten Stummfilme, die uns ohne Spezialprojektor vorgeführt werden, unterliegen also einer unfreiwilligen Zeitachsenmanipulation, die das Erhabene zum Grotesken und Paraden zu Massenfluchten kehrt. Aber all diese Effekte, ob unfreiwillig oder durchgerechnet wie bei Münsterberg, fallen wenigstens noch in wahrnehmbare Frequenzbereiche. Ein Fernseheinzelbild nach heutigem Standard dagegen besteht aus 625 Zeilen

8 Hugo Münsterberg, 1916/1970, *The Photoplay; a psychological study*. Nachdruck als: *The Film. A Psychological Study. The Silent Photoplay in 1916*. Hrsg. Richard Griffith, New York, S. 55 (meine Übersetzung).

9 Jacques Lacan, 1973 – 1980, *Schriften*. Hrsg. Norbert Haas, Olten – Freiburg/Br., Bd. I, S. 43.

von je 400 Bildpunkten, die fünfzigmal in der Sekunde auf den Bildschirm geschrieben werden. Wahrnehmung von einzelnen Pixels bleibt schlichtweg ausgeschlossen. Deshalb das heutige Farbfernsehen – mit Ausnahme des antiquierten US-Standards – Münsterbergs Trick für das genaue Gegenteil einsetzen kann und muß. Nicht um die Zuschauer in Zittern und Schwindeln zu versetzen, sondern gerade um das Zittern aller Farben beim US-Standard zu verhindern, arbeiten die Systeme SECAM und PAL mit einer systematischen Zeitversetzung von Signalen. Bei SECAM etwa wird die Farbinformation jeder Fernsehzeile um genau diese Zeile verzögert, bis sie auf den Bildschirm kommt. Das PAL-System der AEG dagegen manipuliert zwar nicht die absolute Zeit, aber doch die Phase des Farbsignals. Technisch ist es ja kein Problem, jeden Wellenberg einer Schwingung als Wellental und umgekehrt abzubilden. Wenn diese artifizielle Phasenumkehrung für genau eine Bildschirmzeile eingeschaltet und für die nächste wieder ausgeschaltet wird, kommt es zum erfreulichen Ergebnis, daß alle korrekten Farbsignale aufs Bild gelangen, während alle auf der Übertragungstrecke entstandenen Farbverzerrungen einander wieder auslöschen, wie das ja auch ein Zusammenfall von Wellenberg und Wellental täte. Am Bildschirm jedenfalls entsteht der paradoxe Effekt, daß nur Zeitachsenmanipulation den Zuschauern zwischen Paris und Wladiwostok zu der Illusion verhilft, ihre Fernsehsender würden in Echtzeit übertragen, was in Echtheit ist.

Damit komme ich endlich zur Sache. Alle Beispiele bis auf das letzte haben Zeitachsenmanipulationen im Niederfrequenzbereich vorgeführt, dort also, wohin unsere optischen oder akustischen Wahrnehmungen noch reichen. Technische Medien dagegen sind durch nichts anderes definiert als ihre Strategie, den Niederfrequenzbereich, um ihn simulieren zu können, prinzipiell zu unterlaufen. Und weil es zwar bequem, aber sinnlos wäre, nach unten auszuweichen, wo nur noch die Frequenz Null, also Gleichstrom, also überhaupt kein Zeitspielraum mehr herauskä-

me, zwingt das strategische Ausweichen in den Hochfrequenzbereich, dorthin also, wo uns Hören und Sehen vergeht. Ein Würfelwurf, der den Zufall abschaffen würde, müßte ja unendlich schnell sein. Deshalb gibt es ihn auch nicht. Die Geschwindigkeit von optischen oder elektrischen Signalen ist bekanntlich eine Konstante, die nach einer einfachen Formel die maximal mögliche Informationsrate auf einen angebbaren endlichen Wert festlegt:

$$C \leq 3.7007 \sqrt{\frac{P}{h}}$$

wobei C der Informationsfluß pro Zeiteinheit ist, P die Signalenergie der gesendeten Photonen und h das Plancksche Wirkungsquantum.¹⁰ Deshalb kann man, nach Derridas Wort, die Zeit nicht geben.

In der Technik allerdings, anders als in der Philosophie, sind Annäherungen möglich. Hochfrequenztechnik, vor allem in ihrer diskreten Form als digitales Signalprocessing, ist die Beinahegabe von Zeit. Jene Manipulation von unmöglich noch wahrnehmbaren Zeitpunkten, die beim Fernsehen nur ein Notbehelf bleibt, um die schlimmsten Mängel eines technisch jämmerlichen Standards zu verdecken, wird beim digitalen Signalprozessing zur ersten und letzten Tugend. Ich nehme oder gebe mir also die Zeit, von den vertrauten Unterhaltungsmedien, deren Standards ja leider eher ökonomisch als technisch ausgelegt sind, zum Optimum des heute schon Machbaren überzuziehen.

Jede digitale Signalverarbeitung – weil nur ist, was schaltbar ist – setzt zunächst ein Zerhacken voraus. In Computern gibt es Zeit nur in quantisierten und synchronisierten Paketen, deren Größe selbstredend gegen Null streben sollte. »Wir könnten sagen«, schrieb Alan Turing in

¹⁰ Vgl. William G. Chambers, 1985, *Basics of Communication and Coding*. Oxford, S. 199.

seiner üblichen Klarheit schon 1947, »daß der Taktgeber es uns erlaubt, Diskretheit in die Zeit einzuführen, so daß die Zeit zu bestimmten Zwecken als eine Aufeinanderfolge von Augenblicken anstatt als kontinuierlicher Fluß betrachtet werden kann. Eine digitale Maschine muß prinzipiell mit diskreten Objekten operieren.«¹¹ Die Physiker hingegen, wie Turing zu ergänzen wäre, sind erst im Schlepptau ihrer Computer auf den Gedanken gekommen, auch die physikalische Zeit könnte aus letzten unzerlegbaren Quanten bestehen.

Um nun solche Taktgeber oder Master Frequency Clocks zu konstruieren (und auf eine Frage Hans-Dieter Bahrs mit drei Jahren Verzögerung zu antworten), mißbraucht man am elegantesten die Logik, nämlich die Negationsfunktion. Man führt das Resultat einer Negation, statt aus ihm wie in der Logik weitere Schlüsse zu ziehen, auf den Signaleingang zurück, wo das phasenverkehrte Signal aufgrund der prinzipiell endlichen Übertragungsrates mit winziger Verspätung eintrifft, also den entgegengesetzten Ausgangszustand erzeugt, wieder auf den Eingang zurückwirkt und so weiter ad infinitum. Durch Negation der Negation, allerdings im ziemlich hegelfremden Zeitbereich, entsteht folglich ein Takt, der es seinerseits erlaubt, alle anderen ungetakteten Eingangssignale im Mikrosekundenrhythmus zu zerhacken. Das digitale Signalprozessing kann starten, auch und gerade bei Zufallswerten. Während nämlich Ja-

11 Alan Turing, 1947/1987, *The State of the Art*. In: Turing, 1987, S. 192. Für den klassischen Zeitbegriff dagegen vgl. etwa Kants apodiktische Feststellung: »Das ist nun das Gesetz der Kontinuität aller Veränderungen, dessen Grund dieser ist: daß weder die Zeit, noch auch die Erscheinung in der Zeit, aus Teilen besteht, die die kleinsten sind, und daß doch der Zustand des Dinges bei seiner Veränderung durch alle diese Teile, als Elemente, zu seinem zweiten Zustande übergehe.« (*Kritik der reinen Vernunft*, B 254.) Ohne Paradoxien war es also nicht machbar, Differentialgleichungen in Philosophensprache zu überführen.

Nein-Maschinen in der sogenannten Natur kaum vorkommen,¹² müssen Computer mit endlich vielen Werten auskommen, die alle aus Ja-Nein-Entscheidungen resultieren. In die *machina machinarum* ist Dezisionismus also immer schon eingebaut. Mit der Frage, ob ein kontingenter Eingangswert größer oder kleiner als eine bestimmte, in der Maschine darstellbare Zahl ist, werden alle Eingangswerte auf diese Zahlenmenge abgebildet. Der Gewinn bei solchen Rundungsverlusten ist es, in endlich vielen Rechenschritten zu Daten zu kommen. Digitalisierte Werte und nur sie sind schlechthin speicherbar. Jeder Würfelwurf (und das hieß ja auf lateinisch jede Datenverarbeitung) beweist das im strategischen Augenblick, wenn ein Würfel auf dem Tisch zur Ruhe kommt. Hingegen kann nichts und niemand garantieren, daß in Kondensatoren gespeicherte elektrische Spannungen oder in Tresoren gespeicherte Goldmengen, sofern sie nur als kontinuierliche Größen und das heißt als reelle Zahlen fungieren, nicht mit der Zeit einige Mikrovolt oder einige Goldatome einbüßen werden.

Als ein unbekannter Grieche, vermutlich in Milet, das unabzählbar vielfache Geräusch von Menschenstimmen auf vierundzwanzig Buchstaben verteilte, als daraufhin Pythagoras die unabzählbar vielfachen Klänge eines Zupfinstruments auf sieben Intervalle reduzierte, also mit griechischen Buchstaben anschreibbar machte, als schließlich Guido von Arezzo für solche Tonleitern auch noch die fünf Notenlinien erfand, war das im Prinzip nichts anderes als digitale Signalverarbeitung. Unabzählbare Unendlichkeiten schrumpften, zumindest auf dem Papier, zu abzählbar endlichen Mengen. Metaphysik war immer nur die Verwechslung solcher Datenkompressionen mit einem sogenannten Wesen, immer nur die Unterstellung, daß Kontingenz in Schrift aufgeht, Klang in Musik und Entropie in Ordnung. Alles dagegen, was wie bei Platon die Haare, der Schmutz und der Kot höchstwahrscheinlich ohne Idee

12 Vgl. John von Neumann, 1951/1967, *Allgemeine und logische Theorie der Automaten*. In: Kursbuch Nr. 8, S. 150.

war, schied die Metaphysik von vornherein aus – in einen »Abgrund der Albernheit«. ¹³

Demgegenüber ist digitale Signalverarbeitung nachgerade darauf ausgelegt, Kontingenzen als solche zu verarbeiten. Statt zwischen Chaos und Ordnung nur, wie die Philosophen, jene simple binäre Unterscheidung zu treffen, muß sie als Fuzzy Logic eine unabzählbare Skala von Zwischenzuständen quantifizieren, jedem Signal also nachrechnen können, was an ihm Ereignis (Existenz) und was Serie (Essenz) ist. Wie Claude Shannon, der Begründer einer mathematischen Informationstheorie, so schneidend bemerkte, würde der ganze technische Aufwand für Kommunikationssysteme nicht lohnen, wenn sie nur ein Wesen, also eine Konstante übertragen, speichern und verarbeiten müßten. ¹⁴ Für Gottes unverrückbare Zehn Gebote etwa, bei allem Respekt vor Niklas Luhmann, ist jede Kirche schon zuviel.

Den ganzen Unterschied zwischen Metaphysik und Signalverarbeitung macht Nyquists sogenanntes Abtasttheorem, die mathematisch präzise Formulierung aller erlaubten Zerhackungen. Im Unterschied zur *Charcuterie mécanique* von Méliès dürfen Schweine, diese wunderbare Allegorie des Reellen, nur bis zu dem Grad zerstückelt werden, wie sie aus den gewonnenen diskreten Werten wieder rekonstruierbar sind. Das heißt bei zeitvarianten Signalen vor allem, daß die Abtastfrequenz mindestens doppelt so hoch wie das schnellste Nutzsignal liegen muß. Ein SDI-Computer, der die Position russischer Kampfsatelliten nur in Tagesabständen errechnen könnte, wäre unfähig, noch zu entscheiden, ob sie in Richtung Westen oder Osten marschieren, also angreifen oder fliehen. Die ganze Misere unserer Fernsehstandards ist es dagegen, Nyquists Abtasttheorem unaufhörlich zu verletzen und damit genau solche unfreiwilligen Zeitumkehrungen zu produzieren.

¹³ Platon, *Parmenides*. 130 D.

¹⁴ Vgl. Shannon/Weaver, 1959/1964, S. 31.

Bei Satelliten oder Erdbeben, deren Periode in Tagen oder gar Jahrzehnten mißt, ist das Abtasttheorem leicht einzuhalten. Noch daß bestimmte Laute der Sprache nach einigen Sekunden wiederkehren, konnte das Ohr jenes griechischen Alphabeterfinders heraushören. Die Schwierigkeiten beginnen erst bei Frequenzen oberhalb menschlicher Wahrnehmungsschwellen, also genau dort, wo alle technischen Medien arbeiten, einfach weil sie sonst Augen oder Ohren gar nicht systematisch täuschen könnten. Um einen Computer zum Sprechen oder Hören zu bringen, muß er in der Lage sein, mit jenem Einzellaut genauso analytisch zu verfahren, wie wir es seit jenem Griechen nur mit ganzen Lautketten können. Er muß, mit anderen Worten, Ordnung auch und gerade in der Entropie entdecken. Auf der Grammophonrille ist dieser eine Sopranvokal an dieser einen Zeit- und Raumstelle dieser einen Operaufführung nur noch eine verwirrend undurchsichtige Addition von Tönen und Obertönen der Sängerin mit allen möglichen Geräuschen erstens im Opernhaus und zweitens vom Plattenmaterial selber. Wie Hartley, Shannons informationstheoretischer Vorgänger und Kollege, in seiner Altersverwirrung so traurig konstatierte, haben Summen wie viele andere mathematische Ausdrücke die unangenehme Eigenschaft, keine Rekonstruktion ihrer Argumente zu erlauben.¹⁵ Also läuft bei der Sprachsynthese im Computer alles auf eine Sprachanalyse hinaus, die eben dieses Rekonstruktionsproblem löst. Etwas schlechthin Unwiederholbares, etwa dieser eine Sopranvokal, ist erstens auf eine Periodik zu bringen, die zweitens selber als Summe aus vielen verschiedenen Perioden durchsichtig werden muß. Nichts anderes heißt Fourieranalyse.

Um mit dem einfacheren Fall zu beginnen: Signale, die von Hause aus schon periodisch sind, also etwa die Schwingungen einer Geigenseite, kann die Fourierreihenentwicklung in eine Summe aus lauter Einzelschwingun-

15 Persönliche Mitteilung Hartleys an Friedrich Hagemeyer/Berlin.

gen zerlegen, die alle nur ganzzahlige Vielfache ihrer Grundfrequenz und damit des Notenpapierwerts sind. Die Fourieranalyse hört sozusagen, wie Pynchon in *Crying of Lot 49* klargemacht hat,¹⁶ in einem einzigen Geigenton die zahllosen strikt mathematischen Geigen, die alle gleichzeitig perfekte Sinus- oder Cosinusschwingungen von verschiedener Tonhöhe produzieren, als ob sie sämtliche Radiosender dieser Erde wären. Eine mikroakustische Auflösung, die es Musiksynthesizern bekanntlich erlaubt, die Klangfarbe von Geigen oder anderen traditionellen Instrumenten nicht als Konstanten wie im Orchester, sondern als Variable neben zahllosen anderen möglichen Instrumentalklängen zu führen. Die unendlichen Reihen von Sinus- und Cosinusfunktionen, von Paradebeispielen einer stetigen Kurve mithin, tun aber noch mehr. So paradox es klingen mag, auch und gerade die absolut diskreten Rechteckpulse, die Schaltzustände einer digitalen Abtastung also, lassen sich aus ihrem ganzen Gegenteil synthetisieren. Insofern macht die Fourierreihenentwicklung als mathematischer Zaubertrick, den es erst seit 1820 gibt, einen der seltenen, im Computerzeitalter aber bitter notwendigen Übergänge zwischen ganzen und reellen Zahlen, zwischen Kombinatorik und Analysis.¹⁷ Wenn Signale nur überhaupt Perioden haben, also Musik und nicht Geräusch

16 Vgl. Thomas Pynchon, 1967, *The Crying of Lot 49*. New York, S. 104f.

17 Vgl. Hans v. Mangoldt/Konrad Knopp, 1990, *Höhere Mathematik. Eine Einführung für Studierende und zum Selbststudium*. 15. Aufl. Stuttgart, Bd. III, S. 540: »Sehr allgemeine Klassen von Funktionen [können] durch ihre Fourierreihe dargestellt werden. Dabei bildet das Vorkommen von Unstetigkeiten (*Sprungstellen*) oder von Ecken und Spitzen des geometrischen Bildes kein Hindernis. Gerade in der weitreichenden Fähigkeit, auch Funktionen mit solchen Eigentümlichkeiten darzustellen, beruht ein Vorzug, den die trigonometrischen Reihen vor anderen Darstellungsmitteln, insbesondere den Potenzreihen, voraus haben.«

oder Poesie und nicht Prosa sind, kann ihre Regel angeschrieben werden:

$$s(t) = \frac{a(0)}{2} + \sum_{f=1}^{\infty} a(f)\cos(ft) + b(f)\sin(ft).$$

Heikler und leider auch praxisnäher ist die Verarbeitung nichtperiodischer Funktionen. Information, im Unterschied zur *Ilias* oder den Zehn Geboten, setzt ja mit Notwendigkeit voraus, daß »etwas Unbekanntes und Neues übertragen wird«. Information kann also prinzipiell nicht als periodische Sinus- oder Cosinusfunktion der Zeit t angeschrieben werden, einfach weil ein solches »Signal für alle Zukunft vorherbestimmt wäre« und nichts mitzuteilen hätte.¹⁸ Gleichzeitig und paradoxerweise jedoch darf Information auch nicht mit absolutem Zufall, mit weißem Rauschen also zusammenfallen, weil wir dann immer nur den einen Satz wüßten, daß kein Würfelwurf je den Zufall beseitigen wird, ohne diesen Satz überhaupt anschreiben zu können. Jede Codierung, vom Alphabet bis zur digitalen Signalverarbeitung, muß nichtperiodische Funktionen mithin periodisieren können. Anders gesagt, der stolze Satz Flauberts, demzufolge die Gesetze der Poesie seit Homer feststehen, die der Prosa aber erst seit Flaubert, braucht ein mathematisches Äquivalent. Das Geläut von Glocken oder die Geräusche namens Konsonanten fielen eben darum durch alle Raster von Musiktheorie und Notenschrift, weil sie nicht als Summen ganzzahliger Obertonschwingungen aufgebaut sind. In solchen Fällen helfen keine Fourierreihen weiter, sondern nur noch Fourierintegrale. Unter der Annahme, das Nichtperiodische selber sei eine Summe aller zwischen Null und Unendlich nur möglichen Perioden, kommen sämtliche Funktionen in den mathematischen

18 Franz Heinrich Lange, 1957/1967, *Correlation Techniques. Foundations and Applications of Correlation Analysis in Modern Communications, Measurement, and Control*. London, S. 71 f.

Griff, die es unter physikalisch-realen Bedingungen geben kann:

$$F(f) = \int_{-\infty}^{\infty} (f(t)\cos(ft) + f(t)\sin(ft))dt$$

Die unendliche Summe der Fourierreihenentwicklung wird also überboten durch ein Integral, dessen Argumente bekanntlich nicht nur ganze Zahlen durchlaufen, sondern auch die reellen. Das ist klarerweise eine zeitraubende Rechnerei, die die Mathematiker als schlechte Rechner sich gern ersparen, indem sie wichtige Integrale in geschlossener Form angeben haben. Bloß hilft das nichts bei genau den Funktionen, die mit Information auch notwendig Zufälligkeiten einschließen, also Wert für Wert ausgerechnet werden müssen. Das und nur das ist der schlichte Grund, weshalb (in Abwandlung eines alten Satzes) *navigare necesse est, vivere non necesse*, weshalb also Kybernetik und Computer immer notwendiger werden, Leute dagegen immer zufälliger. Denn Computer kommen, im Unterschied zu Mathematikern, gar nicht erst in die Versuchung, das Fourierintegral einer rauschbehafteten und nichtperiodischen, also informationsträchtigen Funktion in geschlossener Form angeben zu wollen. Anstelle einer eleganten Gleichung, die es als Lösung entweder gibt oder auch nicht, setzen die Maschinen in ihrer Blindheit gegenüber Gestalten rein numerische Verfahren, die aber ebenso mechanisch wie exakt sein können. Genau darum ist die schnelle Fouriertransformation, wie es im langsamen Deutsch heißt, unter den wunderbar amerikanischen Sprachkürzeln *Fast Fourier Transform* oder gar *FFT* zum Standardverfahren digitaler Signalverarbeitung aufgerückt. Dem wissenschaftlichen Beratungskomitee des US-Präsidenten sei es gedankt.¹⁹

»Die Wirklichkeiten«, sagte Malte Laurids Brigge, »sind

19 Vgl. E. Oran Brigham, 1974/1985, *FFT. Schnelle Fourier-Transformation*. 2. Aufl. München – Wien, S. 21 f.

langsam und unbeschreiblich ausführlich. «²⁰ Weshalb ihre Analyse im Zeitbereich, von Herodot bis Heidegger, auch nur Geschichtsschreibung sein konnte. Erst wenn es gelingt, einen Zeitbereich ganz ohne Metaphysik oder Geschichtsphilosophie in den Frequenzbereich zu transformieren, schwindet diese Unbeschreiblichkeit. Nichts anderes leistet die FFT. Sie ersetzt die Zeitachse als klassische Abszisse von Ereignisketten durch eine Frequenzachse, eine Achse also, deren Einheit umgekehrt proportional zur Zeiteinheit ist. Auf dieser Achse erscheint alles, was auch nur eine Spur von Periodik oder Regel in den Zeitverlauf gebracht hat, als Ordinatenwert. Entsprechend effektiv ist die Datenkompression. Während eine Compact Disc als schlichtes Speichermedium von Sprache und Musik für einen einzigen Stereokanal etwa 700 000 Bit pro Sekunde braucht, kann der Datenfluß einer Sprachsekunde durch FFT, je nach Qualitätsstandard, auf fünf- bis fünfzehntausend Bit gesenkt werden.

Dafür zahlt die digitale Signalverarbeitung selbstredend ihre Buße. Um überhaupt aus dem Zeitbereich in den Frequenzbereich übergehen zu können, muß sie warten, bis Ereignisse sich wiederholt haben. Anders wären Frequenzen als Kehrwerte der Zeit gar nicht zu messen. Im Fall automatischer Sprachanalyse heißt das, daß die FFT nicht sofort, sondern erst am Ende eines sogenannten Fensters von zehn bis zwanzig Millisekunden das erste Frequenzspektrum ermitteln kann. Alle Abtastwerte innerhalb dieses Fensters, das als quasistationär behandelt wird, auch wenn der analysierte Sprecher irgendwo im Fenster erschossen worden ist, müssen gleichzeitig zur Berechnung bereitstehen, also bis zum Ende des Fensters zwischengespeichert bleiben.

Es gibt mithin überhaupt keine Echtzeitanalyse in dem Sinn, daß Ereignisse ohne jeden Aufschub analysabel wü-

20 Rainer Maria Rilke, 1910/1955 – 66, *Die Aufzeichnungen des Malte Laurids Brigge*. In: *Samtliche Werke*. Hrsg. Ernst Zinn, Wiesbaden, Bd. VI, S. 854.

den. Alle umlaufenden Theorien, die zwischen historischer und elektronischer Zeit wie zwischen Aufschub und Gleichzeitigkeit unterscheiden möchten, sind Mythen. Real Time Analysis heißt einzig und allein, daß Aufschub oder Verzögerung, Totzeit oder Geschichte schnell genug abgearbeitet werden, um gerade noch rechtzeitig zur Speicherung des nächsten Zeitfensters übergehen zu können. Seit der elektrischen Telegraphie von 1840, die ja als Übercodierung des Alphabets zum erstenmal Zeit-Zeichen als solche sendete, ein langes und ein kurzes, gilt sogar umgekehrt, daß (nach einem berühmten Theorem Shannons) die Übertragungsrate durch Zwischenspeicherung erhöht werden kann: Erst wenn man die langen und die kurzen Telegraphiesignale nicht unmittelbar sendet, sondern unter Berücksichtigung ihres Zeitverbrauchs umcodiert, erreicht der Datendurchsatz sein Optimum.²¹ Gegensatzbegriff zur Echtzeit ist demnach nicht historische Zeit, sondern bloß eine Simulationszeit, bei der es entweder unmöglich oder unnötig wird, mit der Geschwindigkeit des Simulierten mitzuhalten. Als John von Neumann einen der ersten Computer überhaupt in Auftrag gab, um die dreidimensionalen Druckwellen der ersten Atombomben zu simulieren, konnte er ein Lied davon singen.

Rechenaufwand und damit Zeitverbrauch bei einer numerischen Fourieranalyse sind allerdings so beträchtlich, daß die Frage nach einfacheren Analyseverfahren aufkommt. Als die großen Experimentatoren des 19. Jahrhunderts, vor allem Hermann von Helmholtz, an die Physiologie des Ohrs gingen, waren sie von Fouriers mathematischer Innovation noch begeistert genug, um die Ohren sofort zu mechanischen Fourieranalysatoren zu ernennen. Für jede Frequenz, die im Innenohr ankommt, sollte ein Resonator bereitstehen, der ihre Amplitude und nur sie messen würde. Denn daß die Phase von Signalen, also die Zeitstelle einer Sinus- oder Cosinusamplitude, den Ohren ziemlich gleichgültig ist, wußte man seit Ohm. Nur konnte

21 Vgl. Lange, 1957/1967, S. 182 f.

Helmholtz nicht erklären, wie unsere Ohren, zum Beispiel auf internationalen und das heißt babylonischen Kongressen über Zeit-Zeichen, das sogenannte Cocktail Party Problem lösen. Alle reden durcheinander, und doch versteht man einzig und allein den anderen, den der Andere mit großem A einem zum Gesprächspartner gegeben hat. Nun ist aber kein Resonator imstande, aus vielen Ereignissen im selben Frequenzband nur dieses eine herauszufiltern. Radios als technische Filter selektieren bekanntlich bloß eine Frequenz aus unterschiedlichen Frequenzbändern, wohingegen sämtliche Reden irgendwo zwischen 80 und 6000 Hertz liegen. Mit Helmholtz-Ohren könnte ich also bestenfalls Frauen und Männer etwa wie Kurzwelle und Mittelwelle unterscheiden. Einen Ausweg aus dieser theoretischen Sackgasse weist schon Ohms Entdeckung. Wenn die Ohren die Phaseninformation unterdrücken, um das Cocktail Party Problem zu lösen, arbeiten sie offenbar im Zeitbereich und nicht wie die Fourieranalyse im Frequenzbereich. Sie kontrollieren Schallereignisse nicht auf alle möglichen Periodizitäten hin, sondern nur daraufhin, ob es überhaupt eine Periodizität gibt, ob also das empfangene Signal sich nach einer meßbaren Verzögerungszeit wiederholt. Diese Verzögerungszeit muß variabel sein, um mit allen Frequenzen im Hörbereich zurechtzukommen. Auch der gemessene Übereinstimmungsgrad muß variabel sein, denn wenn die Übereinstimmung zwischen verschiedenen Perioden wie bei reinen Sinus- oder Cosinussignalen perfekt wäre, läge ja Innovation oder Information gar nicht vor. Die einzige mathematische Funktion, die beiden Kriterien gerecht wird, aber erst durch Norbert Wiener informationstheoretischen Rang erlangt hat, ist die Autokorrelationsfunktion.

$$\phi(t, \tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{2}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} f(t)f(t + \tau)dt$$

Die Autokorrelationsfunktion verschiebt also eine beliebige Funktion der Zeit t um eine variable Verzögerungszeit, bildet das Produkt beider Funktionen und integriert es über

die Zeit, um angeben zu können, wie ähnlich oder wie unähnlich Ereignisse mit sich selbst sind. Weißes Rauschen hätte den Wert Null, Gottes unverrückbarer Dekalog den Wert Eins. Wenn die Ohren, wofür viele physiologische Daten sprechen, mechanische Autokorrelatoren sind, können sie schon nach wenigen Perioden, schneller als durch Fourieranalyse mithin, Vokale an ihrer hohen Autokorrelation und Konsonanten an ihrer niedrigen unterscheiden. Der griechische Erfinder des Vokalalphabets hätte eine Chance gehabt. Wie ein verrückt gewordener Tonmeister oder auch mechanischer Metzger mußte er nur ein paar Millimeter Magnettonband kopieren und über dem Original hin- und herschieben, bis die Übereinstimmung zwischen Original und Kopie am größten war.

Daß dieses Verschieben als solches Zeit verbraucht, ist die notwendige Not aller Dromologie. Um zu wissen, welche Frequenz ein Ereignis hat, vergrößert gesprochen also, wie schnell es ist, braucht die Messung Zeit, die von der verfügbaren Reaktionszeit auf eben dieses Ereignis mithin zu subtrahieren ist. Um gerade umgekehrt die Reaktionszeit zu maximieren, was sich ja nicht erst seit Virilio empfiehlt, muß die Messung ganz auf den Frequenzbereich verzichten und (nach dem Modell der Stoppuhr) diese eine Zeitstelle im Zeitbereich ermitteln. Genau das nannte Benjamin, wie Samuel Weber gezeigt hat, den Choc, der ja Ereignissen eine absolute Zeitstelle nur um den Preis zuweist, auf jede Analyse ihres Inhalts oder besser gesagt ihrer Frequenz zu verzichten.²²

Also besteht Anlaß zu dem Schluß, der auch Schluß meiner kleinen Populärwissenschaft sein wird, daß Zeitachsenanalyse und Frequenzachsenanalyse voneinander nicht unabhängig sind. Ihr Umkehrverhältnis zwingt die Theorie, von der bequemen zweidimensionalen Darstellung

22 Vgl. Samuel Weber, 1990, *Der posthume Zwischenfall. Eine Live Sendung*. In: Georg Christoph Tholen, Michael O. Scholl (Hrsg.), *Zeit-Zeichen. Aufschube und Interferenzen zwischen Endzeit und Echtzeit*. Weinheim, S. 187.

entweder nur im Zeitbereich oder nur im Frequenzbereich abzugehen und die Ereignisse in einem dreidimensionalen Raum gleichzeitig nach Zeit, Frequenz und Amplitude zu spezifizieren. Den Schritt zu dieser Darstellung, die in schöner Paradoxie die Zeit und ihre eigene Umkehrfunktion als zwei unabhängige Variable abbildet, tat im Zweiten Weltkrieg Dennis Gabor. Ergebnis seiner *Theory of Communication* war der elegante Satz, daß das Produkt aus mittlerer Dauer und mittlerer Frequenzbandbreite eines Signals nicht beliebig klein gemacht werden kann.²³ In menschlicheren Worten: Jedes Feld, also jedes Ereignis im Zeit-Frequenz-Diagramm bildet eine nicht unterschreitbare Grenze, also keinen Punkt. Es müßte aber einen Punkt darstellen, wenn die gleichzeitige Messung von Zeit und Frequenz beliebig exakt sein sollte. Was Gabor damit anscrieb, war nichts Geringeres als die direkte informationstheoretische Entsprechung zu Heisenbergs quantenphysikalischer Unschärferelation, derzufolge ja Spin und Position eines Elementarteilchens nicht gleichzeitig exakt zu bestimmen sind.

Die Frage, die Sie als Zuhörer wahrscheinlich schon seit langem quält, ist bloß, was die ganze Signalprocessing-Mathematik soll. Was heißt also Messen oder, um genau und Heidegger treu zu bleiben, was heißt zwar nicht uns, aber unsere Computer messen? Das Heißen, hieß es in *Was heißt Denken?*, das Heißen ist ein Befehlen. Gabors Unschärferelation grenzt demnach an Befehlsverweigerung. Aber wer oder was hat befohlen?

Setzen wir erstens den Fall, Generalmajor Dr. Hans Kammler vom Armeekorps z.b.V der Waffen-SS hätte gerade wieder einmal Befehl gegeben, eine V-2-Rakete von Siegen aus auf London abzufeuern. Setzen wir zweitens den Fall, eine Radarstation in Südengland könnte diese V 2

23 Vgl. Friedrich-Wilhelm Hagemeyer, 1979, *Die Entstehung von Informationskonzepten in der Nachrichtentechnik. Eine Fallstudie zur Theoriebildung in der Technik in Industrie- und Kriegsfor-schung*. Diss. phil. FU Berlin, S. 394.

zumindest nach Brennschluß auf ihren Bildschirm holen, um vor dem Unvermeidlichen gerade noch zu warnen. Radar, diese Entwicklung des Zweiten Weltkriegs, unterscheidet sich von Analogmedien wie Radio oder Fernsehen dadurch, daß das Signal keine kontinuierliche Welle, sondern tunlichst ein Rechteckimpuls von verschwindender Dauer ist. Eben darum hat erst die Radartechnologie Theorien der Information und speziell der Digitalsignale notwendig gemacht. Der Impuls trifft auf die V 2, die ihn wie ein unfreiwilliger Sender reflektiert und nach einer Verzögerungszeit zur Radarstation zurücksendet. Die Hälfte dieser Laufzeit, mit der Lichtgeschwindigkeit multipliziert, liefert ersichtlich den momentanen Abstand zwischen Radar und Rakete. Damit wäre eine Zeitstelle absolut exakt gemessen, wenn die Rakete keine Geschwindigkeit hätte. Ihre Geschwindigkeit allein war ja die *differentia specifica*, also das Wesen der V 2 im porphyrischen Baum des Zweiten Weltkriegs, wohingegen die Messung im Zeitbereich nur Aussagen über ein *Unidentified Flying Object* macht und vor allem nicht zwischen Freund und Feind, britischen Moskitos und Kammlers V 2 unterscheiden kann. Also muß jene südenglische Radarstation auch die Raketengeschwindigkeit messen, wie sie bekanntlich am Doppellereffekt ablesbar wird. Wenn eine V 2 radial auf Süderland zufliegt, verkürzt sie eben dadurch den Zeitabstand zwischen zwei Messungen, erhöht mithin die Echofrequenz. Woraufhin jedoch Gabors Unschärferelation in Kraft tritt und festsetzt, daß es prinzipiell unmöglich sein wird, Zeitverschiebung und Frequenzverschiebung der anfliegenden Rakete gleichzeitig mit beliebiger Exaktheit zu messen. Eine auf den dreidimensionalen Fall verallgemeinerte Autokorrelationsfunktion, die den schönen Namen *Ambiguitätsfunktion* trägt und von der Form des gewählten Radarsignals abhängt, ist das Maß dieser Unmöglichkeit selber.²⁴ Wenn wir wissen, wann die Rakete kommt,

24 Vgl. Frederic de Coulon, 1986, *Signal Theory and Processing*. Dedham/MA., S. 242.

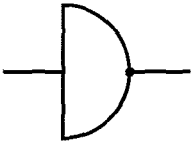
wissen wir nicht mehr, was sie ist; wenn wir wissen, was sie ist, wissen wir nicht mehr, wann sie kommt. Sie kommt aber deshalb, weil die erste Differentialgleichung, die Konrad Zuses Computermeisterstück lösen durfte, die Servomotorik der vier Steuerruder an der V 2 optimiert hat.²⁵

Mit anderen Worten: Das Meßobjekt, auf das die digitale Signalverarbeitung anspricht oder reagiert, ist eine andere digitale Signalverarbeitung. DSP ist keine Naturwissenschaft, die nach dem alteuropäischen Modell der Uhr Kontingenzen der Natur auf Gesetze bringen würde. DSP, wie Lacan so früh wie genau erkannt hat, spielt im Raum einer doppelten Kontingenz²⁶: Verschiedene Systeme, also mindestens zwei, verarbeiten kontingente und zeitabhängige Ereignisse ihres Gegenübers, wobei sie selber Zeit verbrauchen und füreinander angreifbar werden. Sieger bleibt, wer den Zufall des anderen zufälligerweise am schnellsten und effektivsten reduzieren kann.

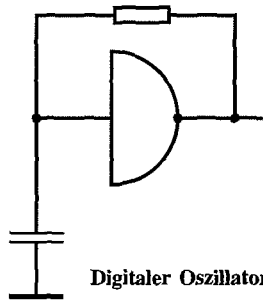
Seitdem, also seit den Raketen aus Peenemünde und ihrer Nutzlast aus Los Alamos, steht das Gesetz nicht mehr in der dritten Sure des Koran, um nach Allahs Willen allen Frauen und Männern die Stunde ihrer Wahrheit zuzumessen. Die Mikrosekunde der Ausschaltung, wenn sie denn überhaupt noch anschreibbar ist, steht auf der ersten Seite von *Gravity's Rainbow* und heißt: »A screaming comes across the sky.«

25 Vgl. Hans Frahm, 1957, *Das drahtlose Jahrhundert*. München, S. 318.

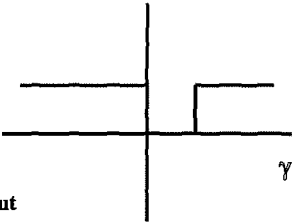
26 Vgl. Jacques Lacan, 1978, *Le séminaire, livre II: Le moi dans la théorie de Freud et dans la technique de la psychanalyse*. Paris, S. 342 – 346.



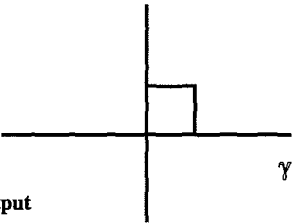
Inverter



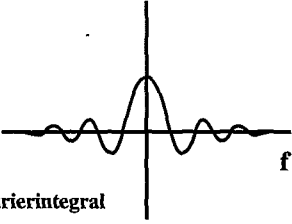
Digitaler Oszillator



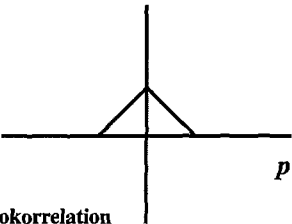
Input



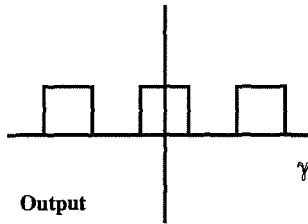
Output



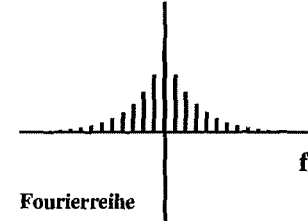
Fourierintegral



Autokorrelation



Output



Fourierreihe

Friedrich Kittler

Draculas Vermächtnis

Technische Schriften

RECLAM VERLAG LEIPZIG

ISBN 3-379-01476-1

© Reclam Verlag Leipzig 1993 (für diese Ausgabe)
Quellen- und Rechtsnachweis am Schluß des Bandes

Reclam-Bibliothek Band 1476

1. Auflage, 1993

Reihengestaltung: Hans Peter Willberg

Umschlaggestaltung: Friederike Pondelik unter Verwendung
der Computergrafik »Tanz der Silikone« von Werner Drescher

Printed in Germany

Satz: Schroth Fotosatz GmbH Limbach-Oberfrohna

Druck und Binden: Offizin Andersen Nexö Leipzig GmbH

Gesetzt aus Meridien

Inhalt

Vorwort	8
I	
Draculas Vermachtnis	11
Die Welt des Symbolischen – eine Welt der Maschine	58
II	
Romantik – Psychoanalyse – Film: eine Doppelgängergeschichte	81
Benns Gedichte – »Schlager von Klasse«	105
Der Gott der Ohren	130
III	
Vom Take Off der Operatoren	149
Signal-Rausch-Abstand	161
Real Time Analysis, Time Axis Manipulation	182
Protected Mode	208
Es gibt keine Software	225
Literaturverzeichnis	243
Quellen- und Rechtsnachweis	258