

WOLFGANG ERNST

DEN A/D-UMBRUCH AKTIV DENKEN – MEDIENARCHÄOLOGISCH, KULTURTECHNISCH

Medientheorie ist der Ort, die Analog/Digital-Differenz streng zu denken, d.h. kritisch zwischen diskursiven, metaphorischen und wohl definierten Verwendungen dieses Begriffs zu trennen. Würden wir sonst den Eigensinn, das Wesen, die Ästhetik dessen erfassen, was hinter Begriffen wie ‚Multimedia‘ zum Verschwinden gebracht wird – also „computer and networks; algorithms, codes, the digital“¹? Medienarchäologie als Methode von Medientheorie sucht der Verführung entgegen zu schreiben, welche die Begriffsgeschichte des Digitalen nahe legt. Recht eigentlich ist nicht schlicht das Digitale gemeint: mit Fingern gerechnet haben schon die Römer; das 19. Jahrhundert hat mit diskreten Messgeräten nicht mehr nur Realität medial repräsentiert, sondern analysiert. Dazwischen: die Sonnenuhr, die analog mit Schatten voranschreitet, aber dann per Analog/Digital-Umwandlung Zeit diskret zählt. Mit der Zählung geht Diskretisierung einher – infinitesimal auf der Spur des Analogen? Gemeint aber ist mit der aktuellen Rede vom Digitalen vielmehr das Binäre und der Computer als modellbildend für nicht mehr er-, sondern zählbare Prozesse.

Der aktuelle Diskurs des Digitalen – weil er zur epistemischen Bedingung der Gegenwart geworden ist – verleitet dazu, digitale Formen kulturtechnisch zurückzuerinnern. In seinem Aufsatz über mittelalterliche Finger-Zählung (‚digital‘) erinnert Horst Wenzel an die Benutzung des Abakus seit der Antike, bei dem diskrete Perlen oder Steine mit Fingern, also digital, bewegt wurden.² „Die Dominanz der audio-

1 Schiesser, Giaco: „The Wilful Obstinacy of Man – the Wilful Obstinacy of Machines“, in: *Nybble-Engine. A Nybble is Four Bits or Half of a Byte*, Magazin und Storage DVD, hrsg. v. CLIMAX (Jahrmann/Moswitzer/Rakuschan), Wien 2003.

2 Wenzel, Horst: „An den Fingern abzulesen. Zur mittelalterlichen Vorgeschichte digitaler Speicher“, in: Ulrich Borsdorf/Heinrich Theodor Grütter (Hrsg.): *Orte der Erinnerung*, Frankfurt a.M. 1999, S. 33-58, hier S. 37.

visuellen Medien der Gegenwart sensibilisiert uns [...] wieder für die audiovisuellen Medien der Vergangenheit“³ – täuscht uns damit aber auch über die Differenzen hinweg. Und Walter Seitter behauptet trotzig: „Malerei war immer schon digital“; Malerei operiert diskret, „Strich für Strich“, mit dem Pinsel.⁴ Pinselstriche: Konvergiert hier das, was bildtechnisch auseinander fällt? Linienzeichnende Vektorgrafik mit horizontal wie vertikal abgelenkten Elektronenstrahlen einer Kathodenstrahlröhre (wie das Sketchpad von Ivan Sutherland am M.I.T. 1963) unterscheidet sich von Rasterpunktsystemen mit Pixeln, die in der Lage sind, im Computer gespeicherte Bilder auf einer Anzeigeeinheit abzubilden. Die digitale Zeichnung ist ‚wissend‘ im Unterschied zum analogen Graphen, der trivial nur umsetzt, was Physik und Mechanik gebieten.

Das Risiko besteht darin, mit kulturgeschichtlich versöhnlichen Gesten harte Differenzen zu verwischen. Denn was eskaliert, ist die Digitalität, die das Mathematische meint und in Text-Bild-Differenzen allein nicht mehr fassbar ist. Von daher die Gretchenfrage der Medienarchäologie: Wird die Analog/Digital-Differenz als wesentlich (oder gar Wesensfrage) für einen epistemologischen Umbruch behandelt? Medienarchäologie weist Diskontinuitäten zwischen vergangenen und gegenwärtigen Mediensystemen nach, um deren Eskalation zu akzentuieren (Schwellen, Einschnitte, Wechsel, Transformationen).⁵ Die Analog/Digital-Unterscheidung ist ein solches Kriterium. „Le passage de l’analogique au numérique instaure une rupture équivalent dans son principe à l’arme atomique dans l’histoire des armements ou à la manipulation génétique dans la biologie.“⁶ Gehen wir diese diagnostizierte Diskontinuität in der Medienkultur offensiv an.⁷ „Nur Bruchstellen sind Fundstellen“, formulierte einmal Walter Benjamin, lange bevor Michel Foucault in seiner *Archäologie des Wissens* darauf hinwies, dass eine Kultur immer erst dann für das ‚historische Apriori‘ einer Epoche sensibilisiert wird, wenn diese sich dem Ende zuneigt. Gilt auch für Medien, dass sich das Gesetz ihrer Sagbarkeit theoretisch und deskriptiv erst

3 Wenzel: „An den Fingern abzulesen“ (Anm. 2), S. 57.

4 Seitter, Walter: „Malerei war schon immer digital“, in: *Painting Pictures. Malerei und Medien im digitalen Zeitalter*, Ausstellungskatalog Kunstmuseum Wolfsburg, Bielefeld 2003, S. 30-34, hier S. 31.

5 Foucault, Michel: *Archäologie des Wissens*, Frankfurt a.M. 1981, S. 13.

6 Debray, Régis: *Vie et mort de l’image. Une histoire du regard en Occident*, Paris 1992, S. 300.

7 Siehe Wenzel, Horst/Seipel, Wilfried/Wunberg, Gotthart (Hrsg.): *Audiovisualität vor und nach Gutenberg. Zur Kulturgeschichte der medialen Umbrüche*, Wien 2001.

nachträglich fassen lässt? Wir erleben derzeit, dass der kulturtechnische Primat des Gutenberg'schen Buchdrucks zur Neige geht; eine ganze Reihe von Medienkünstlern, Literaten und Theoretikern reflektiert gerade jetzt die Medialität, das Interface und die Materialität des Buches als Format, als Speichermedium, als Mensch-Wissen-Schnittstelle intensiver denn je zuvor. Dieses medienarchäologische (Selbst-)Bewusstwerden eines Mediums im Moment seiner Vollendung nennen Denker wie Jay Bolter und Katherine Hayles sehr passend *re-mediation* (also ein alternativer Begriff für ‚Medienarchäologie‘). Bekanntlich erhebt die Eule der Minerva erst in der Dämmerung ihren Flug, und was im Halbdunkel sichtbar wird, ist die vertraute (Medien-)Welt des Analogen im Schatten des Digitalen. Aufgabe von Medientheorien ist es, diesen Umbruch nicht nur passiv zu reflektieren, sondern aktiv mitzudenken: als medienkulturelles Training an einem epistemischen Eckpfeiler unserer Kultur.

Suchen wir also zunächst eine diskursive Verfehlung zu vermeiden: Mit ‚digital‘ ist – seitdem die Epoche der zeitkritisch sequenziellen Von-Neumann-Architektur des Computers diese Frage aufgeworfen hat – tatsächlich das Binäre gemeint; das Digitale, gekoppelt an das Binäre, ergibt den Computer. So definierte Novalis den Begriff der *Tätigkeit*: „Er ist das Medium, das Vehikel alles Wechsels.“⁸ Fragen wir also nicht ontologisierend: Was *ist* das Digitale im Unterschied zum Analogen; schon diese Frage-Stellung (im Sinne Heideggers) ist selbst digital, diskret, auf Unterschied setzend. Alternativ ließe sich *per analogiam* fragen. Die Frage ist vielmehr: Seit wann ist emphatisch vom Digitalen die Rede? Das ist seit Zeiten des Computers so, weil dieser auf der Boole'schen Logik basiert. Für die Fragestellung ist also der Computer selbst modellbildend. An dieser Stelle hilft Nelson Goodmans Theorie des Digitalen nicht weiter, weil sie eben keine Medien- und Signal-, sondern eine Symboltheorie des Ästhetischen ist. Eine *Messung* aber ergibt niemals das ‚Zeichen‘ eines Gegenstands, sondern buchstäblich sein *Maß*: einen Signalwert, eine Zahl.⁹ „Der Binarismus [ist] die große Unbekannte der Semiologie.“¹⁰ Die *Sprachen der Kunst* denken das Digitale von der philosophischen Logik her. Damit aber ist nicht die

8 Novalis: „Fichte Studien“, in: ders.: *Werke, Tagebücher und Briefe Friedrich von Hardenbergs*, hrsg. v. Hans-Joachim Mähl/Richard Samuel, Darmstadt 1999, Bd. 2, Nr. 652, S. 205.

9 Vgl. Hagen, Wolfgang: „Die Entropie der Fotografie. Skizzen zur einer Genealogie der digital-elektronischen Bildaufzeichnung“, in: Herta Wolf (Hrsg.): *Paradigma Fotografie. Fotokritik am Ende des fotografischen Zeitalters*, Bd. 1, Frankfurt a.M. 2002, S. 195-235.

10 Barthes, Roland: *Elemente der Semiologie*, Frankfurt a.M. 1983, S. 69.

Arbeit der tatsächlich in Hardware realisierten Rechenmaschine beschrieben; reine Logik kann nicht die Welt rechnen.

1. Die alphanumerische Bedingung des Digitalen

Seitdem das Medium des Geistes – die Sprache – in diskreten Symbolen memoriert wird, warten diese darauf, maschinell implementiert zu werden. Einer verspielten These zufolge läuft das griechische Vokalalphabet, in seiner Eintrainierung des Diskreten, auf die digitale Epoche hinaus; das Ägyptische demgegenüber auf Neo-Platonismus.¹¹ Die Vollendung – also auch Überwindung – des kulturtechnischen Paradigmas des altgriechischen Vokalalphabets liegt einerseits darin, dass die Diskretheit der Buchstaben tatsächlich digital verrechnet wird: im binären Kode, der das Alphabet (oder die Schreibmaschinentastatur) nicht nur auf zwei Symbole oder Schaltzustände reduziert, sondern damit auch einen qualitativen Sprung vollzieht: seine Implementierbarkeit als Rechnung, als Mechanisierung des Alphabets in Kopplung mit der Boole'schen Aussagenlogik. A. Markov errechnete 1913 die Wahrscheinlichkeit von Vokalauf Konsonantenfolgen in der Literatur statistisch; damit liegt binäre Digitalität im Vokalalphabet selbst verborgen. Ohne das Vokalalphabet wäre Markovs Analyse des *Eugen Onegin* von Puschkin witzlos. Erst ein Alphabet, das kleinste lautliche Einheiten bis zur Sinn-Losigkeit zu unterscheiden vermag, ist kalkulierbar. Fritz Heider hat in seinem Aufsatz *Ding und Medium* (1921) die 24 Buchstaben des Alphabets als lose Kopplung beschrieben: ein ‚Medium‘, woraus durch feste Fügung eine Form namens Literatur wird. Es war eine basale griechische Operation, elementare Buchstaben zugleich als Zahlzeichen zu verwenden und damit das Digitale praktikierbar zu machen. Ein erster Schritt zur Telegrafie bestand in dem Versuch, die einzelnen Buchstaben des Alphabets durch die Zahl der ihrer Stellung in der alphabetischen Reihe entsprechenden optischen Fackelzeichen (*alpha* = 1; *beta* = 2; *omega* = 24) auszudrücken und damit im binären Zahlensystem anzuschreiben, „durch paarweise kombinierte Ausschläge“¹². Die vorsokratischen Griechen praktizierten

11 Frei nach Jan Assmann auf der Podiumsdiskussion „Erinnerung zwischen Kulturwissenschaft und Medienarchäologie“, Einstein-Forum/Staatsbibliothek Berlin, 15. Mai 2003.

12 Riepl, Wolfgang: *Das Nachrichtenwesen des Altertums. Mit besonderer Rücksicht auf die Römer*. Leipzig 1913, Repr., Hildesheim u.a. 1972, S. 100, unter Bezug auf das von Polybios beschriebene System von Kleoxenos und Demokleitos.

eine ursprüngliche Konvergenz der Medien im Element des Vokalalphabets, auch wenn im Folgenden der Kulturgeschichte Schrift und Zahl getrennt diskutiert werden. Das Digitale der Gegenwart aber funktioniert in seinem symbolvereinigenden Charakter wie die griechischen *stoicheia*. Heinz von Foerster unterscheidet Wissenschaft (*science*) von Systemischem Denken, um sie komplementär zu denken:

Das Wort science kommt vom ‚schí‘, ist die indoeuropäische Wurzel und die heißt trennen [...], und alle diese Schis sind alle Trennungssachen – das Großartige der Wissenschaft ist, es wird eben separiert. Taxonomie, einzelnes Dings, zu betrachten, was ist dieses Teilchen und jenes Teilchen.¹³

Hier zeitigt sich ein Effekt des griechischen Vokalalphabets, sein Operieren mit diskreten Elementen. Was nun sind die Orte des Digitalen, der Ort, wo es stattfindet? Die ‚Null‘, lange abwesend im Kalkül des Abendlands und nicht vorgesehen im altgriechischen Alphabet, kehrt (abgesehen von ihrer mathematischen Anwendung) als nackte Variable von Hardware ein: in Form der Lochkarte, seitdem sie Jacquard für Webmuster Ende des 18. Jahrhunderts entwickelte. Schon erreichen wir die gelöcherten Scheiben der technischen Sirenen: Apparaturen, wie sie Hermann von Helmholtz zur pneumatischen Erzeugung von Klängen und ihrer Analyse feinmechanisch bauen ließ. Andererseits schreibt sich im Luftstrom durch dieses akustische Sieb tatsächlich eine Vokalisation – zwischen der Ziffer ‚Null‘ und dem Buchstaben ‚O‘. Analog dazu entsprechen den sprachlichen Verschlusslauten (den Konsonanten) die jeweils geschlossenen Flächen der Helmholtz’schen Sirene. Die Lochscheiben der Helmholtz’schen Doppelsirene aber erzeugen, wenn gegeneinander gespielt, gar keinen Klang mehr, weil die Frequenzen sich gegenseitig überschreiben; das kulturtechnische Paradigma des griechischen Vokalalphabets verstummt. Musikalische Harmonieverhältnisse werden seit Pythagoras mathematisch und damit im Medium der alphabetischen Notation beschreibbar. Zwar hat sich seit der Spätantike und in Byzanz die musikalische Notation vom vokalphabetischen Paradigma gelöst (die Neumen), doch kehren die *stoicheia* in elementarster Form als digitale Bits and Bytes digitaler Klangaufzeichnung und -wiedergabe wieder: das *re-entry* des altgriechischen Alphabets als Geschichtsfigur abendländischer Kulturtechnik. Am Ende können mit mathematischen

13 „I would call it Cybernetics. Heinz von Foerster im Gespräch mit Gerhard Grössing“, in: *Nybble-Engine* (Anm. 1), S. 19-21, hier S. 20.

Gleichungen im digitalen Raum alle Parameter von Musik adressiert werden.

Gottlieb Wilhelm Leibniz optimierte (tatsächlich digital) den Zeichensatz des griechischen Vokalalphabets durch Reduktion auf zwei Werte, die sich zwar von einer metaphysischen Spur nicht ganz lösen (‚An-‘ und ‚Abwesenheit‘), doch immerhin endgültig von der Sprache. Carl Friedrich Gauß setzte bei seinen telegrafischen Versuchen um 1830 dann an die Stelle von ‚0‘ und ‚1‘ die Zeichen ‚+‘ und ‚-‘ und wies dem digitalen Kode damit seine Elektrifizierbarkeit (Wolfgang Coy). Erst in dieser Kopplung wird das Diskrete als Boole’sche Logik rechenbar und eskaliert im Computer. Das von Carl Sagan geleitete SETI Programm (Search for Extra Terrestrial Intelligence) der Planetary Society in Pasadena (Kalifornien) ist der Versuch „to communicate the diversity of our planet’s cultures and life to other intelligent species via noise messages digitally stored on a golden phonograph record and send aboard the Voyager 1 and 2 spacecrafts“¹⁴. Doch die analoge Übertragung ist weniger abstrakt als die digitale. Durch die *speech-to-text*-Software *via voice* von IBM werden – anders als über die buchstäbliche Tastatur des Computers – die Schwingungen der Stimme in Buchstaben (rück-)übertragen, eine Art akustische Variante von *Optical Character Recognition*, wie sie uns aus Scannern vertraut ist. In welchem Verhältnis stehen Schwingungen zu Buchstaben? Digitale Nachrichtenübertragung ist zwingend darauf angewiesen, noch einmal jene Operation zu vollziehen, die auch jener namenlose Schreiber vollzog, als er die Gesänge Homers in diskrete Buchstaben übersetzte, um sie speicher- und übertragbar zu machen.¹⁵ Denn um eine Nachricht der physikalisch begrenzten Kanalkapazität anzupassen, muss sie vor der Übertragung zunächst einmal in einzelne Elemente eines selben Typs (also ein Alphabet) zerlegt werden: in Buchstaben, wenn es um die Übertragung von Gesprochenem, oder in ganze Zahlen, wenn es um verrechenbare Daten des Computers geht. Diese Elemente können nur bestimmte, treppenförmig abmessbare Werte annehmen; Buchstaben vermögen nicht die Vielfalt möglicher Geräusche menschlicher Sprachwerkzeuge wiederzugeben. Der Preis des Digitalen ist die Reduktion und Rasterung physikalischer Komplexität. Das Analoge erinnert an die Welt der Physik, die das Digitale ausfiltert; das Digitale ist immer nur ein Modell von Welt. Schon das Renaissance-Para-

14 Heckl, Wolfgang M.: „Fossil Voices“, in: W. E. Krumbein et al. (Hrsg.): *Durability and Change. The Science, Responsibility, and Cost of Sustaining Cultural Heritage*, London 1994, S. 292-298.

15 Siehe Powell, Barry: *Homer and the Origin of Writing*, Cambridge 1991.

digma der Perspektive war die mathematische Berechnung des Bildes als Brechung der Realität. Heute macht es der Unterschied zwischen digitalem und optischen Zoom in Digital-Kameras manifest: Digital wird etwas verrechnet, was nur durch die Physik optischer Linsen einholbar ist.¹⁶

2. Ein Kriterium der Differenz von analog und digital: die Zeit

Der analoge Signalbegriff bringt Zeit als Parameter von Übertragungsprozessen ins Spiel. Die Wiederentdeckung der Zeit als kritischen Parameter in der Informationstheorie aber verdanken wir pointiert der Kybernetik Norbert Wieners: Wahrscheinlichkeitsverteilung als Funktion von Zeit, anders als in der klassischen Newton'schen Physik, wo Zeitpunkte (etwa für die Wiederholung von Experimenten) unerheblich bleiben. Die Natur des Impulses selbst ist zeitkritisch; was hier buchstäblich zählt, ist die Frequenz (Fourier-Analyse von zeitbasierten Prozessen als Überführung in ihre Frequenzen). Signalverarbeitung – nach einem schönen Wort Martin Carlés – *instrumentalisiert* die Zeit. Die frühe Kybernetik war sich der zeitkritischen Dimension bewusst; sowohl für Wiener wie für McCulloch stand fest: ‚thinking takes switching time‘ (später hat die Kybernetik diesen Aspekt dann auf den des *feedback* verkürzt). Gegenüber der Zeitgebundenheit von Signalen behauptet die Ergoden-Theorie* eine Maßinvarianz in Bezug auf die Zeit, durch die operative Aussagen über die Zukunft gemacht werden können. Die Reflexion zeitkritischer Medienpraxis wird thematisch, wenn es um die Programmierung des Einfädelns von *Datenstreams* geht – wo also zu jedem Zeitpunkt ein neuer Wert geliefert wird. „Indeed, we can so define the direction of time“ als „probability distribution for events of that time.“¹⁷ An die Stelle

16 Siehe Kittler, Friedrich: *Optische Medien*, Berlin 2002.

* Anm. d. Hrsg.: Hauptthema der als ‚Ergodentheorie‘ zusammengefassten mathematischen Arbeiten ist die Untersuchung statistischer Eigenschaften von Gruppen- oder Halbgruppenoperationen. Zentral ist dabei der Versuch, die Eigenschaften von maßerhaltenden Transformationen auf Maßräume zu verstehen, wobei sich als eine der wichtigsten Invarianten derartiger Transformation die Entropie herausgestellt hat. Und Entropie ist – hier ist der Gedanke von Ernst anzusiedeln – ebenfalls eine zentrale Größe der Informationstheorie Shannons

17 Wiener, Norbert: „Time, Communication, and the Nervous System“, in: *Annals of the New York Academy of Sciences*, Bd. 50, 1948/50, S. 197-219, hier S. 200.

sequenzieller Ordinarität tritt damit die Zeit selbst als dynamisches Ordnungskriterium. Gilt die Opposition analog-kontinuierlich-synchron *versus* digital-diskret-sequenziell? Alan Turing formulierte eindeutig, dass der Taktgeber dem Computer 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.“¹⁸ Die Von-Neumann-Architektur mit ihrer strikten Umsetzung des Turing'schen Diktums, immer jeweils nur ein *bit* pro Zeitmoment abzuarbeiten, ist die Bedingung, die das Binär-Digitale an seine technische Implementierung stellt: weg von dem aus Parallelität und Sukzessivität der Zeichen kombinierten System analoger Datenverarbeitung hin zur reinen Sukzessivität in der Prozessierung.

Gängige Klangsyntheseverfahren basieren auf dem eindimensionalen, auf Fourier zurückgehenden Prinzip einer aus der Zeit gelösten vertikalen Momentaufnahme eines als räumlich-statisch gedachten Klangspektrums, das durch eine endliche Anzahl von Sinustönen abbildbar ist. Dieses physikalisch-technische Verfahren ist ganz im Denken des analogen 19. Jahrhunderts verwurzelt und die Basis für serielle Techniken auf der Materialebene. Im Digitalen dagegen herrscht ein grundsätzlich verschiedenes Paradigma: das der zeitlich diskreten Rasterung von Einzelwerten eines Abtastvorganges im Binären. Damit wird aus Klang nach der Analog/Digital-Wandlung Information. Der Begriff des ‚bit‘ gilt seit Shannon als dessen Maßeinheit. Information aber ist, laut Wiener, weder Materie noch Energie. Dafür steht Sampling als technologisches Grundprinzip des Überführens analoger Klänge in diskrete Information¹⁹, geradezu ‚gramm(at)ophon‘ in Verkehrung der Leistung technischer Aufschreibesysteme Ende des 19. Jahrhunderts. Das Analog-medium Grammophon erlaubte einst, Klänge, Geräusche und Sprachen nicht mehr in Elemente einer abzählbaren Zeichenmenge (ein Alphabet aus Buchstaben, Ziffern oder Noten) analysieren zu müssen, um sie speicherbar zu machen, sondern ließ jede Sequenz reeller Zahlen sich als solche einschreiben.²⁰ Daraus resultiert der privilegierte Zugang zum Realen

18 Turing, Alan M.: „The State of the Art“ [Vortrag London 1947], in: ders.: *Intelligence Service. Schriften*, hrsg. v. Bernhard Dotzler/Friedrich Kittler, Berlin 1987, S. 183-208, hier S. 192.

19 Harenberg, Michael: „Virtuelle Instrumente zwischen Simulation und (De-)Konstruktion“, in: Marcus S. Kleiner/Achim Szepanski (Hrsg.): *Sound-cultures. Über elektronische und digitale Musik*, Frankfurt a.M. 2003, S. 69-93, hier S. 81.

20 Kittler, Friedrich: *Aufschreibesysteme 1800/1900*, München 1995, S. 289.

als Referenzobjekt, der diesen Medien aus der Welt selbst zugeschrieben wird.

3. Ein bisschen Bezug zur Wirklichkeit

Doch wird auch das Digitale die Spur des Verhaftetsein in der Welt nicht los, denn immer muss es *embedded* gedacht werden. Es ist nicht weniger rein und abstrakt als der Gedanke (wie Derrida an Husserl kritisiert). Um die digitale Abstraktion zu erreichen, ist immer schon ein erheblicher negentropischer Aufwand nötig. Auch wenn dieser energetische Abfall buchstäblich *nicht zählt*, bleibt er – quantenmechanisch betrachtet – am Werk. Wolfgang Hagen beschreibt es am Beispiel der so genannten digitalen Fotografie:

Das *Digitale* geschieht am Rand des Chips, dort, wo der ganze Quantenmechanismus bereits *gelaufen* ist. Nicht die Digitalisierung, deren Mathematik auf das frühe 19. Jahrhundert zurückgeht, ist die Revolution des zwanzigsten Jahrhunderts, sondern die Quantenmechanik, die ihre technische Implementierung erst universalisiert hat.²¹

Exemplarisch dafür steht die Elektronenröhre, das zentrale Schaltelement der frühen Computer, indem sie ihre Eingangssignale nicht mehr schlicht analog verstärkte wie vormals, sondern vielmehr zu zählen, also digitale Ziffern auszugeben begann. Wie es auch für ein Neuron im Nervensystem gilt, muss hier die elektronische Erregung einen Schwellenwert überschreiten, damit es zu einem Impuls kommt. Mit diesem Schwellenwert tritt die Spannung aus dem Reich des physikalisch Analogen ins ideelle Reich des Digitalen ein. Sein Verzug heißt Hysterese, das Nachwirken nach Aufhören der einwirkenden Kraft. Informatik nutzt die Hysterese, um Entscheidungen auf der Basis skalarer Eingangsgrößen im Grenzbereich mehr Stabilität zu verleihen.²² Tatsächlich bewahrt selbst das *bit* einen kleinstdenkbaren analogen Bezug zur Wirklichkeit, insofern es deren Impuls(e) abbildet und in elektrische Signale *umsetzt*, unwillkürlich. Allein der parallele Effekt, die Rechenbarkeit dieser Impulse, unterscheidet das Reich des Digitalen von dem des (nur-)Analogen. Auch in der konstruktivistischen Theorie der Wahrnehmung steht das *bit* der Nervenreizung in einem non-arbiträren Verhältnis zum Impuls. Für

21 Hagen: „Die Entropie der Fotografie“ (Anm. 9), S. 195-235, hier S. 222.

22 Dazu Stoll, Oliver F. M.: Der Gedanken-Macher. Das kleine Blatt zum Nachdenken, URL: www.gedanken-macher.de/html/commentarioli/janeinhysterese.php4, 30.10.2003.

von Helmholtz sind Sinnesempfindungen nicht nur Zeichen von etwas Geschehendem, sondern vermögen uns das Gesetz dieses Geschehens abzubilden:

Wenn also unsere Sinnesempfindungen in ihrer Qualität auch nur *Zeichen* sind, deren besondere Art ganz von unserer Organisation abhängt, so sind sie doch nicht als leerer Schein zu verwerfen, sondern sie sind eben Zeichen von *Etwas*, sei es etwas Bestehendem oder Geschehendem [...].²³

Information ungleich Materie ungleich Energie (Norbert Wiener)? „Das besondere Kennzeichen aller Kanäle ist, daß sie durchwegs in das Gebiet der Physik fallen.“²⁴ Alle Information ist damit den Materialitäten verschrieben, in denen Kodes übermittelt (oder verrauscht) werden. Dagegen setzt Anton Zeilinger seinen quantenphysikalischen Ansatz, der von der Verschränkung zweier entfernter Teilchen und damit der Überflüssigkeit einer Medientheorie des Kanals ausgeht.^{*} Und wo nicht mehr nur ein vordefinierter Zustand herrscht, sondern die Überlagerung mehrerer Zustände gleichzeitig, wird Binarität durch Beobachtung als Differenz erst hergestellt – die Heisenberg'sche Unschärfe, die hier mit der systemtheoretischen Konzeption (Bateson/Luhmann) konvergiert.

4. Gibt es ein digitales In-der-Welt-Sein?

Ein Beispiel aus dem Alltag: Heute wandern beim Umzug, wunschgemäß, Telefonnummern mit in andere Stadtteile. Somit ist an ihnen bestenfalls eine Herkunft, nicht aber mehr der aktuelle Ort zwingend ablesbar. Parallel dazu haben sich die Kataloge in Büchereien schon im 19. Jahrhundert von der Ordnung der Bücher im realen Magazinraum gelöst.

23 Helmholtz, Hermann v.: „Die Tatsachen in der Wahrnehmung“, in: ders.: *Schriften zur Erkenntnistheorie*, hrsg. v. Ecke Bonk, Wien u.a. 1998, S. 147-176, hier S. 154.

24 Titze, Hans: *Ist Information ein Prinzip?*, Meisenheim/Glan 1971, S. 104.

* Anm. d. Hrsg.: Ernst bezieht sich hier auf die Arbeiten von Anton Zeilinger, der Untersuchungen im Anschluss an das so genannte Einstein-Podolsky-Rosen-Experiment – ein jeder Kanaltheorie von Kommunikation zumindest potenziell widersprechendes Phänomen – durchführte: Unter bestimmten Bedingungen scheinen sich voneinander entfernende Teilchen voneinander zu ‚wissen‘ (bei der Festlegung des Zustandes eines der Teilchen durch Messung ändert oder besser: bestimmt sich der korrelative Zustand des anderen), obwohl keine Information übertragen werden kann, da jedes Signal schneller als das Licht sein müsste (vgl. Zeilinger, Anton: *Einsteins Schleier*, München 2003, S. 65-73).

Internet-Provider stellen nur den Zugang ins Internet zur Verfügung, doch die Leitungen in Deutschland sind zumeist noch die der Telekom. Es gibt also Hardware; hier trifft materielle Medialität auf digitale Metarealität (Kanal *versus* Kode). Liegt hier die Differenz zwischen diesem digitalen ‚Raum‘ und der Welt (der Physik)? Ist die digitale Maschine mit der analogen Welt (eher als mit der Mathematik) durch den Strom, also durch Energie verbunden, als unvordenkliche Spur? Die Medienarchäologie des Computers – doch im Grunde schon des Alphabets und der Geometrie (Platon *versus* Archytas von Tarent) – ist markiert von der Asymmetrie oder gar dem Widerstreit zwischen Mathematikern und Ingenieuren.²⁵ Bei Archytas ist die Analogie im mathematischen Bereich angesiedelt und dient der Konstruktion von Ordnungsverhältnissen; etwa wird der Abstand zwischen 8 und 2 durch die Bildung einer Mitte überbrückt ($8:4 = 4:2$).²⁶ ‚Digital‘ meint recht eigentlich *sowohl* mechanisiert *als auch* mathematisiert. Hier liegt die Begründung des Maschinischen im Mechanischen. Szilard hielt den Anteil von Entropie im Mechanischen für vernachlässigenswert; bei höherer Quantisierungsrate (digitale Kodierung) ist der Qualitätsverlust der Übertragung von Information geringer als im analogen Verfahren. Die Turing-Maschine (als Entwurf von 1936 auf Papier) ist abstrakt und *zeitunkritisch*; im Moment der materiellen Implementierung aber kommen Signale (Messwerte) ins Spiel, die in Zahlen übertragen werden müssen, um digital rechenbar zu sein. Am Kippunkt zwischen analog und digital werden Medien von Welt-Repräsentations- zu Welterzeugungsorganen (berechnender, als es das Teleskop je vermochte). Symptomatisch dafür stehen die so genannten bildgebenden Verfahren in der Medizin (*imaging science*). Der digitale Raum ist der rechnende Raum, der eine Teilmenge des physikalischen Raums zu einem kybernetisch digitalen Universum macht²⁷ und zur physikalischen Realität damit in etwa in einem Verhältnis steht wie das digitale zum ‚klassischen‘ Bild. Wenn aber Begriffe der mathematischen Informationstheorie an die Stelle der Thermodynamik treten, gibt es einen Kurzschluss zur Philosophie des Pythagoras, demnach alle Welt Zahl ist. Analoge Fotografie operiert technisch-physikalisch immer noch refe-

25 Siehe Trogemann, Georg/Nitussov, Alexander/Verf. (Hrsg.): *Computing in Russia. The History of Computer Devices and Information Technology Revealed*, Braunschweig 2001, Editorial.

26 Siehe W. Kluxens Artikel „Analogie“, in: J. Ritter (Hrsg.): *Historisches Wörterbuch der Philosophie*, Bd. 1, Darmstadt 1971.

26 Rakuschan, F. E.: „Junktim. Von der elektronischen Ursuppe zum GehirnwasserSiliziumWelt-Mix“, in: *Nybble-Engine* (Anm. 1), S. 28-35, hier S. 35; siehe auch Zuse, Konrad: *Rechnender Raum*, Braunschweig 1969.

renziell. Demgegenüber bringt Kasimir Malevich mit dem Ausgangspunkt seiner gegenstandslosen Malerei (dem *Schwarzen Quadrat*) die Referenzialität auf den Nullpunkt. Damit wird der Weg frei für bildgebende Verfahren: die aber nur als Errechnung möglich sind, mathematisch also (Pavel Florenskijs Interesse an Ikonen). Digitale Bilder sind keine Tafelbilder mehr, sondern Modelle von Rechnerprogrammen: (r)eine Theorie.²⁸ Kehren hier die platonischen Körper wieder ein, d.h. die Annahme einer die Erfahrungswirklichkeit transzendierenden ideellen Gegenstandswelt, die ihrerseits nur mathematisch zu verstehen ist? Platon erklärt im *Timaos* geometrische Formen zu letzten Welt-elementen. Im Begriff des Pythagoras besteht die Welt aus Zahlen – eine Welt aus Kalkülen, die David Hilbert mit nichts anderem gerechtfertigt sieht als durch Widerspruchsfreiheit und Abgeschlossenheit (das Gesetz des durch Turing-Maschinen Sagbaren).

In der von Grammophon, Mikrofon, Radio und Fernsehen vertrauten analogen Datenübertragung entspricht das vom Sender erzeugte Signal der Nachricht durch Proportionalität, d.h. es folgt allen ihren Veränderungen im Raum und/oder in der Zeit. Die Differenz des Digitalen zum Analogen liegt im Zeitbegriff und im Algorithmus (also im Operativen): „Zwischen 0 und 1 *gibt* es keine Zeit. Deswegen gibt es die Welt des Symbolischen. Es ist der Entzug des Realen, durch den es das Symbolische gibt.“²⁹ Tatsächlich? Auch der symbolische Kode ist auf materielle Einschreibeflächen verwiesen, irreduzibel. Für das Signal gilt technisch der festgelegte zeitliche Verlauf einer Spannung mit einer gegebenen Dauer. Digital meint dagegen die Manipulation des Zeichens statt des Trägers. Analogsysteme operieren synchron, d.h. ohne (Rechen-)Zeitdifferenz in ‚Echtzeit‘; insofern unterscheidet sich das analog übertragene Fernsehbild („live“) noch vom digital übertragenen (zeiterzogen, dilativ). Ein Plattenspieler aber braucht allerdings noch minimale Zeit zur physikalischen Umsetzung der Abtastung: Es gibt hier also keine ‚Nullzeit‘, die erst durch digitale Rechnung – als *re-entry* analoger Synchronzeit – hergestellt werden muss (siehe SuperCollider). Bildtelegrafie als -übertragung war seit ihren Ursprüngen eine zeitkritische Frage der Synchronisation von Sender und Empfänger, um Verzerrungen zu minimieren. Eine Lösung war die digitale Kodierung der analogen Übertragungsprozesse: „Auf die Frage nach der Zeit im Bild folgt die Frage

28 Glüher, Gerhard: „Von der Theorie der Fotografie zur Theorie des digitalen Bildes“, in: *kritische berichte* Nr. 2 (1998) S. 23-31, hier S. 25.

29 Siegert, Bernhard: *Passage des Digitalen. Zeichenpraktiken der neuzeitlichen Wissenschaften 1500-1900*, Berlin 2003, S. 9.

nach dem Digitalen und zwar als Auseinandersetzung mit der Störung.“³⁰ Ein Vorzug der Digitalisierung liegt in der Option von Datenkompression und Fehlerkorrektur, die beide für den Transport von Information durch einen kostspieligen und störanfälligen Kanal von größter Bedeutung sind. Was fortfällt, ist Fernsehschnee.

Analoge Systeme sind durch das Fehlen von Differenziertheit charakterisiert. Ein digitales Schema dagegen ist durchgängig diskontinuierlich – insofern ein disjunktes Notationssystem. Aufgabe des Analogrechners ist es, „eine absolute Position in einem Kontinuum zu registrieren“³¹ – worauf Leibniz’ Differenzialrechnung zielte (oder hinterherlief). Aufgabe des Digitalcomputers ist hingegen das ‚Zählen‘ – *computer* im mathematischen Maschinensinn, Maschinen mit *mathesis*. Goodman illustriert die Differenz am Beispiel der Zeit- und Zählapparate. Die analoge Messung steht der Physik zwar näher, ist aber ungenauer. Die Ungenauigkeit analogen Messens ist ein Defizit erst im funktionalen Kontext; der digitale Computer in der uns vertrauten Von-Neumann-Architektur war eine hochgezüchtete Maschine für Rechenaufgaben zur Bewältigung der H-Bombe in Los Alamos, wo Zählfehler tödlich waren.

5. Anästhetik des Digitalen und *re-entry* des Analogen im Ästhetischen

Das Digitale ist *zeitkritisch* zu denken. Die Opposition analog/digital wird unterlaufen, sobald digitale Rechnungen die analogen Schwingungen selbst zu rechnen vermögen (Nyquist-Theorem der doppelten Frequenzhöhe). Ein Signal wird digitalisiert, indem man es an verschiedenen Punkten abtastet; liegen diese Abtastpunkte dicht genug nebeneinander, lässt sich daraus eine scheinbar perfekte Kopie erstellen, so dass unser Ohr beispielsweise nicht mehr eine Aneinanderreihung getrennter Klänge, sondern einen durchgehenden Ton wahrnimmt³² – vergleichbar dem Unterlaufen der menschlichen Wahrnehmungsschwelle als Bewegung durch 24 Bilder/Sek. im Film und Grauwerte in s/w-Bildern zwischen ‚0‘ für schwarz und ‚255‘ für weiß. Vielleicht aber nimmt un-

30 Kassung, Christian/Kümmel, Albert: „Synchronisationsprobleme“, in: Albert Kümmel/Erhard Schüttelpelz (Hrsg.): *Signale der Störung*, München 2003, S. 143-165, hier S. 164.

31 Goodman, Nelson: *Sprachen der Kunst*, Frankfurt a.M. 1998, S. 155.

32 Negroponte, Nicholas: *Total digital. Die Welt zwischen 0 und 1 oder die Zukunft der Kommunikation*, München 1995, S. 23.

ser Unterbewusstes diese Diskretheit dennoch wahr und erzeugt damit eine kognitive Dissonanz – Leibniz‘ ‚*pétits perceptions*‘? Im Wellenrauschen hört Leibniz die Welt sich kalkulieren:

Jede Seele erkennt das Unendliche, erkennt alles, aber in verworrenere Weise; so wie ich, wenn ich bei einem Spaziergange am Meeresufer das gewaltige Rauschen des Meeres höre, dabei doch auch die besonderen Geräusche einer jeden Woge höre, aus denen das Gesamtgeräusch sich zusammensetzt, ohne sie jedoch von einander unterscheiden zu können.³³

Das Entstehen eines kontinuierlichen ‚Bild‘-Ganzen aus einzelnen Bildpunkten verhält sich analog zu diesem Phänomen aus der materiellen Welt. Materie besteht aus diskreten Atomen, doch wir erfahren sie als einen sehr analogen Ort. Aus unserem makroskopischen Blickwinkel entwickelt sich nichts digital, sondern alles kontinuierlich. Die emphatische Analog/Digital-Differenz macht allein aus medienanthropologischer Perspektive Sinn; Mikroelektronik aber hebt die Abschottung der Sinne untereinander auf. Der Computer verrechnet die Sinne nicht mehr als getrennte Kanäle. Das Digitale ist, was sich der Wahrnehmbarkeit entzieht:

Information ist [...] genau wie *das Digital* eine abstrahierende Beschreibung für ein Medium, als dessen *Form* Klänge erscheinen können. Deshalb existiert keine *digitale Musik*, kein *digitaler Klang* an sich. Was wir nach der Digital-Analog-Wandlung wahrnehmen, sind Klänge, die digital vorliegende Daten *darstellen*.³⁴

Erst in ästhetischer Form, also phänomenologisch wird die Operation des Computers für menschliche Sinne fassbar; die Einsicht (*theoría*) des Mediums aber liegt jenseits des Monitors. Eigengeräusche der klassischen Schallplatte werden inzwischen digital gesampelt und als eigene Klangqualität zur Authentifizierung des Medialen wieder eingeführt. Diese Ästhetisierung analoger Sounds ist charakteristisch für den Übergang zur digitalen Technologie (Rolf Grossmann). Sie folge einem Muster, das Marshall McLuhan als Gesetz der Mediengeschichte definiert hat: Die Botschaft einer medialen Epoche ist die jeweils vorhergehende. Sinnlich erfahrbar wird die technische Qualität eines Mediums in dem medienarchäologischen Moment, wo es noch nicht oder nicht mehr in seiner Funktion aufgeht, Inhalte zu transportieren: also zu Be-

33 Leibniz, G. W.: *Hauptschriften zur Grundlegung der Philosophie*, hrsg. v. E. Cassirer, Bd. II: *Schriften zur Metaphysik III: Die Vernunftprinzipien der Natur und der Gnade*, Leipzig 1904, S. 431.

34 Harenberg: „Virtuelle Instrumente“ (Anm. 19), S. 78.

ginn und am Ende ihrer Laufbahn. So hat auch die Malerei über ihre Struktur und Materialität genau in dem Moment forciert reflektiert, als ihre abbildenden Funktionen von der emergierenden Fotografie überboten und abgelöst wurden. Ebenso werden aktuell als Reaktion auf die digitale Technik die akustischen Besonderheiten analoger Medien thematisiert. „Dabei verklärt man das alte Klangbild, in dem die kratzende Nadel für Treue und Wärme der musikalischen Wiedergabe zu garantieren schien.“³⁵

6. Das Archivische des Digitalen

Die älteste Darstellung eines Buchladens von 1499 zeigt einen Totentanz mit Setzer, Drucker und Buchhändler;³⁶ typografische Diskretisierung korrespondiert hier mit Gerippen, mit der diskontinuierlichen Ästhetik des Archivs im Unterschied zur Unkalkulierbarkeit des Kontinuierlichen namens Leben. Bislang war das Archiv ein Umwandler von kontinuierlichen, analogen Prozessen (Gegenwart, in seiner Metaphorik als ‚Leben‘) in diskrete Signale respektive Zeichenmengen, die damit der Rekombinierbarkeit harren; in Natur und Kultur greift dort eine umfassende digitale und nicht mehr analoge Übersetzung der Welt platz. Shannons Kommunikationstheorie kennt die systematische Klassifikation der Nachrichten in diskrete, kontinuierliche und gemischte Systeme. Buchstaben gehören eindeutig zum diskreten System der Kommunikation; auch als Signale, die im Transmissionsprozess festgelegt werden, bestehen sie aus einer Abfolge diskreter Symbole. Als kodiertes Signal ist jede Nachricht bereits Teil des synchronen Archivs der Gegenwart. Information entsteht an Orten, wo sich die Materialität der Dinge ihrer kulturellen Zirkularität zwischenarchivisch entzieht.

Kunsthistoriker und Archivare aber kommen mit so genannten Digitalisaten (etwa Sicherheits-Scans historischer Handschriften) nur bis zur ikonologischen Ebene, bewahren damit aber nicht die Information, die in der Physik des Materials liegt. Bücher als Hardware kultureller Tradition bedürfen der Bewahrung in Form eines Originals: „Hence microcopying, particularly of newspapers, cannot be regarded as a justi-

35 Bernays, Ueli: Der Sound und seine Medien (Rezension von: Kleinert/ Szepanski: *Soundcultures* (Anm. 19)), in: *Neue Zürcher Zeitung online*, URL: www.nzz.ch/2003/06/26/fe/page-article8WJED.html, 26.06.2003.

36 Abdruck in: Wittmann, Reinhard: *Geschichte des deutschen Buchhandels*, München 1991, S. 33.

fication for the destruction of the originals.“³⁷ Bücher gehen nicht in der Information auf, die sie vermitteln, sondern in ihrer originalen Konfiguration aus Papier, Druck und Band haben sie einen *intrinsischen Wert*. Selbst Exemplare desselben Buches haben eine jeweils andere äußere Form als Spuren eigener Geschichten. Hier sprechen die Gebrauchsspuren in ihrer schieren Physik: weltanaloge Spuren des Realen, allen symbolisch reproduzierbaren Lettern vorgängig. So geht etwa in der ‚digitalen Bibliothek‘ unwillkürlich die Musealität und das Archivische, sprich: das Materiale und das Vorenthaltene, verloren. Die Stärken des digitalen Zweitkörpers materieller Artefakte liegen auf einem anderen Gebiet. Das Cuneiform Digital Library Project (am Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, Berlin) etwa erlaubt es, auf WWW-Ebene antike Keilschriftfragmente zusammenzufügen, die weltweit auf Bibliotheken und Museen verteilt und damit zerstreut sind. Unter den Tisch fällt dabei schnell die klassische inhaltliche Erschließung von Daten; aber Erschließung geschieht eben nicht nur durch Menschen, sondern im digitalen Raum auch von der Maschine. Die bildstatistische Zusammenfügung solcher Fragmente durch automatisierte Kantenerkennung kann in solchen Mengen allein im Blick des Rechners gesichtet werden.

7. Digital versus narrativ? Analoges Erzählen, digitales Zählen

Das Digitale bringt uns auf den Weg zu einer anderen Zeitkultur: von Zeit als Medium der Erzählung (Paul Ricoeur, *Temps et Récit*) zur diskreten Zeit. Die Etymologie der *Zeit* (im Altindischen *da-ti*, im Nordischen *tina*) bedeutet ‚in etwas gesplittert, gespalten‘. Ist der Begriff der Zeit also immer schon digital gedacht? Die *epistémé* des Digitalen löst den phatischen Referenten Zeit in ein Begriffs-Cluster aus Schwingungen, Frequenzen und Oszillatoren auf. Damit zersplittert die referenzielle Illusion selbst zu Rauschen. Das Analoge meint die Welt des Historischen, das Digitale aber den Versuch Welt zu kalkulieren. Gottlieb Wilhelm Leibniz spielt den Gedanken einer Kalkulierbarkeit der Welt in seinem Fragment *Apokatastasis pantont* (von 1715) durch – um es scheitern zu lassen.³⁸ „Sowenig es eine adäquate Zerlegung von Wirklichkeit in digitalisierbare Elemente gibt, sowenig gibt es auch eine adä-

37 *National Libraries: Their Problems and Prospects*, Paris 1960 (UNESCO Manuals for Libraries 11).

38 Siehe Ettlinger, Max: *Leibniz als Geschichtsphilosoph*, München 1921, mit einer Edition des Fragments „Apokatastasis panton“, S. 27-34.

quate Zerlegung von Problemen in entscheidbare Strukturbäume. Ebenso wie eine angemessene Codierung der Welt scheitert, scheitert auch ihre effektive Programmierung.³⁹ Er/zählen: Frühmittelalterliche Annalistik registrierte die Ereignisse eines Jahres diskret und verrechnete Gegenwart disjunkt.⁴⁰ Das Digitale stellt eine Herausforderung an die uralte Kulturtechnik des Erzählens dar, weil es schlicht zählt. Der Witz ist nun, dass Heinz von Förster gerade das Zustandekommen seiner *quantenmechanischen* Gedächtnistheorie ‚von Anfang an‘ *erzählt*. Seine Schlüsselszene aber – das jugendliche Anlegen numerischer Tabellen zur besseren Memorierung von Geschichtsdaten – erinnert an die Tradition der Annalistik. Es gab diese Epoche unserer abendländischen Vergangenheit, in der offenbar Zeitprozesse computiert wurden, diskret. Erst später hat sich ein narratives, lineares Geschichtsmodell eingeschoben. *Computer games* kultivieren heute eine nicht mehr analoge, sondern digitale Erzählweise. Im Computerspiel BLADE RUNNER (Westwood Studios, 1998), basierend auf dem gleichnamigen Film Ridley Scotts von 1982, manifestiert sich die inhärente Spannung, ja der Widerstreit „between its interactive and narrative elements“⁴¹ – zwei sich ausschließende semiotische Regime. Arnold Gehlen diagnostizierte 1961, dass die Ideengeschichte abgeschlossen in der Posthistorie angekommen sei. Dieses Ende der Geschichte trägt einen medienarchäologisch fassbaren Index, auf den ein Wort Gottfried Benns verweist: ‚Rechne mit deinen Beständen‘. Nun wird das Rechnen buchstäblich und mechanisch im Computer – ein Zustand, „wo das Erzählen wieder ins Aufzählen übergeht, *story* zu *storage* wird“⁴². Das Digitale macht Schluss mit den Metaphern der erzählenden Vernunft.

39 Mersch, Dieter: „Digitalität und Nicht-Diskursives Denken“, in: ders./J. C. Nyíri (Hrsg.): *Computer, Kultur, Geschichte: Beiträge zur Philosophie des Informationszeitalters*, Wien 1991, S. 109-126, hier S. 111.

40 Siehe Ernst, Wolfgang: „Die Insistenz der Annalistik. Momente der Monumenta Germaniae Historica“, in: Olaf B. Rader (Hrsg.): *Turbata per aequora mundi. Dankesgabe an Eckhard Müllers-Mertens*, Hannover 2001 (in der Serie: Studien und Texte/Monumenta Germaniae Historica, Bd. 29), S. 223-231.

41 Crogan, Patrick: „Blade Runners: Speculations on Narrative and Interactivity“, in: *South Atlantic Quarterly*, Nr. 101, Heft 3 (2002) S. 639-657.

42 Böhme, Hartmut/Matussek, Peter/Müller, Lothar: *Orientierung Kulturwissenschaft*, Reinbek bei Hamburg 2000, S. 148.

