

["ÜBER COMPUTING, TELEGRAPHIE UND INTERNET"]

FEHLT DIE ZAHL? OPERATIVES ZÄHLEN (COMPUTING) IM / ALS MITTELALTER

Mechanisierung der Zahl (Stellenwertsystem, Null, Lull, Leibniz)

Typographie, Buchdruck

Operative Mathematik im Mittelalter?

Mittelalter "digital"?

Das Zahlenkampfspiel

Dixit Al-Chwarizmi

Übersetzung, Übertragung, "Medien-" / "Mittel"alter

Übertragung von Mathematik: die Null

Zahl, Null und Algorithmus

Mathematik mit Oresme

Ostertafeln: Geburt der Geschichtsschreibung aus der Berechnung

Chronologie, Uhr, Takt

Mittelalterliche Zahlensymbolik (Pythagoras)

Musik und Mathematik

Die aktuelle (Retro)Perspektive / Mechanisierung der Mathematik

Perspektiven: Der neue "Sehepunkt"

COMPUTER (Theorie, Architektur, Definitionen)

Das Wesen des Computers

Geplante Obsoleszenz von Mikrochips

Die "kinematische" Maschine des Zustands

Mit Silizium rechnen (Quantencomputing)

ADDIEREN ALS *COMPUTING*

Addieren für Menschen / für Maschinen

Das Nichtkönnen des Computers

Stream Computing

SIMULATION / EMULATION (Material)

Simulation und die Frage nach dem S(ch)ein

Emulation (und ihre Differenz zur Simulation)

Der Emulator

... im Unterschied zur Simulation: Emulation des C64

Zeit, Temperatur, Information

Zeitspiele: *Re-enactment* des C64

Computerarchäologische Eskalationen: Emulation und Simulation

Simulation mit dem Analogcomputer

Hard- und Software von Computern als Museumsgegenstand

Modellbildung zwischen Simulation und Emulation

Überlieferung von Computerspielen

ISO image

TELEGRAPHIE

Abrupte Anfänge der Telegraphie

Relaisstation Tiflis: Zur Siemensfamilie und der Telegraphenlinie

Telegraphische Signale aus der Vergangenheit

Die telegraphischen Medien der Historie

Die telegraphische (Kommunikations-)Situation

Medienkommunikation vom Kanal her gedacht: Übertragen und Speichern

Morse und Code
Relais und Verstärkung
Der Morse-Code
Telegraphie und Informationstheorie

NETZ / INTERNET
Briefkasten / Netzanschluß
Vorläufer (Rohr-)Post
Vorläufer Radio
"Geburt" *versus* Archäologie des Internet
Packet-Switching
Hypertext
Netzwissenschaft
Internet / Fiber Optics
Text-Browser
Online sein

MOBILE MEDIEN
Algorithmen in Transparenz
Digitalisierte Öffentlichkeit
"Internet-Tsunamis"
Die Produktivität der NSA

"NETZE"?
"Wahlverwandtschaften"? Metaphern, wörtlich genommen von der
Medientheorie
Prähistorie des Internet? Wilhelm Ostwald und *Die Brücke*
Vorläufer Radio?
Bush (MEMEX), Nelson (XANADU)
Netzmetaphern
Hat das Netz eine linguistische Struktur?
Netz, Rhizom - eine Metapher?
Netz- als Gesellschaftswissenschaft
Internet / Kontrolle
Netz und Archiv
Netzstruktur der Bilder
Am Ende: das Möbius-Band technischer Metaphern
"Intelligente" Strom-Netze
Schaltnetze
"Cloud computing" und "soziale Medien" als Herausforderungen an die
Medienarchäologie
Zeit-Schalter ("statt Timeline") zum Internet

OPERATIVES ZÄHLEN (*computing*)

Mechanisierung der Zahl (Stellenwertsystem, Null, Lull, Leibniz)

- operative Null als Effekt der "Hardware" des Rechenbretts; Rechnen auf Sand eher eine lose Kopplung / "Medium" im Sinne Fritz Heiders, dem die Inskription Form gibt, In/formation. Mohammed Al-Khwarazmi: "Wenn nichts übrig bleibt (beim Abzählen", so setze das Kreislein, damit die Stelle nicht leer ist, sondern

das Kreislein muß sie einnehmen, damit nicht, wenn sie leer bleibt, die Stellen vermindert werden und etwa die zweite für die erste gehalten wird."¹

- Rechenbrett ungleich Abakus; Stellenwertsystem samt Null, übernommen von Leonardo von Pisa (Fibonacci) mit seinem *Liber Abaci* (1202), entwertet die Zahl zugunsten ihres operativen Einsatzes: was zählt, ist ihre Mechanik, die "mathematische Prozedur" (Gödel). "Das Zählen im Stellenwertsystem ist eine Art Urmaschine. <...> Im Stellenwertsystem erhält jede Ziffer <...> ihren tatsächlichen Wert erst aus ihrer Stellung der Ziffer innerhalb der Zahl." = Trogemann / Viehoff 2005: 224

- demgegenüber *operative Symbolik* - ein Maschinenwerden der Symbole, übergangsweise seit Raimundus Lullus. Hier unterscheidet sich der Symbolbegriff der Literaturwissenschaft (Symbol, Allegorie) von dem der Medienarchäologie.

- Babbage, Difference Engine operiert mit Differenzen von Symbolen; Raimundus Lullus operiert in *Ars magna* mit Kreis-Mechanik von Symbolen, geradezu algebraisch: neun Grundeinheiten zum Aufbau von Wissen, angeschrieben durch Großbuchstaben B bis K (A bleibt für Gott reserviert, bleibt unbenutzt - ein indirektes Äquivalent zur Null, doch wird mit ihr nicht gerechnet; vgl. Leibniz' theologische Version der Dyadik). Darauf jeweils sechs Beobachterstandpunkte möglich, demnach diverse Bedeutungen. Zudem mehrere Bedeutungsebenen der Buchstaben, konzentrische Kreise, realisiert als Rad: Mechanisierung von Denken / Wissen; syntaktische Funktion der Zeichen steht über der semantischen; darin sieht Hegel eine Provokation, der er doch das Denken auf den Begriff und nicht auf die Maschine bringen möchte. Letzendlich (während Babbage bereits an seiner nicht mehr nur arithmetischen, sondern speicherprogrammierbaren *Analytical Engine* experimentiert) in seiner *Logik*: "Weil das Rechnen ein so sehr äußerliches und somit mechanisches Geschäft ist, haben sich Maschinen verfertigen lassen, welche die arithmetischen Operation aufs vollmenste vollführen. Wenn man über die Natur des Rechnens nur diesen Umstand kennte, so läge darin die Entscheidung, was es mit dem Einfalle für eine Bewandtnis hatte, das Rechnen zum Hauptbildungsmittel des Geistes zu machen und ihn auf die Folter, sich zur Maschine zu vervollkommen, zu legen" = G. W. F. Hegel, *Wissenschaft der Logik*, hg. Georg Lasson, Hamburg 1963, Bd. I, 212

- kommt im Digitalcomputer das Rechnen zu sich; "Mechanisierung des Geistes und Vergeistigung der Materie fallen seitdem zusammen" = Friedrich Kittler, *Die Nacht der Substanz*, Bern (Benteli) 1989, 30 f.

- Ausdruck "wie ein Rad" bei Lullus keine Allegorie, sondern setzt eine materielle, operative Praxis voraus; Leibniz' *Dissertatio de arte combinatoria* (1666) überträgt operative und zugleich mystische Tradition in ein rein mathematisches Spiel der Kombinationen; Leibniz' symbolische *ars inventendi*: rein syntaktische Operationen, jenseits von Semantik (das unterscheidet ihn von der Scholastik); nennt diesen *modus operandi* "cogitatio caeca" (blindes Denken), da elementare Zeichen, die selbst keine Bedeutung an sich tragen,

1 Zitiert nach Karl Menninger, *Zahlwort und Ziffer. Eine Kulturgeschichte der Zahl*, Bd. 2: *Zahlschrift und Rechnen*, xxx, 228

wie in der mathematischen Algebra, zu Rechnungen und Lösungen führen; dazu Philippe Codognot, Transgene Archive, in: Sven Spieker (Hg.), Bürokratien, 231 ff.

- ordnet François Viète den Unbekannten (Variablen) Buchstabensymbole zu (großgeschriebene Vokale), und den bekannten Zahlenwerten (Konstanten) großgeschriebene Konsonanten; ferner "+" und "-" als Operationssymbole. Gleichheitszeichen noch verbal: "aequale" - das Vokalalphabet jenseits aller Stimmlichkeit

- binäre Notation von Gottfried Wilhelm Leibniz veröffentlicht 1703; "Dyadik" erläutert in einer Schrift von 1679, deutet an, daß das Rechnen im dualen Zahlensystem von einer Maschine übernommen werden kann: "Eine Dose soll mit Löchern versehen sein, die geöffnet oder geschlossen werden können. Die offenen Löcher seien gleichbedeutend mit einer 1, die geschlossenen mit einer Null. Eine 1 werde durch das Fallen einer Kugel gekennzeichnet, die 0 durch das Nichtfallen. In mehreren Ebenen aufgebaut könnten mit dieser Maschine durch das Verschieben von Spalte zu Spalte Multiplikationen durchgeführt werden" = zitiert nach: Hadwig Dorsch, Der 1. Computer, Museum für Verkehr und Technik Berlin, 10

- Lacan, kybernetische "Tür" / Schaltung, Relais

- "Die von Leibniz beschworene Analogie zwischen Dyadik und schriftlicher Glaubenslehre grenzt an Zahlenmystik" <Trogemann / Viehoff 2005: 226>; sog. Neujahrsbrief vom 12. Januar 1697: Schöpfung Gottes aus dem Nichts

- "Insgesamt schneidet das Mittelalter im Hinblick auf technische Errungenschaften nicht ganz so schlecht ab, wie mancherorts dargestellt", schreiben Trogemann / Viehoff 2005: 239 unter Bezug auf Lewis Mumford, *Mythos der Maschine*, 483: "Merkwürdigerweise lasen die Gelehrten, die als erste die Vorstellung von der Rückständigkeit des Mittelalters verbreitete, ihre Dokumente mit Brillen, die im dreizehnten Jahrhundert erfunden worden waren"; benennt Mumford bereits das Spätmittelalter und die Frühmoderne (Brille, Druckerpresse, Windmühlen, mechanische Uhr, Astrolabium, magnetischer Kompaß, Schießpulver, Papier) - ein Kriterium für die (Unter)Scheidung von Mittelalter und Neuzeit selbst

- "the story of ancient technology is not part of the story of ancient mathematics" = xxx, zitiert nach: Ellen Harlizius-Klück, *Weberei als episteme und die Genese der deduktiven Mathematik - in vier Umschweifen entwickelt aus Platons Dialog Politikos*, Berlin 2004, 68

- instrumentelles Rechnen: Schnittstellen von Mathematik und Medientechnik. 82 v. Chr. astronomisches Räderwerk zur Berechnung der Schiffsortung = Mechanismus von Antikythera; vgl. Astro-Lab Mittelalter

- seit Antike Abakus, rechnet nicht mit Zahlen, sondern instrumentell mit Zählsteinen; um 1000 Erfindung Rechentisch mit bezifferten Rechensteinen durch Gerbert (Papst Sylvester II); 1202 Liber abaci des Leonardo Pisano (indische Schreibweise und Null, dezimaler Stellenwert, "arabische" Ziffern); Übertrag = Bedingung für Mechanisierung in eigentlicher Rechenmaschinen

- K. Menninger, Zahlenwort und Ziffer. Eine Kulturgeschichte der Zahl, Göttingen 1958

- Zählweise privilegiert als material-mediale Grundlage die Entdeckung des Rechnens mit Stellenwert statt nur mit aufeinanderfolgenden Zahlen; dies "führte auch zur Erfindung der Null" = McLuhan 1964/1968: 126; "erst als die Perspektive und der 'Fluchtpunkt' in der Renaissancemalerei aufkamen, nahm die Null die unumgänglich notwendige Eigenschaft von 'unendlich' an"; vorher lediglich "leer, Lücke" <127>. Aber verhält es sich nicht genau umgekehrt? "Der neue Sehraum der Renaissancemalerei beeinflusste die Zahl genauso, wie es die Zeilenschrift Jahrhunderte früher schon getan hatte" <ebd.> - *theoría*

Typographie, Buchdruck

- kommt alphanumerischer Code erst dann zu sich, wenn die arabischen Ziffern in alphabetische Texte eindringen; nicht Auswanderung der Zahlen aus dem alphanumerischen Code = Flusser, in: Matejowksi / Kittler (Hg.), xxx, sondern Einwanderung als Seitenzahl in Büchern (nicht mehr Rollen), und damit exakt / diskret adressierbar. "Auf der anderen Seite entstand jener babylonische Turm von Büchern, deren tausendfach gleiche Seiten alle dieselben Seitenzahlen tragen und deren gleichermaßen unverfälschbaren Illustrationen das, was die Seiten beschreiben, auch noch vor Augen stellen. Auf diese Adressierbarkeit sind, seitdem Leibniz die Ordnung der Autoren und Titel dem schlichten ABC unterwarf, ganze Staats- oder Nationalbibliotheken [...] gegründet, während aus jenem Verbund zwischen Text und Bild, Buchdruck und Perspektive das technische Wissen als solches entsprang" = Kittler

- Verknüpfung der semantischen Module nicht diskursiv, sondern alphanumerisch: „Für die Signaturen bediente sich der mittelalterliche Archivar schon wie der spätere des Alphabets und der Zahl, die in verschiedenen Kombinationen miteinander verbunden <...> wurden" = Schieckel 1956: 93

- konstante Paginierung von Texten seit dem Buchdruck bedeutet Einbruch der Algebra in das Reich der Buchstaben (Lettern); Michael Giesecke, Die typographische Konstruktion der neuen Welt, in: xxx, 15-31

- medienarchäologisch entscheidend am Buchdruck: nicht mehr schlicht eine menschlich-mechanische Tätigkeit optimiert, nämlich das Schreiben, sondern selbst zu einem buchstäblichen Selektionsmedium wurde, das einzelne Elemente rekombinierbar macht und damit nicht nur eine neue Produktionstechnik, sondern auch ein neues kognitives Kalkül in Bewegung setzte - eine Ebene jenseits der menschlichen Sinne

- technische "Medialität" des Buchdrucks liegt in Standardisierung, die nicht erst auf der Benutzeroberfläche gilt, sondern schon in der Materialität des Verfahrens gründet, dem wiederholbaren Abguß der Letter aus der Matrize mit dem Handgießgerät. Und vielleicht ist ja der eigentliche Begriff der Literatur selbst erst möglich mit dieser typographischen *Iteration*. Erst die identische Wiederholbarkeit schafft eine Informations*gesellschaft*, denn Daten sind erst dann öffentlich, wenn sie extern gespeichert, wiederholt zugänglich und

identisch reproduzierbar sind, erst mit der gesetzten Typographie möglich = Michael Giesecke, Als die alten Medien neu waren. Medienrevolutionen in der Geschichte, in: Rüdiger Weingarten (Hg.), Information ohne Kommunikation? Die Loslösung der Sprache vom Sprecher, Frankfurt/M. (Fischer) 1990, 75-98 (86)

- Setzkasten nicht nur Prinzip der Ersetzbarkeit, sondern auch die Stelle eines leeren Platzhalters vorsieht - das *spatium*, und damit das mathematische Denken der Null typographisch flankiert, für digitale, also mathematisch programmierbare Medien unabdingbar = Friedrich A. Kittler, Daten - Zahlen - Codes, Leipzig (Institut für Buchkunst) 1998, 7; *spatium* meint Zwischenraum und Ausdehnung; eigentlich kein positiver Raumbegriff

- scheinbare Nähe audiovisueller Kommunikationsformen des Mittelalters zur multimedialen Kultur der Gegenwart (die im Metamedium Computer konvergiert) aufgreifen, um gerade die Differenzen aufzuklären - das Mittelalter also in medialer Hinsicht *diskontinuieren*, um das Denken der aktuellen Medienkultur nicht kulturgeschichtlich zu verharmlosen.

- Vortrag Benno Fuchssteiner (Paderborn) "Das Mittelalter: ein Schwarzes Loch in der Mathematikgeschichte" am Institut zur Interdisziplinären Erforschung des Mittelalters und seines Nachwirkens (IEMAN), Universität Paderborn, Oktober 2002; beschreibt das "schwarze Loch" graphisch die Null, die in der Tat fehlte im Mittelalter. Da aus kosmologischer Sicht im Universum kein Nichts existiert, entstand kein metaphysisches Bedürfnis nach der Null <Fröhlich 2003: 143> - auch bei den Griechen nicht, weil sie vornehmlich geometrisch rechneten <ebd.>. Damit keine perspektivischen Bilder, damit kein Rechnen im Stellenwertsystem; das Mittelalterlicher nicht allein ein "scharzes Loch" in der Mathematikgeschichte, sondern umgekehrt die Mathematik ein schwarzes Loch im Mittelalter

- spielt im Mittelalter die Zahl nicht nur auf der symbolischen Ebene, sondern auf der operativen Ebene eine Rolle - vor Fibonacci; die operative, analytische Verwendung der Zahl ein Kennzeichen für das Ende des Mittelalters, oder ihm entscheidender eingeschrieben, als bislang der Aufmerksamkeit bewußt? Rekonfiguration der unter dem Begriff "Mittelalter" adressierten Datenbestände

- zur kulturhistorischen Invarianz von Berechnung Mario Carpo, Building with Geometry, Drawing with Numbers, in: Andrew Goodhouse (ed.), When Is the Digital in Architecture?, Montreal / Berlin (Canadian Center for Architecture / Sternberg Press) 2017, 33-44, esp. 43: "geometry is still geometry, regardless of the machines that process it - compasses or computers"

- Computer nicht ohne mathematische Kulturtechniken denkbar; nicht abstrakte Logik, sondern technisch konkret operative Logik, mechanisierte Logik, mathematisierte Maschine; logische Spiele, die auch ohne Computer funktionieren, Borst 1985: 253

- *Renaissance Computers*, hg. v. Jonathan Sawday, in symbolischen Maschinen Pendants zum aktuellen Rechner gefunden; Differenzen zur universalen diskreten Maschine namens Computer: vermag *ars combinatoria* zwar selbständig zu rechnen (mit Mensch als Vollzugsmechanismus), doch nicht

zwischenzuspeichern und Programm zu variieren. Kopplung von Maschine und Mathematik hier noch nicht im Sinne der Mathematisierung der Maschine, sondern erst Maschinisierung der Mathematik. Ramon Lullus, ca. 1232-1316: kombinatorische Prozedur und mechanisches Artefakt, es durchzuführen; mechanische Vorrichtung zur Erzeugung wahrer Sätze bzw. eine Kombinatorik, die mechanisierbar; Verfahren, aus einer begrenzten Menge von Grundtermini unbegrenzt viele Aussagen automatisch herzuleiten

Operative Mathematik im Mittelalter?

- radikale Entsprachlichung, Enttextlichung und Entbildlichung in kleinsten indifferenten Informatinseinheiten, "binary digits" gegenwärtig Bedingung dafür, daß Sprache, Texte und Bilder digital erscheinen können

- Macht des Computers "beruht nicht nur auf der Algorithmisierung - und damit der praktischen Durchführbarkeit - aller erdenklichen Rechenvorgänge, sondern mehr noch auf der erfolgreichen Übersetzung auch von Schriften, Bildern und Tönen in binäre Codes. Damit werden diese bislang qualitativ so unterschiedlichen Medien gemeinsam als Zahlen anschreibbar und verfügbar" = Horst Wenzel, in: Zs. f. Germ., 2003, 506

- kommt alphanumerischer Code zu sich, als arabischen Ziffern in buchstäbliche Texte (etwa als Paginierung von Buchseiten) eindringen und damit numerisch adressierbar machen (Signaturen); konstante Paginierung von Texten seit dem Buchdruck zugleich Einbruch der Algebra in das Reich der Buchstaben (Lettern). Wobei der Setzkasten - das entscheidende mediale Element im Buchdruck - nicht nur für das Prinzip der Ersetzbarkeit kleinster Informationseinheiten (Lettern) steht, sondern auch die Stelle eines leeren Platzhalters vorsieht - das *spatium*, und damit das mathematische Denken der Null typographisch flankiert, das für mathematisch diskret programmierbare Medien unabdingbar; Friedrich A. Kittler, Daten - Zahlen - Codes, Leipzig (Institut für Buchkunst) 1998, 7

- Computer nicht ohne mathematische Kulturtechniken denkbar, diese aber nicht hinreichende Begründung; Mechanisierung von Logik

- "Mit Zahlen ist nichts unmöglich. <...> ein totaler Medienverbund auf Digitalbasis wird den Begriff Medium selber kassieren" = Friedrich Kittler, Grammophon - Film - Typewriter, Berlin (Brinkmann & Bose) 1986, 7 f. Übergang von der symbolischen Zahl zu ihrem operativen Einsatz in der Messung in Epoche des Buchdrucks bedeutet die Verschiebung von der körpergebundenen Zahl zur abstrakten Mathematik und zur Verwendung technischer Instrumente² - Moment, in dem aus körperbezogenen Kulturtechniken genuine Medientechniken werden

Mittelalter "digital"?

2 Horst Wenzel, Schrift, Bild und Zahl im illustrierten Flugblatt, in: Schmitz / Wenzel (Hg.) 2003: 113-133 (123)

- in Zeit des Buchdrucks die körpergebundene Zahl durch die abstrakte Mathematik und die Verwendung technischer Instrumente längst relativiert = Horst Wenzel, Schrift, Bild und Zahl im illustrierten Flugblatt, in: Schmitz / Wenzel (Hg.) 2003: 113-133 (123)

- wie die Regeln des Setzkastens das Bild definieren; "technisch bestimmenden Zahlen, die dem Layout seine symmetrische Präzision verleihen, werden aber nicht benannt, sie bleiben implizit, verborgen" = Wenzel 2003: 125, verborgen wie das Zahlenwerk von Computern, hinter dem Bildschirm. "Explizite und implizite Zahl korrespondieren jedoch miteinander, sie treten in eine bezeichnende Relation der Darstellung und Steuerung" <ebd.> - Interfaces

Das Zahlenkampfspiel

- beruht jedes Computerspiel auf Algorithmen und numerischen Operationen, die gerade hinter der audiovisuellen Oberfläche und den narrativen Plots scheinbar zum Verschwinden kommen, aber in der Interaktivität logisch aufscheinen

- Begründung der Rithmachia durch Asilo von Würzburg um 1030; lange Zeit nicht als operative Mathematik bewertet, sondern als Ausdruck eines metaphysisch bewerteten Ordnungswillens und Harmoniestrebens der Spätantike; Wolfgang Haubrichs, Ordo als Form. Strukturstudien zur Zahlenkomposition bei Otfrid von Weißenburg und in karolingischer Literatur, Tübingen 1969

- "schmerzliche Grenze: Das Zahlenkampfspiel ist uns ausschließlich literarisch bezeugt" = Borst 274; ohne komplementäre Materialität archäologischer Funde; fragile Unterlage für Zahlenkampfspiele bestand aus Pergament, Holz, oder in Sand; die Steine aus Holz oder Knochen; Wesen solcher logischen Spiele vielmehr immateriell wie Alan Turings Definition des Computers als "Papiermaschine"

- Urkunden im / aus dem Mittelalter: "so ist doch kein Theil der Urkunden in höherem Maasse der zufälligen Veränderung durch die Ueberlieferung unterworfen gewesen, als die Datierungszeile mit ihren verschiedene Angaben und Zahlzeichen. Flüchtige Copisten haben oft die einzelnen Zahlzeichen verwechselt oder ungenau wiedergegebene, ungeübte haben sie oft gar nicht oder nur irrig zu entziffert vermocht" = Paul Fridolin Kehr, Die Berechnung der Jahresmerkmale = Teil der die Urkunden Kaiser Ottos III. behandelnden Monographie, die dann in Innsbruck (Wagnersche Universitäts-Buchhandlung) erscheint, 2

- Zahlenkampfspiel bildhaft vollzogen, nicht mathematisch-analytisch; kann gerade in ihrer Äußerlichkeit Mathematik zur Maschine werden. Würfel zeigt 6 Zahlen; erlaubt geometrisch-formale Operation, keine Hermeneutik: "die Spieler brauchten kein Einmaleins, um die Punkte zu erkennen. Brettspiele wie Schach bedienten sich abzählbarer Züge und geometrischer Konstellationen; mathematisches Denken erleichterte Spielern die geistige Konzentration. Dennoch waren auch sie nicht auf Zahlenkunde angewiesen. Würfelspieler und Brettspiele wichen vielmehr der Mathematik möglichst aus" = 267

- interessiert sich Moritz Cantor Ende des 19. Jahrhunderts für mittelalterliche Zahlenkampfspiele im Zuge wissenschaftsgeschichtlicher Erinnerung an frühe Mathematik und Naturwissenschaft; verläuft Kulturhistorie als Medienarchäologie in Rückkopplungsschleifen, rekursiv

- Frage nach den (kultur-)technischen Gesetzen der Überlieferung des Mittelalters selbst; Edition der Quellentexte zum Zahlenkampf ist besonders überlieferungskritisch, denn neben die Signale aus der Historie zur operativen oder spielerischen Verwendung von Arithmetik im Mittelalter tritt der *random noise* der Manuskriptüberlieferung im Kanal der Tradition. Dies spielt hier deshalb eine verschärfte Rolle, weil im Zahlenspiel kein Verschreiben gestattet ist - wozu erst der Buchdruck eine standardisierende Differenz setzt; ein immaterielles Kulturerbe, dessen Überlieferungsunwahrscheinlichkeit sich heute dringender stellt in einem Sinn, der die Mathematik selbst betrifft. Erst mit dem typographischen Buchdruck werden Zahlen präzise reproduzierbar, die Bedingung mathematischer Überlieferung

- Zahlenkampfspiel bildhaft vollzogen, nicht mathematisch-analytisch

Dixit Al-Chwarizmi

- markieren mathematische Operatoren das Ende des Mittelalters; koinzidieren mit der Gutenberg-Ära auch auf Hardware-Ebene: Rechnen mit dem Abakus ("the counting frame") *versus* Rechnen auf Papier. Wettstreit um Rechengeschwindigkeit zwischen *abacists* and *algorists*. "The second word is closely related to our modern *algorithm* for a step-by-step recipe for carrying out some calculation" = xxx, Signs for Sums, <http://www.worldwidewords.org/articles/signs.htm>. Sichtbar hier die Null als Symbol; in Gregor Reisch, *Margarita Philosophica* von 1503: Boethius rechnet mit Null und mit Brüchen, während Pythagoras beim Abakus verbleibt (mobile Leerstelle); ersetzt Algebra auch auf mechanischer Ebene das Rechnen mit Abaci und Linien (Adam Ries/e)

- Al-Khwarazmis Schrift (780-850?) im Original verloren, doch lat. Ausgabe "Algorithmi de numero Indorum"; Latinisierung des Verfassernamens, seitdem zum *terminus technicus* geworden; (a)nonym überträgt sich das indische Stellenwertsystem ins Abendland. Auch Algebra gelang in den Westen vermittelt Al-Khwarazmi: arab. "al-jabr" = Reduktion von Termen bei der Auflösung von Gleichungen

- Gerhard Kropps *Geschichte der Mathematik. Probleme und Gestalten*, Wiesbaden: Aula, 1994: 61 ff.: zeichnet sich Beginn der Frühneuzeit durch mathematische Demarkierung als Abwendung vom Mittelalter ab; macht Gutenbergs Buchdruck (Elisabeth Eisensteins *Printing Press as an Agent of Change*) Differenz in der Exaktheit, da er nicht nur antike Werke massenhaft wiederauflegbar macht (Euklids "Elemente" etwa, lateinisch 1482 durch E. Ratdolt), sondern vor allem auch die exakte Wissenschaft Mathematik durch notwendig exakte Zeichen exakt reproduziert. Kaufmännische Bedürfnisse vor allem in Oberitalien ("Cossisten" von "ars rei / causa) und der Beginn perspektivischer Malerei (Albrecht Dürers "Underweysung der Messung mit

dem Zirkel und richtscheyt", 1525) fordern nach einer neuen Mathematik

Übersetzung, Übertragung, "Medien-" / "Mittel"alter

- Veto des Historismus gegen Versuchung, Medienbegriffe der digitalen Medienkultur rückzuübertragen ("digital retro-action"), dgg. Zeitfigur der Gleichursprünglichkeit; techno-logische Differenz von Computer als *lógos* und *computing*: als tatsächlicher *techné*: "aus der Unzeit des Modells in die Gegenwart des Mediums wechseln" = Stefan Höltgen, End/Zeit/Ge/Schichten des Computers. Von den Apokalypsen des Computers und der Unendlichkeit des Rechnens, Vortrag (TS) Wien, Tagung zu *(Post)Apokalypsen*, 23. September 2017

- Computer als Universalmedium gar nicht mehr (wie zuvor) als spezifische Medientechnik faßbar? "Dem Computer liegt eine eigentümliche Existenzweise zugrunde, [...], dass er der einzige Apparat ist, dessen Zweck darin besteht nicht das zu sein, was er ist. [...] Werkzeug bleibt der Computer als solcher allein für denjenigen, der ihn modifiziert oder programmiert. Für alle anderen verschwindet er hinter seinen Nutzungsweisen in einer Black Box" = Höltgen TS 2016 einleitend; tatsächlich eine Operationen, bei denen der in realer Physik implementierte Computer *bei sich* ist: der tatsächlich durchgeführte Algorithmus (auf den in der Tat alle anderen sim-/emulierten "Medien" zunächst zurückgeführt werden, um dann computerrechenbar zu sein) das We(i)sen des *computing*; hat Turing 1936 seine symbolische Maschine entwickelt, um Emulierbarkeit bestimmter anderer "Maschinen" = Algorithmen zu praktizieren

- W-LAN; Mobilfunk als Pendant zu Mobiltelefonie (telegraphisches Dispositiv *alias* "online"); mithin "Radio" im Zustand von *computing*; einmal algorithmisiert, elektromagnetische Sendung schlicht Kanal, Extremform / Extension von Leitungen / "Bus" im Prozessor

- "Verschwinden" des Computers in *ubiquitous computing* einerseits, Miniaturisierung (Moore's Law) andererseits (ein-Elektronen-Rechner)

- historistische Versuchung, "nach einer nichtdigitalen Vorgeschichte des Hypertextes zu fragen. <...> weil der Begriff Hypertext selbst, der in den 60ern von Nelson geprägt wurde, eine mögliche Vernetzung literarischer Texte diskutierte" = Wenzel 2003: 132

- "Paper hypertext is neither new nor especially significant. True hypertext is electronic text, and this is the centre of Nelson's conception" = David Burnley, Scribes and Hypertext, in: *The Yearbook of English Studies* 25 (1995), 41-62 (56); Theodor Holm Nelson, *Literary Structures*, 5. Aufl. Swarthmore, PA, 1983

- bei Übersetzung arabischer Texte zu Mathematik und Geometrie (selbst meist Übersetzung aus dem Griechischen, aus Syrien) ins Lateinische. „The literary defects of a literal translation are obvious, but if an interpretative translator does not understand the text, or does not understand it fully, the result can be worse" = Richard Lorch, *Greek-Arabis-Latin: The Transmission of Mathematical Texts in the Middle Ages*, in: Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, Preprint 82 (International Workshop: Experience and Knowledge Structures in

Arabic and Latin Sciences, Berlin, Dezember 1996), 3-6 (5); herrscht bei literarischen Texten große Fehlertoleranz, bei mathematischen Symbolen nicht, wie in der Welt der Programmierung: ein *bug* zerstört gleich den ganzen Sinn. Al-Kindi insistiert daher darauf, bei Übersetzung aus dem Griechischen die Ordnung der Worte beizubehalten, selbst auf Kosten des Stils. „Even in the case of unambiguous translation there are problems. One is the existence of revisions, sometimes by the translator himself“ = ebd., 4; diagrammatisches Schema bleibt in Übersetzung erhalten, da nicht interpretierend, sondern operativ nachvollzogen; S. 22 der Handschrift R. 4° 2. der Gymnasial-Bibliothek zu Thorn, enthaltend S. 1 von N. Oresme, *Algorismus Proportionum*, hg. v. E. L. WE. M. Curtze, Berlin (Calvary) 1868: Zahlen, zu Brüchen angeordnet. Proportionen, worunter im Mittelalter ein geometrisches Verhältnis verstanden wird = Curtze 1868: 9

Übertragung von Mathematik: die Null

- altgriechische Zahlenbegriff "speiste sich aus dem Erfahrungsfeld der Rechenbrettechnik" sowie der akustischen Saite, "welches die `arithmoi´ als Anzahlen abzählbarer Einheiten vergegenwärtigte" = Krämer 2005: 93, unter Bezug auf: Jakob Klein, Die griechische Logistik und die Entwicklung der Algebra, in: Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik, Astronomie und Physik 3, 1 (1935), 18-105; 3, 2 (1936), 122-235

- "In Opposition zu dieser mathematischen Tradition bricht sich im Zuge des Gebrauchs der indisch-arabischen Ziffern und der / ihnen korrespondierenden schriftlichen Rechentechnik im Europa der frühen Neuzeit ein neues Zahlenverständnis Bahn: Als Zahl gilt nicht mehr das, was sich im Abzählen gegenständlicher Einheiten gewinnen läßt, sondern zur Zahl wird, was als Referenzobjekt eines Zeichensystems gedeutet werden kann, der mit den Mitteln eines kalkülisierbaren Zeichensystems regelgerecht ableitbar ist" = Krämer 2005: 93 f.; Simon Stevin bricht "im Namen der Null" (Krämer) um 1600 mit dem antiken Zahlenverständnis: "In der griechischen Zähltechnik, die sich am Auslegen von Rechensteinen orientierte" - also der Anschaulichkeit verhaftet blieb -, "fungierte die Eins, die zugleich die Einheit, also `monas´ und `arché´ war, als Ursprung der Zahlen bzw. als deren Bildungsprinzip. Stevin nun verlegt diesen Ursprung, den er `principium´ nennt, in die Null, die für ihn der `wahre und natürliche Anfang´ der Zahlen ist" = Krämer 2005: 94, unter Bezug auf: Simon P. Stevin, The Principal Works of Simon Stevin, hg. v. D. J. Struik, Amsterdam 1958, 400

- Descartes' Bruch mit dem antiken griechischen Verständnis des Mathematischen: "Seit der Entdeckung der Inkommensurabilität von Seite und Diagonale eines Quadrats galten Geometrie und Arithmetik als zwei disjunkte Bereiche des Mathematischen <dazu Sybille Krämer, Berechenbare Vernunft, xxx, 32ff>. Descartes entwickelt Analytische Geometrie, deren Pointe die wechselseitige Übersetzbarkeit von geometrischen Figuren und arithmetischen Zahlenausdrücken; Symboltechnik dieser Übersetzung die von ihm erfundenen Koordinaten, deren Ursprung oder auch Kreuzungspunkt die Null bildet" = Sybille Krämer, Das Geld und die Null. Die Quantifizierung und die Visualisierung des Unsichtbaren in Kulturtechniken der frühen Neuzeit, in: Klaus W. Hempfer / Anita Traninger (Hg.), Macht - Wissen - Wahrheit, Freiburg i.

Br. / Berlin (Rombach) 2005, 79-100 (95)

- Zeichen für die Null vielleicht der Anfangsbuchstabe des griechischen Wortes für "nichts" (*ouden*) <Kropp 1994: 51>. Allerdings ist beim Programmieren die Verwechslung der Taste für den Buchstaben und die Ziffer (O / 0) fatal. Darstellungen der Null seit frühem 9. Jh.; Positionssystem seit 7. Jh.; Anekdote Lev Manovich aus Moskau; alternativ: Null der negative Abdruck, den ein Kieselstein (*calculus*) im Sand (!) hinterläßt; Gloria Meynen, über Sand als Grundlage für Al-Chwarizmi's Operationen auf Tafeln

- Rechenbrett durch Spalten in verschiedene Einheiten aufgeteilt: Hundertausender, Zehntausender, Tausender, Hunderter, Zehner. "Ein Nichtvorhandensein eines Zahlsteins ist augenscheinlich. Wo aber Zahlen auf Papier geschrieben werden <...>, da kann eine Zahl wie 4019 ohne Zeichen für keinen Hunderter schnell zu einer 419 werden" <Fröhlich 2003: 148>. "Und so stellt sich das Aufkommen der Null nicht ur als wissenschaftsgeschichtliches, sondern auch als mediales Phänomen dar" <ebd.>

- führt kein Weg direkt vom Rechnungsbuch zum Schaltkreis, sondern erst die Aufeinanderlegung Boolescher Logik und Relais-Schaltungsverhalten (an/aus) in Magisterarbeit von Claude Elwood Shannon 1937

- techno-mathematische Medien = Verschränkung von Logik und Materie. Von daher die medienarchäologische Aufmerksamkeit für die Frage, ob die zögerliche Einführung und Aufwertung der Null an der mangelnden "Greifbarkeit" respektive Materialität von linearer Schrift im Vergleich zur tabellarischen Mehrdimensionalität des Rechenbretts mit seinen Hornsteinen lag = Jürgen Fröhlich, *Meßkram* oder Die Einwanderung der Null in den modernen Schaltkreislauf über das spätmittelalterliche Rechnungsbuch, in: Ulrich Schmitz / Horst Wenzel (Hg.), Wissen und neue Medien, Bilder und Zeichen von 800 bis 2000, xxx (Erich Schmidt) xxx, 135-158 (71)

Zahl, Null und Algorithmus

- Null, Lücken, Leere: McLuhan 1968: 126 f.

- gilt in frühmittelalterlicher Annalistik die Zahl, nicht der Buchstabe als Leitmedium. William von Malmesbury ausdrücklich: "Annalium enim conscriptiones non qualia optant ipsi <sc. die Annalisten>, sed qualia ministrant tempora, mandari solent litteri, ex officio."³ Annalistik wird nicht zum Zwecke von Geschichtsbewußtsein praktiziert, sondern, um ein Jahr von einem anderen zu (unter-)scheiden⁴; anstelle historiographischer Linearität, wie sie mit der Form des Buches und der Schrift vorgegeben ist, steht also hier, im Raum der Zahlen, die *differentielle* Natur der Annalistik, die Ästhetik des Schnitts

- erste diskrete Schriftsymbolen (mathematische Zählmarken aus Ton, mithin

3 Historia rerum ..., 23, Vorwort, in: Patrologia cursus completus, series latina, hg. v. J. P. Migne, Paris 1884-1902, 201: 890

4 Frdl. Hinweis von Marco Mostert, Universität Utrecht

die ersten Datenträger der Welt, eingeschlossen und mit Zeichen für den Inhalt versehen, versiegelt - Symbolisierung⁵) bis hin zur Schreibmaschine; Kulturtechnik Schrift nicht aus Zwecken der Literatur, sondern der Übertragung von Wirtschaftsdaten erfunden - "writing was not invented for the purpose of communication"⁶. Schreiben gleich Rechnen in Uruk; medienarchäologischer Kurzschuß, daß am Ende / zum Anfang der Computer die Entzifferung der abertausende von Keilschrifttafeln erlaubte, durch Berechnung⁷

- Begriff "Algorithmus = Logic + Control " = B. Dotzler, *Papiermaschinen*

- Hardware-Abhängigkeit von Rechnern am Beispiel des Übertrags beim Addieren; Problem, das erst auftrat, nachdem die (römische) Bündelung von Zahlen durch das indische Stellenwertsystem ersetzt wurde (nur mit Nullen, dem Wort für "Ziffer", realisierbar). Abakus ist keine Rechenmaschine, da er keinen Übertrag leistet, im Unterschied zur Maschine Schickards, die - so derselbe 1623 an Kepler - "ganz von selbst" überträgt (mithin der Begriff des *Auto-maten*)

Mathematik mit Oresme

- operative (nicht nur symbolische, ästhetische) Zahl dem Mittelalter fremd?

- Ernst Borchert, Die Lehre von der Bewegung bei Nikolaus Oresme = Beiträge zur Geschichte und Philosophie des Mittelalters, Bd. XXXI, 3 (Münster 1934); H. Wieleitner, Über den Funktionsbegriff und die graphische Darstellung bei Oresme, in: Zeitschrift für die Geschichte der mathematischen Wissenschaften, Dritte Folge, Bd. 14, Leipzig 1913

- Oresme in Arno Borsts *Computus* schlicht "Naturwissenschaftler", der einen "mechanisierten Zeitbegriff der Spätscholastik" vertritt = Borst 1990: 81; *Traité de la sphère* von 1377 beschreibt Universum wie / als Räderuhr, die alle Kräfte durch die Hemmung ausbalanciert. Sein König Karl V. hatte 1362 auf dem Palast eine Räderuhr anbringen lassen (und ihr glockenschlag gibt verbindlich seit 1370 allen Pariser Kirchturmsuhren ihre Zeit an und den Städten ihren Arbeitstag); in Opposition zu den Astrologen: daß Planetenbewegungen miteinander inkommensurabel sind, sich nie wieder zu identischen Konstellationen treffen (Wissen der Computisten)

- Frage nach der Zahl im Mittelalter, weil die Gegenwart von Rechnern definiert wird. Form des Computers aber ist genau die Differenz zur Zahl im Mittelalter. "In der Geschichte der Wörter hat der Computer den Computus ums Leben gebracht" = Borst 1990: 103, nicht nur begriffsgeschichtlich

- "Das Griechische ist errechnete, das Gotische lebendige Form" (William Blake); wird eine nicht nur hermeneutisch, sondern auch in der medialen

5 Siehe Susanne Holl, Das Pfand der Zahl, in: Lili xxx

6 Niklas Luhmann, The Form of Writing, in: Stanford Literary Review, vol. 9.1 (Spring 1992), Themenheft: Writing / Écriture / Schrift, ed. by Helen Tartar / Andrew Wachtel, 25-42 (26)

7 Siehe xxx Damerow, xxx

Formatierung aufscheinende Fremdheit offenbar, in Handschrift R. 4° 2. der Gymnasial-Bibliothek zu Thorn von Nikolaus Oresmes *Algorismus Proportionum*. Ausgerechnet die binär kodierte Welt gibt uns diese Ansicht der vor-gutenbergischen Schriften zurück. Was sehen wir: Zahlen, zu Brüchen angeordnet. Was lesen wir: "media". Gemeint ist damit jedoch schlicht eine Hälfte, ein Bruch 1:2. Es geht hier um Proportionen, worunter im Mittelalter ein geometrisches Verhältnis verstanden wird. Dann aber eine dramatische Eskalation: Oresme erweitert Potenzbeziehungen dahin, daß er von "medietas" schreibt, d. h. in seinen Zeichen " $1/2$ 2hoch p". Potenzen mit gebrochenen Exponenten also - womit er vorwegnimmt, was später erst Simon Stevin von Brügge (Anfang 17. Jahrhundert) zugeschrieben wird.

- Nicole Oresme and the Medieval Geometry of Qualities and Motions. A treatise on the uniformity and difformity of intensities known as *Tractatus de configurationibus qualatum et motuum*, hg., übers. u. eingel. v. Marshall Clagett, Madison / London (Univ. of Wisconsin Press) 1968

- Untersuchung der Rolle kulturtechnisch operativer Zahlen im Mittelalter auf der Suche nach anderen Kriterien, Mittelalter von Neuzeit einerseits, der Zeit der Altgriechen andererseits zu scheiden; Mittelalter wie eine Klammer, wie eine Ausklammerung, eine *epoché*

Ostertafeln: Geburt der Geschichtsschreibung aus der Berechnung

- setzt Borstgegen mediengeschichtlich versöhnliche Kontinuität medienarchäologische Diskontinuität: "Fragwürdig ist die <...> versuchte Einordnung des Computers in die Kontinuität der mittelalterlichen Räderuhr. <...> von Uhren unter/scheiden sich Computer gründlich. Sie bringen dank ihrer Kapazität, die alles auf einmal zu erledigen scheint, Zeit eher zum Verschwinden als ins Bewußtsein. Die Symbole, mit denen sie Zeit ausdrücken, sind nicht wie bei Räderuhren 'analoge', stufenlos vorrückende Zeiger" - tatsächlich mechanisch minimal diskret - "'rund um die Uhr', sondern wechseldne 'digitale' Signale, die auf Abruf in abgehackten Zeilen aufleuchten" = Borst 1999: 104 f.

- kulturtechnische Kontinuität vs. technologischer Bruch; geht Zeit(be)rechnung der Mechanisierung, der eigentlichen Medien-Werdung von getakteten Uhren voraus? buchstäblich "elementare" (Alphabet, Euklids *Elementa*), zur mathematischen Berechnung zwingenden Herausforderung an das mittelalterliche liturgische Verständnis die Berechnung des Ostertermins

- heißt *computare* in der römischen Kaiserzeit "an den Fingern abzählen"; römische Zahlzeichen menschlichen Händen nachgebildet = Borst 1990: 20, mithin körpergebundene Kulturtechnik; davon löst sich symbolisch-algebraische Operation; gelangt von Rom Fingerzahl in die mittelalterliche Festtagsberechnung, Bedas *De temporum ratione* (725)

- hatten Annalistik und Chronik "its origins in the Benedictine preoccupation with the careful regulation of time" = M. T. Clanchy, *From memory to written record*, London (Arnold) 1979: 78

Chronologie, Uhr, Takt

- "Jahr-2000-Problem" hardwaretechnisch gesehen gar kein Null-Phänomen war, da DOS-basierte Rechner aus medienarchäologischer Perspektive speicherökonomisch mit einer sechsstelligen Datumsangabe arbeiteten, etwa 12.10.83 (i. U. zum achtstelligen Mac-System) = Fröhlich 2003: 155

- Nikolaus Oresme (1323-1382) in *Traité du ciel* zur Frage, ob die Bewegungen der Himmelskörper kommensurabel seien oder nicht, rhetorisch inszeniert als Streitgespräch zwischen Arithmetik (kommens.) und Geometrie (inkommens.). Kritik der Arithmetik: Inkomm. u. irrationale Proportionen würden Harmonie des Universums ablenken; "Denn wenn jemand vorhätte, eine mechanische Uhr zu bauen, würde dann nicht alle Räder so harmonisch wie möglich bewegen?" = implizite Orientierung an einer apparativ mediatisierten Zeit

- E. Grant, Nicole Oresme and the Kinematics of Circular Motion, Madison: Univ. of Wisconsin Press 1971, 295

- gewichtsbewegte Uhr in der Kathedrale Straßburg, gebaut von Henri de Vick (Wieck) 1362-70

- nutzt Galileo Galilei aus der Antike vertraute Wasseruhr (Klepsydra), um damit dann Zeit- und Geschwindigkeitsmessung vorzunehmen - Zeit als Meßinstrument, nicht als Repräsentation einer Kosmochronie; Pendeluhr, nachdem Galilei 1583 in der Pisaner Kathedrale entdeckt, wie eine Pendelschwingung einen Koeffizienten aus Takt und Pendellänge darstellt

Mittelalterliche Zahlensymbolik (Pythagoras)

- "Nimm allem die Zahl und alles zerfällt" = Isidor von Sevilla um 600, zitiert nach Trapp 1992: 175; Fortschreibung der pythagoreischen Lehre; hinsichtlich Bedeutung der Zahl im Mittelalter Menschen "eingezwängt zwischen zwei Vorstellungen: einerseits die traditionelle Vorstellung, daß die Zahl keine wissenschaftlich meßbare Größe sei, sondern eine symbolische. Manche Zahl hielt man für bedeutender als andere, die Drei etwa oder die Sieben"⁸ - das Erbe Pythagoras', doch nicht wissenschaftlich (die Beschäftigung mit der Zahl um der Liebe zum Wissen willen, als Mathematik), sondern kosmologisch (neoplatonisch, immer schon eine Idealisierung zugunsten der Harmonia). Wenn - wie am Musikinstrument des Monochord gewonnen - die als harmonisch empfundenen Verhältnisse mathematisch abbildbar sind (Tonhöhe und Länge der schwingenden Saiten) und auf den Abstand der Gestirne übertragen werden, die an aufeinanderfolgenden "Sphären" befestigt sind, kippt Zählen in Symbolik. Erst die tatsächliche Messung der Schwingungsfrequenz von Saiten ersetzt seit dem 17. Jahrhundert diese harmonische Metaphysik

- Computer dasjenige Medium, das tatsächlich aus der Behauptung des Pythagoras, alles sei Zahl, Praxis gemacht hat - insofern seine digitalen, streng

8 Jacques Le Goff (im Gespräch), Die Erfindung der Seele, in: Die Zeit v. 12. April 1991

binären Operationen alles, zumindest alles, was berechenbar ist, berechnen. Ist Mathematik das Modell oder das genuine Abbild der Welt? Friedrich Nietzsche diktiert im Sommer 1873 an Carl von Gersdorff seine (nachgelassene) Schrift *Ueber Wahrheit und Lüge im aussermoralischen Sinne*: "Alles Wunderbare <...>, das wir gerade an den Naturgesetzen anstaunen, das unsere Erklärung fordert und uns zum Misstrauen gegen den Idealismus verführen könnte, liegt gerade und ganz allein nur in der mathematischen Strenge und Unverbrüchlichkeit der Zeit- und Raum-Vorstellungen. Diese aber produciren wir in uns <...> mit jener Nothwendigkeit, mit der die Spinne spinnt; wenn wir gezwungen sind, alle Dinge nur unter diesen Formen zu begreifen, so ist es dann nicht mehr wunderbar, dass wir an allen Dingen eigentlihc nur eben diewse Formen begreifen" - geradezu autopoietisch: "denn sie alle mssen die Gesetze der Zahl an sich tragen, und die Zahl gerade ist das Erstaunlichste iin den Dingen." Dies gilt seit Pythagoras bis hin zu Zeilinger (Quantenphysik): "daß die Gesetze der Zahl denen der Physik entsprechen, ohen daß ein gleichursprünglicher Nachweis zu erbringen wäre" = zitiert nach Stingelin 2000: 15

- "Nachahmung der Zeit- Raum-Verhältnisse auf dem Boden der Metaphern" = Nietzsche 1873/1903: 886; eine metaphorische Mathematik? Solange Erkenntnis im Medium der Sprache reflektiert wird, also Sprache das Medium der Epistemologie ist, gilt das; nicht mehr, werden Medien selbst zu epistemologischen Denkern ("Computern")

- "An die Stelle der sprachlichen Reflexion sind heute Rechner getreten. Die Zahlen haben sich verselbständigt und die ma/thematisch strengen und unverbrüchlichen "Zeit- und Raum-Vorstellungen" <...> vollkommen revolutioniert" <Stingelin 2000: 16f>. So ist die Metaphern technisch wörtlich geworden / Fleisch geworden, nicht mehr als Wort

- Hegel in *Vorlesungen über die Geschichte der Philosophie* <GW Bd. 18: 110>: "Zahlen, wie bei den Pythagoräern bemerkt werden wird, sind unpassende Medien, den Gedanken zu fassen" - es sei denn, Denken meint *computing*.⁹ Erst mit dem Aufblühen des Handels im Spätmittelalter werden Zahlen auf eine "bloß" arithmetische, praktische, also operative Größe reduziert (Le Goff) - eine medienarchäologische Erinnerung daran, daß auch Pythagoras' Mathematik (der These Wolfgang Heises zufolge) durch das Handelsäquivalent der Münze, also durch die Quantifizierbarkeit von Werten angeregt

- Kurzschlüsse zwischen rein symbolischen und operativen Vorstellungen der Mathematik

Musik und Mathematik

- Begriff *componere* seit Guido von Arezzos *Micrologus* im Sinne schriftlicher Ausarbeitung verstanden; kommt medienarchäologische Aufmerksamkeit ins Spiel, die Materialität, Symbolik und Logik von Notation, "vorstoßend zu Zeitstrukturen, die jenseits der musikalischen Realzeit liegen, außerhalb aller

9 Siehe Wolfgang Coy, "Das All und Alles ist die Zahl", in: Claus Pias (Hg.), *Medien. Dreizehn Vorträge zur Medienkultur*, Weimar (VDG) 1999, 241-261

Vergehens-Zeit" <Kaden 358>. Verbunden mit dieser Visualisierung des musikalischen Prozesses ist die Elementarisierung des Musikdenkens, zugunsten von Einzeltönen, singulären Intervallen und zum Setzen von Pausen, die nicht auf physiologisches Atemholen reduzierbar ist, sondern operativ werden - ein Äquivalent zur mathematischen Null. Guidos Ausgangspunkte im 17. Kapitel sind die fünf Vokale (Selbstlaute), die in Folge aeiou den "litteris monochordi", den Buchstaben des Ton(höhen)systems unterlegt werden <Kaden 360>. Quasi automatisierte Kompositionsmaschinen, auch gegen den natürlichsten Zeitverlauf. "Hier ist der Ort, um nun doch die Begriffe 'Mediatisierung' und 'Medialität' einzuführen. Ich beschreibe mit ihnen eine mehrfach gestufte Abhebung, Entfernung des Handelns von primärer Lebenswirklichkeit" <Kaden 1999: 366>. Kultische Handlung / Ritus zwar auch Distanz, Semiotisierung, aber im Vollzug auch wieder Aufhebung, De-Semiotisierung. "Hochgradig mediatisierte Verfahrensweisen dagegen, wie die graphisch gelenkte Komposition, bieten für die Rückkehr zum Leiblichen nur sehr bedingt noch die Gewähr; Komposition entfernt sich vom Gesang <ebd.>. "Und sie tut dies tiefenstrukturell: durch die Umstülpung von Zeitmustern, kognitive Elementarisierungen ufs. Komposition ist *Distanzierung der Distanzierung*, verbunden mit einem sprunghaften Anwachsen von Semiotizität"

- wird musikalische Mathematik, einmal fixiert, im Sinne des Traktats von Severinus Boethius (um 500) *kalkulierbar*; ist der medienwissenschaftliche Blick auf dieses Kapitel abendländischer Kulturgeschichte nicht historisch auf Schrift, kunsthistorisch auf Bilder oder musikologisch auf Töne fixiert, sondern denkt Bild, Schrift und Zahl als drei Komponenten, deren Kombination und Rekombination Kultur technisch schreibt; als Technik damit erst mechanisierbar

- im pythagoräischen Erbe eine Verbindung von Musik und Mathematik, nicht zeitkritisch begriffen (Mathematik an sich nicht zeitkritisch). Solange dominiert der Begriff der zeitunkritischen "Harmonie" als Verblendung der zeitkritischen *aisthesis* zugunsten der harmonischen Ästhetik: "Darüber belehrt bin ich durch die musikalischen Maßverhältnisse, aus denen ich ersehe, daß nichts anderes dem Geiste gefällt und Schönheit bewirkt, als nur die vernunftmäßigen Abstände <intervalla> der verschiedenen Töne <vocum>, die - miteinander in Beziehung gebracht - den anmutigen Reiz des musikalischen Erklingens bewirken. <...> Denn nicht die verschiedenen Töne <soni>, etwa der Orgelpfeifen, der Lyra-Saiten <...>, die - gewissermaßen durch die Sinnesempfindung wahrgenommen - offenbar in der Anzahl der Gegenstände gegeben sind, bewirken den harmonischen Wohlklang <harmonicam suavitatem>, sondern die ebenmäßigen Verhältnisse der Töne <sonorum> und die Maßentsprechungen, die - mit sich in Übereinstimmung gebracht - allein der innere Sinn des Geistes erfassen und unterscheiden kann."¹⁰

- Isidor von Sevilla: "De triformi musicae divisione. Ad omnem autem sonum, quae materies cantilenarum est, triformem constat esse naturam. Prima est harmonica, quae ex vocum cantibus constat. Secunda organica, quae ex flatu consistit. Tertia rythmica, quae pulsu digitorum numeros recipit" = Isidori Etymologiarum lib. III, XIX (ed. W. M. Lindsay, Oxford 1911) - alles, was durch Anschläge ertönt, etwa Kithara / Monochord

10 Iohannes Scotus, De divisione naturae, V, 36, col. 965B-966C

- Informationsübermittlung von akustischen Signalen über den physikalischen Medienkanal Luft - jenseits von Text, Bild, Schrift; erschließt sich *sonus* erst über die Zahl, über die Periodizität von Frequenzen

- Musikalische Notation im 11. Jh. eine erste (mathematische) 'Analyse von patterns/Mustern über Zeit, also Perioden

- Quantifizierung zeitlicher Vorgänge durch Nikolaus von Oresme = Taschow 2003: I: 87, eher über Geometrisierung denn über Arithmetisierung / anschauliche Operation, operative Diagrammatik

- Zeitmessung in musikalischer Notation; wird symbolische Kulturtechnik zur operativen Medienpraxis

Die aktuelle (Retro)Perspektive / Mechanisierung der Mathematik

- Frage nach der operativen Rolle von Zahlen in einer gegebenen Epoche auch die nach dem Menschen als Funktion solcher Operation; hat Alan Turing 1936 beschrieben, daß Menschen beim Rechnen auf Papier in diesem Moment selbst Computer sind; operative Zahlen nicht schlicht Symbole in der Hand(schrift) des Menschen, sondern auch Codes zur Programmierungen des Menschen in algorithmischen Prozessen

- formatiert mittelalterliches Zahlenkampfspiel den Menschen in seiner ästhetischen Wahrnehmung von Proportionen; solche Kulturtechniken nicht schlicht Emanationen des Menschen, sondern definieren das Anthropologische jeweils neu

- Computers nicht nur Logik, sondern operative Logik, mechanisierte Logik, mathematisierte Maschine; Mechanisierung von Logik; gibt es logische Spiele, die auch ohne Computer funktionieren; Buch *Renaissance Computers*, hg. v. Jonathan Sawday, sucht in symbolischen Maschinen Pendants zum aktuellen Rechner; entwirft Ramon Lullus eine mechanische Vorrichtung zur Erzeugung wahrer Sätze bzw. eine entsprechende Kombinatorik, die mechanisierbar ist; neu gegenüber der klassischen rhetorischen Kombinatorik sein Verfahren, aus einer begrenzten Menge von Grundtermini unbegrezt viele Aussagen automatisch herzuleiten. Dem setzt Medienarchäologie den Hinweis entgegen, daß die Kopplung von Maschine und Kombinatorik noch keine Maschinisierung der Mathematik darstellt; Lullistischen Begriffsmaschinen eher noch an Begriffen denn an numerischen Werten orientiert und operieren von nicht als "eine Art logische Logarithmenuhr" (Ernst Bloch), zumal Logarithmen - als Beschleunigung von Zahlserien - seinerzeit noch nicht gefunden¹¹

- läßt sich andererseits Lullus' *Ars Magna* in Programmiersprache "C" operativ schreiben, um damit Aussagen zu erzeugen¹² - eine retrospektive

11 Daran erinnert Bernhard Dotzler in seiner kritischen Rezension "Stromausfall im Barock. Eine Geschichte des Computers führt zu Kurzschlüssen" (Frankfurter Allgemeine Zeitung v. 22. Oktober 1993), über: Werner Künzel / Peter Bexte, "Allwissen und Absturz." Der Ursprung des Computers, Frankfurt/M. u. Leipzig (Insel) 1993

12 Heiko Cornelius / Werner Künzel, Die *Ars Generalis Ultima* des Raymundus Lullus. Studien

Algorithmisierung, Medienarchäologie mit dem Computer nicht als Objekt, sondern als Subjekt der Forschung *computing the Renaissance*

Perspektiven: Der neue "Sehepunkt"

- Emergenz der malerisch konstruktiven Perspektive ein Kriterium des "Vorfrühlings der Moderne" (Ulrich Taschow); berührt das historische Modell selbst, innerhalb dessen das Mittelalter als Epoche seinen Ort findet; Albertis buchstäbliche Eröffnung der Perspektive (*finestra aperta*) ist "Windows 1435" (frei nach Sam Edgerton¹³)
- (Kultur-)Technik der Perspektive als Einübung in Automation; bevor es zum Kurzschluß von Computergraphik und der Perspektivmalerei der Renaissance kommt, stehen *camera obscura* und Photographie dazwischen
- Test für qualitativen Sprung symbolischer Mathematik im Mittelalter zur operativen Mathematik der Frühneuzeit; letztere computersimulierbar. also in der Logik der symbolischen Maschine selbst; existieren Computer und Mathematik der Frühneuzeit in der prinzipiell gleichen Welt (Epoche)
- Dürers *Underweysung der meßkunst* als C-Programm schreibbar

COMPUTER (Theorie, Architektur, Definitionen)

Das Wesen des Computers

- "The computer keeps its place by means of thousands of electronic flags which tell it what to do next. <...> What the computer can do better than the human brain is maintain accurately a great number of subtotals, cross-references, indexes, and tabulations, and this can be summed up as keeping its place."¹⁴ *Keep its place*: die symbolische Ordnung, im Unterschied zum Realen bei Lacan, das immer wieder an seinen Platz zurückkehrt
- Computer nicht aus der Auseinandersetzung mit Prozessen der Natur, sondern kognitiv aus einem rein rechnerischen Raum geboren; stellt insofern eine neue Form theoriegeborener Technologie jenseits der bisherigen Techniken dar
- unterscheidet den Digitalcomputer von den symbolischen Operationen von Mathematik auf dem karierten Papier, daß er Computer in die Welt *ist*, also in die Zeit implementierte Mathematik; aus der symbolischen Mechanik (Rechenpapier) wird eine zeitkritische Maschine. "The logical process becomes a function of time."¹⁵ Wie schon sein Einsatz für die Berechnung von Fraktalen

zu einem geheimen Ursprung der Computertheorie, Berlin 1986; 5. Neuauflage 1991

13 Samuel Y. Edgerton, *The Renaissance Discovery of Linear Perspective*, xxx 1975

14 Jonathan Benthall, *The Computer as Medium*, in: Rosen (Hg.) 2011: 461-465 (463)

15 Vladimir Bonacic, *Art as a Function of Subject, Cognition, and Time* [*in: bit international 7, hg. v. Boris Kelemen / Radoslav Putar, Zagreb (Galerije grada Zagreba) 1971, 129-142], Wiederabdruck in: Margit Rosen (Hg.), A

macht die exponentiale Steigerung der Rechengeschwindigkeit algorithmischer Anweisungen hier die kritische Differenz - eben nicht nur (wenngleich mit "big data" auch) quantitativer Art, sondern als qualitativer Umschlag: "Using electronic, logical structures and adjusting the logical process to our perceptive system, we get to the essence of the process observed in the computer. <...> the change of the structure over time demonstrates the relations."¹⁶ Damit wird nicht nur etwas metaphorisch sichtbar, sondern zur Erkenntnis; Computer enthüllt damit nicht schlicht verborgenes, latentes Wissen um technomathematische Verhältnisse, sondern diese Erkenntnis geschieht - wirklich medienepistemologisch - erst in (mithin kybernetischer) Kopplung dieser elektronischen Maschine an die menschliche Kognition; resultiert eine neue Definition des ästhetischen Objekts: "An aesthetic object is not only an image of the cognitive process, otherwise hidden, now revealed. The laws which constitute the essence of the cognitive process become obvious. An aesthetic object is no longer only a stimulus for spontaneous associations but an expression which in the relationship with the observer becomes the essence of cognition within the frame in which it exists [...]."¹⁷

Geplante Obsoleszenz von Mikrochips

- basieren elektromechanische Rechenmaschinen (u. a. Hollerith-Maschinen) auf Relais; erst ENIAC (Electronic Numerical Integrator Computer) rechnet auf Basis von / mit Elektronenröhren; seit 1948 Transistor; 1972 folgt Mikroprozessor

- Software für aggressives "fast ageing" von Mikrochips: MAGIC (Malicious Ageing in Circuits/Cores, durch Verursachung von Negative-Bias Temperature Instability), experimentell entwickelt an New York University; Ankündigung der Software in: ACM Transactions on Architecture and Code Optimization), see <http://www.zeit.de/digital/internet/2015-10/geplante-obsoleszenz-magic-software-laesst-hardware-altern> = "Geplante Obsoleszenz", by Christian Honey, 22. Oktober 2015. "Dabei wird die Spannung, die nötig ist, um die Transistoren im Prozessor von Off auf On (oder Null auf Eins) zu schalten, mit der Zeit immer höher. Sobald die damit entstehenden Schaltverzögerungen einen bestimmten Wert überschreiten, bricht der gesamte Prozessor zusammen" <Honey 2015>. "Der OpenSPARC-Prozessor war unser Studienobjekt, weil Oracle seine Architektur offengelegt hat", betont Kanuparthi. "Mit der fortschreitenden Miniaturisierung integrierter Schaltkreise wird es immer einfacher, mit spezieller Software die Hardware lahmzulegen", sagt Kanuparthi. "Je kleiner die Transistoren, desto anfälliger werden sie für stressbedingte Alterungserscheinungen." <Honey 2015>. "Dabei wirkt Magic in der

Little-Known Story about a Movement, a Magazine, and the Computer's Arrival in Arts. *New Tendencies and Bit International*, 1961-1973, Karlsruhe (ZKM) / Cambridge, Mass. (MIT) 2011, 371-373 (372)

16 Bonacic 1971 / 2011: 372, unter Bezug auf seine Computerkunstinstallation *Dynamic Object DIN. GF100*, programmiert von Bonacic gemeinsam mit Miro A. Cimernan am Ruder Boskovic Institut, Zagreb, und implementiert in einer "special purpose hardware": 373

17 Bonacic 1971 / 2011: 372

Exekutionsphase des Prozessors, in der geladener Maschinencode ausgeführt wird. Praktisch jeder moderne Prozessor zerteilt Maschinenbefehle in Teilaufgaben, die mit dem Takt des Prozessors parallel abgearbeitet werden. Danach werden die Resultate der Teilaufgaben zu einem Gesamtergebnis zusammengefasst <...> wie auf der Produktionsstraße eines Autoherstellers, auf der spezialisierte Teams nacheinander einzelne Teile eines Fahrzeuges bearbeiten" - the ASSEMBLY process. "Die Magic-Software verabreicht nun gleichsam der langsamsten Abteilung einen einmonatigen Dauerrausch, und unterbindet die eigentlich vorgesehene Erholungsphase" = Honey 2015; Software-Hacks, die massive Schäden an der Hardware anrichten: der im Jahr 2010 entdeckte Wurm Stuxnet, der Zentrifugen in iranischen Nuklearanlagen beschädigt

Die "kinematische" Maschine des Zustands

- Computer ist eine Maschine, die sich, im Takt von Stromimpulsen, auf der im vorhinein beschriebenen Weise, von einem Zustand zum nächsten Zustand bis zum Endzustand verändert; steht dieser je nach eingegebenen Daten von Programmvorgaben bereits vorweg
- Code und Film: J. M. Jacquard-Webstuhl um 1800; kodierte Bilder durch Lochkartensteuerung; inspiriert Charles Babbage zu seiner Analytical Engine in mathematischer Verallgemeinerung, von Ada Augusta Lady Lovelace programmiert: "The Analytical Engine weaves algebraical pattern just as the Jaquard loom weaves flowers and leaves"¹⁸ - Bilder aus Daten. 35 mm-Film wurde von Konrad Zuse seit 1936 als Eingabemedium (Programm) verwendet - als materialer Speicher; konsequenter: Turing; "a computer is controlled by a program stored externally on some medium. Therefore, it is not accidental that a diagram of the Universal Turing Machine looks suspiciously like a film projector" = Lev Manovich, Cinema and Digital Media / / Kino und digitale Medien, in: Hans Peter Schwarz / Jeffrey Shaw (Hg.), Perspektiven der Medienkunst. Museumspraxis und Kunstwissenschaft antworten auf die digitale Herausforderung / Perspectives of Media Art, Ostfildern (Cantz) 1996, 42-48; *online* http://manovich.net/content/04-projects/008-cinema-and-digital-media/06_article_1995.pdf
- Interrupt eine Modulerweiterung für Commodore 64, mit der sich Zeitfluß in der Maschine (durch regelbare Hardware-Interrupts) bremsen, gar stoppen läßt (Hinweis Stefan Höltgen, Oktober 2011)
- McLuhans Fokus auf dem "Taktilem" nicht nur im wörtlichen Sinne, sondern auch im techno-mathematischen Sinne für digitale Medien weiterdenken; eine temporale Variante des Taktilem, nämlich der "zeitkritische" Moment in der impulsbasierten Datenverarbeitung; Rhythmus der Computertaktung

Mit Silizium rechnen (Quantencomputing)

18 Zitiert nach: Charles Eames, A Computer xxctive: Background tot the Comn..ge, Hardwad University Press, Cambridge, Mas. 1990, 18

- Halbleiterchip (MOSFET Transistor) ein Strukturspeicher; sein Wesen liegt nicht in der Materialität; eher "Feld" denn materielle "Architektur"

- Silizium als Material "Medium" schlicht im naturwissenschaftlichen Sinn, aber nicht i. S. der Nachrichtentheorie. An der Grenze zu quantenphysikalischen Vorgängen wird mit dem (bzw. *im*) physikalischen Medium selbst gerechnet, transitiv; unterste Ebene des Digitalrechners ist nicht mehr die physikalische Ebene "Null" (Tanenbaums Schichten-Modell), sondern minus-1.

- Quantenprozessor des D-Wave-Computers, verkündet Dezember 2015; nicht mehr "Übertragung" von Elektronen bzw. von Kraft (Volt = Spannungen), sondern deren Verschränkung

ADDIEREN ALS *COMPUTING*

Addieren für Menschen / für Maschinen

- Ursprung der Schrift nicht im Ikonoklasmus (Flusser), sondern im numerischen *token* (Schmandt-Besserrat); Susanne Holle, "Pfand der Zahl"

- Lesen durch Menschen und / oder Maschinen; meint "Lesen" und gar "Verstehen" mehr als die Detektierung optischer oder akustischer Frequenzen, sondern die Einordnung (also das mapping) von raumzeitlich physikalischen Tatbeständen (Signale, Zeichen) nach bestimmten Kriterien in eine vorgegebene Klasse und dort die Zuordnung zu einer Bedeutung = Karl Steinbuch, Können Automaten Schrift "lesen" und Sprache "verstehen"?, in: Helmar Frank (Hg.), Kybernetik. Brücke zwischen den Wissenschaften, 5. Aufl. Frankfurt/M. (Umschau) 1965, 215-217 (215)

- "zuordnen" der etymologische Wortsinn von "rechnen"; kann demnach auch ein Automat lesen: "Die Leseautomaten konnten beispielsweise maschinengeschriebene Ziffern vom Blatt ablesen und ihre Bedeutung irgendeiner weiteren Nachrichtenverarbeitung zuführen, z. B. die Zahlen addieren" = 216; Entziffern aber ist nicht gleich Lesen, und eine solche Addition (als Kern von digitaler Datenverarbeitung) vielmehr *computing*. In Turings Sinn dann auch menschliche Lektüre maschinell: "Ein Buchhalter liest die übereinander stehenden Zahlen einer Rechnung und addiert sie zur Gesamtsumme. Seine Tätigkeit / ist unzweifelhaft 'Lesen' und 'Addieren'. Wenn nun dieselbe Tätigkeit von einem Automaten ausgeführt wird, dann sollte vernünftigerweise für diese selbe Tätigkeit auch derselbe Terminus verwendet werden" = 216 f. - das aber meint das Turing-Band von 1936/37

- Freud zum Prothesengott: "Recht großartig, wenn er alle seine Hilfsorgane anlegt, aber sie sind nicht mit ihm verwachsen und machen ihm gelegentlich noch viel zu schaffen."¹⁹

- Cassierer: Symbolmanipulation

¹⁹ Zitiert in: Stefan Weber, Theorien der Medien. Von der Kulturkritik bis zum Konstruktivismus, Konstanz (UVK) 2010, 55

- trennt Babbage *store* (Speicher) und *mill*; für die Arithmetische Einheit Additionen vorgesehen

- spielt sich im elektronischen Bild vorweg ab, was dann von menschlicher retinaler Wahrnehmung in den Computer selbst wandert und dort zeitkritisch eskaliert: "Die kybernetischen Maschinen erschöpfen das kleinste Intervall. Eine Addition geschieht in einer fünfmillionstel Sekunde <...>. Bereits hier erscheint das besondere Zeitverhältnis dieser Maschine: sie arbeitet in den Feinstrukturen, in den Mikroverläufen der Zeit, die durch menschliches Handeln oder Denken nicht ausgenützt werden können" = Max Bense, *Kybernetik oder die Metatechnik einer Maschine*, in: ders., *Ausgewählte Schriften*, 2. Bd., Stuttgart/Weimar 1998, 429-446 (440)

Das Nichtkönnen des Computers

- „Codierung setzt überhaupt schon die Aufbereitung von Wirklichkeit zu codierbaren Daten voraus. Welt - d. h. z. B. Tatsachen, Merkmale oder Eigenschaften - muß auf Zahlen zurückgeführt werden. Was nicht Zahl ist, muß Zahl werden; was nicht Zahl werden kann, entfällt oder wird so transformiert, daß daraus Zahlen werden können.“²⁰

- Computer überfordert durch "Zwischenereignisse, die nicht auf dem Programm stehen, so etwa: die tastende Berührung, der zögernde Schritt [...]"²¹

SIMULATION / EMULATION (Material)

Simulation und die Frage nach dem S(ch)ein

- *ist* der aktuelle Rechner in der Emulation ein anderer; nicht nur tut er so als ob

- Jeff Rothenberg (RAND-Corporation, Santa Monica) Vertreter des Emulationskonzepts als Verfahren der digitalen Bestandserhaltung

- Emulation Nachahmung im Prinzip / funktional; Simulation zeitechte / -kritische Nachahmung, Nachvollzug versucht in der (zeit-)gleichen *time domain* (Kern: lat. *simul*)

- "Simulation beruht auf 'Manipulation im Realen'. [...] Während Fiktion immer nur Codes manipulieren kann, deren Funktion die Repräsentation von Realität ist, nie aber das Reale selbst, ist Simulation durch ein fundamental anderes Verhältnis zur 'Realität' gekennzeichnet. Die von Simulation erzeugten Realitäten sind 'nicht nur dem Gegenstand ähnlich', vielmehr geben sie 'die

20 Dieter Mersch, *Digitalität und Nicht-Diskursives Denken*, in: ders. / J. C. Nyíri (Hg.), *Computer, Kultur, Geschichte: Beiträge zur Philosophie des Informationszeitalters*, Wien (Passagen) 1991, 109-xxx (109f)

21

Bernhard Waldenfels, *Grenzen der Normalisierung*, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1998, 250

Garantie' für diese Ähnlichkeit dadurch [...], dass sie sozusagen ein Erzeugnis dieses Gegenstandes selbst, d. h. von ihm selbst mechanisch hervorgebracht sind" = Friedrich Kittler, Räume und technische Medien, in: Jörg Dünne / Hermann Doetsch / Roger Lüdeke (Hg.), Von Pilgerwegen, Schriftspuren und Blickpunkten, Würzburg 2004 - im Sinne von Gleichursprünglichkeit; gilt vor allem im Zeitbereich

- vollzieht Wettersimulation Prozeß mit nach; Emulation zeitigt nur gleiches Ergebnis (Argument von Treeck); "emulieren" läßt sich Wetter nicht (es sei denn, Wetter selbst als Analogcomputer begriffen);entscheidend, das Zeitverhalten des Wetterereignisses zu simulieren

- (Computer-)Simulation eines technischen Mediums "dessen Struktur oder Form, abgelöst von seiner Materie, als mathematisches Modell im Rechner abzubilden" = Jens Schröter, Intermedialität, Medienspezifität und die universelle Maschine, in: Sybille Krämer (Hg.), Performativität und Medialität, München (Fink) 2004, 385-411 (392) - was strukturanalog der Analogcomputer leistet - wobei die Eigenschaften (Funktionen) der jeweiligen technologischen Apparatur, nicht schlicht dessen Phänomene als Wirkungseffekte auf die menschliche Wahrnehmung, simuliert werden

- Emulator für Amstrad CPC 6128; damit hardwarenahe Programmierung emulieren; nicht Effekte des zu emulierenden Computers nachahmen (frühe Computerspiele etwa), sondern den aktuellen Computer sich tatsächlich so verhalten lassen; "komprimierte" Form der Wiederbelebung

- sonischer Sampler zuerst Emulator genannt, "als wäre er zu nichts anderem da, als existierende Sounds nachzuahmen (to emulate)" = Kodwo Eshun, Heller als die Sonne. Abenteuer in der Sonic Fiction, Berlin (ID-Verl.) 1999, 93; gilt "analog" für früheste elektronische Klangerinstrumente wie das Theremin-Vox, vor eigenästhetischem *take-off*

Emulation (und ihre Differenz zur Simulation)

- Antwort auf die Frage nach dem Unterschied von Emulation / Simulation auf der Ebene des Quellcodes

- tatsächlicher Bau der Difference Engine Nr. 2 (Entwurf Charles Babbage, als Entwurf vorliegend Ende der 1840er Jahre) zum 200. Geburtstag Babbages durch das Projektteam im Science-Museum London: zeitverzogene Vollendung, keine Emulation

- Begriff der Replik: Vollzug dergleichen Operation mit (ganz) anderen technischen Mitteln; etwa der Ersatz der nicht mehr funktionsfähigen "Oremics Machine" des ehemaligen Radiophonic Workshop der BBC in London durch ein digitales Interface zur Tonhöhengestaltung auf "Film"band, Ausstellung Science Museum London, Mai 2014. Begründung: Wiederinvollzugsetzung des Originals würde den Ersatz so vieler Bauteile notwendig machen, daß das Resultat eine Replik wäre. Daher eine softwarebasierte "Emulation" des Mechanismus (der dann aber die Epistemologie des Samplings und der Analog-Digital-Wandlung dissimuliert)

- Computeremulation: Computer X kann Programme und Daten von Computer Y starten und verwalten, auch bei verschiedenen Prozessoren; Emulation "bildet die Kommandostruktur des anderen Rechners nach" = Alfred Görgens, Einführung in die EDV. Ein Wegweiser in die Welt der Computer, Köln (Buch und Zeit) 1987, 96 - aber nicht sein individuelles Zeitverhalten

- EDSAC simulator "relatively abstract, not being defined by an underlying hardware implementation"²²

- "the goal of producing a working facsimile - in the sense of executing an original program or routine" in der museologischen Tradition von "functional replicas" wie etwa Stephenson's *Rocket*²³

- "The EDSAC simulator is a very different kind of re-creation that fits much more closely with what Lowenthal" in *The Past is a Foreign Country* "terms *emulations*. These he describes as 'self-conscious period revivals' and 'respectful yet creative reworkings of earlier forms and styles [that] transcend mere copying' (p. 301). Lowenthal view an emulation as an on-going and evolving activity that is always of its time - thus a Tudor revival of the 1990s would be quite different to one of the 1930s, and that, in turn, would be quite different to an original Tudor building of the 16th century. Yet an essential Tudoriness persists in all the variations and derivatives. The EDSAC simulator is likewise intended to be fluid and of its time, while always capturing the essential EDSAC"²⁴; ist ahistorischer Natur, was hier insistiert; gehört es vielmehr der techno-logischen Zeit an und bleibt damit fortwährend gleichursprünglich

- geht Campbell-Kelly nahtlos von Lowenthals Begriff der *emulation* zum EDSAC *simulator* über. Letzterer wird beständig überarbeitet, "and I expect this periodic reincarnating to continue into the future. The reason for the fluidity of the EDSAC simulator is that its purpose is to enable present-day computer users to understand what it was 'like' to write programs for the EDSAC. The simulator has consciously sought to bridge the ever changing gulf between past and present <....>."²⁵

- Algorithmmik: "Two metaphors have constantly informed the design of the simulator. The first is the analogy between a computer program and a musical score - once described as 'frozen music' needing only an orchestra to melt it. Consequently, the EDSAC simulator is textual rather than artifactual in spirit. <...> the attention that other projects have given to physical authenticity has been directed at obtaining authentic program texts. However, as with musical scholarship, this textual approach permits the informed and explicit filling in of lost textual fragments where this will produce a richer experience for the user" = Martin Campbell-Kelly, "Past into Present: The EDSAC Simulator", in: Raúl Rojas / Ulf Hashagen (Hg.), *The First Computers. History and Architecture*,

22 Martin Campbell-Kelly, "Past into Present: The EDSAC Simulator", in: Rojas / Hashagen (Hg.) 2000: 408

23 Campbell-Kelly 2000: 398

24 Campbell-Kelly 2000: 398

25 Campbell-Kelly 2000: 399

Cambridge, Mass./ London (MIT Press) 2000, xxx-xxx (399)

- vertraut aus der philologischen Interpolation / editionskritischen "Konjektur".
- "The most important aid for authenticating the software behaviors of the simulator are five original programs, for which both the original program and a physical copy of a photograph of the output exits."²⁶
- Norbert Kehrer, emuliert Antikrechner vom "Mailüfterl" über die PDP-8 bis hin zu Spielautomaten; <http://web.utanet.at/nkehrer>
- "emulieren" Analogcomputer nicht die physikalische Dynamik, sondern modellieren sie im mathematischen Sinn gleichursprünglich; kann umgekehrt ein antiker Analogcomputer digital "emuliert" werden (durch Überabtastung)
- Computer keine Software, sondern eine programmierbare Hardware. "Auf der technischen Ebene kann jede Hardware selbstredend nur durch eine andere ersetzt werden, *weil zum Beispiel die computertechnisch unabdingbare Funktion der Speicherung in Software unmöglich wäre*. Auf einer logischen Ebene jedoch läßt sich jede Hardware, sofern es nur um Speicherung des an ihr Programmierbaren geht, gerade auch durch Software ersetzen. Deshalb gibt es schon <...> jeden Computerschaltkreis zweimal: erstens und selbstredend auf dem Siliziumchip, der ja hunderttausende gleicher Schaltungen ein zweites Mal verschaltet; zweitens aber auch noch als Computerprogramm, das alle elektrischen Parameter jenes Schaltkreises einigermaßen standardisiert speichert und damit sein Schaltverhalten zu simulieren erlaubt. Neue Computergenerationen zu konstruieren heißt seitdem nicht mehr, die einzelnen Hardwarekomponenten mechanisch oder elektrisch zusammensetzen <...>. Konstruieren heißt vielmehr, jene sogenannten Schaltungsbibliotheken unter Programmsteuerung aufzurufen, zu verknüpfen und auf ein Optimum hin durchzutesten" = Friedrich Kittler, Hardware. Das unbekannte Wesen, in: Lab. Jahrbuch 1996/97 für Künste und Apparate, Köln (Walther König), 348-343 (354)
- "[T]he solution to obsolete hardware is to write a software program which emulates the original system platform and which can be run on modern machinery [...]"²⁷ ; Vetorecht der Materialität des Computers begründet in der Notwendigkeit, die originalen Speichermedien lesen zu können: "We must be able to mount the media and read the data [...]"²⁸
- "Ein Emulator [...] bildet einen Vorgang nach außen funktionsgleich nach, oft mit anderen Mitteln als das Vorbild. Beispiele hierfür sind Prozessor- und Betriebssystememulatoren, durch die Programme auf Plattformen ausgeführt werden können, für die sie ursprünglich nicht gedacht waren."²⁹ Der Rechner gibt allerdings nicht nur vor, ein anderer zu sein, sondern er *ist* im Sinne von Turingmächtigkeit dieser andere Rechner. Das Prinzip der *universalen*

²⁶ Campbell-Kelly 2000: 409

²⁷ Geoffrey D. Morelli, Defining electronic Records: Problem of Terminology, in: Edward Higgs (Hg.), History and Electronic Artefacts, Oxford (Clarendon Press) 1998, 169-183 (181)

²⁸ Morelli 1998: 181

²⁹ <http://faql.de/wortgebrauch.html>; Abruf 5. November 2012

Turingmaschine (UTM) ist das der Emulation anderer Maschinen - unter der Bedingung, daß deren Werte in diskrete Symbolketten überführt werden können (es gibt keine analoge Emulation).

- Definition "Emulation" laut Schüler-Duden *Die Informatik*, wiss. bearb. v. Volker Claus / Andreas Schwill, 2., neu bearb. Aufl. Mannheim u. a. (Dudenverlag) 1991, 175: "Die Anpassung und Abarbeitung des Befehlsvorrates einer Rechenanlage *A* durch geeignete Mikroprogramme in einer anderen Rechenanlage *B* <...>. Bei der Emulation verhält sich die Rechenanlage *B* so, als ob sie gleich *A* wäre. Die Emulation spart gegenüber der Simulation mit Hilfe eines Programmsystems viel Rechenzeit."

Der Emulator

- "If one computer is programmed at a sufficiently fundamental level to function in accordance with the rules of another, we have in fact an operational replica perfect in all logical respects to the original - even to the bugs and imperfections of the operating system" = Doron Swade, *Virtual Objects - Threat or Salvation?*, in: S. Lindquist / M. Hedin / U. Larsson (Hg.), *Museums of Modern Science*, Canton, Mass. (Science History Publications) 2000, 139-147 (146); Fehler sind damit selbst Teil des symbolischen Regimes. Eine solche Definition reduziert den Computer auf die symbolische Maschine. "It seems then that the identity of a computer is not exclusive to its physical hardware, which may be regarded as accidental to existence but is at least partly, if not wholly, owned by the logical rules that define its operation" = Swade 2000: 146; demnach die Universale Turingmaschine bereits ein Emulator *per definitionem*

- ist es eine andere Welt, die Turing, der Autor des mathematischen Ansatzes von 1936, in seiner Darlegung des tatsächlichen Entwurfs der ACE beschreibt - eine Welt der temperaturabhängigen Verzögerungsspeicher ("The State of the Art")

- „Ein Emulator ist ein Programm, das es möglich macht, Software auf einem Computer laufen zu lassen, die eigentlich für einen ganz anderen Computer gedacht ist. <...> Auch können neue Prozessoren komplett als Software emuliert und so in ihren Funktionen getestet werden. <...> Etwa daß sie alte, längst vergessene Betriebssysteme nachbilden, damit steinalte Software auf modernen Rechnern überhaupt noch laufen kann.“ Detlef Borchers, *Der simulierte Computer*, in: *Die Zeit* v. 18. Februar 1999, 35

- "Der Maschinenbefehlssatz, der durch die / Mikroprogramme definiert wird, heißt konzeptuelle Maschine (manchmal auch virtuelle Maschine). Weichen die Eigenschaften von konzeptioneller Maschine und Wirtsmaschine <sc. die tatsächliche Hardware> deutlich voneinander ab, so nennt man die Mikroprogramme für die konzeptionelle Maschine den Emulator dieser Maschine. Der Emulator bildet also mikroprogrammiert die Eigenschaften einer (konzeptionellen) Maschine *A* auf einem Wirtsrechner *B* nach."³⁰

30 Arndt Bode, *Mikroarchitekturen und Mikroprogrammierung: Formale Beschreibung und Optimierung*, Berlin et al. (Springer) 1984, 12f

- geht Begriff der "virtuellen Maschine" weit über die Emulation hinaus. Entscheidend ist hier, "dass die gesamte Hardware also, CPU, RAM etc. eines anderen Systems (Hostrechner) virtuell und möglichst exakt nachgebildet wird. Jede Virtuelle Maschine besitzt dabei ihre eigene virtuelle Hardware und läuft unabhängig von den anderen Maschinen" <ebd.>, etwa der Emulator atari800, welcher unter dem Betriebssystem Linux den Atari 800 und den 800 XL aus den 1980er Jahren wieder zum Leben erweckt; Beispiel: Mac-on-Linux, das z. B. einen Pegasos-Rechner in einen PowerPC-basierten Macintosh-Clone verwandelt

... im Unterschied zur Simulation: Emulation des C64

- ahnen Eberhard Prager und Evelyn Richter in ihrer Schrift *Software. Was ist das?* (1986), dass die Informatisierung von Materie die philosophische Dialektik aus dem Gleichgewicht bringt: "[...] die Erscheinung einer durch Software simulierten Hardware (virtuelle Maschine), vor allem aber die Übernahme von Softwarefunktionen durch Hardware (festverdrahtete oder -verschaltete Programme)" (Anm. 32); Wiederaufführung von originär digitaler Medienkunst als Emulation denkbar; bringt der Computer ein neues Gedächtnismodell *sui generis* hervor. Es ist nicht nur Nostalgie, welche dazu verführt, einen Programmiersprachenklassiker wie BASIC nicht in einer aktuellen Version auf meinem Hochleistungslaptop zu erproben, sondern auf einer der Programmiersprache zeitaffinen historischen Computerarchitektur laufen zu lassen – etwa einem C64-Computer oder auf einem frühen portablen IBM-Rechner unter dem Betriebssystem DOS. Zum Wesen von Turing-Maschinen in ihren als Computer realisierten Varianten gehört, dass sie als logische Operationen eben nicht völlig unabhängig von der konkreten Hardwareversion laufen. Kontexte, die auch im Stil der Programmiersprache ablesbar sind, eröffnen sich hier sinnfällig in ihrer Materialsemantik. Unterscheiden wir demnach scharf zwischen zwei Formen von Modellbildung: Simulation und Emulation; Emulation eines alten C64-Computers auf einem heutigen Rechner eine Abbildung, die in ihrer Funktionalität (wenngleich mit anderen Algorithmen realisiert) streng der Logik des C64 entsprechen muss. Wenn der Begriff von Computer als mechanisierter Mathematik zugrunde gelegt wird, ist die Emulation dann mit dem Computer als Medienzustand wesensgleich. Damit ist eine aktuelle Emulation kein historisches Zitat, kein Aufruf eines Kapitels Computerhistorie, sondern im Moment der Konfiguration *ist* mein neuer Rechner der alte C64, oder in der Sprache Alan Turings formuliert: Ein C64 ist als Emulation eine Universelle Turing-Maschine, die auf einer anderen Universellen Turing-Maschine läuft („imitiert wird“) (Anm. 33); gilt der klassische Begriff von Geschichtlichkeit nicht länger, wenn der Zustandsbegriff zwischen seiner technischen und seiner ontologischen Bedeutung oszilliert. Weit davon entfernt, Technologien zu beherrschen, werden kulturelle Wesen vielmehr von ihnen gestellt

- Begriff der "Zustandsübergangsfunktion" deutet es an; hat eine Maschine respektive ein Automat, der vollständig durch ihren Zustand definiert ist, keinen Speicher - sondern "ist" in dem Moment ihr eigener Speicher (Beispiel: Lichtschalterstellung)

Zeit, Temperatur, Information

- triggert das digitale Jahr-2000-Problem Medienästhetik von Zeit in diskreten Zuständen, mithin in rekursiven Zeitsprüngen; kennt der algorithmisierte Rechner kein lineares Zeitbewußtsein mehr, auf den Grundlagen diskreter Hardware (Takt, Frequenz) und schrittweise programmierter Software beruhend; lädt dazu ein, sich auf ein algorithmisches Denken von Zeitverarbeitungszuständen in diskreten Schritten einzulassen
- Konrad Zuses, der unter dem Titel *Rechnender Raum* das Universum als fortwährende Mutation diskreter Zustände, nämlich als Relaiskette von Impulsübertragungen kalkuliert (respektive als kalkulierbar erklärt)
- Fritz Heider 1926; die Rede dort von Meßinstrumenten, die aus einem Medium erst Form machen; Temperatur als vorhandene noch keine Information, nicht im Sinne von Shannon; vielmehr Signale als physikalisch-physiologische Operationen: "Wir erkennen nicht nur Dinge, die unsere Epidermis unmittelbar berühren, sondern wir erkennen auch oft ein Ding durch etwas Anderes. Wir sehen zum Beispiel durch den Äther ferne Sterne; wir hören durch die Luft den Ton einer Glocke; wir erkennen am Barometerstand die Höhe des Luftdrucks" = Heider in Engell (Hg.) 1999: 319
- wird der Begriff der Simulation sowohl für die Modellierung wie die empirische Erforschung von Phänomenen mit Hilfe komputativer Algorithmen verwendet; Grenze zwischen Modellierung und Empirie wird dadurch infrage gestellt; Analogcomputer in Peenemünde für Steuerung und Simulation des Raketenflugs des Aggregat 4
- umgangssprachlich kaum Unterschied zwischen Daten, Information und Wissen. "Daten sind das, was man bekommt, wenn man die Zeiger irgendwelcher Apparaturen abliest. Dagegen muss die Information ein Unterschied sein" - ist aber schon das originäre Meßdatum, als Produkt des Apparats, konstruktivistisch betrachtet - "und einen Unterschied machen. <...> Daten sind virtuelle Informationen, die durch Abfrage in aktuelle Informationen verwandelt werden" = Bolz 2000: 131

Zeitspiele: *Re-enactment* des C64

- vom Theater der Begriff des *re-enactment* vertraut, die Wiederaufführung bzw. Wiederholung eines Ereignisses in dramatischer Form; einsichtig (nach-)vollziehbar für physikalischen Mediumvorgänge (Saitenschwingungen am Monochord, Pendel) ebenso wie für elektromagnetische Anordnungen (Hertz' Versuchsaufbau); ahistorische Nachvollziehbarkeit; naturwissenschaftlich exakte, also nicht "interpretierenden" Wiederholbarkeit - Unterschied zwischen ideosynkratischen Schauspielkörpern und einer medientechnischen Anordnung
- C64 Heimcomputer seit 1982 verhältnismäßig niedrig getakteter 8-Bit-Prozessor; ließen sich Basic-Programme auf ihm effektiv ausführen. "Befehle wie PEEK und POKE erlaubten es, Byte-Werte direkt in Speicherzellen hineinschreiben und derart interpretiert zeitkritische

Maschinensprachprogramme auszuführen" =

http://de.wikipedia.org/wiki/Texas_Instruments_TI-99/4A, Zugriff 12. März 2007

- läßt sich im Jahr 2017 eine ursprüngliche Form des Computerspiels (1982er C64-Computer) erneut vollziehen; Wieder-Herstellung des C64-Ensembles (samt Peripherie aus Datasette, Joystick und Fernsehmonitor) durchaus von Entropieanfälligkeit gezeichnet; Hardware (etwa das Laufwerk der Datasette) fehleranfällig, oder eben die auf Magnetband der Datasette gespeicherten Bit-Ketten, die - anders als eine Tonaufnahme auf Cassette dergleichen Zeit - schon für den kleinsten Drop-out kritisch hinsichtlich des Gesamtprozesses (des Ladens der darauf gespeicherten Computerspieldatei); aus entgegengesetzter Perspektive betrachtet, daß der Computer zwanzig Jahre später noch unverdrossen dasgleiche Bildschirmereignis zeitigt und sich mit ihm per Joystick spielen läßt; Logik von Hard- und Software (also der SDI-Chip in seiner Festverdrahtung und das Programm) invariant gegenüber der techohistorisch verflossenen Zeit, dem Altern der physikalischen Bauteile; stellt das Medium menschlichen Nutzer in die von ihm vorgegebenen Zeit-Verhältnisse

- C64er Spielkonsole; zeitraubender Ladevorgang eines Computerspielprogramms von der Datasette in den Arbeitsspeicher des Prozessors; Latenz weist auf den dynamischen Charakter elektronischer Medienwirklichkeit; gilt ebenso für Zeilenaufbau des TV-Monitor als audiovisueller Schnittstelle zum menschlichen Benutzer (Computer läßt das Spiel auch bildlos laufen)

- Latenzzeiten als aktives Spielelement: in *online*-Spielen Datenbeschuß des gegnerischen Servers, um Reaktionszeit zu verlangsamen;
<https://www.wired.com/story/mirai-botnet-minecraft-scram-brought-down-the-internet> (Abruf Dezember 2017)

- grundlegende Zeitweisen technischer Medien: "Ein schriftlich fixierter Text oder ein Bild 'laufen nicht davon', der Zugriff auf die Informationsquelle bleibt 'stationär'"³¹; insofern auch die photographische Momentaufnahme noch auf Seiten des alphabetbasierten Archivs; entfalten sich Film und Phonographie überhaupt erst in der Zeit (als *time-based media*). Ein ruhender Film, also der Blick auf einen photographischen Kader, gibt gerade nicht die Bewegungsinformation preis, und "bei einer gestoppten Tonaufzeichnung tritt sofort Stille ein" <ebd.>, obgleich alle "schriftliche" Information (die phonographischen Rillen oder die magnetischen Ladungen) für diesen Moment als stationäres Signal ablesbar; Spektrogramm als räumlich geometrisierter Kehrwert des Zeitsignals (*waveform*)

Computerarchäologische Eskalationen: Emulation und Simulation

- "historische" Computer in operativer Präsenz

- Nachvollziehbarkeit historischer Medientechnik; Emulation früherer Computer; Fachmessen für historische Computer *Vintage Computer Festival* (VCFe) in

31 Burkhard Stangl, *Ethnologie im Ohr. Die Wirkungsgeschichte des Phonographen*, Wien (WUV) 2000, 71

München, Vintage Computing Festival, Berlin; Emulation Funktionsgleichheit in einer zeitinvarianten Weise; lassen sich Computer ihrerseits auf symbolischen Maschinen nachvollziehen (Prinzip Turingmaschine); Unterschied zu festverdrahtetes Medien: vermag ein aktuelles Radio kein früheres Radio in seiner technischen Konkretheit zu emulieren

- Simulation aus medienarchäologischer Sicht durch "temporale Indexikalität" definiert; diesen Faktor bei der Emulation von hochintegrierten Chips auf Mikrocontrollern buchstäblich einzuschreiben verlangt nach Programmierung in Assembler, da - im Unterschied zu Hochsprachen - maschinen-, also zeitnah; unmittelbare Übersetzung des vielsagenden Op-Codes in Mnemocode durch (gleichnamigen) Assembler-Compiler; läßt sich das filigrane Zeitgespinnst von Timern, Interrupts, Sync-Signalen zum VGA-Monitor und damit das Zeitverhalten der konkreten Hardware wirklich nachbauen; reicht nicht der Nachvollzug der symbolischen Logik, sondern verlangt nach der real implementierten Rechnerwelt, d. h. Rechenzeit; Simulation Emulator + zeitkritische Implementierung

- "einen Amiga zu emulieren, galt auf anderen Computern auf Grund der komplizierten und <...> schnellen Hardware des Amiga als unmöglich. Mit den Emulatoren *Fellow* für MS-DOS <...> war es schon auf einem nur 100 MHz schnellen 486er-PC möglich, annähernd die Geschwindigkeit eines Amiga 500 zu erreichen"³²; entscheidend hier der Zeitfaktor, womit "eine Simulation vor allem als Dynamik(nach)bildung zu verstehen ist"³³, nahe am Begriff der Animation - in diesem Fall die buchstäbliche Verlebendigung eines ausgestorbenen Computers: "The animation <...> has to give the user the feeling for what is going on in his or her model during the simulated time and to uncover the problems of the dynamic behavior of the model"³⁴ - bis hin zu echtzeitfähigen Benutzeroberflächen.

- wird Zeitfaktor der Simulation sinnlich erfahrbar dort, wo operative Medien und die Zeitweisen sonischer Prozesse ("Musik") sich ausdrücklich treffen; neben 64 KByte RAM und Graphikfähigkeiten des C64 vor allem auch sein programmierbarer dreistimmiger (also polyphoner) teils analog, teils digital operierender Sound-Chip: der MOS Technology 6581 SID (Sound Interface Design) Chip

- den SID-Chip auf der offenliegenden Platine identifizieren; den medienarchäologischen Blick praktizieren, nahe der non-invasiven Chirurgie

- bemerkenswert am brutalen POKE-Befehl in frühen Heimcomputern die Möglichkeit, Werte gezielt in Speicheradressen zu schreiben und damit "sofort

32 Volker Mohr, *Der Amiga. Die Geschichte einer Computerlegende*, Morschen (Scriptorium-Verlag) 2007, 93f

33 Inge Hinterwaldner, *Simulationsmodelle. Zur Verhältnisbestimmung von Modellierung und Bildgebung in interaktiven Echtzeitsimulationen*, in: Ingeborg Reichle / Steffen Siegel / Achim Spelten (Hg.), *Visuelle Modelle*, München (Fink) 2008, 301-316 (308)

34 Christine Strothotte / Thomas Strothotte, *Seeing Between the Pixels. Pictures in Interactive Systems*, Berlin / Heidelberg / New York 1997, 128

Ergebnisse³⁵ zu erhalten

- steht das "Poken" von Werten in den 6581-Chip konkret für Weisen der Klangerzeugung, welche den ursprünglichen Zusammenhang von Musik & Mathematik in der genuin technomathematischen Maschine in einer Weise ausreizt, wie es einem Pythagoras nicht gegeben war; erlaubt Verwendung von reellen (und nicht nur natürlichen) Zahlen ein wirklich mathematisches Verhältnis vom Ton, der ihn zugleich vom klassischen, kulturellen Musikbegriff emanzipiert: "Man kann damit nicht nur Musik, sondern praktisch jeden gewünschten Ton erzeugen" = ebd.; charakterisiert es die Welt der Sonik: ein analog zur Informatik oder Kybernetik gewählter Begriff, der den Unterschied technomathematischer zu traditioneller Klangerzeugung markiert³⁶

- "Aufgrund der hohen Popularität des C64 entstanden sehr viele Kompositionen für den SID <...>. Um diese Musik auch auf heutigen Computern abspielen zu können, entstand das SID-Dateiformat. Player für dieses Format gibt es für praktisch alle Plattformen <...>. Bei diesen handelt es sich überlicherweise um einen Emulator des Prozessors und des Soundchips des C64" = Eintrag "MOS Technology SID", unter:

http://de.wikipedia.org/wiki/MOS_Technology_SID; Stand: 21. April 2009

- folgt von Seiten des entsprechenden Wikipedia-Eintrags die sich am Sonischen für das menschliche Ohr (als seinem Ersatz-Zeitsinn) hochsensibel entfaltende Differenz von Emulation und Simulation elektronischer *versus* technomathematischer Klanggenerierung: "Wegen des halb-analogen Aufbaus des SID wurde eine exakte Emulation des Klangbildes bisher noch nicht erreicht. Deshalb gibt es auch einige Hardware-Synthesizer mit echten Sid-Chips zur Klangerzeugung" = ebd.

- stellt Emulation eine spezifische Form von Medienarchäologie dar; werden die Medien selbst "historisch" aktiv, indem sie Wesenszüge früherer Rechner ent- und aufdecken, "for further study of machines that no longer exist, such as the ENIAC or EDSAC", welche "impractical to restore, such as the SAGE", oder "impractical to run, (energy requirements) such as a CRAY"³⁷

- praktische Funktion einer Emulation: "Run software for a machine you had on a machine you have" <ebd.>

- Video-Dokumentation (*EDSAC 1999*) einer Tagung zum 50. Jahrestag der ersten erfolgreichen Berechnung durch den EDSAC Computer (mit Eingabe durch Telefonwählscheibe für Dezimalwerte und mit "memory tanks", nämlich Quecksilberverzögerungsleitungen); sei es "easier preserving by simulation

35 William B. Sanders, Einführungskurs Commodore 64. Eine praxisnahe Anleitung für die Bedienung, Haar b. München(Markt-und-Technik-Verlag) 1984, 155

36 Siehe W. E., Zum Begriff des Sonischen (mit medienarchäologischem Ohr erhört/vernommen), in: PopScriptum X: Das Sonische - Sounds zwischen Akustik und Ästhetik, <http://www2.hu-berlin.de/fpm/popscrip/themen/pst10/index.htm>

37 Zitiert nach: <http://ed-thelen.org/comp-hist/emulation.html> (Zugriff 20. November 2008)

software rather than re-creating it in hardware"; wird ein vergangenener Computer auf logischer Ebene durch einen heutigen emuliert; aber technischer, also Hardware-Ebene aber ist Historie am Werk, einmal im Sinne der Vergänglichkeit des Materials (Entropie), andererseits durch die gleichursprüngliche Gültigkeit jener elektrophysikalischen Gesetze, mit denen der EDSAC operiert, 1949 ebenso realisierbar wie 1999; diskursiv angeeignetes, historisch relatives Wissen aber wird von einem unverrückbaren Gestell der physikalischen Verhältnisse selbst gemäßregelt

- Wiederauferstehung antiquierter Computer: Henner Schneider, Simulation und Animation historischer Geräte, Beitrag zur Jahrestagung 1999 Deutscher Museumsbund, HNF Paderborn, 26. bis 28. April 1999, Fachgruppe Technikhistorische Museen; *online*; Maxwell M. Burnet / Robert M. Supnik, Preserving Computing's Past: Restoration and Simulation, in: Digital Technical Journal Vol. 8, No. 3 (1996), 23-38; Doron Swade, The Problem of Software Conservation. Computer Resurrection, in: The Bulletin of the Computer Conservation Society. British Computer Society, Bd. 7 (1996)

Simulation mit dem Analogcomputer

- Zeitverhalten ("Gegenwartsfenster", sei es nun Echtzeit oder Raffung respektive Dehnung) entscheidendes Kriterium für die Definition des Begriffs von Simulation: "Ein Analogcomputer befolgt in seinem physikalischen Verhalten über der Zeit die Gesetze des von ihm analog dargestellten Systems. Ist dieses auch ein physikalisches System mit der Zeit als unabhängiger Variablen, so kann man dafür die Berechnung die Zeitskala dehnen oder raffen. Einen Echtzeitrechner erhält man, wenn die Maschinenzeit gleich der Zeit des berechneten Problems wird. In diesem Falle stellt der Analogrechner einen Simulator dar, der sich zwischen" - also räumlich wie zeitlich im medialen Kanal (*to metaxy*) - "seine Ein- und Ausgängen so verhält, wie das von ihm simulierte System"³⁸ - zeitgetreu, *high fidelity* im Zeitbereich. "Man kann an den Ein- und Ausgängen Umsetzer anbringen, so daß dort die gleichen physikalischen Größen wie im simulierten System auftreten" <ebd.>

- Analogcomputer (anders als im Falle von A/D-Umsetzern) mit der (physikalischen, also zeitlichen) Welt selbst kompatibel; wird Teil des Systems, das er zugleich (teilweise) simuliert

Hard- und Software von Computern als Museumsgegenstand

- "Ich könnte mir ein künftiges Jahrtausend denken, das unser Zeitalter der Technik anstaunte, wie wir die Antike bewundern und Maschinen angrübe, wie wir Statuen" = Christian Morgenstern, zitiert von Ralf Bülow; Computer gibt als archäologisches Artefakt nichts zu sehen, schon gar nicht die Software

- Kurator am National Museum of Science and Industry in London Doron Swade, Collecting Software: Preserving Information in an Object-Centred Culture, in:

³⁸ E. Kettel, Übersicht über die Technik der elektronischen Analogrechner, in: Telefunken-Zeitung Jg. 30 (Juni 1957) Heft 116, 129-135 (130)

History and Computing Vol. 4 No 3 (1992), 206-210"

- Software ein kulturelles Artefakt, aber kein Objekt mehr, weil es sich erst im Vollzug entfaltet; Objektbegriff in der "objektorientierten Programmierung", Kapselung, Instanziierung
- Software gehört zu den "generic objects". Weil algorithmische Kunst "generativ" ist, kann sie - wie Leon Battista Albertis Kodierung des Stadtplans von Rom - *gleichursprünglich* wiederhergestellt werden; ist "historisch" nur mit dem Index des konkreten materiellen (kontingenten) Ausdrucks
- Computer ausstellbar, aber nicht seine zeitkritischen und "bit-critical" Prozesse - es sei denn, im frequenzbasierten Medium des Akustischen, akustische Virtrinen; Sonifikation der Cycling Units im ENIAC; das akustische *monitoring* von Seiten der Ingenieure an frühen Computern wie der Zuse Z 22
- "One bit wrong and the system crashes" - sofern überhaupt noch die Computerhardware zur Verfügung spielt, diese Software abzuspielen. "In archaeological terms the operational continuity of contemporary culture cannot be assured" (Swade); Lösung liegt darin, den materiellen Aspekt der Computerkultur selbst in Software zu verwandeln, d. h. vergangene Hardware digital zu *emulieren*; damit Dinge in der Kultur, die ihre eigene Verundinglichung betreiben - "logical replication as distinct from physical replication" (Swade), komputative Medien, die zwar Dinge darstellen, selbst aber überhaupt nicht mehr Dinge sind

Modellbildung zwischen Simulation und Emulation

- zwischen zwei Formen diagrammatischer Modellbildung scharf unterscheiden: Simulation, Emulation
- Emulation eines antiken C64-Computers auf heutigem Rechner eine Abbildung, die in ihrer Funktionalität (wenngleich mit anderen Algorithmen realisiert) streng der Logik des C64 entsprechen muß, und mit ihm dann als Medienzustand wesensgleich ist (unter Zugrundelegung des Türingschen Begriffs von Computer als mechanisierter Mathematik).
- aktuelle Emulation kein historisches Zitat, kein Aufruf eines Kapitels Computerhistorie, sondern im Moment der Konfiguration *ist* mein Rechner der C64
- prinzipiell ahistorischer Zustand von Mathematik
- Texte, die am Computer "und nicht so sehr im Kopf entstanden" sind? mit der Schere denkend; Turing 1936: Ein Mann, wenn er kopfrechnet, *ist* im mathematischen Zustand der Maschine. Er ist in diesem Moment von einer Konfiguration be- / gestellt: in ein "Gestell gespannt, das selbst wiederum eine Form der Entbergung des Seins ist" = Bruno Latour, Die Hoffnung der Pandora, Ffm (Suhrkamp) 2002: 213, paraphrasiert hier Heidegger
- definiert Latour in seinem "Glossar" den Begriff "actualization of a

potentiality" unter Rekurs auf Gilles Deleuze und Isabelle Stengers: "Das beste Beispiel für die Aktualisierung einer Potentialität ist ein Pendel, dessen Bewegung von seiner Ausgangsposition her vollständig voraussagbar ist; das Pendel schwingen zu lassen fügt keine neue Information hinzu" = Latour 2002: 372 f.; Latours "nonhuman" Agenten

Überlieferung von Computerspielen

- Jens-Martin Loebel, *Lost in Translation. Leistungsfähigkeit, Einsatz und Grenzen bei der Langzeitbewahrung digitaler multimedialer Objekte am Beispiel von Computerspielen*, Glückstadt (VWH Verlag Werner Hülsbusch) 2014

- "interact with a digitally archived artefact in future times" = Beitrag Loebel, "Technical Requirements and Challenges in Game preservation", Workshop (Gesellschaft für Informatik / Nestor / Computerspielmuseum Berlin et al.) *Save Game - Legal Challenges in Game Preservation*, Humboldt-Universität zu Berlin, 22. April 2015; urheberrechtlich erlaubt: "analoge" Reproduktion (etwa Abfilmen einer Computerspielsequenz), oder Ausdruck auf Papier

- emulation software which makes behave like an older system; i. U. zur Simulation: Emulation funktionales Äquivalent; das Input - Output-Verhältnis bleibt erhalten (auch wenn die Innereien der Black Box im neuen Host-Systems andere sind)

- simulation: faithfully track the single steps / instructions

- Begriff, der Emulation und Simulation verschränkt: "Semulation" (van Treeck); wenn nur das ethnologische Spielverhalten (mit-)überliefert werden soll: Simulation im theatralischen Sinn (performativ); zielt operative Simulation auf die Beibehaltung des authentischen Zeitverhalten des Mensch-Maschine-Systems als überlieferungswürdiger Information (die medienarchäologische Deutung); "IF timedEvent ... Interrupt"

- Basis für Paradigma der Emulation die Persistenz der von-Neumann-Architektur

ISO image

= Computer-Datei als Speicherabbild des Dateisystems einer CD resp. DVD (sofern diese im Format ISO 9660 strukturiert ist); <https://de.wikipedia.de>, Eintrag "ISO-Abbild", Abruf 18. November 2015; Auslesung sektorenweise; UNIX-Befehl "dd". Erstellung eines identischen Abbilds (eher *mapping* also denn "Bild"), etwa gebrannt auf eine 1:1-CD, "on the fly", ist *zeitkritisch*. Lesefehler entstehen durch Kratzer / Staub; aber: Fehlerkorrektur

- am Media Archaeological Lab, University of Colorado, Boulder "ability to run the original" von *The Speaking Clock* "if we have the hypercard stack files" anstatt einer Emulation (Kommunikation Lori Emerson, Oktober 2015); Kryoflux mit 3.5-Zoll Diskettenlaufwerk; Download als Datenpaket

<http://elmcip.net/creative-work/speaking-clock>; ein *disk image* erstellen, sektorenweise

- "Eine Emulation eines Commodore-64 auf einem aktuellen PC ist jedoch keine *performanzkritische Anwendung*. Für zukünftige Computersysteme, die unsere heutigen emulieren sollen, wird im Allgemeinen davon ausgegangen, dass deren Performanz weitaus höher ist als heute, sodass auch hier die Performanz für eine erfolgreiche Emulation ausreichen dürfte" = S. E. Funk, Eintrag "Emulation", in: H. Neuroth et al. (Hg.), *nestor Handbuch. Eine kleine enzyklopädie der digitalen Langzeitarchivierung*, Göttingen (nestor-Kompetenznetzwerk Langzeitarchivierung) 2010, 8:16-8:23; Verhalten als "performativer" zeitkritischer Aspekt? Wäre "Simulation"

- Videospiele, die es für den C-64 gab, im Internet als C-64 Disk-Image; darin enthaltenen Programme mit den Emulatoren laden und nutzen. "Als alter C-64 Nutzer stand ich also nicht vor dem Problem, meine Spiele von alten 5,25-Zoll Disketten auf neuere Datenträger migrieren zu müssen" = Funk ebd.

- "nun *auch möglich, einen Emulator wiederum zu emulieren*, wenn ein weiterer Generationswechsel einer Hardwareplattform ansteht" = Funk ebd.

TELEGRAPHIE

Abrupte Anfänge der Telegraphie

- Auftritt des telegraphischen Effekts nicht Teil einer evolutionären Kultur- und Technikgeschichte, sondern im medienarchäologischen Sinne abrupt; Florian Sprenger, *Medien des Immediaten. Elektrizität. Telegraphie*. McLuhan, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2012; unversehens Entdeckung der elektromagnetischen Induktion durch Oersted / Faraday; scheinbar instantane Elektrizität (Stromschlag) und elektronisches "live"-Signal (tatsächlich leicht verzögert); Differenz zum getakteten, mithin "algorhythmischen" (Miyazaki) Computer, der zwar nicht instantan rechnet und überträgt, aber mit mathematischer Intelligenz (Kompression, mit Shannon über Morse hinaus) die Zeit wettmacht, im Zeitfenster namens "Echtzeit"

- Heinrich Heine: "Welche Veränderungen müssen jetzt eintreten in unsrer Anschauungsweise und in unseren Vorstellungen! Sogar die Elementarbegriffe von Zeit und Raum sind schwankend geworden. Durch die Eisenbahn wird der Raum getötet, und es bleibt uns nur noch die Zeit übrig"; noch menschsinnzentrierter (phänomenologisch-kognitiver) Ansatz; wird durch Telegraphie unterlaufen

- verwenden Carl Friedrich Gauß / Wilhelm Weber, Göttingen 1833 ursprünglichen physikalischen Versuchsaufbau für erdmagnetische Messungen auch als elektromagnetischen Telegraphen (über Drahtleitung) mit binärem Code; Meßmedien als analytisches Vorspiel zu darstellenden Medien

- Ein (im Sinne von Bertolt Brecht über das Radio) "unbestelltes" Kommunikationsmedium? Heinrich von Stephan: Es gibt genug Telegraphen, doch nicht genug Telegramme.

- sonische Artikulationen der Telegraphie; Popovs elektromagnetischer Blitzmelder: "Indem ich parallel zur Klingel einen Aufzeichnungsmechanismus anbringe, der eine Linie auf einem Papierstreifen, der wiederum durch eine Uhr [...] angetrieben wird, hinterlässt, erhalte ich ein Gerät, welches jede elektrische Welle aus der Atmosphäre, die den Kohärer erreicht, aufzeichnet" = xxx Popov, Die Verwendung eines Kohärrers. Brief an die Redaktion der Zeitschrift „The Electrician“, Ausgabe 1021 vom 10 Dezember 1897, S. 235; Übers.: Wladimir Velminski

Relaisstation Tiflis: Zur Siemensfamilie und der Telegraphenlinie

- meint Archäologie Anfänge (*archai*) und ihre ausdrückliche Benennung (*logo*)

- Firma Siemens & Halske, Bau des längsten Streckenabschnitts der Indo-European Telegraph Co., Telegraphenlinie von London bis Teheran; bis zum Ende der 70er Jahre des 19. Jahrhunderts fast der gesamte Kaukasus mit Telegraphenlinien vernetzt; "in continual operation until its concession in Persian was terminated in 1931, and the wires abandoned. Siemens' engineering was so substantial that its iron posts each still with three iron-capped insulators were visible on the Caucasian coast and in the Persian desert over a hundred years after they were erected" = Steve Roberts' story of the Indo-European Telegraph Company: History of the Atlantic Cable & Undersea Communications from the first submarine cable of 1850 to the worldwide fiber optic network = <http://atlantic-cable.com/CableCos/Indo-Eur>

- 12. April 1870 telegraphischer Testlauf der sogenannten Siemenslinie London-Kalkutta: 28 Minuten, gegenüber einer bereits existierenden (seit 1865) alternativen Landroute; Konkurrenz direkte Unterwasserkabelverbindung zwischen England und Indien (betrieben von British Indian Submarine Telegraph Company); entscheidend: die Minimierung der "Translationen" als Relaisstellen auf drei = Brief Werner von Siemens an Carl von Siemens, 12. April 1870, zitiert nach: Hans Pieper / Kilian Kuenzi, in 28 Minuten von London nach Kalkutta. Aufsätze zur Telegrafieggeschichte aus der Sammlung Dr. Hans Pieper im Museum für Kommunikation (= Schriftenreihe des Museums für Kommunikation), Bern 2000, 209. Dazu Roland Wenzlhuemer, "Less Than No Time". Zum Verhältnis von Telegrafie und Zeit, in: Geschichte und Gesellschaft 37 (2011), 592-613 (597)

- problematisch für Indo-Europäische Telegraphenlinie London - Kalkutta die zunächst menschlichen Relais zur Verstärkung und Weitersendung der kodierten Signale; im orientalischen Raum diese Verstärker oft der englischen / deutschen / französischen Sprache nur rudimentär kundig, morsten somit eine fehlerhafte Version weiter. E. H. Gombrich in "some Axioms, Musings and Hints on Hearing": "It is the story of the signaller who misheard the urgent message 'Send reinforcements, am going to advance' as 'Send three and four pence, am going to a dance'"³⁹; entwickelt Siemens & Halske spezielle Verstärkerrelais für

39 Hier zitiert nach: Joe Banks, Rorschach Audio: Ghost Voices and Perceptual Creativity, in: Leonardo Music Journal, Vol. 11 (2001), 77-83 (77) <Quelle = E. H. Gombrich, Art and Illusion,

Telegraphenleitungen; strukturelles Verstärkerelement elektronisch die Triode

- Telegraphenverbindung in die Vergangenheit? "Prompt sind denn auch die Klopffeister spritistischer Sé/ancen mit ihren Botschaften aus dem Totenreich der Erfindung des Morsealphabets von 1837 nachgefolgt" = Friedrich Kittler, Grammophon - Film - Typewriter, Berlin (Brinkmann & Bose) 1986, Einleitung, 22 f. - zumindest technisch nicht vorausgegangen (die kulturwissenschaftliche im Unterschied zur medienarchäologischen Lesart, welche den Diskurs der Technik vorgängig sieht)

- „In <sc. Walther> Rathenaus Erzählung *Resurrection Co.* gründet die Friedhofsverwaltung einer Stadt Necropolis, Davota/USA, nachdem 1898 einige Fälle lebendig Begrabener Skandal gemacht haben, als Tochtergesellschaft die `Dacota and Central Resurrection Telephone and Bell Co.´ mit <...> dem einzigen Zweck, auch Grabinsassen sicherheitshalber ans öffentliche Telephonnetz anzuschließen.“⁴⁰ Darunter wählt ein dort begrabener Telephonbeamter ausgerechnet den Morsecode, um eine Kritik an seinem Nachfolger zu artikulieren: Rathenau 1918-1929, Bd. IV, 347 = zitiert nach Kittler 1986, Anm. 35 - in jeder Hinsicht diskrete *Signale aus der Vergangenheit*

- Kabel der indo-europäischen Telegraphenlinie längst durch *wireless* Radiokommunikation ersetzt und damit ins mediale Geisterreich des Unsichtbaren transponiert; Morsecode verschiebt sich auf die Lektüre ihres Archivs; Wissen um diese Vergangenheit wird nicht mit der Unverzüglichkeit der Telegraphie, sondern nur postalisch, d. h. nach-träglich überbracht: im alphabetischen Code der Schrifturkunden, Akten

- führte die internationale Telegraphenleitung mitten durch Tiflis, machte die Stadt damit zur Relaisstation ost-westlicher Kommunikation; mit Telegraphie zugleich Entortung zur Durchgangsstation, zugunsten eines Graphen; Verstärkung durch *repeater regenerator* / Erfrischung der Signale

- Signale aus der Vergangenheit zunächst als archäologische Hardware: "Als die deutsche Wehrmacht im Rußlandkrieg vorübergehend bis in den Kaukasus vorstieß, fanden die Soldaten Reste von eisernen Masten mit der Aufschrift "Siemens Brothers". Das waren die Rudimente der Landtelegrafienlinie London-Kalkutta aus dem Jahr 1870 [...]" = Tetzner 1995

- telegraphische Kommunikationsmedien; verschiebt sich das Verhältnis von Materialität und Code; liegt Technologie in einer materiell kodierten Form vor; Aufgabe der Medienarchäologie in der Entschlüsselung des diesen Objekten zugrunde liegenden Kodes

- Freileitung mit je zwei 6-Millimeter-Stahldrahtleitungen auf Porzellan-Isolatoren, welche Großbritannien über Moskau und Odessa, dann Tiflis und Teheran mit Indien verbanden - diegleiche Materie, welche in umgekehrter Telephonie auch die Basis der ersten elektro-magnetischen Sprachaufzeichnung, des *Wire Recorder* (patentiert von Valedmar Poulsen, vorgestellt auf der Pariser Weltausstellung von 1900) bildete, mithin: das

London (Phaidon) 1959 ???>

Gedächtnis der übertragenen Signale, als Kehrwert der flüchtigsten Form von Telekommunikation. Stahldrahtspulen bilden kein Archiv symbolischer Texte, sondern einen Speicher elektrischer Signale - gefrorene Telegraphie

- Archiv als symbolisch kodiertes Gedächtnismedium tradiert auf materiellen Speichermedien fixierte symbolische Information in Form geschriebener oder gedruckter Buchstaben - das Gegenstück zur telegraphischen Übertragung von Buchstaben im Morse-Code; hält der magnetische Signalspeicher fast immaterielle Elektronen in Latenz (Remanenz), die nahezu unverzüglich reaktiviert werden können - durch den gleichen Akt der Induktion, der auch die technische Grundlage von Telegraphie bildet. Keine unmittelbare Lektüre als dekodierende Entzifferung, sondern induktive Abtastung; daraus resultierendes Zeitverhältnis - wie in Samuel Becketts Einakter *Krapp's Last Tape* dramatisiert - ein nicht-historisches, dem elektrischen Kurzschluß auch in temporaler Hinsicht näher denn der geschichtlichen Distanz

- machen Telegraphen- und Eisenbahnlinien im 19. Jahrhundert Kommunikation und Transport flüchtig; "tötet" (Heinrich Heine) Telekommunikation Zeit über den Raum hinweg - ein *memoryless channel* der Signalübertragung

- Verschränkung von Telegraphen- und Eisenbahnlinien; symboltechnische Kommunikationsmedien und / oder realer Transport; stehen historische Eisenbahn- und Telegraphenlinie über Tiflis (Siemens) im Verbund - wie Charles Wheatstone seine Telegraphenlinien entlang der britischen Eisenbahn baut

- Bildtelegraphie als Verkehrung von bildlicher Übertragung und Bildgedächtnis

- lassen sich alle archivischen Dokumente im Morsecode übertragen; photogrammetrische Erfassung hält die Rekonstruierbarkeit eines Gebäudes in archivischer Latenz bereit

- Korrelation Stromleitungsmasten / Telegraphenlinie; Stark- / Schwachstrom; Einbettung in telekommunikative Transmission

- late eighteenth century engraving of Strasbourg Cathedral reveals a telegraphic signaling device (a "semaphore") on top of the Strasbourg cathedral octagon; signal transfer replacing discourse in the age of (new) media, Fig.: "Goethe's Strasbourg Cathedral, with added contemporary boutiques and a telegraphic signalling device topping the Octagon", in: Bann 1995: 86

- scheinen sich Telegraphie und Ortsgedächtnis (Archiv) zu widersprechen. Telegraphie steht für die Flüchtigkeit der übertragenen Signale; nach deren Empfang bleibt kein Gedächtnis; stehen Übertragung und Speicherung als technischer Kanal in einem reziproken Verhältnis; bilden gegenseitigen Kehrwerte, als Orts- respektive Zeitfunktion; signaltechnische Übertragungsmedien, die das Symbolische (Code) im Realen vollziehen

- telegraphische Fernlinie, obgleich sie für Telekommunikation steht, höchst materiell in Ortsgegebenheiten implementiert; zentrale Telegraphenrelais in Kanal selbst integriert, i. U. zur Kulturtechnik gleichen Namens (Pferdewechselstation); Georgien einst Knotenpunkt im System einer sich

elektrisch vernetzenden Welt der Morse-Telegraphie. Elektrisch aber heißt noch nicht elektronisch; Verstärkerelement der Elektronenröhre, 1906 durch Robert von Lieben für die Sprachsignalverstärkung in der Telephonverbindung zwischen Wien und Brünn, noch nicht gefunden; sind es die Werner von Siemensschen polarisierten Relais, welche die ankommenden Morsezeichen automatisch umtasteten und so die immer schwächer werdenden Telegraphenströme verstärkt weitersenden⁴¹; *repeater regenerator* das Geheimnis gelingender Telekommunikation

- hinterläßt der Flüchtigkeit unverzüglicher Nachrichtenübertragung gegenüber die dahinterstehende Infrastruktur von Telegraphenstationen Monumente, dauerhaft

Telegraphische Signale aus der Vergangenheit

- wird unter Kommunikation gemeinhin der techno-logisch ermöglichte Nachrichtenaustausch über *räumliche* Distanzen hinweg verstanden - derart, daß mit beschleunigter Übertragungsgeschwindigkeit der Eindruck von annähernder Gegenwärtigkeit (wenn nicht Gleichzeitigkeit wie in der drahtlosen *live*-Übertragung) erhalten bleibt

- menschliche Kommunikation im Internet lediglich Sonderfall von Kommunikation; heißt Übertragung im 20. Jahrhundert nur noch metaphorisch das, was sie bis ins späte 19. Jahrhundert einmal meinte: Nachrichtentransport von A nach B

- emanzipiert Telegraphie Nachricht vom Boten; vom Boten zur Botschaft als technische Form (*message* im Sinne McLuhans, nicht ihr semantischer Inhalt); Laufzeit (Kabel) und Form (Kodierung) der Signalübermittlung (Relais) unterscheidet Telegraphie vom Läufer von Marathon; Trennung nicht schlicht technikgeschichtlicher, sondern systematischer Natur. "Der Marathonläufer von 490 v. Chr. wirkt fast wie die Ausnahme", insofern antike Autoren vielfach von Feuerzeichen und anderen Formen der Signalmeldung berichten = Göttert 1998: 102; berichtet Polybios in Buch X seines Hauptwerks von einem optischen Übermittlungsverfahren von Buchstaben, die in einer 5 x 5 Matrix angesiedelt sind und damit das Alphabet bilden: "nichts anderes als das *Wesen unserer heutigen Telegraphie*" = Wolfgang Riepl, *Das Nachrichtenwesen des Altertums. Mit besonderer Rücksicht auf die Römer*, Leipzig / Berlin (Teubner) 1913, 93; kein Anachronismus. "In dem uns geläufigen Vorstellungskreise pflegt sich der Begriff der Telegraphie mit dem Begriff der *Elektrizität* zu vermengen, mit dem er *an sich gar nichts zu tun hat*. <...> Das Zeichenalphabet ist für die Telegraphie das Primäre, das Mittel der Übertragung" = Riepl 1913: 94; steht Epistemologie der Telegraphie im Verbund mit der Ahistorizität symbolischer Kommunikation über Zeitdistanzen hinweg - im technischen Sinn *symbolische* Untertunnelung der historischen Distanz

- antikes oder mittelalterliches Botenwesen eine Kulturtechnik, unabdingbar an

41 In diesem Sinne Karl Tetzner, Von London nach Kalkutta ohne Verstärker. Siemens baute 1870 eine Landtelegrafienlinie über 11000 Kilometer, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 146 vom 27. Juni 1995, Seite T 6

den menschlichen Körper gebunden; von technischen Medien dann erst plausibel die Rede, wenn der Übermittlungsakt derart technifiziert ist, daß er eine Ereigniskette nach eigenem, vom auslösenden / empfangenden Menschen in der Epoche der Übermittlung losgelösten Recht darstellt

fa-llen um 1900 Rohrpostanlagen nicht unter das Telegraphenrecht: "Der wesentliche Unterschied zwischen beiden Einrichtungen besteht darin, daß der Telegraph die Mittheilung nicht in Natur an den Adressaten gelangen läßt" - wie die alphabetische oder gar *oral history*-Überlieferung", sondern daß er dieselbe in bestimmten Zeichen transportiert [...]" - nämlich kanaleffizient kodiert⁴²

- Unübertragbarkeit von Materie durch Telegraphie & Internet; pneumatisierte Rohrpost übermittelt reale Geldscheine im Banksystem; bedarf es weiter der Spur eines materiellen, nicht nur elektromagnetischen Trägers, solange Geldverkehr noch nicht vollständig digitalisiert und identisch mit binären Signalen selbst wird ("bit-coins")

- Werbung Post: Internet-Handel, doch reale Waren nach wie vor in der realen physikalischen Welt, bedürfen der materiellen Verkehrslogistik

Die telegraphischen Medien der Historie

- antelle extensiver Transportzeit physikalischer Vehikel tritt die intensive Zeit der Telekommunikation. "Ihr habt keine Geschwindigkeit, ihr seid Geschwindigkeit"; dromologische Diagnose der gegenwärtigen Zeitlage = Paul Virilio, *Die Ästhetik des Verschwindens*, Berlin (Merve) 1986, 49; erlaubt es Rapid Prototyping, die Sendung tatsächlicher Objekte durch ihre Information zu ersetzen, nämlich durch die gleichursprüngliche Formgebung vor Ort im 3-D-Drucker, im Prinzip eine Turing-Maschine; Grundbedingung für diese Surrogate symbolische Digitalisierung; "Additivism"-Manifest von Morshin Allahyari / Daniel Rourke; abgeleitet aus der additiven Produktion von 3-D-Druckern

- begründet Philipp Hildebrandt, Mitarbeiter am Preußischen Historischen Institut in Rom, die Erklärung für die von ihm diagnostizierte Dekadenz der deutschen Diplomaten in einer medienarchäologisch faßbaren Tatsache: daß klassische Diplomatie durch die moderne Übertragungstechnik überholt wurde; Epoche der Postkutsche, als ein Botschafter in Rom nach einer Anfrage bei seinem Außenminister in Paris einen Monat auf Antwort warten mußte, verlangte nach Persönlichkeiten, die im Notfall ihre eigene Entscheidung treffen konnten, und in Abwesenheit einer Tagespresse im modernen Wortsinn mußte der Botschafter selbst die Aufgabe des Berichterstatters übernehmen⁴³; Annäherung an Echtzeit im diplomatischen Verkehr war zunächst ein Effekt der Eisenbahn: "Zudem erhielt die Diplomatie einen zweiten Schlag durch die Erfindung des

42 § 6 in: Otto Dambach, *Das Telegraphen-Strafrecht nach der Deutschen Gesetzgebung*, Berlin (Schoeß) 1897, 6

43 *Deutsches Historisches Institut Rom, Archiv, Nachlaß Philipp Hildebrandt, Fasc. Nr. 3, Bl. 16. Siehe auch Bernhard Siegert, Vögel, Engel und Gesandte. Alteuropas Übertragungsmedien*, in: Horst Wenzel (Hg.), *Gespräche - Boten - Briefe*, Berlin (Erich Schmidt) 1997, 45-62

Telegraphen; der Botschafter konnte jetzt binnen weniger Stunden Antwort erhalten, und er war jeder Verantwortung entledigt; er brauchte nur noch auszuführen, was ihm befohlen worden war. Das Aufkommen des Flugwesens hat dann im Vergleich zur Eisenbahn z. B. die Entfernung Berlin-Mailand verkehrstechnisch auf die Entfernung Berlin-Dresden zusammenschumpfen lassen."⁴⁴

- technisch induzierte Spontaneität; bricht eine neue Zeitlichkeit in die Epoche des Historismus ein. Aktualität wird jenseits des Aktenreiches der Registraturen und Archive virulent; mit der Erfindung des Telegraphen, so Hildebrandt, der Botschafter zu einem Grammophon geworden, der mit mehr oder weniger Geschick wiedergab, was ihm eingetrichtert wurde; infolge der Bindung an die Übermittlungslinie der Zentrale sei bei den diplomatischen Außenposten an die Stelle des politisch Schöpferischen das Mechanische und Administrativ-Bürokratische getreten. Heiner Müllers Gedicht *Mommsens Block* erinnert an die Gründung des kurzlebigen Deutschen Reiches von 1871 im Spiegelsaal von Versailles als "die Nachgeburt einer falschen Depesche", die aus diplomatischen Akten zusammengefätscht wurde, um dann publizistisch und kriegsauslösend zu wirken; kommen mit dem notorischen Telegramm Bismarcks Dimensionen von Sprache ins Spiel, die nichts mehr mit dem zu tun haben, was Sprache im Speichermedium literarischer Szenen ist, sondern vielmehr mit Sprache als Signalfolge im Übertragungskanal; geht es (in) Übertragungsmedien überhaupt nicht mehr primär um sprachliche Semantik.⁴⁵ Hildebrandts Kommunikations- und Medienanalyse der immer schon auf Übertragung angewiesenen diplomatischen Kultur motiviert durch den Ort, von wo aus er schreibt. Rom steht seit dem antiken *imperium* für Nachrichtentechnik als Befehlsfluß, und jedes neue Rom ist ein medientechnisches Imperium *jenseits* der Schrift als Matrix von Geschichte. Die französische Nationalversammlung beschloß 1794 nicht nur die allgemeine Alphabetisierung (Volksschulbildung), sondern auch optische Telegraphie für die militärische Kommunikation. Historisches Bewußtsein und ihre archivische Forschung weitgehend fixiert auf Schrift als Medium und Gedächtnis von Geschichte; technische Medien zeitigen neue Ereignistypen. "Alle Revolutionen sind technische Revolutionen"⁴⁶; verschwindet die klassische historische Zeit in Medienzeit, im telerevolutionären Effekt der Unmittelbarkeit des Geschehens

Die telegraphische (Kommunikations-)Situation

- entspricht dem forschenden Blick der Naturforschung in den Geisteswissenschaften die Quellenkritik, etwa in der Epigraphie; zählt zunächst das Signal, nicht erst die Information; Kunst einer zunächst nicht historisch-

44 Hildebrandt a. a. O.

45 Friedrich Kittler in der Podiumsdiskussion zu Heiner Müllers Gedicht *Mommsens Block*, in: W. E. (Hg.), *Die Unschreibbarkeit von Imperien. Theodor Mommsens Römische Kaisergeschichte und Heiner Müllers Echo*, Weimar (Verlag & Datenbank für Geisteswissenschaften) 1995, 72

46 Vilém Flusser, in: *Vilém Flussers Fluß. Ein Film von Michael Bielicky*, Deutschland 1993. Siehe auch Wolfgang Ernst, *Euro(re)vision. Medien, Revolution, Historie*, in: *Weimarer Beiträge. Zeitschrift für Literaturwissenschaft, Ästhetik und Kulturwissenschaften* (Wien: Passagen), 40. Jg., 1/1994, 15-28

hermeneutischen Signalanalyse, auch verlässliche Überlieferung, also Lücken und fehlerhafte Stellen an Inschriften als potentielle Information zu fassen

- versetzt sich der Historiker in die Situation der Telegraphie; setzen sich auch Archäologen an die Stelle der Empfänger von *Signalen aus der Vergangenheit* setzen, ist damit epistemologisch das Modell der Telegraphie als Symbolübertragung über emphatische Zeitdistanzen hinweg aufgerufen. "Eine zentrale Problematik eines solchen Ansatzes liegt allerdings darin, daß die meisten materiellen Reste, die von Archäologen und Archäologinnen ausgegraben werden, nicht - zumindest nicht primär - in kommunikativer Absicht geschaffen wurden."⁴⁷

- Samuel Morse handschriftlich über die Transkription des ersten interurbanen Telegramms von Washington nach Baltimore am 24. Mai 1844: "This sentence was written from Washington by me at the Baltimore Terminus at 8.h 45 (A. M.) min. on Friday May 24.th 1844, being the first (ever) transmitted from Wahsinton to Baltimore, (by Telegraph) and was indited by my much loved friend Annie G. Ellsworth, Sam. F. B. Morse, Superintendent of Elec. mag. Telegraph." Kommentiert Bernhard Siegert das scheinbare Paradox, daß der deklarierte Sender hier auch der Empfänger ist (tatsächlich eine Rück-Sendung): "Geschichte erscheint in der Kopräsenz von Dokument und Historiographie, die Lücke zwischen den *res gestae* und den *res narratae* scheint geschlossen"⁴⁸; Schabowskis "sofort" in unverzüglicher *live*-Übertragung am 9. November 1989, den Sturm auf die Berliner Mauer auslösend

- interessiert Benutzer eines Übertragungssystems "nicht das Sendesignal, sondern die gesendete Nachricht. <...> Es ist <...> deshalb möglich, weil das Empfangssignal von dem Sendesignal und dieses wiederum von der Nachricht abhängt"⁴⁹; verbindet selbst das kodierte Signal mit der Nachrichtenquelle noch eine indexikalische Spur. "Da jedoch das Sendesignal im Kanal in unbekannter Weise verzerrt ist, muß in der Antwort des Empfängers auf die Frage, was für eine Nachricht gesendet wurde, <...> ein Element der Willkürlichkeit stecken"⁵⁰; streng mathematische Behandlung dieser mittleren Wahrscheinlichkeit (Entropiemaß) leistet Shannons *Mathematical Theory of Communication* (1948)

Medienkommunikation vom Kanal her gedacht: Übertragen und Speichern

47 Exposé zur Fachtagung *Spuren und Botschaften. Interpretationen materieller Kultur*, Institut für Ur- und Frühgeschichte und Archäologie des Mittelalters, Eberhard Karls Universität Tübingen,

2. - 4. Juni 2000

48 Bernhard Siegert, xxx, in: Ana Ofak / Philipp von Hilgers (Hg.) 2010: 164

49 Jerzy Seidler, Optimierung informationsübertragender Systeme, Bd. 1: Grundlagen der statistischen Optimierung, Berlin (VEB Verlag Technik) 1967, 64

50 Seidler 1967: 64

- trennt nachrichten- und überlieferungstechnisch definierte Medienwissenschaft zwischen kommunikativem Inhalt und infrastruktureller Botschaft materieller Medien; verschiebt sich anthropozentrischer Begriff von Nachrichtenübertragung vom Boten hin zur Botschaft; wird aus "Evangelium" wird das angelische Ereignis selbst; Technik des Übermittlungskanals strukturiert die zu übertragende Nachricht von Anfang an; medienarchäologisches Momentum der Kommunikation in der kanalgerechten Kodierung; telegraphische Code und in zugespitzter Form der binäre Code; für Kulturtechniken und Technologien kultureller Tradition jenseits der Frage, wie Kommunikationsmedien in der historischen Zeit sind, These der symboltechnischen Strukturierung "historischer" Überlieferung selbst

- von technischen Medien dann erst plausibel die Rede, wenn der eigentliche Übermittlungsakt derart technifiziert, daß er eine Ereigniskette nach eigenem, vom Menschen ganz und gar losgelösten Recht darstellt; Entkopplung des Informationsflusses vom materiellen Transport

- nicht nur im mikrozeitlichen, mithin zeitkritischen Sinne telegraphisches Modell. "Telegrafie und Zeit sind auf den unterschiedlichsten Ebenen eng miteinander verwoben - und zwar über die Tatsache hinaus, dass Kommunikation (und damit auch das Versenden und Empfangen von Telegrammen) als Prozess in Raum und Zeit stattfindet."⁵¹

- rückt der nachrichtentechnische Kern des Medienbegriffs in den Vordergrund, der nicht direkt das kommunikative Verhältnis Sender-Empfänger betrifft, sondern das Dazwischenliegende: den Übertragungskanal mit seinen Prozessen der Übermittlung (Relais), Verrauschung und Kanalkodierung; Kommunikation über die Zeit hinweg; hier ist das Medium (der Kanal) ein Speicher als Kehrwert der raumgreifenden Übertragung; nachrichtentheoretische Definition in Claude Shannons *Mathematical Theory of Communication*, der es ausdrücklich nicht um semantische Fragen der intersubjektiven oder kulturellen Verständigung geht, sondern um die statistische Wahrscheinlichkeit der gelingenden Signalübertragung als solcher; kultursemiotischer Kommunikationsbegriff von übertragungstechnischem Begriff längst unterlaufen

- Informationstheorie zunächst eine mathematisch-ingenieurstechnische Lehre von der meßbaren Nachricht; Jürgen Trabandt, Zeichen des Menschen. Elemente der Semiotik, Frankfurt/M. (Fischer TB) 1989, 69; Kommunikationsbegriff nicht auf den zwischenmenschlichen Fall reduziert, gilt auch für Kommunikation zwischen Maschine und Mensch und künstliche Kanäle, in denen nicht der Mensch unmittelbarer Kommunikationsempfänger ist, sondern Speichermedien wie etwa Papyrus oder Schallplatte; wird in symbolisch geprägten materiellen Speichern die Zeit selbst zum Übertragungskanal

- nimmt nachrichtentechnisches Modell nicht nur menschliche Sender und Empfänger in den Blick, sondern versteht unter Kommunikation ein komplexes System im Sinne des elementaren Diagramms von Shannon; nicht Semantik hier im Vordergrund, sondern das physikalische und symbolisch kodierte Ereignis der Nachrichtenübertragung selbst - das Signal zwischen Mitteilung und Rauschen; bedarf es der stofflich-energetischen Träger für Kodierung,

Übertragung und Speicherung. "In diesem elementaren Sinne sind Signale materielle Zeichenträger"⁵²; konvergieren in medientechnischen Prozessen Zeichen und Signal, etwa phonographische Stimm- und Klangaufzeichnung⁵³; beschreibt Umberto Eco die untere Schwelle, wo eine nachrichtentechnische Signalanalyse in Semiotik als Untersuchung kultureller Kommunikation übergeht - mithin das Signal zum Zeichen wird, weil es die physikalische Form transzendiert.⁵⁴ Archäologie zeichnet die Nähe zur Materialität der Signals aus. Roman Jakobson weitete Ansatz der strukturalen Linguistik auf die Analyse grundsätzlich aller quasi-sprachlichen Systeme der Kultur aus.⁵⁵ Im Bestreben einer Philologie im (und für das) Informationszeitalter übernahm Jakobson die zu ingenieurstechnischen Zwecken, ausdrücklich *nicht* auf Bedeutungsvorgänge zielende Nachrichtentheorie⁵⁶; unter technischer Kommunikation nicht allein ein Mensch-zu-Mensch-Verhältnis verstehen, sondern vor allem den Speicher- und Übertragungsprozeß dazwischen samt der dort stattfindenden Signalereignisse

Morse und Code

- "Ein Minimum in Umfang und Zahl der Zeichen" erzielt ein "Maximum in der Energie der Zeichen", bewertet Nietzsche die Verse von Horaz⁵⁷

- liegt in der telegraphischen Rhythmisierung des Alphabets eine (nicht-harmonische) Musikalität

Relais und Verstärkung

- "Zur Abkürzung der *räumlichen Entfernung* gibt es nur ein praktisch brauchbares Mittel, das *Relaisystem*" <Riepl 1913: 95>; Korrelat dazu für die Zeitüberbrückung Speicher und Archiv; liegt Unterschied in der Länge des unterbrechenden / "umtastenden" Intervalls: kurze Pufferung in der Übertragung, Langzeitspeicherung im Archiv

- "This is in sharp distinction to the case of telephony where there are neither simple numerical relations between the various time intervals, nor a finite number of possible current values"⁵⁸; war es anhand eines diskreten Nachrichtensystems, daß sich die mathematische Theorie der Kommunikation

52 Michael Franz, Von Gorgias bis Lukrez, xxx, 53

53 Dazu Siegert 2003, 256 ff.

54 Umberto Eco, Einführung in die Semiotik, München (UTB / Fink) 1991, 28-31

55 Roman Jakobson, Fundamentals of Linguistics, 1956

56 Dazu Slava Gerovitch, Roman Jakobson und die Kybernetisierung der Linguistik in der Sowjetunion, in: Michael Hagner / Erich Hörl (Hg.), Die Transformation des Humanen. Beiträge zur Kulturgeschichte der Kybernetik, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2008, 229-274

57 Zitiert nach F. A. Kittler, Im Telegrammstil, in: Gumbrecht / Pfeiffer (Hg.), Stil. Geschichten und Funktionen eines kulturwissenschaftlichen Diskurselements, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1986, 363

58 Nyquist 1928: 618

entwickelte. Telegraphie ist nicht im historischen, sondern medienarchäologischen Sinne das *Vorspiel* (eher denn: die Vorgeschichte) der digitalen Informationstechnik; zielt *Medientheorie* der telegraphischen Übermittlung nicht auf die Inhalte, sondern Methoden "for determining the distortion of telegraph signals"⁵⁹; das fortwährende Drama materieller wie kodierter Überlieferung im kulturkommunikativen Sinn: "The transmission medium may alter the magnitude and phase of the sinusoidal components."⁶⁰

- kritisch nicht der semantische Inhalt der Kommunikation sondern "the lack of a precise formulation of what is meant by transmitting intelligence. <...> We may then lay down as a criterion for a telegraph system's ability to transmit intelligence, that is should be possible to shape the sent signals so as to make the received wave non-distorting" <644>

- Stück Atlantikkabel genuin medienarchäologische Reliquie

- drahtlose Telegraphie nicht wirklich "wireless"; Sende- und Empfangsantenne stellt bereits Leitungen dar - das andere Extrem, nicht die absolute Differenz zur drahtgebundenen Übertragung

- Kommunikation der Fox-Geschwister mit "Klopfgeistern" in Hydesville 1848 als früher Form des Turing-Tests *avant la lettre*; Mensch als durch Sprache definiertes Wesen vorweg im Zustand symbolischer Maschine; Anpassung an jeweils technische Eskalation kodierter Kommunikation (Telegraphie)

- holt das phonetische Alphabet die Musikalität der oralen Poesie symbolisch (explizite Vokalzeichen) in die schriftliche Fixierung; entwickelt sich telephonische Übertragung / phonographische Speicherung (Edison, Embossy Telegraph) aus dem Geist der diskreten Telegraphie

- post-telegraphisches "Twittern"; Sonifikation des twitter-Grundrauschens im Projekt *#tweetscapes*; werden vertraute Klänge aus der klassischen Kommunikationswelt genutzt: Schreibmaschinentasten, Morsezeichen, das Klicken von elektromagnetischen Relais; anders als Tonüberlagerung in Kirchenglockengeläut: gleichmäßig getaktete Abstände; diegleichen Glocken zur Zeitanzeige)

Der Morse-Code

- Funkentelegraphie; Weltfunkkonferenz Berlin legt 1906 Seenotzeichen "SOS" fest; Austzählung www.dradio.de, 3. Oktober 2006; Not"ruf" SOS kein Ruf, sondern Signal, reine Funken (medienarchäologisch *vor* Radio als NF-Übertragung von Sprache und Musik). Gewählt, weil als Signalfolge einprägsam in den Längen und Kürzen des Morsocodes; *nicht* ein akronym für "save our souls", also unsemantisch, sondern signalhaft. Ursprünglich "SOE" geplant, Morsesignal für "E" verklingt zu schnell - zeitkritische akustische Ökonomie

⁵⁹ H. Nyquist, Certain Topics in Telegraph Transmission Theory, in: Transactions of the American Institute of Electrical Engineers, Bd. 2, Heft 2, April 1928, 617-644 ("Synopsis", 617

⁶⁰ Nyquist 1928: 620

- setzt Marconi-Company Maßgabe für Notrufsignal, daß es nur mit Marconi-Empfängern auf Schiffen zu empfangen ist; demgegenüber dann Deutschland u.a . (Ursprung "Telefunken" als Alternative, vom Kaiser verfügte Kooperation von AEG und Siemens)
- 1875 Baudot Zeitmultiplex-Einrichtung mehrfache Ausnutzung Telephonlinien; Code mit fünf gleichartigen Zeichen, erlaubt 7200 Wörter/Stunde (Hughes-Apparat: 1200 Wörter); abgeleitet davon Übertragungsgeschwindigkeit Bits/Sek. ("Baud") im Internet
- Hughes-Telegraph; Anschluß Siemens & Halske; Buchstabenübertragung in Klarschrift; Typendrucker David E. Hughes: übertragene Wörter im Klartext wiedergegeben (ab 1855); Typenrad dreht sich während Druckgang weiter, steigert Geschwindigkeit
- *arché* Michael Faraday 1831: elektromagnetische Induktion; 1837 Relais (Johann Wagner); von Morse 1841 entwickeltes Alphabet: Folge langer/kurzer Stromimpulse; Telegraphenalphabet namens "Morse-Alphabet" tatsächlich von Veil entwickelt
- Wheatstone 1837 Zeigertelegraph: Buchstaben direkt auslesen; verwendet Wheatstone zum Senden vorgestanzte Lochstreifen (1867)
- elektrochemischer Telegraph Samuel Thomas von Soemmering 1811; Regierungsauftrag zur Erstellung eines optischen Telegraphen, von Sommering umgedacht; jedem Buchstaben eine Elektrode zugeordnet; Anzeige durch aufsteigende Gasbläschen (Elektrolyse), zeigen übertragenen Buchstaben elektrochemisch an; Voltasche Säule (Batterie) als Stromzufuhr; Kornes Parallel-Fernsehen ca. 1930
- kleinste Einheiten "Dit"; auch Pausen zählen (drei Längen: kurze, mittlere, lange Pause); plus zwei Zeichen (kurz / lang) , also insgesamt fünf. digital (aber nicht "binär"); Spatium also Charakter
- medienepistemologische Hypothese: "mediumistische" Deutung der Telegraphie erst vor Hintergrund der Denkmöglichkeit eines solchen Codes
- Morse-Apparat: durch Drücken wird Stromkreis geschlossen, Signal fließt; Anekdote Morse, Überfahrt Amerika: unterhält sich mit Schiffselektriker; kannte aus Europa optischen Telegraphen (Chappe)
- Morsen zeitkritisch; Zeit wird zur Infomations; lange / kurze Zeichen; auch auf Ebene des Aufschreibebandes: durch Uhrwerk gleichmäßig weitertransportiert, sonst wäre Code (lang / kurz) wertlos
- Zeigertelegraph Siemens / Halske: folgten Signale so schnell aufeinander, daß Gefahr linearer Verzerrungen besteht; daher Kombinationen auf fünfer-Alphabet so gewählt, daß statistisches Risiko bei besonders häufig vorkommenden Buchstaben gering; Anordnung Buchstaben auf Malling Hansen Schreibkugel; mechanische Begründung der QUERTY-Belegung der Schreibmaschinentastatur.

"Ein solches Vorgehen nennen wir heute *Kanal-Codierung*."⁶¹

- http://en.wikipedia.org/wiki/Morse_code; Mechanisierung von Code-Typen Morse, gegen menschliche Fehlerhaftigkeit in der Symboleingabe (Vail)

- Mehrfachnutzung Leitungen; Medienökonomie auf nachrichtentechnischer Ebene, später Shannons Kalkül (Kanalkodierung); Frequenzmultiplex (analog); Zeitmultiplex (digital) zeitlich verschaltete Signale

Telegraphie und Informationstheorie

- "intelligentes Stromnetz"; nicht mehr Stromzähler liefert Daten des Stromverbrauchs; Strom in Leitung selbst wird zum Datum; dezentrale Formen der Erfassung von Energieverbrauch: feingliederige Meßstationen ("vernetzt")

- beschränkt sich Shannons Informationstheorie und Entropiebegriff zunächst auf diskrete Zeichen- respektive Signalfolgen

- regt Boltzmann an, die Prinzipien der statistischen Mechanik auch auf die menschliche Gesellschaft (mit Entropie und Information als Geschichte) zu übertragen; Frank Haase, Stern und Netz. Anmerkungen zur Geschichte der Telegraphie im 19. Jahrhundert, in: Hörisch / Wetzel (Hg.), *Armaturen der Sinne. Literatur und technische Medien 1870 bis 1920*, München (Fink) 1990, 43-61 (54 ff.); kann gemäß 2. Hauptsatz der Thermodynamik für ein geschlossenes System von Körpern "immer der Sinn angegeben werden <...>, in dem jede Zustandsänderung sich abspielt. [...] Es folgt aus diesem Satze, daß jedes abgeschlossene System von Körpern endlich einem bestimmten Endzustande zustreben muß, für welchen die Entropie ein Maximum ist. [...] daß die gesamte Welt einem Endzustande zueilen muß, wo alles Geschehen aufhört [...]" = Ludwig Boltzmann, *Über statistische Mechanik* [1904], in: *Populäre Schriften*, Braunschweig / Wiesbaden 1979, 220 f. "Das Höchstmaß an Unwissenheit steht proportional zum Logarithmus der Wahrscheinlichkeit, daß die bestehenden Verhältnisse geordnet bleiben" = Haase 1990: 59

- Licht als Medium *und* Botschaft; Teleportation der Information der Qualität eines Lichtmoments auf ein Teilchen Materie; bislang getrennt: optische Leiter (Glasfaser) für die *Übertragung* von Signalen

- Kleinwächter, ehemals DDR-Gesandter in der World Communication Order-Kommission der UNESCO: Vernachlässigung der Ware "Information" im marxistischen Modell INFORMATION IS INFORMATION, NOT MATTER OR ENERGY. NO MATERIALISM WHICH DOES NOT ADMIT THIS CAN SURVIVE AT THE PRESENT DAY = Norbert Wiener, zugleich eine Kritik der materialistischen Wirtschaftstheorie; als kodierte Signalfolge wird aus Licht Information, versinnbildlicht die Differenz von Energie und Information

- lassen sich Morsezeichen der zeilenförmigen Logik des gedruckten Textes

61 Volker Aschoff, *Aus der Geschichte der Telegraphen-Codes*, in: Rheinisch-Westfälische Akademie der Wissenschaften: *Vorträge N 297*, Opladen (Westdt. Verlag) 1981, 7-35 (32)

anpassen, platzsparend, horizontal aufgereiht und durch große Zwischenräume getrennt; typographischer / telegraphischer Kalkül (Setzkasten, Shannon, Buchstabenstatistik)

- leuchtet Semantik auf: "Die Lichtstrahlen, die mein Auge treffen, sind nur Boten vom Ding, sind Zeichen für das Ding" = Fritz Heider, Aufsatz "Ding und Medium" von 1926, Wiederabdruck in: Pias et al. (Hg.) 1999: 319-333 (329); anders elektronische Kathodenstrahlen (TV), modulierte Signalvariante. "Nur insofern Mediumvorgänge an etwas Wichtiges gekettet sind, haben sie Wichtigkeit, für sich selbst sind sie meist `Nichts´. <...> Lichtstrahlen haben im Großdinglichen keine zugeordneten Folgen, und Ausnahmen" - wie z. B. das Radiometer - "verblüffen die Menschen" (Heider) = Heider 1926 / 1999: 329 f.

- ist auch der Buchstabe "A" in einem Text schon eine Information, weil er nicht primär als Materie- oder Energiezustand wirkt. An ihm haften zwar noch Reste der Materialität (Tinte, Papier) und der Energie (Schriftakt / Druck), doch liegen die Werte dieser Reste bereits unterhalb jener Schwelle, die Einfluß auf den Informationsgehalt hätte. Ob handschriftlich so oder anders notiert, ob in dieser oder jener Type gedruckt: der Leser erkennt den Buchstaben "A" in erster Linie als phonetischen Informationsgehalt; "space of non-reality" (frei nach Norbert Wiener)

- "Die Botschaft des elektrischen Lichts ist die pure Information seiner Strahlung; die Botschaft einer Nachricht ist die unmenschliche Geschwindigkeit ihrer Übermittlung."⁶²

- Glühbirne; elektrisches ein „Medium ohne Botschaft“ (McLuhan), wird aber als Signal zum Überträger einer solchen; angekoppelte Computerinstallation; Serie von acht Glühbirnen sendet ein Byte (stroboskopische Lichtsignalgeschwindigkeit, die Energie in Information wandelt); Filmsequenz Jörn Hintzer, *Sonne über Leverkusen*

- Glühbirne das selbstverständlichste „Bild“ der Energie, ihre Sichtbarmachung als Funktion, nicht Allegorie. / Licht(-geschwindigkeit) und Information: „Die größtmögliche Geschwindigkeit, mit der Signale übertragen werden können, <ist> die Lichtgeschwindigkeit“ <Fichtner 1977: 107>; Lichtgeschwindigkeit stellt die „nicht überschreitbare obere Grenze“ für die „Fortpflanzung von Energie“ dar; „sie ist die größte mögliche `Signalgeschwindigkeit´. Denn ein Signal, eine `Nachricht´, kann natürlich nur durch Übertragung von Energie (eines bewegten Körpers oder irgend einer Strahlung) von einem Ort nach einem anderen gelangen" = Wilhelm H. Westphal, Die Relativitätstheorie, Stuttgart (Kosmos) 1955, 31

- "Nun kann aber auch das Sagen als Zeigen so vorgestellt und vollzogen werden, daß Zeigen nur heißt: Zeichen geben. Das Zeichen wird dann zur Meldung und zur Nachricht über etwas, was sich selbst nicht zeigt. Ein erklingender Ton, ein aufblitzendes Licht sind für sich genommen keine Zeichen. Sie werden erst zu solchen hergestellt und bestellt, wenn zuvor verabredet, d. h. gesagt ist, was sie jeweils bedeuten sollen" = Martin Heidegger, Überlieferte Sprache und technische Sprache [*Vortrag 1962], St. Gallen (Erker)

62 Norbert Bolz, Kann sich die Informationsgesellschaft eine Ethik leisten?, in: Universitas. Zeitschrift für interdisziplinäre Wissenschaft, 5/1993, 421-429 (427)

1989, 23 - Code, Alphabet, Informationstheorie (Shannon)

- auch die auf der Trägerwelle aufmodulierte Frequenz von Radio und Fernsehen eine "Information"? findet sie in demgleichen Medium elektromagnetischer Wellen statt wie das, worauf sie moduliert werden

- "Denken wir an die Morsezeichen, die auf Punkt und Strich, deren Anzahl und Anordnung beschränkt und dabei den Lautgebilden der Sprachlaute zugeordnet sind. Das einzelne Zeichen kann je nur eine von zwei Gestalten, Punkt oder Strich, haben. Hier vollzieht die rückfrhging der Zeichenfolge auf eine solche von Ja-Nein-Entscheidungen, zu deren Herstellung Maschinen bestellt werden, deren Stromfolgen und Stromstöße das Schema der abstrakten Zeichengebung ausführen und die entsprechenden Meldungen liefern. <...>. Der einzige Charakter der Sprache, der in der Inforamtion übrig bleibt, ist die abstrakte Form der Schrift, die auf die Form eines Logikkalküls umgeschrieben wird. <...> Auf den technisch-rechnerischen Prinzipien dieser Umformung der Spache als Sagen zur Sprache als bloß zeichengebender Meldung beruhen der Bau und die Leistung der Großrechenanlagen" = Heidegger 1962 / 1989: 24

- praktiziert Morsecode bereits die binäre Operation des Computers, aber nicht algorithmisch rückgekoppelt, nicht programmiert. Erst als kodierte Signalfolge wird aus Licht Information, wie es Aischylos in seiner Orestie als Übertragung der Nachricht vom Untergang Trojas beschrieben hat: durch Feuersignale, „der Fackel Zeichenpost“ (lampádos to symbolon heißt es im Agamemnon-Teil der *Orestie*). Die Gattin des griechischen Heerführers vor Troia, Klytaimnestra, hat die Einrichtung dieses Nachrichtensystems veranlaßt, um sich schnellstmöglich über den Fall der feindlichen Stadt informieren zu können. Nach zehn Jahren kommt dieses Signal, indexikalisch entzündet vom Brand Trojas selbst, und dekodiert vom Wächter der finalen Relaisstation in Mykene: "Ilions Burg / erobert, wie des Brandes Botschaft (phryktos angéllon) klar erweist! / <...> Da dreimal sechs mir warf des Feuerzeichens Licht" = Aischylos, Agamemnon 29-33; bedarf es einer Zuordnungsvorschrift, um einen umfangreichen Zeichenvorrat in einem anderen, knapperen abbilden zu können - im Sinne des Morsealphabets, das Zeit selbst zum kritischen Parameter von Information macht, ein striktes "one dot/time"; bilden langdauernde Lichtzeichen im Wechsel mit kurzen einen (um Leerstellen erweiterten) Binärcode

- Nachrichtentechnik, die sich "mit Strömen jeder beliebigen Stromstärke" beschäftigt = Norbert Wiener, Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung im Lebewesen und in der Maschine, Düsseldorf u. a. (Econ) 1992, 75; "was sie <sc. Nachrichtentechnik> von der Starkstromtechnik unterscheidet, ist, daß ihr Hauptinteresse nicht die Wirtschaftlichkeit von Energieproblemen, sondern die genaue Reproduktion eines Signals ist" <ebd.>; beginnt diese Nachrichtentechnik nach dem Fehlschlag des ersten Transatlantikkabels Mitte des 19. Jh.

NETZ / INTERNET

Briefkasten / Netzanschluß

- Metapher vom Menschen als Fortsatz des Steckers, bei Georg Simmel und

Walter Benjamin. Bart Verschaffel zufolge begann der virtuelle Raum mit der Erfindung des Briefkastens. Er ist "das erste Objekt im Raum, bei dem die Form eigentlich keine Rolle mehr spielt. Der Schlitz des Briefkastens ist die prähistorische Variante des Steckers. Die öffentlichen Terminals bilden die Schnittstellen zwischen den wirklichen und virtuellen Städten, die Interfaces zwischen den zwei Vorstellungen von 'cyberspace' und 'öffentlichem Raum'" = Geert Lovink (unter Bezug auf Bart Verschaffel), Über den Aufbau einer virtuellen Öffentlichkeit. Die Digitale Stadt Amsterdam, in: Katalog Ars Electronica, Linz 1995; www.thing.Desk.nl/bilwet/Geert/Aufsätze/dds.txt

- "[...] wir selbst sind Bildschirme geworden und das Verhältnis zueinander ist das von Bildschirmen geworden" = Jean Baudrillard, in: ars electronica Linz (Hg.), Philosophien der neuen Technologie, Berlin (Merve) 1989

Vorläufer (Rohr-)Post

- Art der pneumatischen Beförderung für zylindrische Behälter, in denen Kleinteile (Schriftstücke, Akten, Medikamente u.ä.) in einem Rohrpostnetz zwischen Sender- und Empfangsstationen transportiert werden. Die Rohrpostbüchsen werden an den Sendestellen mit einer Zieladresse versehen und an der Empfangsstation automatisch ausgeschleust." (dtv/Brockhaus)

- Werbevideo Die Post: werden nicht nur Informationen, auch Waren transportiert (Logistik)

Vorläufer Radio

- basic organization of the radio communicating system in the Army: net, consists of two or more radio stations located at the headquarters of the units which they serve = Talley, The Army's Amateur, in: Radio News 12 (April 1931), 892- 894, 925 u. 931 (894), analog zu Providern / Servern im Internet heute. Im Unterschied zum Internet allerdings ist dieses Netz ("built up of a series of nets starting with the Army amateur net control station" und infrastrukturell durch "inter-linking" charakterisiert) hierarchisch strukturiert: "In military work, there is a "chain of command" over which all orders pass from the highest commanding officer or office to the lowest subordinate. It is most essential that this "chain" be maintained and all correspondence and messages follow the established routine <...>. Therefore, subordinate stations in a net only communicate with each other or the net control station, but never with other stations which are in different nets. However, <...> while it is true that the message could be handled quicker by sending it direct from the originating station to the station at the place of destination, nevertheless, for the speedy dissemination <sic> of information and especially in emergencies, the net organization proves its worth" = ebd.

- bedurfte der sowjetischen Interkontinentalraketenbedrohung, um das US-Militär zu einem Umdenken in Richtung dezentraler Kommunikationswege zu zwingen

"Geburt" versus Archäologie des Internet

- heuert ARPA 1961 Psychologen J. C. R. Licklider an, bereits Erfahrung mit Projekten des Verteidigungsministeriums hatte - etwa als Mitarbeiter im Psycho-Akustik Labor der Harvard University. 1950 arbeitet er am MIT im Psychology Department. Zunächst Arbeit an (Artikel) "Man-Computer Symbiosis" (1960); klingt die Erweiterung zu einem Netz solcher Stationen an. 1962 kann er bei ARPA dieses Programm am Command and Control Research Office - Episteme der Kybernetik - weiterführen und es in Information Processing Techniques Office (IPTO) umbenennen (dort u. a. kollaborativ auch Douglas Engelbart und Marvin Minsky vom MIT) - eine Camouflage. Zunächst möchte Licklider nur ein Intranet dieses Forscherverbands. Damit wird die Frage von Mensch-Maschine-Interaktivität gekoppelt an das von "time sharing" - zeitkritisch also, und somit nicht mehr eine simple Büro- oder Schreibtischmetapher (CTSS wird entwickelt = Compatible Time-Sharing System - ein besserer Begriff als die "Netz"-Metapher, in der das zeitkritische Element zu kurz kommt); u. a. elektronisches Mail-System
- werden "Netze" in diesem Begriff vom Bild her gedacht, als graphische Verweisungsstruktur; angesichts der zeitkritischen Realität von Internet vielmehr von der Zeit her analysieren
- Lickliders Nachfolger am IPTO zunächst Ivan Sutherland, dann Robert Taylor. Dieser heuert Lawrence Roberts an für ein Network Project; daraus resultiert dann ARPANET. Roberts präsentiert 1967 einen Plan, Computer mit "dial-up telephone lines" zu verbinden; ein entsprechendes Programm in jedem Computer sorgt für eine "message switching and transmission function" = 78
- Jack Carne von RAND schlägt 1958 ein System vor, worin in Kommunikationskanälen jede Botschaft senderseitig einen *time-stamp* trägt; 1959 entwickelt Gunnar Svala von der North Electric Company ein System wo "high-speed signaling information is flooded through the entire network. When the end-party responds". "One feature of this network is that it allows a user to move across the country and take his telephone number with him": Adressen nicht mehr ortsgebunden, sondern "non-located" *online* (Knowbotic Research)
- Baran kritisiert Network im Stil von "spider-webs", denn "without adequate usable interconnection possible between the warp and the woof. Such networks fall apart under simulated attack"
- bei Bush 1945 die Rede von "some intricate web of trails carried by the cells of the brain"; das reale Internet ist eine Materialisierung dessen
- resultiert aus Lektüre solcher Berichte für Roberts die Vorstellung "how to route packets". Seitdem entwickelt das Internet mit Browsern und Suchmaschinen eine Art interne Metapher des Netzes, unter symbolischen Namen wie Internet Explorer oder Netscape Navigator. Wieder eine Raummetapher, welche die topologische Struktur des Netzes überspielt
- 21. Jahrhundert setzt sich mit Topologien auseinander: Mathematik, Vektorisierung des Raums, gebunden an die Materialität von Kabeln, Synapsen, Schaltkreisen, Prozessoren

- Seit wann heißt eine Schaltung von Leitungen buchstäblich "Netz / net"?
Begriff des "node" / Knoten = O'Neill 1995: 79. Physik, nicht Metaphorik des Netzes: im Sinne des *metaphorein*, des Übertragens selbst - aber auf der Grundlage realer Schaltungen; Topologie eines Netzes resultiert aus der Struktur der physikalischen (nicht virtuellen) Verbindungen, die zwischen den Datenstationen und den Netzknoten

- ist von Graphen statt von Topologie die Rede: also die (häufig geometrische) Darstellung einer über einer Menge M definierten zweistelligen Relation, anders gesagt: Kanten und Knoten. "Ein Graph besteht aus Punkten und aus Strecken, die diese Punkte miteinander verbinden", mit gerichteten (Pfeil, Vektor?) oder ungerichteten Verbindungen. Zerlegen wir einen Graphen in einen Untergraphen und berücksichtigen nur die Geraden, die in ihn hineinführen oder aus ihm herausführen, sprechen wir von einer Masche - die begriffliche Alternative zum Netz, wenn es um einen wiederum nicht ganz unmetaphorischen, aber doch präziseren Begriff von dem geht, was sich als World Wide Web im Internet organisiert. Die Masche "ist die Darstellung des Untergraphen eines Graphen als Black-box" = Wörterbuch der Kybernetik Bd. 1, hg. v. Georg Klaus, FFm (Fischer) 1969 (in Lizenz: Berlin, Dietz, 2. Aufl.), 240

- "Black box" als System, dessen Struktur nur teilweise bekannt ist und von der abstrahiert werden kann, weil ihre Untersuchung für bestimmte Zusammenhänge nicht wesentlich ist. Ablesbar ist vielmehr ihr Verhalten - In- und Outputs und die Relationen zwischen diesen = Klaus 1969 Bd. 1: 107

- Dezentralität des Internet ein diskursiver Mythos, eine Fehllektüre seiner Infrastruktur: "Es gibt nicht *den* Internet-Zentralrechner. Aber ganz gleichberechtigt sind die beteiligten Rechner im Web eben doch nicht. Ein Client, in der Regel ein Browser-Programm auf einem PC, sendet über die Telefonleitung eine Anfrage an einen übergeordneten Server. Dieser leistungsfähige Netzcomputer schickt daraufhin eine Web-Seite zurück. *Napster* und Co. arbeiten dagegen nach dem Prinzip *peer-to-peer* einer Kommunikation zwischen Ebenbürtigen" = Ludwig Siegele, Von Gleich zu Gleich, in: Die Zeit Nr. 30 v. 20. Juli 2000, 26; also Reversion von *broadcast*; nun sind alle Computer zugleich Client und Server. "Ein Rechner kann eine Datei von einem anderen herunterladen oder dorthin verschicken - ganz ähnlich wie in den Anfangstagen des Internet. Damals wurde eine E-Mail von Computer zu Computer weitergereicht, bis sie beim Adressaten ankam. <... > Die Prozessoren von PCs sind mittlerweile so schnell und ihre Festplatten so riesig, dass sie problemlos als kleine Server eingesetzt werden könnten" = ebd. Damit PCs ständig ans Netz angeschlossen - Direktanschluss an den *flow* (Kabelanschluss, schnelle Standleitung)

- änderte sich die Form der Navigation im Netz. Als der Informatikstudent Ian Clarke das Internet als Orwellsches Überwachungsinstrument zu fürchten begann, entwickelte er ein dezentrales Informationssystem, das die Anonymität sowohl des Senders von Daten als auch die des Empfängers schützt: "Das gedankliche Vorbild von *FreeNet* ist ein Reisender in prähistorischen Zeiten, in denen es weder Regierungen noch Landkarten gibt. Um voranzukommen, verlässt er sich auf die Informationen von Menschen, die er trifft. <...>. Die „Reisenden“ in *FreeNet* sind Suchanfragen nach Dateien. Und die „Auskunftgeber“ sind PCs, auch *nodes* genannt - Netzknoten. Sie veranstalten

ein kompliziertes Vor- und zurück <...>. kann ein Netzknoten ein eAnfrage nicht befriedigen, sendet er sie an den Rechner weiter, von dem er annimmt, dass er der gesuchten Datei am nächsten ist. <...> Der Begriff der Nähe ist in *FreeNet* allerdings nicht geografisch gemeint, sondern lexikografisch. Jede Datei in dem System ist mit einem Schlüssel identifiziert, normalerweise eine Kurzbeschreibung des Inhalts in kodierter Form" = Ludwig Siegele, Von Gleich zu Gleich, in: Die Zeit Nr. 30 v. 20. Juli 2000, 26; Tradition des *Regest*. Die Netzknoten nutzen diese Schlüssel als Anhaltspunkt ihrer Wegorientierung; der *nächste* Rechner steht daher dem Schlüssel am nächsten: ähnlichkeitsbasiert, kryptographisch (und läßt sich daher auch nicht, im Unterschied zu klassischen Suchmaschinen, nach Stichworten, sondern nur nach dem Buchstabengewirr der Schlüssel durchsuchen - gute Voraussetzung für ein Training bildbasierter Bildrecherche. Cyberspace nicht "Raum" (*space*), sondern mathematische Topologie - ein genuin kartesischer, weil "rechnender Raum" (Zuse)

- Telnet Internet *vor* der Epoche des WWW

- "infrastructure that assures Internet preservation"; Gedächtnis bedarf einer Infrastruktur als Dispositiv im Symbolischen. Kahle nennt die Chance, ein Gedächtnismedium *in statu nascendi* zu verfolgen, und warnt davor, zuviel Zeit verstreichen zu lassen: „And the opportunity to capture a record of the birth of a new medium will then be lost" = Kahle 1997: 83

- resultiert Kalter Krieg in Strategie der dezentralen Vernetzung und implementiert sie als Netz / ARPANET; organizational memory; Stefan Höltgen, über "hacking" im Kalten Krieg, in: xxx

Packet-Switching

- Fabel von Hase und Igel (Vief); mit digitaler Kommunikation wird aus Zeitraum der Signalübertragung ein logischer Raum der Originalkopie; und Zeit der Übertragung durch Codecs rechnend unterlaufen - respektive untertunnelt; bleibt indes der Mikroübertragungsakt der digitalen Kopie selbst

- dienen Internet-Protokolle, Fragmente der Datenpakete wieder passend zusammensetzen - nicht nur im bildlichen Sinne passend, vor allem auch im zeitlichen Sinne als Synchronisation; wird in Form der nachrichtentechnischen Puls Code Modulation (PCM) Übertragung im mathematischen Sinne unabhängig vom physikalischen Typ der Datenleitung (ob Telephonleitung, Glasfaserkabel oder Satellit), damit überhaupt erst Information im Sinne Norbert Wieners. "So streicht das Bit die Raumkonstante aus den Berechnungen für den Redundanzaufwand für den Kanal, d. h. die Distanz spielt keine Rolle mehr im Verhältnis zwischen Kapazität und Übertragungsrate. Das bedeutet folglich, daß Kommunikationstheorie mit (Brief-)Post nichts mehr zu tun hat" = Bernhard Siegert, Relais. Geschicke der Literatur als Epoche der Post, Berlin (Brinkmann & Bose) 1993, 289 f.; engl. Relays. Literature as an Epoch of the Postal System, Stanford UP 1999; postalische Übertragung (mithin der Kanal) durch intelligente Kanalkodierung kassiert - ganz so, die die Transportmetapher im Verkehr durch die Punkt-zu-Punkt-Verbindung zwischen zwei Flughäfen ersetzt wurde. An die Stelle der Erfahrung fortwährender Beschleunigung in den Verkehrs- und Kommunikationsmitteln der Moderne (das

Feld von Virilios Dromologie) rückt die des diskreten Sprungs von einem Aufenthalts-Zustand in den anderen - die Ankunft in der digitalen Zeit. Zeit vergeht nicht mehr auf dem Transportweg, sondern Aufenthaltsräume werden zeitinvariant verschoben

Hypertext

- Graphentheorie; technodiagrammatische Knoten, durch Links miteinander verbunden; können syntaktischer oder semantischer Art (Textkohärenz, Personalpronomen) sein; klassisches Buch: Inhaltsverzeichnisse etc.; Hypertext-Elemente (quasi Meta-Ebene); Rainer Kuhlen, Hypertext; Knoten als informationelle Einheiten. Graphentheorie: Knoten und Kanten als Verbindungen dazwischen

- in digitaler Matrix "hypernumbers"; Texte und Bilder und Töne nur dadurch miteinander verlinkbar, daß sie auf unterster Linie in digitalen Zeichen verrechenbar sind

- CD-ROM als technisch implementierte Hypermedialität; Augustino Ramellis barockes Leserad noch kein Hypertext, weil Bücher keine Verweise aufeinander / untereinander enthalten; Theodor Holm Nelson, Literary Machines. The Report on, and of, Project Xanadu, Sausalito, CA (Mindful Press) 1991; Vannevar Bush, As we may think, in: Atlantic Monthly, June 1945, kombiniert mit Hartmut Winklers medienwissenschaftlichem Kommentar "Wiedergelesen", in: formdiskurs 2, Heft 1/1997, 136-146

- Susan B. Barnes, Douglas Carl Engelbart: Developing the Underlying Concepts for Contemporary Computing, in: IEEE Annals of the History of Computing, Vol. 19, No. 3 (1997), 16-26

Netzwissenschaft

- konkrete Verschleierung der IP-Adresse in der "name domain"

- Heideggers diagnostiziert, "daß die Technik den Menschen immer mehr von der Erde losreißt und entwurzelt"; dennoch "funktioniert alles. Das ist gerade das Unheimliche, daß es funktioniert und daß das Funktionieren weiter treibt zu einem weiteren Funktionieren"⁶³

- bedurfte es der sowjetischen Interkontinentalraketenandrohung, um das US-Militär zum Umdenken in Richtung dezentraler Kommunikationswege zu zwingen Ashcroft, Justizminister der USA, schlug nach dem Terroranschlag auf New York am 11. September 2001 vor, das Internet neu zu konfigurieren: über wenige zentrale, damit kontrollierbare Server; Trennung des Netzes als Kommunikationsform und als reale Infrastruktur = Manuel Castells, Das Netz

63 Martin Heidegger, SPIEGEL-Interview vom 23. September 1966, in: Der Spiegel Nr. 23 vom 31. Mai 1976, abgedruckt in: Avial Ronell, Das Telefonbuch. Technik - Schizophrenie - Elektrische Rede, Berlin (Brinkmann & Bose) 2001, 49

und sein Werk, in: Zeitliteratur (Sonderbeilage zu Die Zeit, Nr. 51, 56. Jg., Dezember 2001), 53-56 (55); ders., Das Informationszeitalter. Bd. 1: Die Netzwerkgesellschaft, Leverkusen (Budrich) 2001

Internet / Fiber Optics

- Netz an real implementierte, physisch festgelegte Leitungen bzw. Funkverbindungen gebunden, nicht reine Funktion der Programmierung / Protokolle; medienmaterialistische Lesart von "Cyber-culture" ist "Fiberculture"
- insofern die virtuellen Welten auf realen Verkabelungen / Schaltungen beruhen (ICs / Internet); Glasfaserkabel; "Materialisierung" von Licht

- "control" from *contreroule* - cybernetic feedback

- hat das Internet *als technische Infrastruktur* Krisen der virtuellen Ökonomie überstanden

- Entkopplung von Technologie und "Medium", etwa Streaming Radio über Internet. "Die Rillen der Schallplatte speicherten Musik, ein Hit verkaufte sich als Single und noch in den Namen von MP3-Datensätzen schreibt sich diese anschauliche Einheit von Material und Information fort. Genauso war der Film eine sichtbare Folge von Bildern und eins mit dem Kino. In digitalen Medien lösen sich derlei anschauliche Zusammenhänge auf. Den Inhalten der alten Medien, einerlei ob es sich um Texte, Bilder, Hits oder Filme handelt, werden Formate übergestülpt, um sie noch dem richtigen Sinnesorgan zuzuordnen, denn als binäre Daten sind sie austauschbar" = Stefan Heidenreich, Was kommt nach dem Netz? Nach der Dot.com Pleite zerfällt das Netz in Divergenzen, in: FAZ vom 20. März 2001

- Vilém Flusser antizipiert, daß es "technisch möglich ist, das Telefonnetz in die ausstrahlenden Medien einzubauen" = Die Geste des Telefonierens [1991], in: ders., Gesten, Frankfurt/M. (Fischer) 1994; Wiederabdruck in Pias et al. (Hg.), Kursbuch Medienkultur: 185-191 (191); Verweis auf Minitel, wo die Telephonnummern im Gerät selbst gespeichert sind, kein externes Verzeichnis mehr; "daß jene der Ziffern, aus denen eine Nummer gebildet wird, und ihre Reihenfolge von Bedeutung sind - eine einzige irrtümlich gewählte Ziffer hat eine falsche Verbindung zur Folge. Der Telefoncode ist eine der nicht-redundanten linearen Codes, über die wir verfügen" (186); aktuell URL. Flusser: in frühen Telephon"nummern" noch Buchstaben (auch auf Wählscheibe); inzwischen "das Alphabet wurde als / nicht mehr mit dem Rechenvorgang vereinbar aus dem Code eliminiert, was beweist, daß nicht nur die Literatur, sondern auch die Algebra, die symbolische Logik, kurz jede alphabetische Notation den Rechencodes Platz machen muß" - dem binären Code, "denn keine solche Notation kann die Informationen übermitteln, die wir benötigen" = 186 f.

- *online* Netzanschluß, drahtlose Breitbandversorgung auf Mobiltelefonen nahezu allerorten: im Prinzip nachrichtentechnische Konvergenz; tatsächlich aber Divergenz für Betriebssysteme, technische Standards; Begriff Netz metonymisch für softwaregewordene Hardware

Text-Browser

- Text- im Vergleich zu graphikbasierten Browsern schnell und "absturzsicher"; werden zu Recherche verwendet, da sie Webseiten auf den Text reduzieren" = [http://de.wikipedia.org/wiki/Lynx_\(Browser\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Lynx_(Browser)); Zugriff 3. September 2008; eignet sich Lynx, um Internetseiten auf ihre Lesbarkeit mittels Screenreader zu überprüfen, wie Blinde ihn verwenden; meint vor allem Sprachsyntheseprogramme, also eine Form des auditiven Interfaces als Alternative zum GUI (nicht nur für Blinde, sondern als genuin medienästhetische Alternative)

Online sein

- *online* sein zugleich *on-time* sein; bedeutet den freiwilligen Selbstanschluß des Menschen an die zeitliche Logik des rechnenden Raums, an die Geschwindigkeit der Elektrizität (McLuhans "acoustic space"); entstehen mit dieser kybernetischen Kopplung dynamische Konstellationen, die andere Aufenthaltsweisen in der Gegenwart *zeitigen*. anstelle der übergeordneten Referenz einer alles umfassenden symbolischen (Zeit-)Ordnung zeitigende Prozesse; damit einher geht kein Verlust von tempor(e)aler Eigentlichkeit, sondern eine ursprüngliche Offenheit des Menschen (als signal- und symbolverarbeitendem Wesen *per definitionem*) für techno-logische Anschlüsse

- Instagram „Live-Funktion“, in der sich der User in Echtzeit filmt und seinen Followern - falls sie genau in diesem Moment zuschauen - direkt Nachrichten verschickt, auf die unverzüglich im Live-Video reagiert werden kann; Ermöglichung einer Signalübertragung, die von den Usern als exklusives „Live-Erlebnis“ empfunden wird, gerade das technologische Gegenstück zur Live-Übertragung: die techno-mathematische Echtzeit; bieten solche Funktionen wieder eine quasi-auratische "Einmaligkeit" (Benjamin), auch wenn das Bild noch schneller verglüht = Wolfgang Ullrich, Die Rückkehr der Aura in der Handy-Fotografie. Instant-Glück mit Instagram, in: Neue Züricher Zeitung vom 10. Juni 2013

MOBILE MEDIEN

Algorithmen in Transparenz

- Verlagerung von menschlicher Eigenverantwortung in das Smartphone; "Apps"; selbstfahrendes (Google-)Auto; Astrid Herbold, "Auf dem Tablet serviert", in: Tagesspiegel v. 25. September 2015, <http://www.tagesspiegel.de/medien/digitalisiertes-leben-auf-dem-tablet-serviert/12371084.html>, Rubrik "Netzspiegel"

- mit "intelligenten" Oberflächen interagieren, "aber nicht mal mehr im Ansatz verstehen, was sich im Inneren der Maschinen / Netze ("black boxes") abspielt"; dramatische Miniaturisierung der aktiven Bauteile in elektronischen Kommunikationsmedien (beginnend mit dem Transistor im portablen Radio, resultierend im Integrierten Schaltkreis digitaler Medien); werden

Medienvorgänge selbst undurchsichtig; waren frühe Nutzer von Radio und Fernsehen imstande, die Technik selbst ansatzweise zu durchschauen (und zu justieren, zu reparieren, den eigenen Bedürfnissen anzupassen); hat Bertolt Brecht in seiner "Radiotheorie" ca. 1930 aktiv dazu aufgerufen, daß Nutzer sich mit der Technik vertraut machen, um das neue Medium anzueigenen; nicht nur empfangen, sondern auch selbst senden; konnte "Volksempfänger" in der Epoche des Nationalsozialismus mit entsprechender Medienkompetenz umgebaut werden, um etwa auch englische Programme zu empfangen; heißt diese Kompetenz einerseits Basiskenntnisse in Software (der Quellcode, "Open Software"-Bewegung, und das offene Betriebssystem "Linux", das Nutzern eine aktive Mitarbeiter an der Weiterentwicklung erlaubt); kommt in der Medienarchäologie der Ansatz "open the black box" hinzu; hat Kunstszene die Materialität von Medien wiederentdeckt und veranstaltet Löt-Seminare ("Makers Lab")

- Goethesche Frage nach dem, was die Welt im Innersten zusammenhält; wie Medienwissenschaft nicht nur auf die ökonomischen oder technischen, sondern eben auch die erkenntniskritischen Aspekte der digitalen Medienkultur schaut

- Vertrautheit mit den mathematischen Algorithmen, welche die digitale Kultur heute bis in die Details des Alltags steuern; Verständnis dafür geht verloren, wenn Nutzer nur noch auf "Icons" klickt / wischt - ähnlich, wie den Analphabeten im Mittelalter in den Kirchen Bilder mit Bibelgeschichten gezeigt wurden, statt ihnen Lesen und Schreiben zu lehren

- Eröffnung der Ausstellung *Infosphäre*, 4. Sept 2015, ZKM. "Seitdem der alphabetische Code von dem numerischen Code ergänzt worden ist, stellen Algorithmen ein fundamentales Element unserer sozialen Ordnung dar." Armin Linkes Projekt *The Appearance of That Which Cannot be Seen* macht die verborgenen Seiten der Infosphäre sichtbar: Kabel und Hardware, Datenzentren, Spionage-, Erkundungs- und Wettersatelliten, Serverräume von Finanzfirmen und Banken, die Infrastruktur der Infosphäre."

- Begriff der *Locative Media*: Konkrete Verortung durch ortsbestimmende Kommunikationstechniken wie GPS, RFID, aber auch Mobiltelefonie. Siehe Anne Galloway / Matthew Ward, *Locative Media as Socialising and Spatialising Practices: Learning from Archaeology*, demnächst: MIT Press; ferner: Regine Buschauer / Katharine S. Willis (Hg.), *Locate Media. Medialität und Räumlichkeit*, Bielefeld (transcript)

- mit fortschreitender Vernetzung und Digitalisierung des Alltags ein höheres Maß von dem, was in der klassischen Kybernetik "Steuerung und Kontrolle" heißt; geht "ubiquitous computing" davon aus, daß Umwelt bis in Details digital vernetzt werden wird; heißt umgekehrt: Mensch wird Teil eines Mensch-Maschine-Systems; kontrolliert und wird zugleich kontrolliert (perfekter denn je überwachbar durch Nachrichtendienste wie die NSA)

- Grund für medienarchäologische "Erdung" (im neuen technischen Sinne der Verkabelung zwischen Servern / der Leitungsdichte innerhalb von hochintegrierten Mikrochips selbst) in der Infrastruktur: "wachsende Asymmetrie zwischen der Durchleuchtung unserer Lebenswelten und Gewohnheiten einerseits und der Intransparenz der Algorithmen andererseits"

= Steffen Mau, Wenn der Algorithmus die Kontrolle übernimmt, in: Humboldt-Universität Nr. 23 264, 14. Oktober 2017, B1, Autor von *Das metrische Wir. Über Quantifizierung des Sozialen*; Hacking von Hard- wie Software.

- Stichwort "post-digital": fortwährende Epoche digitaler Medien, diese jedoch so selbstverständlich und alltäglich geworden, daß sie nicht mehr bewußt reflektiert (wie in medienarchäologisch emergenter Phase), sondern schlicht genutzt werden; führt zu einem Verlust von kritischer Distanz / "Medienökologie", keine technologische Erdung mehr im Medienwissen / Bewußtsein

- Unterschied zwischen digitalisierten und "born digital" Kunstwerken; "Netzkunst bezieht ihr Material aus systemimmanenten Eigenschaften des Internet" = Definition Gunther Reisinger, Vortrag "Synchrone Archive. Digitale Quellen im Kontext musealer Sammlungen", Tagung *Ohne Netz*, 16. November 2012, HU Berlin (Medientheater)

- Goethesche Frage nach dem, was die Welt im Innersten zusammenhält, in Zeiten der Netz-Welten: Vertrautheit mit den mathematischen Algorithmen, welche die digitale Kultur heute bis in die Details des Alltags steuern; Verständnis dafür geht verloren, wenn Nutzer nur noch auf "Icons" klickt resp. "Apps" aktiviert - so ähnlich, wie den Analphabeten im Mittelalter in den Kirchen Bilder mit Bibelgeschichten gezeigt wurden, statt ihnen Lesen und Schreiben (Quellcode) zu lehren

- nutzen Flüchtlinge Smartphones intensiv um ihre Reiserouten zu planen; führte zu neuem "Schabowski-Effekt"; hat Sprecher des Zentralkomitees des ehemaligen SED-Politbüros auf die Frage nach Inkrafttreten der neuen Reiseregulungen am 9. November 1989 mit "sofort" antwortete und dies wurde im technischen Sinne auch "sofort", nämlich live, in Radio und Fernsehen übertragen - was die Menschenmassen schneller in Richtung Grenzübergänge bewegte, als die Administration reagieren konnte

- kuratiert Shintaro Miyazaki Projekt *Ubiquitous Oscillations*: "[I]m Zeitalter von Mobilfunk, Wireless Lan, Bluetooth, RFID wo wir umgeben sind von digitalen Medientechnologien, die immer kleiner und unsichtbarer werden und trotzdem durch drahtlose Telekommunikation allgegenwärtig sind, das heisst ubiquitär sind, werden wir in unserem Alltag fast immer mit elektromagnetischen Wellen konfrontiert. Wellen die hörbar gemacht werden können. So sind wir durch unser Streben nach Mobilität gleichzeitig in einer unhörbaren Kakophonie elektromagnetischer Dissonanzen gelandet" = Ankündigung von *"Ubiquitous oscillations" or "Fourier changed our world"*, Ausstellung samit Theorieworkshop, Januar 2009, General Public, Berlin

- mobile Kommunikationsmedien ("Handy") mit Heidegger: "In der Auffälligkeit, Aufdringlichkeit und Aufsässigkeit geht das Zuhandene in gewisser Weise seiner Zuhandenheit verlustig. [...] Ein Zeug ist unverwendbar - darin liegt: die konstitutive Verweisung des Um-zu auf ein Dazu ist gestört. [...] In einer *Störung der Verweisung* - in der Unverwendbarkeit für ... wird aber die Verweisung ausdrücklich." = Martin Heidegger, *Sein und Zeit* [*1927], Tübingen (Niemeyer) 1986 (18th ed.), 74

- Softwarekritik heute: Begriff (ca. 5 Mio.) "Apps" verunklärt Einsicht in Quellcode, die für Menschen (Programmierer) lesbare Variante von Maschinen"sprache"; von Compiler für Smartphone-Prozessoren übersetzt; "App"-Entwicklung auf verschiedenen Ebenen (modulare Architektur, bis hin zum Graphikdesign). Smartphones; Tablet PCs; i-Pads, i-Phone (Apple) mit IOS Betriebssystem; App-Store (Konto eröffnen); Google: BS Android; "Messenger Apps"; Kalender-App mit personalisiertem Erinnerungs-Appell (i. U. zum passiven "händischen" Kalender); erlauben benutzerdefinierte Funktionen (Apps) Zugriff auf Hardware (Mikrofon, Kamera) sowie Datenbanken (Adressbuch); Lokalisierung durch GPS (Standort-Funktion); Sprachausgabe in Galaxy alternativ zum optischen Display ("voice over" / "Sirenen") i. U. zu virtuellem, kontextfragilen Gesprächspartner SIRI (Apple IOS); Photodistribution: Urheberrecht bleibt beim Subjekt, aber vertraglich Nutzungsrecht an Provider / Dienste abgetreten; wie medienkritisch nicht im beobachteten *archive* selbst verfangen sein; "App" entkoppeltes Medium; *Marktplatz*-Sendung DeutschlandRadio, 2. März 2017, dort "Apps" thematisiert gleich nicht-menschlichen Akteuren; in "Cloud"-Dienste / Anbieter ab- bzw. zwischenspeichern: zeichnet über die Jahre Nutzerprofil (*profiling* / Zeitreihen)

Digitalisierte Öffentlichkeit

- ändert sich die Zeitlichkeit im Netz, zugunsten einer de-synchronisierten Öffentlichkeit, einer temporalen "Liquidierung". Zeitung (schon im Namen) und Broadcast-Medien haben einmal die Rhythmen demokratischer Öffentlichkeit definiert, die nun in algorithmische Arrhythmie zerfällt; als gleichzeitig empfundene politische Gemeinschaft keine räumliche *agora* mehr, sondern eine durch Uhr- und Computertakt technisch hergestellte Chronosphere

- begann Frequenz der gedruckten Zeitungen (der Rhythmus der Gutenberg-Galaxis) mit der wöchentlichen *Relation: Aller Fürnemen vnd gedenckwürdigen Historien* in Straßburg, 1609 in Wolfenbüttel der wöchentliche *Aviso* und die erste Tageszeitung 1650 in Leipzig mit dem Titel *Einkommende Zeitungen*; fallen Nachricht und "Zeitung" ineins

- buchstäbliche Zeit(ig)ung;; wurzelt der Begriff Zeitung letztendlich im Begriff der *Tiden*, der Gezeiten, "die als endlose Wiederholung des ewig Gleichen gelten" - im Unterschied zum *Journal* im Französischen, also der ausdrücklich an den Tag gebundenen Notiz wie schon die *acta diurna* der antiken römischen Republik. Zum Anderen erklärt sich die Zeitung "direkt über ihre materielle Grundlage: `Newspapers´ sind letztlich Papier, die `Gazetten´ leiten sich ab vom Preis eines Dreiviertelpfennings, der `gazeta´, zu dem sie in der Republik Venedig zu kaufen waren"⁶⁴. In der Materialisierung von Schriftsymbolen ist die Wiederholbarkeit angelegt, die im Sound der Druckerpresse zum Rhythmus wird. Hier *zeitigt* das neue Medium, buchstäblich, eine Form. Hierin

64 Paul C. Martin, Auf reinem Acker ist gut pflügen. Die Entstehung der Zeitung in der Luther-Zeit, in: "Auch saget man warlich ...": Von der ersten "Zeytung" bis zur Gegenwart: Ein Medium wurde zum reißen Strom, Katalog zur gleichnamigen Ausstellung im Berliner Axel Springer Verlag Mai bis Juni 1996, 5-7 (5). Informations-, Zeit- und Geldwert schließen sich im aktuellen Hochfrequenzhandel der virtuellen Ökonomie wieder kurz.

unterscheiden sich die ersten gedruckten Einzelzeitungen von dem, was später regelmäßige Periodika sind; das Fehlen der Periodizität charakterisiert die frühen Drucke mit Nachrichtencharakter.⁶⁵ Anders trägt die technische Reproduktion in Form von Photographie und Xerokopie eine "signature in time"⁶⁶ mit sich, wo die Kopie immer schon eine Differenz zur Vorlage ist - es sei denn, sie wird algorithmisch immerfort in Echtzeit gleichursprünglich wieder errechnet

- sucht Übertragung im Internet durch Zwischenschaltung einer algorithmischen Dynamik, nämlich effektiver Komprimierung, das Zeitfenster nahe dem, was menschliche Wahrnehmung als Echtzeit von Bewegung begreift, zu halten

- steht die Herstellung einer Zeitung unter ständigem Zeitdruck; geht eine *neue erschreckliche Zeitung* über ein Erdbeben bei Florenz von 1542 mit dem Hinweis hinaus: "Das habe ich euch in Eile müssen anzeigen, die Post will weg!"⁶⁷ So konkret ist die Zeitung an die klassische Übertragungseinrichtung gekoppelt; trennt sich die Mitteilung von der *face-to-face*-Situation, die den ersten Zeitungen noch Titel wie *Sermon*, *Dialog* und *Gespräch* beibrachte. Etwas geschieht im Raum zu einer bestimmten Zeit; dort wird es buchstäblich aufgelesen, versammelt, notiert - als eine genuin *mediale* Operationalisierung von Zeit, um in zeitversetzter und -versetzender Buchstäblichkeit (*différance*) wieder neu zu erscheinen. "Zeitung ist Zeitverschiebung und Zeitlupe. Zeitung ist zugleich Zeitbeschleuniger."⁶⁸ Indem nun die Archive vieler Zeitungen auch *online* zugänglich sind, kommt es zu einem Effekt, der schon vom Videorekorder gegenüber dem Fernsehen vertraut ist: Speicherbarkeit und damit verbundene Zeitautonomie bricht die Gewalt des vorprogrammierten Senderhythmus; wird die Zeitung mit dem unverzüglichen Zugriff auf ihre Archive selbst verzeitlicht, *auf Zeit* gestellt

- Printmedium Zeitung schon im Namen: Information an regelmäßige Zeitmomente gekoppelt; werden Zeitung und Zeitschrift mit der Schnellpresse seit 1812 bis hin zum Rotationsdruck zum Synonym einer von Printmedien symbolisch getakteten Zeit - wohingehen die Symbolträger selbst ganz und gar unzeitliche Informationsträger bleiben. Die Programmstruktur von Radio und Fernsehen beerbt in Form von Serien und regelmäßiger Nachrichtensendung die symbolische Strukturierung menschlicher Zeitplanung von den Printmedien, doch mit einer entscheidenden Differenz: Radio und Fernsehen sind selbst Zeitweisen; setzt medienarchäologische Analyse nicht erst auf der Ebene symbolischer Zeitmanipulation durch Medien an, sondern im Feld ihrer Zeitverfaßtheit

- ruft der Begriff der "digitalisierten Öffentlichkeit" (Stefan Ullrich) die

65 Adolf Dresler, Über die Anfänge der gedruckten Zeitungen, in: Neue Zeitungen, Relationen, Flugschriften, Flugblätter, Einblattdrucke von 1470 bis 1820, Katalog 70, Antiquariat J. Halle, München 1929

66 Stephen Bann, *The Clothing of Clio. A Study of the Representation of History in Nineteenth-Century Britain and France*, Cambridge (Cambridge UP) 1984, 134

67 Zitiert nach Martin 1996: 6

68 Martin 1996: 6

Einführung des phonetischen Alphabets als Bedingung der ersten Demokratie im antiken Athen wach

- wandert die Zeit(ung) ins Netz, als "Real Time Net", in Zuspitzung dessen, was die Genealogie des Begriffs Zeitung schon sagt: Neuigkeiten

- "The real-time web is a set of technologies and practices which enable users to receive information as soon as it is published by its authors, rather than requiring that they or their software check a source periodically for updates" = http://en.wikipedia.org/wiki/Real-time_web; gehört dazu die Kommunikationsform *instant messaging*. Die zeitkritische Effizienz von Suchmaschinen wie Google beruht darauf, daß das Universum der Webseiten vorweg von Crawlern indiziert und vorkalkuliert wird (das Page Repository), um auf dieser Basis die aktuellen Suchanfragen nach Maßgabe des PageRank-Algorithmus nahezu immediat an die Nutzer rückkoppeln zu können.⁶⁹ Insofern nicht vorherbestimmbar ist, ob und wann eine Kommunikation erfolgt, unterscheidet sich das Echtzeit-Netz grundsätzlich von Echtzeitberechnung im Computer

- weiterhin die Lasswell-Formel: "Who says what in which channel to whom with what effect?"⁷⁰; meint dieses "what" nicht notwendig den semantischen Aspekt, sondern schlicht Symbolfolgen; Shannons Informationstheorie und die Kryptoanalyse; "Medium" hier nicht Massenmedium im allgemeinen Wortsinn, sondern der Kanal, in welchem eine als Zeichenfolge kodierte Nachricht, deren Information kein positiver Sachverhalt, sondern ein entropisches Maß ist, übertragen wird

- meint *Broadcast* zunächst Rundfunk; „man sieht darin förmlich den Sendeturm und die nach allen Seiten sich ausbreitenden Wellen“ – also ein elektrotechnisches Pendant zu Jeremy Benthams panoptischem Gefängnis um 1788 – „von dem, der es aufnimmt, ist gar nicht die Rede“ = Tetzner / Eckert 1954: 25; *zerstreut* das Medium nicht im Sinne der (TV-)Kritischen Theorie, verstreut nicht schlicht Nachrichten, sondern hat – zumindest in der frühen Phase – „einen Zusammenschluß von Gruppen zur Folge <...>. Wenn es vielleicht auch keinen zusammengehörigen Körper bildet, so erzeugt es doch einen Familiensinn“ <Egly 1963: 24>

- heißt *Broadcast*: keine Rückkopplung; erlauben das Internet-Breitband⁷¹ und die technische Option des Rückkanals dem Zuschauer, zum User zu werden, insofern er – Brechts Radio-Theorie gemäß – eingreifen kann, in Game-Shows und *online*-Spielen etwa. Brechts 1932 formulierte Forderung, der „Rundfunk“ sei „aus einem Distributionsapparat in einen Kommunikationsapparat zu verwandeln“; tatsächlich laufen um 1930 in New York bereits Versuche mit dem *Two-Way Television* in Kopplung mit dem Telefon: "One talks face to face to the

69 Siehe Amy N. Langville / Carl D. Meyer, Google's PageRank and Beyond: The Science of Search Engine Ranking, Princeton University Press 2006

70 Harold D. Lasswell, The Structure and Function of Communication in Society, in: Wilbur Schramm (Hg.), Mass Communication, Urbana / Chicago / London 1960, 117-130 (117)

71 Dazu <http://www.interaktives-fernsehen.de> (c/o Frank Löhr, Team-Konzept Potsdam-Babelsberg)

distant person and a hidden receiver speaks the words which seem to issue from his mouth."⁷² Hans Magnus Enzensberger hat Brechts Ansatz in seinem *Baukasten zu einer Theorie der Medien* dahingehend erläutert, daß die „elektronische Technik“ eben „keinen prinzipiellen Gegensatz von Sender und Empfänger“ kennt. Jedes Radio sei, „von seinem Bauprinzip her, zugleich auch ein potentieller Sender; es kann durch Rückkopplung auf andere Empfänger einwirken.“⁷³ Nicht im Einsatz für Kultur oder partizipatorische Demokratie, sondern im Krieg kam diese Option zum Vollzug, in Form des *Walkie-Talkie* für amerikanische Truppen im Zweiten Weltkrieg (der *two-directional* tragbare Radiosender); das Internet gerade aufgrund der Rückkopplung von Kommunikation nicht an Archivierung (Speicher- als Kapitalbildung, die kulturelle Bedingung für *copyright*-Ansprüche), sondern Distribution interessiert

- ist Begriff der *Zerstreuung* Netz geworden (*Datenpackages*); verschwimmt Differenz zwischen Absender, Bote und Empfänger

- erfüllt das Internet ein zentrales Kriterium der Brechtschen "Radiotheorie": Distributions- in Kommunikationsapparate zu verwandeln = Bertolt Brecht, *Der Rundfunk als Kommunikationsapparat*, in: ders., *Über Politik und Kunst*, Frankfurt/M. 1971, 20

- alternative Netztechnologien wie "Freifunk" und das "Hamnet", worin die politischen Optionen der Arbeiterradiobewegung wieder aufblühen; Begriff des "ungeheuren Kanalsystems" (Brecht); alternative Signalwege fortwährend erproben, von der Technologie selbst nahegelegt; hierarchiefreie technische Kommunikation auf Möglichkeiten des Internet und des World Wide Web übertragen, wobei sich hier die technische zur wirklich techno-logischen Infrastruktur verschiebt. Neben einer unabdingbaren physikalischen Einbettung sind es vor allem die Protokolle, die den Signalaustausch organisieren und notwendig hierarchisieren, da sich das Netz sonst selbst desorganisieren würde (Galloway); Grid- und Cloud-Computing: Zentralisierungstendenzen; das in der Medienwissenschaft häufig anzutreffende Mißverständnis, daß Brecht unter "Kanalsystem" schlicht den Rückkanal meint; gerade unter der Perspektive der Signalwege wird Brecht hinsichtlich des Internets wieder anschußfähig.

- Distinktion zwischen Kommunikation und Datenverarbeitung; Sprache des Rundfunkstaatsvertrags findet hier die rechten Worte, indem sie das Internetradio nicht unter Rundfunk, sondern "Telemedien" faßt; statt Broadcastmedium die topologische Technologie des Internet

"Internet-Tsunamis"

- "Schwarm"-Intelligenz: naturalistische Metapher; vernebelt die Einsicht in die mathematische Struktur

72 Artikel "Two-Way Television Demonstrated", in: *Scientific American*, Juni 1920, 467

73 Hans-Christian von Hermmann, *Sang der Maschinen*. Brechts Medienästhetik, München (Fink) 1996, 105f, unter Bezug auf: Brecht 1932 (1988ff: Bd. 21: 553) u. Enzensberger 1970: 160

- High Frequency Trading an der elektronischen Börse (*e-commerce*)
- "Ping"-Fluten: Überflutung eines Rechners *nicht* mit Botschaften, sondern mit techno-logistischen Verbindungsanfragen; eine genuine Erscheinung der Topologie des Internetes; Host (Server) bricht ggf. zusammen; "Denial of Service" (DoS); *Ping Flood* der Name für die Taktik, auf ein Ziel den *echo requests* - also "ping" - mit größtmöglicher Geschwindigkeit loszulassen; Zielrechner für eigentlichen Aufgaben nur noch eingeschränkt nutzbar; DoS als unabsichtliche oder mutwillige Überlastung; nicht-invasiv (dringt nicht in Rechner ein), sondern klopft an (Handshake), im Unterschied zu Software-Viren, die in fremde Systeme eindringen und sich anonym (selbstständig) verbreiten
- entwickelt Bob Metcalfe 1972 für das Ethernet ein Programm für Computer networking namens PING, mit dem die Interoperabilität des Netzwerkes festgestellt werden kann: eine Verbindung durch das Netzwerk öffnen, um zu sehen, ob die andere Seite reagiert. "Aus dieser Interoperabilität, welche die technische Implementierung der kombinatorischen Querbverbindungen eines Textnetzes bzw. eines Netzes allgemein realisiert, entwickelte Vint Cerf 1975 das Transmission Control Protzocol für das Arpanet, den Vorläufer des Internet. [...] das Transmission Control Protocol legt die Verbindungen innerhalb eines Netzes fest bzw. garantiert sie."⁷⁴
- Twitter / *retweed*-Effekt; sprunghafter Anstieg von Anfragen an eine bisher nur gering frequentierte Webseite aufgrund der Berichterstattung in einem publikumswirksamen Medium (definiert es ausgerechnet Wikipedia)
- "electronic space" (McLuhan); *online*-Sein und die damit verbundene elektrische Unverzögerlichkeit (Lichtgeschwindigkeit)
- Entdeckung von Plagiaten ein Produkt der Suchalgorithmen im Netz selbst, also Netzgeburten
- solche impulsartigen Meinungswellen im Netz "demokratisch"
- Begriff "Impuls" anstelle von "Zeichen" indiziert die neue Sofortigkeit, den zeitkritischen Punkt
- aus Sicht des Mediums ununterscheidbar, ob "Signal" oder "Rauschen"; un/willkürlich
- Luthers Nutzung des neuen flüchtigen Mediums "Flug"blatt, löst konfessionelle Revolution aus
- Frz. Revolution 1789 eher über Gerücht denn über Printmedien verbreitet, heute "sekundäre Oralität" als telephonartige Geschwindigkeit von Netzwelten
- löst Schaboski's "sofort" in Verbindung ein Sofortübertragungsmedium den Sturm auf die Berliner Mauer aus; demgegenüber die Trägheit der Printmedien

74 Peter Weibel, Einleitung, in: ders. (Hg.), Im Buchstabenfeld. Die Zukunft der Literatur, Graz (Droschl) 2001, 41f

- Terrorattacke auf Trade Center in New York 11. September 2001 das erste Ereignis, dessen Nachricht sich über das Internet rascher verbreitete als über die klassischen Rundfunkmedien (Radio / Fernsehen)
- Web2-Ökonomie eine der Unverzögerlichkeit; Begriff des "real time net"; wird in elektronischen Kommunikationsmedien das Zeitverhalten entscheidend - "zeitkritisch"
- Mediensoziologie / Medienwirkungsforschung nicht Fokus der Medienarchäologie; ent-deckt vielmehr Infrastrukturen, im Sinne Kants: Möglichkeitsbedingungen ("Aprioris"), aber nicht transzendental, sondern techno-logisch konkretisiert

Die Produktivität der NSA

- Ambivalenz des "Rückkanals" in telekommunikativer Mobilität; durch GPS mögliche Erfassung der jeweils konkreten Zeit- und Ortssituation der Mobiltelefone; inzwischen Gegenstand supranationaler Erfassung
- Datenauslese-Praktiken der NSA; Erfassung von Mobiltelefonie-Metadaten (topologische Verbindungsdaten), um aus Profilen Muster zu generieren; Verdacht nicht mehr aufgrund vorliegender Indizien, die in Archiv und Statistik verankert sind, sondern vorausberechnete Möglichkeits-Spielräume
- "Vorratsdatenspeicherung"; Telekommunikationsfirmen per EU-Dekret verpflichtet, monatelang die Verbindungsdaten ihrer Kunden vorzuhalten statt sie nach kurzer Pufferung zu Abrechnungszwecken unverzüglich zu löschen; Gegenwart damit nicht mehr in erster die notwendige Resultante einer Vergangenheit, sondern im Sinne von Markov-Ketten die Datenbasis möglicher Künftigkeiten, die als Futur II zwischengespeichert werden - Archive der Zukunft
- Algorithmen für *predictive analytics* im Grunde bereits von Norbert Wiener sowie Claude Shannon im WKII zur *anti-aircraft prediction* entwickelt; Bode, Shannon et al., "Smoothing data", sowie Wieners *Gelbe Gefahr*: "time series"
- wird nicht mehr mit Gewißeiten gerechnet, sondern Wahrscheinlichkeiten vorhergesagt - der Wettervorhersage näher denn der klassischen historischen Ableitung
- läßt sich Menschenverhalten (Wieners Grundannahme für die "Harmonische Analyse") relativ gut vorhersagen, wenn als Kommunikation (im Sinne Shannons) verstanden und Grunddaten vorhanden sind: Ausweichmanöver von Piloten, die sich im Zielfernrohr der Abwehr-Artillerie wissen; Limitierung durch menschliche Verhaltensmuster und durch die Physik der Flugmaschine (Mensch-Maschine-Kopplung); Kerngedanken der Kybernetik
- ersetzt Echtzeit-Auswertung von Daten das klassische Archiv-Paradigma; nicht mehr erst akkumulieren, sondern sogleich rechnen: die stochastische Ästhetik von Markov-Ketten, Wahrscheinlichkeiten der Datenketten: Ableitung 1. Ordnung (aus Gegenwart) und dann erst 2. Ordnung aus der unmittelbaren

Jetzt-Vergangenheit; anstelle von statistischer Archivierung der "Big Brother"-Observation (vertraut aus den Stasi-Archiven), an deren schierer Datenmasse alle menschlichen Geheimdienste bislang scheiterten, die algorithmische Errechnung von Potentialitäten in Echtzeit der Erfassung

- Aussagen nicht mehr aus dem Archiv abgeleitet, sondern Wahrscheinlichkeiten statt Gewißheiten zur Entscheidungs- und Handlungsgrundlage gemacht; massive Akzentverschiebung im Zeitverständnis, alternativ zum Primat der "Geschichte" als privilegierter Organisationsform unmittelbarer Vergangenheit; statt Archiv und Geschichte eine erweiterte Gegenwart mit direkt angeschlossenem "Arbeitsgedächtnis"; Pro- und Retention; Registratur eher denn Archiv

- hat es Edmund Husserl (wie auch Henri Bergson) in seiner *Phänomenologie des inneren Zeitbewußtseins* anhand der Möglichkeit musikalischer Melodie-Wahrnehmung trotz der Vergänglichkeit akustisch akuter, radikal nur im Augenblick hörbarer Töne beschrieben. Was melodisch für stetige Signalverarbeitung in der neuronalen Wahrnehmung gilt, ereignet sich für diskrete Impulsfolgen am Beispiel der zeitansagenden Turmuhrlocken.

- anstelle des "Sozialen" ein Begriff intersubjektiver Kommunikation in Form von Netz-Topologien; "Gesellschaft" damit mathematisch (graphentheoretisch und technisch) faßbar

- bilden nicht *big data* als solche die neuen Optionen, sondern die mobilisierenden intelligenten Algorithmen; Begriffsverschiebung von Analyse zu (Cultural) Analytics

"NETZE"? Zur Dynamik diskursiver Metaphorisierung medientechnischer Begriffe

"Wahlverwandtschaften?" Metaphern, wörtlich genommen von der Medientheorie

- Gert Mattenklott, Metaphern in der Wissenschaftssprache, in: Helmar Schramm (Hg.), *Bühnen des Wissens, Interferenzen von Kunst und Wissenschaft*, Berlin (dahlem university press) 2003; wissenschaftliche Metaphern-Wanderung am Beispiel von Goethes *Wahlverwandtschaften*: ein Begriff aus der Chemie auf zwischenmenschliche Beziehungen

- zählt Harald Weinrich die "Wachstafel" unter die Gedächtnismetaphern; tatsächlich konkreter Ursprung: „die für das Harte bestimmte Wahrnehmung muß auch für das Weiche bestimmt sein und meldet der Seele, daß sie zugleich Hartes und Weiches wahrnimmt“ = Platon xxx: 524a; bot sich zur Definition der Seele also die Wachstafel an, jene *tabula rasa*, in welche Altgriechen mit einem Schreibgriffel ihre Notizen und Briefe einritzten; Wachstafel später zur Wachwalze geworden, auf der Stumpfs Satz sich grammophon bewahrt: seine Seele zu verlieren, in Wachs - ein medienarchäologisches Möbius-Band von Platon bis zu Edison; nun aber Signale statt symbolischer Schriftcode

- Entmetaphorisierung des Netz-Begriffs; Metapher als "Übertragung": also

immer schon "metaphorisch"? beginnt recht eigentlich schon mit dem Terminal des PC; Rechner erscheint nicht als Rechner; Tholen 1999: 70

- Verhüllt oder enthüllt das Interface, die Oberfläche, das Wesen des Computers? der Computer eine signatechnisch zweckoffene Maschine zur Verarbeitung von Symbolen; medientheoretisch zugespitzt: "Der Rechner *ist* nicht einfach als Apparat gegeben, sondern *ek-sistiert, d. h. tritt hervor* in seinen medialen gestaltungen und Oberflächen, die er zu simulieren gestattet, d. h. er lässt sie als Bedienungs"oberflächen" erscheinen. Sein Wesen ist insofern ein nicht-technisches, als der Rechner sich in seinen instrumentierbaren Gestaltunge bereits von sich - als blossem Rechner - unterscheidet, keine simple Identität besitzt. Nur so macht übrigens die Rede von Mensch-Maschine-Schnittstellen einen nicht nur trivialen Sinn."⁷⁵

- werden also binär kodierte Daten immer schon "übertragen" (metaphorisiert) in Texte, Bilder, Töne, damit menschliche Sinne es begreifen; gibt kein mathematisches Sinnesorgan - es sei denn, das Ohr, insofern es fouriertransformiert und "rechnet" (von Helmholtz, Trasybulos Georgiades)

- das "Verwandlungstempo" der Geräteanwender "ungleich langsamer <...> als das der Geräte", konstatiert Günther Anders in (und als) *Die Antiquiertheit des Menschen* = Bd. 2, zitiert hier nach Martin Stingelin, Sturm auf die Informationsmaschinen?, in: Hans Ulrich Reck (Hg.), Kanalarbeit. Medienstrategien im Kulturwandel, Basel u. Ffm (Stroemfeld / Roter Stern) 1988, 242- (242); gibt es Momente, in denen Mediensysteme längst schon etwas praktizieren, für das die Umgangssprache noch keinen rechten Begriff hat. Aufgabe von Medientheorie ist es, solche Emergenzen rechtzeitig zu reflektieren, das Phänomen in *termini technici* präzise zu fassen. Es gibt Klartext; Leibniz auf der Suche nach einer "characteristica universalis", die gerade nicht in Alltagssprache und ihrem Medium, dem Vokalalphabet, sich schreibt - sondern in Zahlen; "Begriffsschrift" von Frege, "maschinelle Notation" von Babbage

- "Kontinuität des Wortes *Medium* als Terminus und Metapher" = Hoffmann: 21;

- unterscheiden zwischen Metaphern „characterized by association and metaphors entailing physical transformation“ = Jay Kaplan, Visual Metaphors in the Representation of Communication Technology, in: Critical Studies in Mass Communication Nr. 7 (1990), 37-47

Prähistorie des Internet? Wilhelm Ostwald und *Die Brücke*

- "Organisation der Organisatoren" (*Die Brücke*) als "multi-mediale" (nämlich auch visuelle Werbung neben wissenschaftlichen Verkehrsnormen umfassende) scheinbare Vorform des Internet = Rolf Sachsse, Das Gehirn der Welt: 1912. Die Organisation der Organisatoren durch die Brücke. Ein vergessenes Kapitel Mediengeschichte, in: Mitteilungen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen e.V., 5. Jg., Heft 1/2000, 38-57; konzipiert Wilhelm Ostwald diese

75 Christoph Tholen, Das Ende der Geschichte im Internet. Eine Entgegnung, in: Geschichte und Informatik 12/2001, 23-34 (31)

Brücke als Auskunftsvermittlungsstelle, "vergleichbar dem telefonischen Zentralamt in einer großen Stadt " <in seinem Aufsatz "Das Gehirn der Welt, 1912?, zitiert in Sachsse: 44>; das Internet aber hat keine Zentrale. Weshalb Sachsse diesbezüglich nur bedingt von diesem Ansatz als (nämlich) "diskursiven Vorläufer des Internet" schreiben kann <44>: "die Festlegung unscheinbarer, sprachähnlicher Grundstrukturen als Basis oder Transfer-Protokoll eines nicht-hierarchischen, fachübergreifenden, chaotischen Austauschs von Wissenspartikeln und -referenzen" <44>. Operationale Basis dafür sollte die Standardisierung von Druck-, Papier- und Bildträgerformaten sein - multi-medial gedacht. Überhaupt ist der eine Teil der Medienarchäologie die Genealogie von Techniken; der andere aber deren Standardisierung, also massenhafte Durchsetzung. Vereinfachung von Druck und postalischem Versand / Festlegung digitaler Programmiersprachen: stand und steht die Idee eines weltweit gleichmässigen Zugriffs auf Informationen, unabhängig vom Ort und sozialen Kontext der Benutzer. "Wie es schon 1912 heißt" = Sachsse 2000: 44

- tröstet Medienarchäologie nicht durch vorschnelle Analogien, sondern weist die Diskontinuitäten nach, die gerade im Technisch-Logistischen liegen; tritt Differenz zwischen Der Brücke und dem Internet in Ostwald Bemerkung über die nicht-zirkulierbare Überproduktion an Wissen zutage: "Ursache dieses Mangels ist eben das Fehlen eines 'Gehirnes der Menschheit', das Fehlen eines Zentralorgans, welches diese einzelnen Produktionen zueinander ordnet und in geordneter Weise jedem Bedürftigen zugänglich macht" = zitiert in Sachsse 2000: 44 f.

- Computer dadurch definiert, daß er rechnet - das Ostwaldsche "Gehirn der Menschheit" aber eben nicht (kein Medium, sondern ein schlichter symbolischer Apparat); das Internet gerade dadurch definiert, daß es kein Zentrum hat, sondern sich vielmehr als Maschennetz, als Maschinennetz auszeichnet; "Packet-switching", das jede gesendete Botschaft in Parzellen aufteilt, über verschiedene Wege verschickt und am Ende der Adresse erst wieder zusammensetzt

- dramatisiert Adrian Tobler, *Alexandra und der Pixel*, Basel (Christoph Merian Verl.) 2000 das *Packet switching*. Alexandra und der Pixel suchen den Weg zurück aus Australien; Heimweh; "schleichen durch die Hintertür in die Bank und gelangen durch denselben Druckerstecker wieder in den Computer. Schnell finden sie den Weg zum Modem. An der Schnittstelle zum Datennetz warten sie, bis einige Texte kommen, die den gleichen Weg nehmen müssen. Sie legen sich dazwischen und werden automatisch mitverpackt. Weil die Datenmengen so gross sind, werden sie zerlegt und in verschiedene Einzelpakete eingewickelt - und oh Schreck: Auch Alexandra scheint zu gross zu sein und wird flugs vom Packer auseinander genommen. <...> Schon ist ihr Körper in verschiedene Säckchen verteilt. Ab geht die Post. <...> In der Telecom-Zentrale werden alle Datenpakete wieder zusammengesetzt. Auch Alexandra. Doch wie sieht sie jetzt aus! Den Auspackern ist ein Fehler passiert. <...> Mühsam kriechen sie durch die Festplatte. <...>." Zum Glück gibt es eine Datenklinik. "Zum Abschied gibt Dr. Norton den beiden die genaue E-Mail Adresse mit, damit sie gefahrlos nach Hause reisen können. Als E-Mail verkleidet, gelangen die zwei unbemerkt zurück in Alexandras Computer. Alexandra steigt aus dem Bildschirm, fällt todmüde ins Bett und winkt dem Pixel zum Abschied zu"; Frage

nach der medientechnischen Existenzweise von Gegenwart: kein realer Körpertransport (Vehikel) im Raum mehr, sondern Dissipation, Zerstreuung, zwischen-zeitliche Analyse (gleich Vocoder-Stimmen), kein Transport, sondern techno-logische Transformation; keine analoge Signal"wandlung" (Transsubstantiation), sondern Umrechnung, Netz-Topologie, Geometrisierung (Bernhard Vief, "Hase / Igel"); Bernhard Siegert, Relais. Geschicke der Literatur als Epoche der Post, Berlin (Brinkmann & Bose) 1993)

- Ostwalds Plädoyer für die Einführung eines geometrisch begründeten "Weltformats" -"metaphorisch <Sachsse 45> dasselbe, was derzeitige Kommissionen zur Festlegung von HTML, Unicode und Datentransferprotokollen umtreibt" = 44; sah die Organisation Die Brücke auch eine Publikation zu stereometrischen Formaten, "Weltformate für Körper" genannt, vor - aber nicht erschienen <Sachsse 45>

Vorläufer Radio?

- "basic organization of the radio communicating system in the Army is the net. The net consists of two or more radio stations located at the headquarters of the units which they serve"⁷⁶ - analog zu Providern / Servern im Internet heute; ist dieses Netz ("built up of a series of nets starting with the Army amateur net control station" und infrastrukturell durch "inter-linking" charakterisiert) im Unterschied zum Internet hierarchisch strukturiert: "In military work, there is a "chain of command" over which all orders pass from the highest commanding officer or office to the lowest subordinate. It is most essential that this "chain" be maintained and all correspondence and messages follow the established routine <...>. Therefore, subordinate stations in a net only communicate with each other or the net control station, but never with other stations which are in different nets. However, <...> while it is true that the message could be handled quicker by sending it direct from the originating station to the station at the place of destination, nevertheless, for the speedy dissemination <sic> of information and especially in emergencies, the net organization proves its worth." <ebd.>

Bush (MEMEX), Nelson (XANADU)

- "Vannevar Bush, U.S. director of the Office of Scientific Research and Development during World War II, proposed the memex, a desk containing a microfilm reader and stores of film that would serve as the equivalent of an entire research library. The memex would allow different items in the microfilm collection to be linked together and annotated by the reader. Bush's ideas influenced Ted Nelson, who conceived of the hypertext system that was ultimately fashioned by others into the Web" = Editorial 1997: 50; Hypertext verlinkt nicht mehr vollständige "Seiten" wie bei Bush, sondern auf elementarerer Ebene: Nicht mehr 35mm-Rahmen gibt das Format vor (kinematographische Verkleinerung), sondern Loslösung vom Papierformat, damit Loslösung von der Linearität der Druckschrift; Projekt Xanadu: Topologie der Verlinkungen werden sichtbar dargestellt; über Hypertext hinaus

76 Talley, The Army's Amateur, in: Radio News 12 (April 1931), 892- 894, 925 u. 931 (894)

Hypemedia, auch Hypertime; Versions-Chronik von Wikipedia-Einträgen

- im logistischen Kontext von Netz / Web die Rede; Theodor Holm Nelson inspiriert von Vannevar Bush, der seinen "Memory Extender" im Juli 1945 in der Zeitschrift "Atlantic Monthly" unter dem Titel "As we may think" als eine mikrofilmbasierte Informationsverknüpfungsmaschine anpreist, die gerade der Natur des menschlichen Hirns, also der Assoziation, entspricht und einen Indexing-Mechanismus entwirft, der zugleich das Vorbild für die Desktop-Metapher wird - nämlich ein Schreibtisch

- Vannevar Bush, "As we may think" (1945): Memex soll "associative indexing" leisten, "the basic idea of which is a provision whereby any item may be caused at will to select immediately and automatically another."

- "Ein technisch-musikalisches Musiknetzwerk wäre somit nicht ein solches, das akustisches Material in einem Netzwerk verteilt, sondern eher eine technische Umgebung zur Herstellung bzw. Formung von Klängen, die eine Netzwerkstruktur in sich selbst aufweist" = Volmar 2002: 63

- Literatur zwar ein "system of interconnected writings", doch "[t]hese interconnections do not exist on paper except in rudimentary form" = Theodor Holm Nelson, Literary Machines. The Report on, and of, Project Xanadu, Sausalito, CA (Mindful Press) 1991, 2/9 - als Fußnoten, die im Ansatz schon Hypertext sind; Nelson 1991: 2/23

- wird der soziologische Begriff technisch, wenn Konnektivität von realen Relais geschaltet

- Differenz von Buchrolle und Kodex; entwickelt Nelson sein Konzept der Links: "Links are intrinsic to documents" (Ergänzung: "It is put in by a human"); definiert als "a connection between parts of text or other material"; dem multi-sensorischen Ereignis einer mittelalterlichen Handschrift näher als dem "heißen" Speichermedium Buchdruck = Nelson 1991: 2/23

- von-Neumann-Architektur (sequentielle Abarbeitung, seriell, algorithmisch) *versus* paralleles Computing / Processing; Vannevar Bush, Memex: Hirn arbeitet assoziativ. Konnektionismus, neuronale Networks. "Der Schritt vom Geist zum Gehirn ist ein Schritt von der Reinheit symbolischer Logik zur Empirie menschlicher Hardware"⁷⁷, orientiert am simultan prozessierenden Nervensystem: eher Bild denn Rechnung. Gegen Turing-Paradigma: Mensch-als-Papiermaschine (Hirn rechnet wie Turingmaschine) nun neuro-informatische Metaphern des Hirn. Menschliche Signalverarbeitung (neuronal) wird dynamisch, interaktiv, sich selbst organisierend begriffen; dem paßt sich das *parallel distributed processing* im Computer an, "im Gegensatz zum traditionellen *computer memory*"; so können keine bestimmten Stellen mehr (mit Adressen versehen) lokalisiert werden, wo bestimmte Daten abgespeichert sind; "nicht aktivierte *patterns* existieren also auch nicht, doch können sie immer wieder evoziert werden"⁷⁸; wird jedes Mikroelement konnektionistisch

77 Norbert Bolz, Computer als Medium. Einleitung, in: ders. / Friedrich A. Kittler / Christoph Tholen (Hg.), Computer als Medium, München (Fink) xxx, 9-16 (13)

78 Norbert Bolz, Eine kurze Geschichte des Scheins, München (Fink) 1991, Cambridge, Mass., 8. Aufl. 1988, 126

zugleich zur Metonymie des ganzen Systems.⁷⁹

- Ted Nelsons Konzeption der nicht-linearen Indexikalisierung: Hypertext, -media, dargelegt in: *Computer Lib / Dream Machines* (1974)

Netzmetaphern

- statt "Netz": Topologie; "Web" als Metapher für "Net"; werden Unterschiede dieser Techniken nivelliert; auf dem prinzipiellen Unterschied von Netztechnik und Webtechnik beharren

- Lévy's Kritik an Shannon. "Das elementare Schema der Kommunikation wäre nicht mehr `A übermittle etwas an B', sondern `A modifiziert eine Konfiguration, die A, B, C, D usw. gemeinsam ist'" = Pierre Lévy, "Die Metapher des Hypertextes" (1990, in Kursbuch Medienkultur), 528

- naturalisieren organische Metaphern des "Netzes" die technologische, logistische Struktur des Internets

- gegen die textile Netz-Metapher: Verbindungen zwischen Knoten in einem Netzwerk nicht Fäden, sondern Kanäle, in denen Bewegungen zwischen den Knoten geschehen = Axel Volmar, Signalwege. Physikalische und metaphorische Netze in der Geschichte der elektronischen Musik, in: Musik-Netz-Werke. Konturen der neuen Musikkultur, hg. v. Lydia Grün, Frank Wiegand u. a., Bielefeld (Transkript) 2002, 55-70 (55)

- schlägt Serres 1964 das Netz als Modell für die Kommunikation und das Denken vor, ein netzförmiges Diagramm; vier Jahre später werden die ersten vier Rechner des vom Pentagon finanzierten Forschungsverbands zum ARPANET verknüpft; Stingelin 2000: 18 ff.

- "hat Michel Serres topologisch präziser "ein netzförmiges Diagramm" für Kommunikation vorgeschlagen; dies besteht "aus einer Mehrzahl von Punkten (Gipfeln), die untereinander durch eine Mehrzahl von Verzweigungen (Wegen verbunden sind" <...>; jeder Punkt hat seine eigene Kraft (die in der Zeit möglicherweise variiert <...>" (Serres 1964, S. 9." Es geht also um reversible Wechselwirkungen, "die zudem nicht nur von Punkt zu Punkt, sondern auch innerhalb der Zeit variiert" <Stingelin 2000: 19> - zeitkritisch

- Ernst Jüngers Metaphorik von elektrischen Leitungsnetzen noch im Reich der Zirkulation analoger Energien, i. U. zum Informationsbegriff nach Norbert Wiener (ungleich Materie ungleich Energie): totale Mobilmachung leitet "das weit verzweigte und vielfach geäderte Stromnetz des modernen Lebens durch einen einzigen Griff am Schaltbrett dem großen Strom der kriegerischen Energie" zu = Ernst Jünger, Die Totale Mobilmachung [1930], in: ders., Sämtliche Werke. Zweite Abteilung. Essays I, Bd. 7, Stuttgart 1989, 119-142 (126)

- Deleuze/Guattari haben für das Internet anstelle des Netz-Begriffs den des

79 D. E. Rumelhart, Parallel distributed processing I, 80

Rhizoms gewählt und meinen damit keine biologische Metapher, sondern eher zelluläre Automaten im Sinne John von Neumanns: "Ein maschinelles Netz endlicher Automaten (Rhizom)" hat - als politische Alternative zu monozentrischen Systemen - „kein organisiertes Gedächtnis und keinen zentralen Automaten und wird einzig und allein durch eine Zirkulation von Zuständen definiert“⁸⁰; operiert (wie Gedächtnis aus der Sicht des radikalen Konstruktivismus) sich jeweils aktuell bildend, nicht dauerhaft / speichernd

- Übertragung Deleuzescher Konzepte auf das Internet "nicht frei von einer organisistischen Metaphorik"⁸¹. (K)Ein "Rhizom"; kein Biologismus, sondern eine logistische Maschine. Deleuzes Metaphorik verwischt die Strenge der Berechenbarkeit

Hat das Netz eine linguistische Struktur?

- wird die Struktur der Links als Basis genommen, ist "Kontext", was über Links direkt zugänglich ist, mithin eine rein syntaktische Struktur. "Werden die Links umgebaut, bricht der Kontext zusammen"; zweite Möglichkeit: vom Begriff eines semantischen Kontextes auszugehen. "Dann ist es letztlich das System der Sprache, z. B. in der Formulierung von Such-Begriffen, das einen bestimmten textuellen Umraum erschließt" <Winkler 1997: 373>. Dem steht ein informatischer Begriff von Semantik entgegen, der darin vor allem eine Syntax zweiter Ordnung versteht - vorgeschrieben von der Logik des von-Neumann-Computers und klassischer Programmiersprachen

- "An die Stelle der sprachlichen Reflexion sind heute Rechner getreten. Die Zahlen haben sich verselbständigt und die mathematisch strengen und unverbrüchlichen "Zeit- und Raum-Vorstellungen" <...> vollkommen revolutioniert" <Stingelin 2000: 16 f., unter Bezug auf die mathematische Spinnen-Metapher Nietzsches. So ist die Metaphern technisch wörtlich geworden / Fleisch geworden, aber nicht mehr als Wort

- Nietzsche, *Über Lüge und Wahrheit im außermoralischen Sinn*: jedes Wort ist als Abbildung eines sensorischen Nervenreizes schon eine Metapher; Wort eine "Abbildung eines Nervenreizes in Lauten"; diktiert im Sommer 1873 an Carl von Gersdorff: "Alles Wunderbare aber, das wir gerade an den Naturgesetzen anstaunen, das unsere Erklärung fordert <...>, liegt gerade und ganz allein nur in der mathematischen Strenge und Unverbrüchlichkeit der Zeit- und Raum-Vorstellungen. Diese aber produciren wir in uns und aus uns <...>. <...> wenn wir gezwungen sind, alle Dinge nur unter diesen Formen zu begreifen, so ist es dann nicht mehr wunderbar, dass wir an allen Dingen eigentlich nur eben diese Formen begreifen: denn sie alle müssen die Gestalt der Zahl an sich tragen, und die Zahl gerade ist das Erstaunlichste an den Dingen. Alle Gesetzmässigkeit, die uns im Sternenlauf und im chemischen Process so impoziert, fällt im Grund mit jenen Eigenschaften zusammen, die wir selbst an die Dingen heranbringen" = Nietzsche 1873/1903, 885 f.

80 Gilles Deleuze / Félix Guattari, Tausend Plateaus. Kapitalismus und Schizophrenie, a. d. Frz. v. Gabriele Rick / Ronald Vouillié, Berlin (Merve) 1992, 31 u. 36

81 Martin Stingelin, Das Netzwerk von Gilles Deleuze. Immanenz im Internet und auf Video, Berlin (Merve) 2000, 25

- vermag Topologie "die Punkte im Raum, um deren Verknüpfung es bei der Übertragung geht, singular in ihrer jeweiligen Eigenheit und Eigenständigkeit zu definieren und die Möglichkeit unmittelbarer Übertragung von jedem Punkt des topologische Netzes an jeden anderen zu beschreiben. Hierin unterscheidet sie sich <...> von der Geometrie [...]" = Lorenz Engell, in: ders. u. a. (Hg.), Kursbuch medienkultur, 129

- unterscheidet De Certeau Karten und Touren; Raum eine "intersection of mobile elements". Touren dagegen sind buchstäblich dis-kursiv: "discursive series of operations" (119); Differenz Strategie / Taktik

- "Ein *Raum* entsteht, wenn man Richtungsvektoren, Geschwindigkeitsgrößen und die Variabilität der Zeit in Verbindung bringt. Der Raum ist ein Geflecht von beweglichen Elementen" = de Certeau 1988: 218

Netz- als kybernetische Gesellschaftswissenschaft

- anstelle von Latours ANT des Zusammenspiels von menschlichen und nicht-menschlichen Akteuren als Gesellschaft: umfassender Systembegriff der Kybernetik, *animals* wie *machines* umfassend, als Signalverarbeitung; Karl Küpfmüller, *Die Systemtheorie der elektrischen Nachrichtenübertragung*, Stuttgart 1949

- der „Netzwerk-Macht“⁸² gegenüber kein Außen mehr. Was vormalig Gesellschaftsanalyse war, obliegt nun der Kybernetik; Netz als autopoietisches System / Soziologie mit Luhmann

- Trennung des Netzes als Kommunikationsform und als reale Infrastruktur; Ashcroft, Justizminister der USA, schlug nach dem Terroranschlag auf New York am 11. September 2001 vor, das Internet neu zu konfigurieren: über wenige zentrale, damit kontrollierbare Server⁸³

Internet / Kontrolle

- zwei Körper des Netzes: real implementierte, physisch fest-gelegte Leitungen / Funkverbindungen (W-LAN und Satelliten)

- Macht (Foucaultsches *archive*) des Internet liegt im TCP (Transmission Control Protocol) und im IP (Internet Protocol); nicht-metaphorisch: Lawrence Lessig, "Code is Law" = Lessig, Code: 6; hat sich kommunikationstechnischer Code von Rechtsbegriff gelöst

- gegen basisdemokratischen Optimismus der "open source"-Gemeinde; Grundprinzip des Internet Kontrolle / Protokolle, gerade nicht Freizügigkeit (Alexander Galloway); nicht gegen, sondern m i t diesen Protokollen (demokratisch) rechnen = Protocol: 88

82 Michael Hardt / Toni Negri, *Empire*, xxx, 2002, 187

83 Manuel Castells, Das Netz und sein Werk, in: *Zeitliteratur* (Sonderbeilage zu Die Zeit, Nr. 51, 56. Jg., Dezember 2001), 53-56 (55)

- "soziale" und andere Ausformulierungen des Cyberspace: Wie das kommt, beschreiben TCP/IP und HTTP nicht allein, denn der Raum des Cyberspace gibt Anlass zu Emergenzen, die jenseits des Berechenbaren liegen" = Vortrag Dr. Martin Warnke an Kunsthochschule Berlin-Weißensee (KHB), 1. Juni 2004; entfaltet sich ein Algorithmus abhängig von den zu verarbeitenden Daten, mithin unvorhersehbar für Informatik

Netz und Archiv

- wird nun das "Archiv" selbst zur Metapher des Internet; Deleuze: "Ich bin ein reines Archiv des 20. Jahrhunderts"; seine abcdaire / seine Vorlesungen im Internet; dazu Stingelin, Netz / Deleuze, Berlin (Merve) 2000: 10

- Netz und Archiv: Ted Nelson 1974: "The possibility of using a hypertext network as a universal archive is a dramatic development" = Nelson 1974/1987: 33

- Boolesche Google-Suche "Netz-Metapher-Internet"; Internet "weiß" inzwischen selbst um seine eigene Metaphorizität?

Netzstruktur der Bilder

- Bilder "textil" im binären Sinn; anklickbar in Netz-Browsern, verweben sie sich in einer hypertextuellen Struktur; Ted Nelson 1981: 4/15

- "Der Kontextbegriff setzt zunächst relativ stabile Nachbarschafts- (Kontiguitäts-)Verhältnisse voraus; in linearen Texten die Anreihung, und in der 3-dimensionalen Realität das konkrete Nebeneinander im Raum. Auffällig ist nun, daß dieser Typus von Nachbarschafts der n -dimensionalen Netzlogik und dem Ideal sofortiger Veränderbarkeit diametral widerspricht" = Winkler 1997: 373. Dem entspricht die Logik der (Such-)Bilder, für die aber immer noch kaum Suchmaschinen bereitstehen.

- wird mit Frage nach dem Status und der Funktionsweise von algorithmischen Schemata hinter den digitalen "Bildern" analytische Hypothese der kybernetische Informationsästhetik, daß hinter den einzelnen Bildern *Muster* stehen, konkret

Am Ende: das Möbius-Band technischer Metaphern

- haben mittelalterliche Texte "multisensorische, vor allem aber bildhafte Wahrnehmung zu simulieren" gesucht = Wenzel 1998: 128. "Dem Zusammenhang des Zeitalters vor Gutenberg mit dem <audiovisuellen> Zeitalter nach Gutenberg verdankt die Mediävistik ihre besondere Aktualität für die Kulturwissenschaften."⁸⁴ Nur medienhistorisch erweckt gegenwärtige Multimedialität die Erinnerung an die mittelalterliche Multisensualität;

84 "Einleitung", in: Tervooren / Wenzel (Hg.) 1997: 1-9 (6)

Medienarchäologie hingegen setzt Akzent auf Diskontinuität: das, was trennt, die mathematische Maschine

- jenseits der typographischen Festschreibung: "Vincent Gillespie has argued that the contemporary user's experience of hypertext "... seems to me to be similar to a medieval reader's experience of illuminated, illustrated and glossed manuscripts containing different hierarchies of material that can be accessed in various ways" = Rhodes / Sawday 2000: 12, referring to: Vincent Gillespie, Medieval Hypertext: Image and Text from York Minster, in: P. R. Robinson / Rivkah Zim (eds.), Of the Making of Books: Medieval Manuscripts, Their Scribes and Readers. Essays Presented to M. B. Parkes, Aldershot (Scolar Press) 1997, 208 f.

- Kritik an Gieseckes Werk über den Buchdruck als Medienrevolution: "Giesecke erliegt hierbei der Versuchung, das 15. Jahrhundert mit der (post-)modernen Sprache zu beschreiben. Ivan Illich hatte schon 1990 <...> davor gewarnt, Begriffe wie "Hardware", "Software", oder "Transformationen der Medien und der Kommunikation" auf die Vergangenheit zu beziehen: <...> "Ich enthalte mich sorgsam der Verwendung neugeschaffener Begriffe zur Erklärung längst vergangener Ereignisse" = Uwe Neddermeyer, Wann begann das "Buchzeitalter"?, in: Zeitschrift für Historische Forschung 20 (1993), 205-216 (206), unter Bezug auf: Ivan Illich, Im Weinberg des Textes. Als das Schriftbild der Moderne entstand. Ein Komntar zu Hugos "Didascalicon", Frankfurt/M. 1991 [*Paris 1990, L`ère du Livre], 172, Anm. 279

- Differenz zwischen mittelalterlicher und digitaler Multimedialität Bündelung pluraler Sinneskanäle zu einem Kanal: "The general digitization of channels and information erases the differences among individual media. Sound and image, voice and text are reduced to surface effects, known to consumers as interface" = Friedrich Kittler, Grammophone, Film, Typewriter, transl. Geoffrey Winthrop / Michael Wutz, Stanford (UP) 1999, 1

"Intelligente" Strom-Netze

- hängen *online*-Welten am Elektron

- "smart grid" / "digitales Geld"; wird Strom bereits mit dem vollelektronischen Computer intelligent, da er in Informationseinheiten (bits) verrechnet wird. Dem steht unter verkehrten Vorzeichen nun der Versuch gegenüber, Stromkonsum in Leitungsnetzen selbst intelligent zu machen, d. h. wie Daten zu behandeln.

- Projekt IREME; Verbrauchen wird selbst zum Mitproduzent, bei Einspeisung alternativer Energien aus dem eigenen Haushalt. Kritisch: Datenschutz der Kunden; der Stromverbrauch selbst wird zur Information; alte Differenz von Stark- und Schwachstromtechnik (Energieverteilung vs. elektronische Kommunikation) kollabiert, wenn das Stromnetz selbst "intelligent" wird (wie es schon vorher zur Datenübertragung mitgenutzt wurde)

- Problem der (Zwischen-)Speicherung überschüssiger Energie bei dezentraler Lieferung aus alternativen Quellen für Zeiten des Bedarfs; vormals im

klassischen Starkstromnetz, das aus zentralen Kraftwerken kam, kein erhebliches Problem der Schwankungen (allerdings für analoges Fernsehen in DDR kritisch: Schwankungen in der 50 Hz-Frequenz als Synchronisationsform für Bildzeilen in Sender / Empfänger)

- Leitungen einerseits, andererseits Elektromobilität

"Cloud computing" und "soziale Medien" als Herausforderungen an die Medienarchäologie

- "Soziale Netzwerke" kommunizieren Inhalte; demgegenüber medienarchäologische Nutzung des Web: Quellcodes versenden (Subjekt und Objekt der Universalen Turingmaschine / Band), *open source* statt dissimuliert als "Apps"

- verteilte statt idiosynkratische Rechnernutzung: Konzept SETI

- ISO/OSI Kommunikationsmodell offener Systeme; Trennung von Kommunikation, Transport, Vermittlung, Sicherung, Bitübertragung (physikalische Ebene); verschiedene Stufen von De/zentralität

Zeit-Schalter ("statt Timeline") zum Internet

- gründet 1996 Brewster Kahle Internet Archive <http://www.archive.org>

- Eccles & Jordan finden Flip-Flop-Schaltung; Veröffentlichung September 1919 "A trigger relay utilizing three-electrode thermionic vacuum tubes," in: The Electrician, Bd. 83, (September 1919), 298

- erste graphische "timeline" in William Playfair, Commercial and Political Atlas, 1786

- "Moore's Law": Packungsdichte von Transistoren in Integrierten Schaltkreisen verdoppelt sich alle 18 Monate; erste Formulierung durch Gordon Moore, Aufsatz 1965

- Unixzeit als Zeitdefinition, 1969 für das Betriebssystem Unix entwickelt und als POSIX-Standard festgelegt; zählt Computerzeit seit 1. Januar 1970

- Oktober 1998: Uhrenhersteller Swatch verkündet die "InternetTime"

- Bob Metcalfe entwickelt 1972 für das Ethernet das Programm für Computervernetzung namens PING, mit dem die Interoperabilität des Netzwerkes festgestellt werden kann

- 1839 baut Karl August Steinheil die erste Verwendung einer Hauptuhr, um andere Uhren zu synchronisieren

- "Millennium Bug" 31. Dezember 1999 / 1. Januar 2000

- Schnelle Fouriertransformation , als Algorithmus für Computer entwickelt durch James Cooley und John Tukey , publiziert in einem Aufsatz 1965