

[Wolfgang Ernst: SCHRIFTEN ZUR MEDIENARCHÄOLOGIE]

KONVOLUT "DIGITALISIERUNG (Technik, Diskurse, Wissen)"

[bislang unpublizierte, weitgehend redigierte Themenblöcke, teilweise resultierend aus vormaliger Vortrags- und Vorlesungsskripten]

DIE GROSSE TRANSKRIPTION, oder: DER TECHNOLOGOS DER "DIGITALISIERUNG" (TECHNIK, DISKURSE, WISSEN)

Thematische Sektionen:

- *Techniknähe*
- *Diskursanalysen*
- *Medienarchäologische Erdung des "Digitalen"*
- *Chronologos der Digitalisierung*

Detailliertes Inhaltsverzeichnis (kapitelweise):

(Kultur-)Techniknähe:

Vorweg: Der medienarchäologische Impuls

MEDIENARCHÄOLOGIE DER NUMERISCHEN "DIGITALISIERUNG"

- Rekurs: eine *Medienarchäologie* der Zahl
- "Digitalisierung": zählen statt *erzählen*
- Die konkrete Verkörperung des Symbolischen im Realen: das "Bit"
- Begriffsverengungen: „Digitalisierung“ als Metonymie des Algorithmus

DIGITALISIERUNG KONKRET. Techniknahe „Erdung“ eines aktuellen Umbruchs in der Medienkultur

- Kein Oxymoron: "Kontinuierliche Digitaltechnik", und der Begriff von "Technologie"
- Die "Digitalisierung" an der Wurzel packen: der A / D-Umsetzer
- Debugging, und die Konkretetheit des Digitalen im Vollzug
- Rückkehr zum technischen Kern der "Digitalisierung"
- Resistenz gegenüber der "Digitalisierung" oder fatale Strategie ihrer Überbietung?
- "Digitalisierung" - nicht mehr blosse Kulturtechnik, sondern Technologie
- Für eine "konkret studierende Medienwissenschaft" am Beispiel von RFID
- Digitalisierung als "Zeit des Weltbilds" (Heidegger)
- "Es wird Zeit die Technik und nicht ihren Einsatz zu betrachten" (eine mediensoziologische Perspektive)
- Das Verschwinden der technisch konkreten *digitization* hinter dem Diskurs der *digitalization*. Eine kritische Hinterfragung des Begriffs
- Dissimulation des Digitalen: Die Unsichtbarkeit des A / D-Umsetzers

TECHNIKNAHE ARCHÄOGRAPHIE DER DIGITALISIERUNG

- Nun auch maschinenseitig: Die Lesbarkeit des Digitalen

Exkurs zu Leibniz' Dyadik: Von der Entfesselung der Symbole gegenüber der Theologie

- Die technisch konkrete Szene der Digitalisierung: der Analog-zu-Digital-Wandler

Exkurs: "Durch digitale Medienprozesse induzierte Irritationen menschlicher Wahrnehmung"

- Die "Originalkopie": das Sampling zwischen Theorem und technischer Realität

WELTVERLUST DURCH DIGITALISIERUNG?

- Digitalisierung und die indexikalische Spur
- "Tertium non datur"?
- Aufenthalte im Dazwischen des "Digitalen"
- De/initionen: An den Grenzen der Digitalisierung
- "Digitale" Dateneingabe

DER WIDERSTAND DES (MATE-)REALEN

- Dissimulation der Hardware
- Der Widerstand des MateRealen (1): Industriemaschinen vs. Turingmechanismus
- Der Widerstand des MateRealen (2): Digitalisierung als Subjekt und Objekt des Museums

Interpolation: Zuse und / als die Z3

Intermezzo: Zur Materialität des Buches angesichts der digitalisierten Universität

Interpolation: "Speech-to-text" (Ausstellung Weimar)

- Die materielle Insistenz einer Klangausstellung: eine "Diskreminierung"?
 - Zur Musealisierung von Software - ein "Unding"
 - Emulation als eine neue Form des *musée imaginaire*? Der Computer als Subjekt und Objekt von "Musealisierung"
 - (K)Eine medienmuseale Demonstration: Bits bitweise übertragen
 - Das "virtuelle Labor": Elektrizität im Symbolischen wie im Realen erkunden
 - Gegenwartsbetrug: Ein virtueller Museumsbesuch und das Versprechen des "live" im Digitalen
 - Texte als Realien vs. digitale Dateien
 - *Blended perception*: Exkurs zum Begriff "hybrider" Mediensysteme (analog / digital)
-
- Zwischen *extended* und vollends *virtual reality*

Diskursanalysen:

- Techniknahe Arbeit am Begriff der "digitalen Transformation"

PRAKTIKEN DER "DIGITALISIERUNG"

- Eine medienarchäologische Erdung
- Segnungen der digitalen Übertragung
- Zur Indexikalität des "Live Streaming"
- Eine Begriffskritik der "Digitalisierung"
- Digitalisierung als mathematische Approximation an die physikalische Welt
- "Aufhebung" der Dichtotomie von Geist und Materie ("digital" und "analog") im technomathematischen Raum, oder deren fortwährende Verschiebung (*différance*) in Friktionen und Rauschen?

HYBRIDISIERUNG DES "DIGITALEN"

- Digitalisierung an den Grenzen zur Quantenphysik
- Analoge Hybridisierungen des Digitalen
- "Analog ist das neue Bio"?

AV-MEDIEN UND IHRE "DIGITALISIERUNG"

- Die verpixelte Passage: Jim Campbells *Church on 5th Avenue* (2001)
- Approximation der Digitalisierung an die physikalische Welt? Das Abtasttheorem
- Diesseits der Sinne: digitale Signalverarbeitung und die Photographie
- Das technische Bild als Funktion seiner Digitalisierung
- Digitalisierung und Datenkompression

Chronológos der Digitalisierung:

UNZEIT DER DIGITALISIERUNG

- Epochen der Digitalisierung. Eine ebenso zeit-kritische wie techniknahe Analyse des *Technológos* der "großen Transkription"
- Zwifach zeit-kritische "Unzeit": Digitalisierung als Fortschritt?
- Getaktete Operativität und die Zeitvergessenheit des Digitalcomputers
- Für eine wirklich zeitkritische "Philosophie" der PCM
- Die tatsächlich zeitigende Abtastung: der differentielle A / D - Wandler
- Digitalisierung von Bildern: eine Welt der Zwischenspeicher
- Die Räderuhr und die Diskretisierung der Zeit
- Verunzeitlichung? "Analoges" Sampling

DAS BISTABILE KIPPELEMENT

- Die technisch wie neuronal konkrete *dynamis* des "Bit"
- Das technomathematische Kernereignis der "Digitalisierung": der bistabile Kippespeicher

Exkurs zum Analogcomputer

- Die materielle "Affordanz" des Digitalen: eine genuine Techno-Logik
- Onomatopoesie: „Flip-flop“
- Missbrauch von Elektronik: Die Röhre in der Rolle der Relais (digital)

- Bistabile Kippschaltung als Missbrauch der Elektronenröhre
- Die Kippschaltung als Wissensgeschichte erzählen?
- Bonch-Bujevitch und die Frage nach dem Ursprung
- Der bistabile Kipp Speicher als der Techno/ógos der Digitalisierung

DIGITALES COMPUTING ALS (ZEIT-)FUNKTION BINÄRER SCHALTUNG

- "Treat time as discrete" (Turing)
- Der binäre Schalter und das Zeitmomentum
- Zeitkritische Signale: Sägezähne, Kippspannungen
- Aufge(sc)hobene Zeit: Für eine Theorie technischer *Zwischenspeicher*

=====

(Kultur-)Techniknähe:

Vorweg: Der medienarchäologische Impuls

Die folgenden Ausführungen widmen sich dem medienkulturellen Phänomen, vor allem aber der technischen Praxis der sogenannten "Digitalisierung". Die Gliederung in drei Themenfelder - die wirklichen Techniken der Digitalisierung, ihre diskursiven Effekte namens Medienkultur, sowie ihre konkreten Auswirkungen auf das Wesen der universitären Wissenschaft, erfolgt augenscheinlich vertikal; indessen sind alle Teilgebiete ihrerseits horizontal von der triadischen Fragestellung durchwirkt. *Exkurse* in den Unterkapiteln entzerren die mäandernde Argumentation zugunsten einer Intervallschachtelung. Quer dazu insistiert der medienarchäologische Wille zur technologischen "Erdung" der Thematik.

Die Analysen und Argument gehen im Ganzen nicht so sehr den diskursiven Effekten, sondern den technologischen Möglichkeitsbedingungen der aktuellen Digitalisierung auf den Grund und machen zugleich mit Medienarchäologie als *einer* Methode der Medienwissenschaft der "Berliner Schule".¹

Vorab indes ein Eingeständnis. Absicht ist es, unter Abkürzung diskursiver Eskapaden medienarchäologisch radikal sogleich *medias in res* der sogenannten "Digitalisierung" zu gehen. Dennoch lassen sich die

¹ Eine Grundlage der folgenden Ausführungen bilden die Skripte zur Vorlesung "(UN-)ZEIT DER DIGITALISIERUNG. Techniknahe 'Erdung' eines aktuellen Umbruchs in der Medienkultur" im Masterstudium Medienwissenschaft, "online" übertragen aus dem Medientheater der Humboldt-Universität zu Berlin, Wintersemester 2020 / 21, sowie zur ebenso von dort aus als Livestream gesendeten Vorlesung "TECHNIKNAHE MEDIENANALYSE. Konkrete Fallstudien zu Methoden der Medienarchäologie und -epistemologie" im Bachelorstudium Medienwissenschaft, Sommersemester 2021

folgenden Argumente dabei ertappen, sich bisweilen (sei es als "Medienwochenschau", sei es in *Exkursen*) in diskursanalytischen Stellungnahmen zur aktuellen pandemiebedingten Debatte um "Digitalisierung", speziell hinsichtlich der Universität, zu verlieren. Die medienwissenschaftliche Kunst liegt darin, diesen Bogen wieder zu seiner technologischen Begründung zurückzuschlagen.

Die medienarchäologische Strategie liegt also darin, die Reden einer ubiquitären "Digitalisierung" zunächst als diskursives Phänomen abzuholen, um sie dann medientechnisch zu "erden." Damit zum Begriff der techniknahen "Erdung" im Untertitel dieser Ausführungen zum aktuellen Umbruch in der Medienkultur. Auf den ersten Blick ist die "Erdung" ein Spiel mit der medienarchäologischen Ausgrabungsmetapher, aber tatsächlich ist sie strenger gemeint - und schon gar nicht im Sinne agrikultureller Pflanzung, sondern vielmehr im Sinne jener präsokratischen Allianz von *techné* und *physis* als Hervorbringung, an die Martin Heideggers Technikkritik erinnert. Dies gilt auch für ihr Äquivalent im Englischen, das *grounding*. Die "grounded theory" ist eine Methode der qualitativen Sozialforschung dar und wird - in Anlehnung an Charles S. Peirces Begriff der Abduktion - als „gegenstandsbezogene Theoriebildung“ oder „datengestützte Theoriebildung“ verstanden - die sich adaptisch, oder dynamisch, je nach Datenlage anpaßt. Das „Grounded“ im Namen "soll auf die Verankerung der Theoriebildung in der Empirie, in den Daten hinweisen². Doch techniknahe Medienanalyse ist keine Sozialwissenschaft, sondern radikale Medienarchäologie, sprich: einerseits elektrotechnisch die Ableitung von Strömen ins Erdreich, zugleich aber i. S. Heideggers das Dasein des symbolisch "Digitalen" in der wirklichen Maschinenwelt. Dieses *double-bind* einer technisch-philosophischen Doppeldeutung des Begriffs ist charakteristisch für eine Medienepistemologie der Marke "Berliner Schule".

MEDIENARCHÄOLOGIE DER NUMERISCHEN "DIGITALISIERUNG"

Rekurs: eine Medienarchäologie der Zahl

Mit dem Stichwort "Digitalisierung" assoziiert der Diskurs selbstredend den Computer. Doch die *arché* der Digitalisierung setzt recht eigentlich bereits in ihrem typographischen Vorfeld an: mit dem Buchdruck (McLuhans *Gutenberg Galaxy*), der seinerseits vorgeprägt ist durch die Kulturtechnik der alphabetischen Schrift als "Operationskette", die ihrerseits eine Funktion der artikulierten Sprache darstellt. Der *Techno/ógos* offenbart sich allein in der Verleimung von logischer sowie

² https://de.wikipedia.org/wiki/Grounded_Theory, Abruf 23. Januar 2021. Siehe Barney Glaser / Anselm Strauß: *Grounded Theory: Strategien qualitativer Sozialforschung*, hg. v. Hans Huber, Göttingen 2010

materieller Gegebenheit einerseits, und Medium-im-Vollzug andererseits.³ Der *Technológos* ist ein gleichursprünglicher im Sinne der Leroi-Gourhanschen Koevolution von "Hand und Wort", konkreter hinsichtlich der Digitalisierung: von Zahl als konzeptueller Abstraktion und Zählen, aktuell: von metamathematischer Komputation (Turing 1936/37) und realzeitlichem *computing*. Tatsächlich sind die alphanumerischen "Zeichen" und Operationen der "Digitalisierung", also Buchstaben, Ziffern und mathematische Operatoren, physikalische Verkörperungen, also Materie und Energie. Die informationstheoretische) Idealisierung zu "Abstraktionen" (oder Vergeistigungen) sind buchstäblich *ab*straktionen, also Effekte der Alphabetisierung. Tatsächlich aber ist jeder Buchstabe als Inskription verwechselt, und seine Dekodierung in der Lektüre eine Mustererkennung. Diese aber "rechnet" (gleich Rosenblatts Perceptron) mit Gewichtungen als Wahrscheinlichkeiten; zur Gewissheit wird das Symbol erst als kognitive Repräsentation im virtuellen (bioneuronalen oder computerbasierten) Raum. Jeder platonische Körper ist in realer *physis* geerdet (erinnert Aristoteles) und zugleich mehr als *brute matter*, sondern eine Operation des *Technológos*, der sich humane Kultur zum Medium (s)einer Erkenntnis gemacht hat. Technische Signalverarbeitung ist eine Rekursion dieses *Technológos*. Die scheinbare Vorgängigkeit des *lógos* gegenüber der materialisierten und sequentiell in die Welt, also als in die Zeit gesetzten *téchne* ist indes weder eine historische oder sprach-strukturalistische, sondern eine wahrhaft prä-historische *arché*: nicht im platonisch-philosophischen, sondern *medienarchäologischen* Sinne, d. h. ausgehend von einer unvor"denklichen" *physis*.

Was an Zeichenverkettungen hinsichtlich des *computing* zählt, ist nicht ihre Semantik als Funktion syntaktischer Operationen, sondern kalkulierende Operativität als eigenständiger medienepistemischer Prozeß. Neben medienarchaische Grundlagen treten hier kulturtechnische Grundlegungen. Das Abzählen der "analogen" physikalischen Welt antizipiert in letzter techno-logischer Konsequenz bereits den in den 1940er Jahren disruptiven Umschlag zur digitalen Signalverarbeitung in Nachrichtentechnik und Kybernetik. Im Unterschied zur Darwinschen Evolution organisiert sich hier der *Technológos* selbst, und anders als in der Welt thermodynamischer Physik (Entropie) artikuliert sich damit über den anthropischen Umweg kultureller Analyse ein Selbstexperiment von Welt als diskretes Spiel.

Wenn Mediengeschichte nicht mit dem Entwicklungssprung von Bildern zu Schrift beginnt, sondern mit Zählen und Zahlen, kommt es zu einem kulturtechnischen Kurzschluß frühester und aktuellster Zeiten. Dieser Kurzschluß ist nicht als mediengeschichtliche Fortentwicklung schreibbar,

³ Dazu Till. A. Heilmann, Zur Vorgängigkeit der Operationskette in der Medienwissenschaft und bei Leroi-Gourhan, in: Internationales Jahrbuch für Medienphilosophie, Bd. 2 (2016), Heft 1, 7-29 (10 f.)

sondern läßt sich vielmehr als eine Art Möbius-Band fassen: von der Zahl über das Alphabet, über Bilder und Töne, wieder zum Bit. Dieser topo- (oder vielmehr: chronologische) Wiederanschluss ist eine zentrale Zeitfigur medienarchäologischer Analyse. Denn Medienarchäologie – im Unterschied zur Kulturgeschichte – sucht nicht nach frühesten Ausgangspunkten und universalen Kulturtechniken, sondern bestimmt die für genuine Medienprozesse entscheidenden Eskalationen. Sie verortet die "Digitalisierung" daher nicht schon im altgriechischen Vokalalphabet als schriftlicher Diskretisierung sprachlicher Artikulation (wie von McLuhan nahegelegt), sondern eher in Raimundus Lullus' kombinatorischer *memoria artificialis*, welche zwar aufgrund jenes diskreten, stochastischen "Alphabets" als Abkürzungen von Begriffen erst denkbar war, aber als Algorithmisierung – und damit (frei nach Turing 1937) Mechanisierung – die Epoche bis hin zum binär operierenden Computer eröffnet.

So werden Schneisen in das Dickicht kultureller Überlieferung geschlagen, anhand derer medienarchäologische Fragen aufscheinen. Der Modus, in dem das geschieht, ist der kalte, passionslose Blick auf die medialen Artefakte – eine Blickweise, welche Dinge ent-deckt, die von der kulturhistorischen Erzählung ansonsten verborgen bleiben.

Die durch das Vokalalphabet eröffnete Möglichkeit, Schrift „grammophon“ einzusetzen, gehört ins Ressort der Kulturgeschichtsforschung. Der analytisch-operative Gebrauch von Buchstaben hingegen hat alle semantischen Spuren verwischt, um daraus neue, aufregendere Ereignisse zu zeitigen. An dieser Stelle übernehmen Maschinen die Kontrolle, denn niemand kann besser als sie symbolische Operationen ohne jegliche semantische Referenzialität vollziehen – die Bedingung für effektive Datenverarbeitung, indem sie alle Bedeutungsfolgen in lupenrein syntaktische Schritte auflösen.

Frei nach Walter Seitter besteht das Wort Erzählung zu 80 % aus „Zählung“. Auch für Zahlen gilt: Um mit ihnen schematisch und nicht immer schon semantisch operieren und sie speichern zu können, müssen sie sich abgelöst haben von den Dingen, die gezählt werden. Eine solche Ablösung „vollzieht sich da am beharrlichsten, wo die Zahlen über ein eigenes Medium ihrer symbolischen Repräsentation und Fortbildung verfügen: in Rechensteinen z. B. oder in Ziffern“⁴. Und das heißt Zählreihen, die nicht mehr die abzuzählenden Dinge ikonisch (im Sinne von Peirce) aneinandereihe und damit abbilden, sondern eine Menge benennen. Also keine Anzahlen von etwas, sondern „die wirkliche Ablösung der Zahl vom gezählten Ding“. Dies ist dann erreicht, „wenn an die Stelle gegenständlicher, analogischer Hilfsmengen symbolische, `digitale´ Zeichen treten, wie in der [...] Ablösung der Rechenbrettechnik

4 Krämer 1988: 5

durch das Ziffernrechnen“⁵ - also die Loslösung von der Hardware und das *re-entry* von symbolischen Operation *in* und *als* Hardware mit dem Computer. Wieder identifizieren wir das Möbius-Band der Medienarchäologie; es gibt kein Entkommen.

Nur ansatzweise haben sich in der Antike die Symbole des Alphabets von ihrer phonetischen Funktion getrennt und kamen als „ein System zur Klassifikation, Speicherung und zum Abrufen von Information“ zum Einsatz⁶; Medienarchäologie setzt hier vielmehr mit Charles Babbages Erkenntnis von 1833 an, daß Rechenmaschinen nicht nur arithmetische Operationen durchführen können, sondern sich frei programmieren lassen, so daß „ihm die Mechanisierung numerischer Operationen auch ein Mittel für den Umgang mit nicht-numerischen Symbolen an die Hand gab“ (ebd.) - der entscheidende Schritt von der speziellen zur universalen Maschine.

Wenn Philologen und nicht Medienarchäologen auf die ersten Schrift-Artefakte schauen, resultiert daraus nicht technologische Erkenntnis. Denn „philologische Versuche, eine Schrift zu entziffern, zielen in der einen oder anderen Form darauf ab, zwischen der geschriebenen Folge von Symbolen und den Strukturen der repräsentierten Sprache eine Verbindung herzustellen“⁷; demgegenüber ist der medienarchäologische Blick in jedem Sinne „diskret“, denn er unterstellt einer Anordnung von Zeichen nicht gleich eine Sprache. Daher kultiviert Medienarchäologie einen Blick, der nicht sogleich interpretierend, sondern zunächst einmal distanziert auf die Materialität und Verfaßtheit seiner Objekte schaut - womit auch klar gesagt ist, daß der medienarchäologische Blick (als Subjekt wie als Objekt) Materialitäten, Signale und Daten, aber nicht Texte, Töne und Bilder. Der Begründer von Medienwissenschaft als universitärer Forschung vertrat die explizit "archäologische Arbeitshypothese, daß Dinge isoliert betrachtet werden müssen"⁸.

Mit der Schrift beginnt Kultur als Archiv und als symbolische Übertragung (die beiden medienarchäologischen Achsen des Abendlandes). J. G. Février definiert Schrift als ein Kommunikationssystem mit willkürlich vereinbarten Zeichen zwischen Menschen, als Sendung und Empfang.⁹ Doch „[e]rst Morses Telegraphenalphabet beruhte auf einem Code, dessen Anwendung auf Senden und Empfangen beschränkt bleiben konnte. Die Definition übergeht [...] eine der Übertragung bis dahin notwendig vorgängige Funktion: die der Speicherung. [...] zur

5 Krämer 1988: 8

6 Postman 1992: 119

7 Peter Damerov, Buchhalter erfanden die Schrift, in: Rechtshistorisches Journal 12, hg. v. Dieter Simon, Frankfurt / M. (Löwenklau) 1993, 9-35 (17)

8 McLuhan, Magische Kanäle, 196

9 J. G. Février, Histoire de l'écriture, Paris 1948

Datenspeicherung wird sie vorab durch eine der Sprache fremde Materialität bestimmt“¹⁰.

Das für die Kommunikation im Internet wiedergeborene „commercial @“ ist solch ein medienarchäologisches Relikt auf der Tastatur – ein ehemals mathematisches Zeichen für Kalkulationen¹¹, möglicherweise entstanden als Ligatur des lateinischen „ad“ für Zuweisung von Warenmengen zu Preisen, das lange Zeit nicht mehr brauchbar war und bei der Geburt des Internet zur Neuverwendung bereitlag. 1972 entwickelt Ray Tomlinson das erste E-Mail-Programm und entdeckt für sich das @-Zeichen zur adressierbaren Verbindung von Benutzer und (“@”) Server.

Archäologisch läßt sich nachweisen, daß Schrift nicht aus Bilder, sondern aus Zählverfahren entstanden ist: die altmesopotamischen *tokens*. Eine Archäologie von Schrift- und Zahlssystemen ist primärer Gegenstand von Geschichte; für die Analyse operativer Medien zählt die Zahl: das, was alles verrechnet, Texte wie Bilder wie Töne wie Zeit.

Münzen verkörpern Teileigenschaften technischer Medien, insofern sie Schrift wie Bild wie Zahl auf symbolischer Ebene vereinigen, daneben ein Stück Hardware darstellen und ein Übertragungsmedium sind, das zugleich Werte standardisiert. Von da aus gelingt ein Tigersprung zum Buchdruck, denn auch hier werden durch Prägung einer negativen Vorlage konkrete Elemente identisch reproduzierbar. Was einmal Kulturtechnik war (die Weinpresse), gerät hier zum technologischen Dispositiv einer buchstäblichen wie mathematischen Kombinatorik. Mediengeschichte als Medienarchäologie setzt hier einen harten Schnitt: Sie verliert sich nicht in den kulturtechnischen Vorgeschichten technischer Medien, sondern setzt dort an, wo sie technologisch operativ werden. Gerade die abendländische Antike, die – unter Verkehrung klassischer Kulturgeschichte – zur technischen Welt unmittelbarer steht als das sogenannte Mittelalter, bleibt damit vorerst ausgeklammert.

Nicht von ungefähr heißt das Buch der Archäologin Denise Schmandt-Besserat über früheste Zahlzeichen *Before Writing*.¹² Damit kündigt sich eine medienarchäologische Urszene an: Es gibt sie tatsächlich, archäologische Funde, „die uns Zeugnis ablegen von der Umwandlung eines gegenständlichen in ein rein symbolisches Zählzeichensystem“¹³. Hier liegt das Interesse der Kulturtechnikforschung. Medienarchäologie aber beginnt dort, wo diese symbolischen Zeichensysteme ihrerseits

10 Holl 1995: 100

11 Zur Verwendung der Schreibmaschine für *billing* und Rechenoperationen siehe Scholz 1923: 106f

12 Denise Schmandt-Besserat, *Before Writing*, Austin (University of Texas Press) 1992

13 Krämer 1988: 8

wieder vergegenständlicht werden, zum Zweck ihres nicht-menschlichen Vollzugs.

Einer Deutung des Assyrologen Leo Oppenheim zufolge haben die in versiegelten Hohlkugeln eingeschlossen altmesopotamischen Rechensteine eine Möglichkeit geschaffen, Information in einer nichtsprachlichen Form übertragbar und dokumentierbar zu machen¹⁴, eine archaische Form der Buchführung. Tatsächlich ist es der entscheidende Akt von Symbolisierung der Materie, die *Formen* solcher Tokens in Ton einzuritzen, als sie selbst zu transportieren – der ganze Unterschied zwischen Transport (Vehikel) und Kommunikation (Übertragungsmedium). Einerseits hängen (wie auch die explizite Findung einzelner Symbole für diskrete Vokale in der altgriechischen Schrift) solche Momente an Subjekten, nicht an Strukturen; andererseits bleiben diese Subjekte anonymen, als seien von der Sachlogik schlicht berufen worden, eine implizite Kulturtechnik explizit zu machen. Ein solches „Kettenglied in jenem Übergang von dreidimensionalen Rechensteinen zu zweidimensionalen schriftlichen Zeichen“¹⁵ ist noch keine veritable Technologie; erst mit ihrer Wiederverkörperung als operative Zahlen setzen Rechenmaschinen als medienwissenschaftliche Eskalation ein.

Demnach ist Vilém Flussers eingängige These archäologisch im Sinne der gleichnamigen Disziplin korrekturbedürftig: Die Vorläufer (nicht Vor“bilder“) der Schrift liegen nicht in Abbildungen von magisch-religiösen Ideen, Vorstellungen und Mimesis, „sondern in einer Technik zur Datenverarbeitung dessen, was in präliteralen Kulturen sprachlich nicht zu bewältigen war: Zählen.“¹⁶ Die wenige Zentimeter großen Objekte aus gebranntem Lehm (*tokens*) in geometrischen Formen sind Zahlmarken – keine Bilder, sondern die materiellen Operatoren eines sprachunabhängigen Kalküls: arbiträre Symbole, diskrete Elemente eines Codes: Am Ursprung der Schrift steht *computing*; keine Ursprungserzählung, sondern Zählen und Datenspeicherung.

Digitalisierung steht auf Seiten des nicht-diskursiven Denkens als *computing*, wird aber durch Begriffe wie Digitalität eher verunklärt: "Digitalität: bezeichnet den Zustand, umfassend in digitalen Lebensumwelten und mit digitalen Anwendungen und Geräten zu leben. Dieser Zustand scheint sich durch die fortschreitende Digitalisierung weiter zu verfestigen, indem zunehmend mehr Lebens- und Handlungsbereiche in informationstechnische, rechnerbasierte Systeme überführt werden."¹⁷

14 Krämer 1988: 8

15 Krämer 1988: 9

16 Susanne Holl. Das Pfand der Zahl. Zur Archäologie der Keilschrift, in: Sprache und Literatur Heft 75/76 (1995), 100-109 (101)

Damit zur Gretchenfrage im Abbildverhältnis von Archiv und Welt: Archive des Lebens oder Diskretisierung von Welt? Archive zeigen eine als Alphabet immer schon atomisierte, diskontinuierliche Welt. An der tatsächlichen Materie aber scheitert das Digitale: Es kann keinen Stoff übertragen; nur residual zählt Energie im *bit* (wie es noch die Funktion des klassischen Stromnetzes ist), sondern – strikt mit Norbert Wiener – allein die Information.

[Doch im Rahmen der aktuellen Diskursverschiebungen wirbt der Deutschlandfunk am 26. November 2021 für DAB+ mit dem Argument, dass sich auf dem digitalen Übertragungsweg mehrere Sendungen / Kanäle in *einem* Sendesignal kodieren lassen, als erhebliche Energieersparnis gegenüber separaten Sendeantennen für jeden Kanal.]

Entscheidender ist der Sprung vom konkreten zum abstrakten Zählen, vom Abzählen zu Mengen. Nachdem einmal kulturtechnisch die Möglichkeit eintrainiert worden war, daß mit kodierten Zeichen gezählt werden konnte, wurde diese Abstraktion auch auf andere Kommunikationsformen übertragen, etwa das Vokalalphabet.

Wenn Mathematik und Schrift gleichursprünglich von Zählzeichen stammen, ist die alphanumerische Basis des Computers vorgegeben. Läßt sich eine kontinuierliche Kette von Zählsteinen bis hin zum Computer belegen, oder soll besser – erneut medienarchäologisch – mit Brüchen, Diskontinuitäten gerechnet werden, um sich von der Frage nach dem „Ursprung“ von Schrift zugunsten mehrerer koexistenter Modelle zu verabschieden? An die Stelle einer historiographischen Form rückt damit eine immer wieder in bedingten Sprüngen rückgreifende Chronographie. Medienarchäologie entzieht dem medienhistoriographischen Körper Stück für Stück das narrative Fleisch, um sein mechanisches Skelett offenzulegen.

Die symbolische Maschine ist auch kybernetisch operativ. Statt gewaltsamer Kontrolle gilt im modernen Management die Kunst der Regierung durch Symbolmanipulation, wie sie 1817 an der Militärakademie der Vereinigten Staaten von Sylvanus Thayer proklamiert wurde: „mittelbar, durch schriftliche Berichte, Tabellen, Memoranden, Personalakten usw.“ – das, was Hoskin und Macve als *grammatozentrisches Prinzip* bezeichnen.¹⁸ Diese „unsichtbare Technologie“ (Postman) war der Anfang aller „Digitalisierung“ selbst.

17 Petra Grimm / Tobias O. Keber / Oliver Zöllner (Hg.), *Digitale Ethik. Leben in vernetzten Welten*, Ditzingen (Philipp Reclam jun.) 2019, 240

18 Neil Postman, *Das Technopol. Die Macht der Technologien und die Entmündigung der Gesellschaft*, Frankfurt / M. (Fischer) 1992, 152, unter Bezug auf: Keith W. Hoskin / Richard H. Macve, *The Genesis of Accountability. The West Point Connections*, in: *Accounting Organizations and Society*, Bd. 13, Nr. 1 (1988), 37-73

„Digitalisierung“: zählen statt erzählen

Medienarchäologie zerfällt in drei klärungsbedürftige Begriffe: Medien, *arché*, und *lógos*. Unter „Medien“ seien technische Medien verstanden, und unter der *arché* nicht allein die zeitlichen Ursprünge, sondern auch fortwährende Prinzipien. Der altgriechische Begriff *lógos* schließlich meinte nicht immer schon Worte, Rede, Lehre und Vernunft (lateinisch *ratio*). Er meint zunächst praxisnah „Verhältnis, Proportion, Erzählung“¹⁹, und zwar nicht als Narration, sondern als diskrete Ver-Sammmlung, als „Lese(n)“: ein Zueinanderbringen und Anordnen. Von daher ist auch der altgriechische Begriff für die logische Schlußfolgerung – der *sylogismos* – eine mechanische Operation, die von sich weiß, daß sie eine genuin algorithmische ist, mithin *computation*.

Im Verbund mit dem (nur typographisch) sich erschließenden Wortspiel Er/zählung steht die Formalisierung, die einerseits der Mathematik (der Formel), andererseits aber der Umsetzbarkeit in Maschinen, die Information, verbunden ist. „Ein Vorgang, welcher diesen Bedingungen genügt, kann auch als Operation einer symbolischen Maschine ausgeführt werden“²⁰ – wobei diese Maschine nichts anderes macht, als Symbolreihen zu transformieren. Hier gilt es zu präzisieren: zeichen-, symbol- oder signalverarbeitende Maschinen? In seinem Text *Quid sit idea* schreibt Leibniz, dass das Modell einer Maschine, die mit Hilfe von Charakteren operiert, die Maschine selbst ausdrückt – wie Babbages maschinelle Notation den Nachvollzug der Maschine schon lesend erlaubt, anders als Rousseaus Begriff des *dessin*. Die von Leibniz gemeinten mathematischen Charaktere sind nicht arbiträr oder rein symbolisch, sondern „characteres exprimunt numeros“. Eine algebraische Gleichung vermag einen Kreis nur deshalb auszudrücken, weil diese *expressiones* „etwas gemein haben mit der Beschaffenheit des ausgedrückten Dinges“²¹. Was bei Leibniz noch *analogia* heißt, benennt Charles S. Peirce später mit Index im Unterschied zum bloßen Icon; das Indexikalische liegt im Moment der maschinellen Operativität selbst. Die Gewalt der maschinellen Notation entfaltet sich erst im Moment, wo ihr zeitlicher Index zum Zug kommt. Hier liegt auch der medienarchäologische Einspruch im Namen der Materialität von Kultur begründet, insofern im Bunde mit der klassischen Archäologie: Die Implementierung symbolischer Maschinen in reale Physik macht eine entscheidende epistemologische Differenz. Alle überlieferten Zeichen – die piktographischen Schriften ebenso wie die mathematischen Zahlen –

19 So ausdrücklich typographisiert in: Manfred Sommer, Sammeln. Ein philosophischer Versuch, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 1999, 374

20 Sybille Krämer, Symbolische Maschinen. Die Idee der Formalisierung in geschichtlichem Abriß, Darmstadt 1988, 2

21 Zitiert nach Siegert 2003: 181

mußten immer schon in ein Trägermedium geprägt werden. Ist die jeweilige Bindung an die Materialität für den Akt der Kodierung und Dekodierung unwesentlich wie die von Norbert Wiener definierte „time of non-reality“ zwischen binären elektronischen Zuständen²², oder ist sie eine (mit-)entscheidende, die (wie die atomare Spitze eines Rastertunnelmikroskops an der atomaren Oberflächen ihres Untersuchungsobjekts²³) in Interferenzen resultiert?

Die materielle Grundierung der Zeichen läßt sich medienarchäologisch nicht negieren. Ist sie „bloß technisch“, oder kommt hier ein eigenartiger *Technológos* zum Zug? Einer symbolischen Maschine fehlt es an Wirklichkeit, solange sie nur symbolisch bleibt. "Sie ist kein Apparat bestimmter physikalischer, z. B. Mechanischer oder elektronischer Wirkungsweise, der eine bestimmte Stelle in Raum und Zeit einnimmt, sondern diese Maschine existiert nur auf dem Papier."²⁴ Doch hat Papier etwa keine Materialität, stellt es nicht schon eine zweidimensionale Fläche, und damit ein Format, ein Operationstheater dar? Mit Blick auf Alan Turings Begriff der „Papiermaschine“ stellt sich die Frage, ob die sogenannte Turing-Maschine nun das Modell des Computers oder er selbst ist. Ist die reale Mechanisierung die schlichte Extension (nach Descartes) der symbolischen Maschine? In seinem *Discours sur la Méthode* (Teil 5) bezeichnet er einen animalischen Körper als eine Maschine, der – weil von Gott erschaffen – unvergleichlich besser geordnet und konstruiert ist als alle Bewegungsorgane, die von Menschen erfunden wurden – was dann Heinrich von Kleist in seiner Parabel über das *Marionettentheater* noch einmal unterstreicht. Eine Maschine mit den organischen Funktionen eines Affen wäre von einem tierischen Affen nicht unterscheidbar; „so hätten wir gar keine Mittel, das uns nur den geringsten Unterschied erkennen ließe zwischen dem Mechanismus dieser Maschinen und dem Lebensprinzip dieser Tiere“ - eine Art früher Turing- oder ELISA-Test. Immerhin rührt diese Frage an das Grundlagenverständnis menschlicher Intelligenz; die Geschichte des mechanischen Symbolgebrauchs ist eine solche, „in der wir gelernt haben, uns beim Operieren mit Zeichen so zu verhalten, als ob wir eine Maschine seien“²⁵. Doch nicht für alle vernunftgeleiteten Lebensäußerungen kann eine äquivalente Maschine gebaut werden; kein Automat kann Worte und Signale im Dialog mit einem anwesenden Kommunikationspartner so umfassend benutzen wie es „even quite dull

22 Siehe Claus Pias, Time of Non-Reality. Miszellen zum Thema Zeit und Auflösung, in: Axel Volmar (Hg.), Zeitkritische Medien, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2009, 267-279

23 Dazu Joachim Krug, "Ein Auge welches sieht, das andere welches fühlt": Bilder aus der physikalischen Nanowelt, in: Konstruktion Sichtbarkeiten, hg. v. Jörg Huber / Martin Heller, Museum für Gestaltung, Wien / New York (Springer) 1999, 229-244 (236)

24 Krämer 1988: 2

25 Krämer 1988: 4

people can do“.²⁶ Ist demgegenüber die *res cogitans* körperlos wie die Turing-Maschine? Die ganze Differenz liegt auch hier darin, daß eine Turing-Maschine erst operativ wird, wenn sie in der Welt (der Hardware) ist – und damit der Physik, d. h. Der thermodynamischen Endlichkeit unterliegt. In dieser Welt gibt es kein unendliches Band, wie es Turings Maschine als Inskriptionsmedium symbolischer Zwischenzustände theoretisch fordert.

Der medienarchäologische Blick fokussiert ganz dezidiert Formalisierungen als Bedingung, nicht-standardisierte, variable Kulturtechniken von genuin medialen Operationen zu trennen. Und es liegt im Wesen dieser Operation (vielmehr denn „Idee“), dass „wir mit formalen Beschreibungen keine Geschichten erzählen können“²⁷ - sie aber umgekehrt, durch Beobachtung zweiter Ordnung, zum Objekt einer Historie machen können, zur „Idee der Formalisierung in geschichtlichem Abriß“. Solchen Ideengeschichten hat Michel Foucault bekanntlich seine *Archäologie des Wissens* entgegengeschleudert.

Drowning by numbers ist nicht nur der Titel und die dramaturgische Technik eines frühen experimentellen Films von Peter Greenaway, sondern auch medienarchäologisches Programm: Zählen statt Erzählen. Medienarchäologie entdeckt eine Schicht in der kulturellen Sedimentation, die weder rein human noch rein technologisch, sondern buchstäblich dazwischen liegt (lat. *Medium*, gr. *Metaxy*). Sie verfängt sich dabei nicht in einer vordergründigen archäologischen Ausgrabungsmetapher, sondern beschreibt diese Schicht als mathematisches Objekt, als Matrizenrechnung, die ihren Befunden Zahlenwerte zuschreibt (und andeutungsweise auch der Ausgrabungsarchäologie als Erfassungsmethode der sogenannten Harris-Matrix vertraut ist).

Der Computer ist nicht schlicht ein weiteres Hilfswerkzeug menschlichen Wissens, sondern als algorithmische Maschine selbst eine Verkörperung aktionsfähigen Wissen. Friedrich Kittler weist in seinen Betrachtungen zum „Take-Off der Operatoren“ (1990) darauf hin, daß in der Computerprogrammierung der bisherige Gegensatz von Denken und Aktion aufgehoben ist. Damit entfällt im Konzept von Medientheater die traditionelle Trennung von Drehbuch oder Skript einerseits, und tatsächlichem Schauspiel andererseits.

"Bevor der Computer als wirkliche Maschine erfunden wurde, entwickelten wir den ‚Computer in uns‘ [...] eine Geschichte, in der wir

26 Dazu Leonardo Torres y Quevedo, Essay on Automatics. Its Definition - Theoretical Extent of Its Applications [1914], in: The Origins of Digital Computers, hg. v. Brian Randell, Berlin / Heidelberg / New York (Springer) 1975, 87- (90)

27 Krämer 1988: 1

gelernt haben, uns beim Operieren mit Zeichen so zu verhalten, als ob wir eine Maschine seien [...]. Formal beschreibbare Welten verfügen über keine Geschichte [...]. Doch das Können, welches wir erwerben mußten, um formal beschreibbare symbolische Welten bzw. die sie erzeugenden Maschinen zu konstruieren, verfügt über eine spannungsvolle Historie.²⁸

Maschinelle Zustände sind nicht er-, sondern schlicht zählbar. Es geht also um symbolische Operationen, die Menschen ihrerseits im Moment der Rechnung in eine Rechenmaschine verwandeln und umgekehrt ebenso gut (und besser, weil effizienter) bis hin zur Computer-Hardware von Maschinen geleistet werden kann, sobald sich die Zahlen von der Materialität der Zahl-Dinge gelöst haben, um als abstrakte Wesen erneut der Materie implementiert werden zu können – von den Kieselsteinen (*calculi*) zum Kalkül (Leibniz), oder von Zählsteinen des Vorderen Orient zu ihrem Verschluß in Tonkugeln, auf denen die Werte dann als symbolische Notation wieder auftauchen, ein reales Archiv von Zahlen, ein Medienarchiv.)

Erwin Panofsky hat als Verfahren der ikonologischen Bildanalyse vorgeschlagen, die archäologische, schier materielle Ebene eines Bildes (die Leinwand, die Farben) von der Kenntnis des in den Bildformen geborgenen Kontextwissens zu trennen. In diesem Sinne verfährt auch Medienarchäologie – wenngleich mit verkehrten Vorzeichen. Gerade weil der medienarchäologische Blick Kultur unterhalb der semantischen Schwelle als Techniken in den Blick nimmt, entdeckt er einen Kern von Kulturtechnik: „daß wir bei Operationen innerhalb der formalen Sprache keinen Bezug zu nehmen brauchen auf das, was ihre Zeichen bedeuten“²⁹; es geht also vielmehr um Signalprozesse denn um Semiotik, um technische Operativität denn um kulturelle Performanz. Kultur läßt sich nicht reduzieren auf jene "Prozesse [...], mit denen die Menschen Sinn erzeugen"³⁰. Semantik beschäftigt sich mit der Beziehung zwischen Sprache und Realität – von deren Vordergründigkeit sich aber genuin technische Operationen gerade lösen müssen, um ganz andere Kurzschlüsse zwischen Programmen, symbolischen Operationen und Physis herstellen zu können. Jedem ikonischen Referentialismus von Medientheorie hat die von David Hilbert ausgelöste Grundlagenkrise der Mathematik um 1900 das Fundament entzogen; seitdem schreibt sich jede Metaphorik von Medienarchäologie nur noch *ex negativo*. Technomathematik ist radikal unanschaulich; jede kognitive Metaphorik ist demgegenüber schon eine Verharmlosung der Herausforderung von Seiten des *Technológos* der wirklichen Künstlichen Intelligenz.

28 Sybille Krämer, *Symbolische Maschinen. Die Idee der Formalisierung in geschichtlichem Abriß*, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1988, 4

29 Krämer 1988: 2

30 Postman 1992: 207

Die konkrete Verkörperung des Symbolischen im Realen: das "Bit"

Die Frage nach der Verkörperung des Symbolischen im Realen konkretisiert sich im buchstäblichen "Bit". Als Maßeinheit in Shannons mathematischer Informationstheorie ist sie symbolisch definiert, aber immer nur als konkretes elektrotechnisches Signal existent. Allein die hinreichende Disriminierbarkeit erlaubt es, konkrete Energie und Materie als abstrakte "Information" zu behandeln.]

Das Prinzip des "bit" als kleinste Einheit der Informationstheorie ist die idealisierte Zahl der platonischen Mathematik. Die Wirklichkeit des Digitalcomputers aber ist schlicht die hinreichende Differenzierbarkeit zweier Zustände, verkörpert in zwei Spannungswerten, die als physikalische Signale, nicht aber als abstrakte Symbole existieren. Was zwischen zwei (also binären) Schaltzuständen unter den Tisch fällt und sich zwar elektrotechnisch ereignet, aber im Computer buchstäblich nicht "zählt", ist im Sinne von Norbert Wieners Definition die "time of non-reality". Diese ist geradewegs der mikrozeitliche und zeitkritische Kehrwert der "historischen" Zeit.

Begriffsverengungen: "Digitalisierung" als Metonymie des Algorithmus

„Digitalisierung“ ist recht eigentlich eine kodierungstechnische Vorbedingung dafür, was den Computer im Wesentlichen auszeichnet: die Gleichsetzung von Maschine und Algorithmus (Turing 1937). Nicht von ungefähr heißt die neue Tenure-Track Juniorprofessur am hiesigen Institut nicht schlicht „Digitale Medien“, sondern wird durch den „slash“ (der seinerseits archäographisch auf die Schreibweisen von Programmiersprachen verweist) hinsichtlich *computation* präsiert.

Es gibt - in Anspielung auf einen Buchtitel Ernst Kantorowicz's - *die zwei Körper der Digitalisierung* - einmal im Sinne der Informatik, zum Anderen im Sinne von Computertechnik. Doch tendiert der Begriff der „Digitalisierung“ dazu, logozentristisch ihre technische Konkretisation vergessen zu machen und damit den Doppelsinn des Begriffs der Technologie zu entkoppeln. Zum einen ist die mit Claude Shannons *Mathematical Theory of Communication* 1948 einhergehende „Reduktion von Kommunikation auf messbare und statistisch kalkulierbare Werte“ - ganz im Sinne von Martin Heideggers Begriff des *Ge-stells*³¹ - „die technische Grund dessen [...], was wir heute landläufig als Digitalisierung bezeichnen.“³² In dieser Aussage aber werden die mathematische und

31 Martin Heidegger, Das Ge-stell, in: ders., Bremer und Freiburger Vorträge, Frankfurt / M. (Vittorio Klostermann) 1994, 24-45

32 Christoph Rosol, 1948, in: Katrin Klingan / ders. (Hg.), Technosphäre,

die technische *arché* indes signifikant verwechselt. Der algorithmische Mechanismus ist das Eine; seine konkrete Realisierung als *computing* (die immer auch eine zeitkritische Realisierung, mithin eine TempoRealisierung ist) ein Anderes. Gerade die „Naturierung“ der Informationseinheit *bit* in materieller und energetischer Technik bringt *computation* wieder nahe an jenen ursprünglichen Begriff von *téchne*, an die Heidegger als eine Art des Entbergens erinnert.³³

Verschiebt sich mit der massiven (Pseudo-)Parallelverarbeitung von „big data“ in Graphikarten respektive GPUs die medienepistemische Frage endgültig hin zur verschachtelten Software, der gegenüber sich die radikal medienarchäologische Analyse einer weitgehend standardisierten Hardware als minder relevant erweist – so dass der Medienmaterialismus der „Berliner Schule“³⁴ einer Re-Hegelianisierung unterliegt? Ist dann die Analyse des *physical computing* demgegenüber ein Erkenntnisgegenstand eigenen Rechts, der gerade in seiner Loslösung gegenüber Fragen der AI / KI an Brisanz gewinnt?

Im medienkulturellen Diskurs meint das Schlagwort „Digitalisierung“ nicht recht eigentlich das technische Ereignis der Diskretisierung des Signals, sondern die Algorithmisierung respektive „Algorhythmisierung“ (Miyazaki) der solcherart kodierte Daten. So sind etwa unter dem Begriff der "digitalen Bilder" zwei verschiedene Medienpraktiken zu diskreminieren: einerseits „abgetastete, d. h. *digitalisierte* und andererseits algorithmisch *generierte*“³⁵, mithin genuin computergraphische Bilder. Ist die "digitale" Erfassung eines "analogen" (Vor-)Bilds (im Unterschied zu Vektorgraphiken etwa) schon ein Akt maschineller Interpretation? Dem zumeist undifferenzierten Wortgebrauch gegenüber ziemt einer akademischen Analyse die medienarchäologische Rückholung des Begriffs der "Digitalisierung" – nicht allein aus technischer Pedanterie, sondern ebenso um der Präzisierung der Erkenntnis willen. Während mit der sogenannten „statistischen Methode“ im Zwischenklischeeverfahren nach 1900 bereits die Option der Bildpunktübertragung durch numerische Kodierung verbunden war, geht die eigentlich „digitale“ Bildübertragung über den Akt der primären Digitalisierung der optischen Signale hinaus. Denn erst die Zwischenarchivierung der Bildmenge und ihrer Tonwertstufen im Computer-RAM erlaubt, „dass die gespeicherten Werte mathematischen

Berlin (Matthes & Seitz) 2019, 214-234 (216)

33 Martin Heidegger, Die Frage nach der Technik [Vortrag München 1953], in: ders., Reden und Aufsätze, Pfullingen (Neske) 1954, 13-44

34 Siehe Friedrich Kittler, Es gibt keine Software, in: ders., Draculas Vermächtnis. Technische Schriften, Leipzig (Reclam) 1993, 225-242

35 Jens Schröter, Das Ende der Welt. Analoge vs. digitale Bilder - mehr oder weniger "Realität"?, in: ders., Alexander Böhnke (Hg.): Analog / Digital – Opposition oder Kontinuum? Zur Theorie und Geschichte einer Unterscheidung, Bielefeld 2004, 335-354

Operationen unterworfen werden können“³⁶. Erst mit *image processing* wird das „technische Bild“ (Vilém Flusser) zu einem genuin technologischen Gebilde. Der „Berliner Schule“ von Medienwissenschaft mag man deren Insistenz auf dem technischen respektive technomathematischen Apriori vorwerfen und auf Erweiterungen drängen³⁷, doch auch aus alternativen Perspektiven soll das technische Kind nicht mit dem diskursiven Bade ausgeschüttet werden. Das unabdingbare Apriori für „digitale“ Bildverarbeitung ist es, dass analoge optische Signale „erst in eine entsprechende Form gebracht“³⁸, mithin: informiert werden. „Dieses Bindeglied zwischen Analogwelt und Digitalwelt wird Analog/Digital-Wandler [...] genannt“ (ebd.). Die spezifische Legitimation einer wohldefinierten Medienwissenschaft gegenüber kultur- und sozialwissenschaftlichen Analysen der sogenannten Mediengesellschaft gründet in der technologischen Analyse dieser weltbildentscheidenden technischen Operation – oder aber sie löst sich tatsächlich im „Postmedialen“ auf.

DIGITALISIERUNG KONKRET. Techniknahe „Erdung“ eines aktuellen Umbruchs in der Medienkultur

Kein Oxymoron: "Kontinuierliche Digitaltechnik", und der Begriff von "Technologie"

Der Entwurf einer *Kontinuierliche[n] Digitaltechnik*.³⁹ ist nur scheinbar ein Oxymoron. Tatsächlich macht das Stetige als Signatur des "Analogen" nur Sinn in der klassischen Physik. Quantenmechanisch betrachtet verhält sich die Welt – mit dem Planckschen Energiequantum – ihrerseits sprunghaft. Zugleich Welle und Teilchen (de Broglie), greift die metaphysische Dichotomie nicht mehr.

An dieser Stelle haben die Dinge das Wort, das Vorrecht der medientechnischen Praxis gegenüber aller Medientheorie. Das Oxymoron der "kontinuierliche Digitaltechnik" wird operativ, sprich: als *Medium-im-Vollzug* "aufgehoben" in seiner dynamischen Verdinglichung, etwa einem Holzmechanismus, der – gleich der Nähmaschine, oder dem "Malteserkreuz" im Filmprojektor – eine stetige Kurbel- oder

36 Schröter 2004: 339

37 Siehe die Debatte Claus Pias, Medienwissenschaft ohne Medien?, *versus* Kathrin Peters, Postmedial, in: Zeitschrift für Medien- und Kulturforschung, Heft 11 (2020), 59-68 (Pias) sowie 69-72 (Peters)

38 Rainer Eckl / Leonhard Pütgens / Jürgen Walter, A/D- und D/A-Wandler. Grundlagen, Prinzipialschaltungen und Applikationen, München 1990, 11

39 Horst Völz, Kontinuierliche Digitaltechnik. Eine neue hochleistungsfähige Methode zur Digitalisierung von Signalen, Aachen (Shaker) 2008

Kolbenbewegung in eine diskrete Taktung wandelt, mithin: ein zyklischer A-D-Wandler.

Dieser Mechanismus stellt einen Begriff von "Technologie" infrage, der "geistesgeschichtlich" (wenn nicht im tatsächlichen Vollzug) die materielle Praxis (*téchne*) von ihrem raisonierenden Wissen, der Episteme (*lógos*) trennt, anstatt diese Differenz in einem Atemzug verschwinden zu lassen.

Die Rückverfolgung der Wurzeln des Begriff der Technologie bis zurück zum antiken Griechenland - mithin die *téchne* - ist mitnichten ein rein begriffs- oder ideengeschichtliches Geschäft, sondern ebenso medienarchäologischer Natur - quasi das mathematische (Quadrat-)Wurzelzeichen der *arché*. Mit der Zeit aber ging der altgriechische Sinn eines komplexen wissensgeleiteten Handwerks ("a craft guided by knowledge of that craft"⁴⁰) zugunsten eines eher instrumentalen Begriffs von "Technologie" verloren. Medienphilosophie holt diese Loslösung der Technologie von ihrem epistemischen Horizont wieder ein. Und damit zum konkreten Mechanismus dieses Holzspielzeugs: *téchne* geht tatsächlich zurück auf die Indo-Europäische Sprachwurzel für "Holz"; ein *tehton* ist ein Zimmermann.⁴¹ Genau darauf spielt Ian Bogosts Begriff der "carpentry", also des spielerischen Verweilens mit medientechnischem Zeug, an.⁴²

So war in der Antike *téchne* "loosely defined as both the process of creating an 'art' or 'craft' and the knowledge (episteme) behind the creation of the final 'product'"⁴³ - worüber eine veritable Medienepistemologie indes noch hinausgeht, indem sie auch dingferne Gedanken zum Wesen von Technik mit einbezieht. Die Reduktion des Suffix "-logie" auf ein akademisches Forschungs- und Lehrgebiet verfehlt die Erinnerung daran, dass er "actually comes from the Greek logos or reason" (Tulley ebd.).

Höchst selten sind beide Begriffe in der Antike explizit gekoppelt, wie etwa in Aristoteles' *Nicomachischer Ethik*, Buch VI. Architektur wird hier als Kunstform (*téchne*) benannt, als "essentially a reasoned state of capacity to make, and there is neither any art that is not such a state nor

40 Ronald Jerome Tulley, Is There Techne in My Logos? On the Origins and Evolution of the Ideographic Term - Technology, in: The International Journal of Technology, Knowledge & Society, Vol. 4, Bo. 1 (2008), 93-104 (Abstract)

41 Siehe David Roochnik, Of Art and Wisdom. Plato's Understanding of Techne, University Park, Pennsylvania (The Pennsylvania State University Press), 1996, 18

42 Ian Bogost, Alien Phenomenology, or What It's Like to Be a Thing, Minneapolis / London (Univ. of Minnesota Press) 2012

43 Tulley 2008: 93; Kursivierung W. E.

any such state that is not an art, art is identical with a state of capacity to make, involving a true course of reasoning (logos) [...] All art is concerned with coming into being [...] and whose origin is in the maker and not in the thing made"⁴⁴ - das mithin wi(e)dernatürliche, kulturelle Artefakt als *reentry* informierter Physik in die Welt selbst. Dem archäologischen und kulturwissenschaftlichen Begriff des Artefakts als durch den *lógos* in-formierte Materie tritt inzwischen das genuin "digitale", also durch und durch techno-logische "Artefakt" in softwaregesteuerten Medienprozessen beiseite, das aus Abtastfrequenzfehlern resultierende Alias-Signal (in technischer Sprache). Im Lexikon der Medienarchäologie trägt das "Artefakt" seitdem einen Doppelsinn. Ist der Schraubendreher ein Werkzeug der Analyse von Hardware-Artefakten, ist es der Debugger für Programmiersprachen als Quellcode.

Die "Digitalisierung" an der Wurzel packen: der A/D-Umsetzer

Am 9. Dezember 2020 antwortete Bundeskanzlerin Angela Merkel im Rahmen der Haushaltsdebatten im Deutschen Bundestag auf zugespitzt auf Coronavirenleugner und deren "fake news"-Vorwurf mit einem Bekenntnis zum wissenschaftlichen Faktenbegriff der europäischen Aufklärung. Sie habe ihrerzeit in der einstigen DDR das Physikstudium eingeschlagen, weil einzig die Gesetze der Schwerkraft, oder auch der Lichtgeschwindigkeit, keiner politischen oder ideologischen Manipulation unterliegen. Tatsächlich gründet auch Medienwissen(schaft) nicht allein in geistes- und kulturgeschichtlicher Diskursrelativität, sondern ebenso in unverrückbaren Positivitäten von Physik (technische Hardware) und Logik (Diagramme, Algorithmen und Software). Doch kehrt die Möglichkeit (oder Praxis) der Datenmanipulation gerade in dem Moment wieder ein, wo die Welt der Physik digital emuliert und das naturwissenschaftliche Experiment durch Computersimulationen ersetzt werden. Datenkompression und diverse Filter, wenngleich in lauterer Absicht einer effektiveren Übertragung von Videostreams, stellen eine solche Willkürlichkeit, ihr *morphing*, dar.

Radikal medienarchäologisch analysiert setzt diese Arbitrarität nicht erst auf der Ebene menschlichen Willens und des Willens von Programmierern, sondern bereits im Akt der Digitalisierung selbst ein. Von daher heißt "Aufklärung" zuallererst, sich intim vertraut zu machen mit der technischen Grundlagen, mit der Begründung der aktuellen medienkulturellen Lage und sie von daher epistemologisch aufzurollen.

Grundlage aller medientheoretischen Reflexion dessen, was derzeit unter dem Stichwort „Digitalisierung“ kursiert, bildet *vor* aller kritischen

44 Aristotle, *The Nicomachean Ethics*. Trans. David Ross. Oxford: Oxford University Press, 1987, 12, zitiert hier nach Tulley 2008: 93

Diskursivierung zuallererst die präzise Analyse der technischen Bedingungen – so zumindest die Forderung radikaler Medienarchäologie. Thematisch werden also nicht vorrangig die der eigentlichen „Digitalisierung“ nachgeordneten sozialen, ökonomischen und kulturellen Effekte als Funktion algorithmisierter Datenverarbeitung, sondern diese werden – buchstäblich medienarchäologisch – vielmehr an ihrer Wurzel, im Prinzip (*en arché*) aufgegriffen.

Wenn etwa im akademischen Wintersemester 2020/21 eher unscharf die Rede von „hybrider“ Lehre zwischen Realpräsenz und Online-Lehre ist, kann dies viel konkreter im technischen Ereignis selbst verankert werden: im „Analog-Digital-Umsetzer als Bindeglied zwischen Analogsignal und digitaler Verarbeitung“⁴⁵. Emphatischer widmet sich ein weiteres elektrotechnisches Fachbuch dieser Schnittstelle sehr konkret jenen "[...] Bauteilen und Schaltungen, die notwendig sind als Bindeglied zwischen der realen analogen Welt zur digitalen Computer-Welt [...]".⁴⁶

Die Elektrotechnik weiß um Varianten, die alle Metaphysik in der Unterscheidung von „analog“ und „digital“ unterläuft, etwa der stochastische Analog-Digital-Umsetzer. Die Kodierung erfolgt hier technisch durch spezielles Messgerät „nicht dual, sondern die Verschlüsselung des Analogwertes erfolgt in Form einer statistischen Häufigkeit“⁴⁷. Mathematisch wird die Digitalisierung damit in Begriffen der Entropie messbar:

"Der Analogwert E ist also verschlüsselt in der Auftrittswahrscheinlichkeit p des Zustandes logisch ‚1‘ der Größe $z(t)$. $z(t)$ ist nur der Werte ‚0‘ oder ‚1‘ fähig, ist also eine digitale", genauer: eine binäre Größe und kann von daher in dieser Form übertragen werden. Und schon wird deutlich, dass die TempoR(e)alität der Digitalisierung nicht die verfließende Zeit, sondern Zeit im etymologischen Sinne des Ab-Schnitts, der quasi kinematographischen Abtastung und Montage von Bewegung ist: Die Bestimmung von E aus $z(t)$ muss sich „stets eines endlichen Zeitintervalles bedienen“⁴⁸, um aus den so ermittelten Werte eine Streuung auszulesen, die sich in statistischen Begriffen angeben lässt. Der damit invers korrespondierende Digital-Analog-Umsetzer zeitigt medienästhetische Konsequenzen in der Bildsignalverarbeitung: In der Codierung von Videosignalen wurde eine unter dem Stichwort *dithering* bekannte „Methode eingesetzt, um aus einer Folge von binären Impulsen über den Fernsehbildschirm und das Auge ein Bild mit Grauwerten, also einen dem analogen Videosignal in der subjektiven Wirkung

45 Seitzer 1977: 65

46 Rainer Eckl / Leonhard Pütgens / Jürgen Walter, A-D- und D-A-Wandler. Grundlagen, Prinzipialschaltungen und Applikationen, 2., verb. Aufl. München (Franzis) 1990, 5

47 Seitzer 1977: 66

48 Seitzer 1977: 67

nahekommenden Eindruck zu erzeugen.“⁴⁹ Werden die Umschaltsschwellen eines Analog-Digital-Umsetzers mit geringer Auflösung durch eine überlagerte *dithering* Spannung modifiziert, „lassen sich die sonst auftretenden Kontour-Effekte vermeiden bzw. mildern“ (ebd.).

Im Fokus der vorliegenden Untersuchungen stehen damit die konkreten technologischen „Szenen“ im medientheatralisch begriffenen Drama der Digitalisierung. Das damit verbundene computer- und elektrotechnisches Spezialwissen, das selbstredend die Quelle solcher Analysen bildet, wird dabei hinsichtlich seiner epistemologischen Implikationen und Konsequenzen durchdacht. Die Kompetenz der Medienwissenschaft gegenüber Elektrotechnik und Informatik, welche die konkreten Medienszenarien der A / D-Umsetzung viel besser verstehen, liegt allein - aber entscheidend - in diesem Überschuss an Erkenntnisgewinn.

Die hiesigen Ausführungen stellen keine umfassende Analyse der „digitalen Kultur“ im Allgemeinen namens Medienkultur und Mediensoziologie dar, sondern verstehen sich als eine für medienwissenschaftliches Denken paradigmatische Annäherungen, mit Schwerpunkt auf der medienarchäologischen Methode. Nicht das Digitale als solches und die damit verbundenen "digitalen Medien" sind der Untersuchungsgegenstand, sondern die schrittweise Transkription einer bisherigen Welt der Kulturtechniken in die Welt des Technologischen. Die medienepistemische "Gretchenfrage", insofern sie *medias in res* geht, lautet hier: schlicht eine weitere "Transformation" im kulturellen Gefüge, oder eine radikale Transkription? Eine Gretchenfrage als "direkte, an den Kern eines Problems gehende Frage" geht zurück auf Johann Wolfgang von Goethes Tragödie *Faust I*. Darin adressiert Margarete den Protagonisten Heinrich Faust mit der Frage: „Nun sag, wie hast du's mit der Religion? Du bist ein herzlich guter Mann, allein ich glaub, du hältst nicht viel davon.“⁵⁰ Analog dazu lautet die Gretchenfrage für das Studium der Medienwissenschaft: "wie hast du's mit der Technik?"

Umso deutlicher verstehen sich auch die vorliegenden Analysen als eine "Kritik" der aktuellen Digitalisierungswelle - nicht im skeptischen allgemeinen Wortsinn, sondern als momentanes Innehalten zur Reflexion (Intervall oder *epoché*), um im Sinne des altgriechischen *krínein* bewusster zu "entscheiden". Medienarchäologie sieht im aktuellen Digitalisierungsschub nicht schlicht eine weitere Variante, oder Eskalationsstufe kultureller Technikgeschichte, sondern spürt darin einen buchstäblich "kritischen", d. h.: entscheidenden qualitativen Umbruch von epistemischer Dimension auf - sowohl hinsichtlich der Medienkultur

49 Seitzer 1977: 69

50 Vers 3415, zitiert nach: <https://de.wikipedia.org/wiki/Gretchenfrage>, Zugriff 16. Dezember 2020

im Allgemeinen, als auch hinsichtlich der kulturellen Zeitlichkeit im Speziellen.

Debugging, und die Konkretheit des Digitalen im Vollzug

Gegenstand von David Gauthiers Dissertation *To Execute, Rewrite, and Debug*⁵¹ ist das Debugging als ein medienarchäologisches Kernverfahren, als technologische Erdung der "Itineration" als Öffnen der *temporalen* Black Box (das Inzwischen) von *computing* als Prozess. Ein Computerprogrammierer vermag im Voraus nicht abschließend vorauszusagen, wie sich sein Programm in seiner wirklichen Laufzeit als Ausführung in Kopplung an Daten verhält.⁵² Insofern ist die symbolische Abstraktion (etwa das Konzept der "Zahl", oder der Algorithmus) der Kulturtechnik (etwa das "Zählen", oder tatsächliches Rechnen) nicht schlicht vorgängig. Ganz im Sinne der "Operationsketten" als Kernbegriff der Kulturtechnikforschung gilt: "[I]t is only through its execution that any [algorithmic] sense can become" (Gauthier). Der *Technológos* entfaltet sich erst im Vollzug. Dies verlangt für die kritische Analyse nach seinem schrittweisen medienarchäologischen Nachvollzug.

Itineration als Methode des Studiums von Zwischenschritten ist - im Unterschied zur reinen Iteration - "the science of following a matter in its processual unfolding: iteration seeks to reproduce (e.g., a result, a form, a command) while itineration seeks to follow (e.g., a logic, a matter, an execution). [...] Computational sense (as an operational interim) asks to be followed and traversed in all its intricacy."⁵³ Dabei werden auch die mikrophysikalischen Kompliziertheiten und zeitkritischen Idiosynkrasien der Hardware mit berücksichtigt und dem reinen Logos der "Digitalisierung" gegenüber respektiert.

Rückkehr zum technischen Kern der "Digitalisierung"

Einerseits ist derzeit die Rede von einer umfassenden „Digitalisierung“ der Lebenswelt in der Generierung, Übermittlung und Speicherung von Daten; andererseits wird im Modus des *futurum exactum* eine

51 Eingereicht an der Faculty of Humanities der Amsterdam University (2020)

52 Siehe die Masterarbeit von Johannes Maibaum, *Schnelle Transformationen. Eine medienarchäologische und objektorientierte Untersuchung von Fourier-Transformationsalgorithmen* (2017), <https://edoc.hu-berlin.de/handle/18452/18875?show=full>, sowie Beatrice Fazi, *Contingent Computation: Abstraction, Experience, and Indeterminacy in Computational Aesthetics*, London (Rowman & Littlefield) 2018

53 Gauthier, "Summary" seiner Disseration

„digitalisierte“ Welt längst schon stillschweigend unterstellt. Diese Diskursverschiebung für einen Moment (oder eine Husserlsche *epoché*) aufzuhalten ist Aufgabe entscheidungskritischer Medienarchäologie. Anstelle sie schlicht vorauszusetzen, thematisiert und reflektiert sie diese „Digitalisierung“ in technischer und medienepistemischer Hinsicht.

Der Fokus dieser medienkritischen Aufmerksamkeit liegt auf der umfassenden Übersetzung „analoger“ Signal- in „digitale“ Datenpraktiken. Damit wird eine Welt, die sich bislang in ihrem Rauschen (also im Realen) der symbolischen Beherrschung entzogen hat (und mit den sogenannten „analogen“ Medien wie Photographie und Phonograph zu ihren eigenen medientechnischen Recht kam), hermeneutisiert. War das "Buch der Natur" (Galileo Galilei) zunächst noch eine Hypothese, wird sie mit der nachrichtentechnischen Digitalisierung praktiziert. Es werden nicht Schriften in andere Schriften transkribiert, sondern Digitalisierung bedeutet überhaupt erst eine Verschriftlichung dessen, was als Signal bislang dem alphabetischen Code unzugänglich war. Digitalisierung heißt Kodierung in Symbolfeldern, die in der Hardware von Computern als elektrophysikalische Realität (als „zweite Natur“) „korpifiziert“ (Lacan) werden. Welthafte Signale werden mithin in einen „Text“ verwandelt; somit können bislang vertraute Operationen der Textverarbeitung als *data processing* im konkreten Mikroprozessor zum Vollzug gebracht werden.

Medienarchäologie erinnert in diesem Zusammenhang an das Motiv, die an sich technisch zunächst aufwändigere "digitale" Signalübertragung gegenüber den hocheffektiven "analogen" Kommunikationsmedien durchzusetzen. Analog zur geisteswissenschaftlichen Hermeneutik, welche Uneindeutigkeit auf eindeutigen Schriftsinn zu reduzieren sucht, zielte die *Mathematical Theory of Communication* auf die Eliminierung von Rauschen: "In the process of being transmitted, it is unfortunately characteristic that certain things are added to the signal which were not intended by the information source [...] distortions of sound (in telephony, for example), or static (in radio), or distortions in shape or shading of picture (television)."⁵⁴ Angesprochen sind hier (elektro-)physikalische Verzerrungen, die mit einer digital kalkulierbaren *signal-to-noise ratio* nahezu eliminiert werden können - aber eben nur nahezu. Binäre Signalverarbeitung muss hinreichend zwischen zwei Spannungszuständen unterscheiden können - aber genau dieses Hinreichende ist selbst verwurzelt in der Praxis der elektronischen Welt. An den Grenzen der binären Schalter enttarnen sich "digitale" Signale als zu 100 % analog, etwa im Quantisierungsrauschen beim unzureichenden Sampling - mithin im akustischen Sinne des "Rauschens" sogar hörbar. Und damit zum Oxymoron der Rechteckschwingung: Eine nur idealiter existente Rechteckschwingung läßt sich real durch unendlich viele Oberschwingungen (die Harmonischen) darstellen. Diese sogenannte

54 Shannon / Weaver 1949 /1964: 7

Fourier-Reihe borgt ihre Semantik dem Sonischen. "Je mehr solcher Vielfache der Grundfrequenz berücksichtigt werden, umso näher kommt man einem idealen Rechtecksignal. An den unstetigen Stellen des Rechtecksignals bildet sich durch die Fourier-Synthese bedingt ein so genannter Überschwinger, der auch bei größerer Approximation nicht verschwindet. Diese Erscheinung wird Gibbssches Phänomen genannt."⁵⁵ Diese "Erscheinung" ist in der Tat der "Geist" der digitalen Medien. Kaum wird das Logische in technischer Materialität implementiert, verkehrt es sich wieder in eine Artikulation des Realen - ganz so, wie die in Magnetband gespeicherten Bits, unter dem Mikroskop betrachtet, sich auf stochastisch angeordnete ferromagnetische *grains* verteilen, und gepixelte Bilder nicht die Nachfolge der photographischen Körnigkeit von Silberhalogenit sind. Dieser Techno(*a*)/lógos ist mithin die ganze Differenz zur Metaphysik des Digitalen.

Ist das *bit* als mathematisches Konstrukt der Nachrichtentheorie seiner technischen Implementierung überhaupt je vorgängig? Die Rede von der Versenkung oder "Verleimung" (Lacan) der symbolischen Ordnung mit dem MateRealen suggeriert hier eine Präexistenz, deren Alternative konzeptionell die Gleichursprünglichkeit von Code und Materie darstellt.⁵⁶ Schon im Moment ihrer Idee ist eine binäre Unterscheidung (als Flussersches "Uding" gleicht "Software") *embodied*, und nicht schlicht *extended* (Andy Clark), in zeiträumlich konkreten Gegebenheiten. Ein tatsächliches Oszillogramm (und nicht abstraktes Zeitdiagramm) von binären Pulsketten in einer Quecksilberverzögerungsleitung früher elektronischer Computer (zum Zweck der dynamischen Datenzwischenspeicherung als RAM) erinnert schon in seiner Legende an das "digitale" als Extremform des "analogen" Signals: "Wave forms as various parts of a cycle"⁵⁷. Gleichsam in einer Metonymie des Verfassernamens selbst (Sharpless) verschwimmen die klaren Grenzen der idealen Rechteckimpulse zu sinoiden Verschleifungen - und dies bereits auf der Ebene der *time base*, nämlich des "standard clock pulse" (106). Zudem verschränkt sich - als Funktion der schieren Materialität des Speichermediums (Quecksilber im *memory tank*) - die thermodynamische mit der informationstheoretischen Entropie entsprechend der Umgebungstemperatur, und bedarf daher einer logischen (kybernetischen) Gegenkopplung: "[A]s the temperature of the tank changes, the frequency of the oscillator and hence the pulse spacing is changed to keep the [...] pulse spaces / available in the tank of similar length at similar temperature" (108 f.).

55 <https://de.wikipedia.org/wiki/Fourierreihe>, Abruf 24. August 2020

56 Siehe Georg Trogemann (Hg.), Code und Material. Exkursionen ins Udingliche, Wien / New York (Springer) 2010

57 T. Kite Sharpless, Mercury delay lines as a memory unit, in: Proceedings of a Symposium on Large-Scale Calculating Machinery, Cambridge, Mass. (Harvard University Press) 1948, 103-109 [Nachdruck 1985], 107, Abbildungen 5 u. 6

Umgekehrt wird aufgrund dessen ein (approximiertes) Rechtecksignal "häufig zum Testen elektronischer Schaltungen genommen, da so das Frequenzverhalten dieser Schaltung erkannt wird" (ebd.). Das TechnoReale wird mithin mit dem SymboLogischen abgeglichen. Damit ist die brisante Frage des Verhältnisses zwischen dem Realen und dem Symbolischen angesprochen, die neben dem (für innertechnische Vorgänge nicht existenten) Imaginären (des humanpsychischen Apparats) von Lacans Psychoanalyse auf technische Medienwelten übertragen wurde.⁵⁸ Diente die Binarisierung der Signale einst der Eskamotierung des Rauschens aus der Signalübertragung, kehrt es in Form des Quantisierungsrauschens in der A / D-Wandlung wieder ein, als "codeabhängige Fehlerquelle"⁵⁹. Die radikale Dichotomie zwischen dem physikalisch "Realen" und der "symbolischen Ordnung" ist womöglich selbst ein metaphysischer Effekt der Informationstheorie. Da jeder Algorithmus, um zum Techno*lógos* zu werden, einer konkreten Implementierung in Materie bedarf (beginnend mit Papier und Bleistift), kehrt das Rauschen des Realen in einer Materialität zweiter Ordnung wieder ein. Beide Welten sind niemals sauber trennbar, sondern - mit Lacan - miteinander "verleimt": "[...] enfin, les symboles restaient toujours à la place où ils étaient faits pour être", gleich Lötstellen oder der POKE-Befehl in der Direktspeicherverwaltung unter BASIC: "[e]nglués dans ce réel"⁶⁰.

Radikale Medienarchäologie geht zunächst den technologischen Kernoperationen auf den Grund, bevor ihre epistemischen, ästhetischen, politischen, ökonomischen und ökologischen Medieneffekte diskutiert werden.⁶¹ Hochaufgelöste ("high definition") Medienanalyse nimmt von daher stets technisches Wissen zum Ausgangspunkt, etwa Fachliteratur wie Bernard Lorifernes *Analog-Digital and Digital-Analog Conversion*⁶², und spürt jene Details auf, die von Ingenieuren zumeist nur *en passant* erwähnt werden, aber im geisteswissenschaftlichen Erkenntnisinteresse einer epistemologischen Entfaltung wert sind. Dabei kommt es zu einer

58 Friedrich Kittler, Grammophon - Film - Typewriter, Berlin (Brinkmann & Bose) 1985, "Einleitung"

59 Eckl et al. 1990: 258

60 Jacques Lacan, Psychanalyse et cybernétique, ou de la nature du langage [1955], in: Le Séminaire, Buch II: Le moi dans la théorie de Freud et dans la technique de la psychanalyse, Paris (Seuil) 1978, Kapitel XXIII, 346

61 Beispielhaft dafür: Stefan Höltgen, Das magische Panoptikum. Technologien der Überwachung zum Zweck des Spiels - eine computerarchäologische Analyse, in: Martin Hennig / Marcel Schellong (Hg.), Überwachung und Kontrolle im Computerspiel, Glückstadt (Verl. Werner Hülsbusch) 2020, 124-155

62 London / Philadelphia / Rheine (Heyden) 1982 [FO La Conversion Analogique-Numérique, Numérique-Analogique, Paris 1976]

brisanten Gratwanderung, oszillierend zwischen technischem Dilettantismus und medienphilosophischer Reflexion, verbunden mit dem Risiko, voreiligen Schlussfolgerungen aus nur halbverstandenen techomathematischen Verhältnissen zu ziehen.

Resistenz gegenüber der "Digitalisierung" oder fatale Strategie ihrer Überbietung?

Jede optische Erscheinung auf dem Monitor eines Computer respektive akustische Artikulation aus dessen piezoelektrischem Lautsprecher - vom Laptop bis hin zum mobilen Smartphone - ist vorweg schon digitalisiert worden. Nur zum Schein gibt es hier überhaupt noch auditive, oder visuelle Phänomene, denn alles, was der Digitalcomputer dargestellt, ist längst schon *vermessen*: nachrichtentechnische Information, gemessen in *bits*.

Dem gegenüber stellen sich eine Reihe von Fragen: Ist die Nostalgie nach der indexikalischen Spur des Realen ein essenzielistisches Argument? Zeugen digitalisierte (im Unterschied zu *born digital*) Bilder und Töne aus dem binären Speicher in ihrer Datenstrukturierung noch kausal vom Vorbild, oder erleidet das "post-photographische" Bild⁶³ einen Realitätsverlust? Bilden die elektronischen Spannungen die physikalischen Signale der äußeren Welt zumindest noch ab - als *mapping*?⁶⁴ Das von Peirce in Zeiten "analoger" Phono- und Photographie identifizierte indexikalische Zeichen setzt zeitkontinuierliche Signalaufzeichnung und -übertragung voraus, wie sie in der digitalen Signalverarbeitung nur noch als Hyperrealität des Abtast-Theorems existiert. "Zwar wird die äußere Welt auch in den Photon-Zu-Elektron-Pixeln ›indiziert‹, angezeigt, ausgelöst, reaktiviert, - doch werden hier, anders als in der optischen Dichte eines Films, die Koordinaten des Raums und die Daten der Intensität signal- und messtechnisch voneinander getrennt. [...] Die signaltechnische Entkoppelung von Raum und Zeit bringt eine stark abgeschwächte Ontologie hervor, die allein auf logisch gekoppelte Datenstrukturen referenziert. Diese logische Indexikalität erlaubt jede Art von algorithmischer Varietät"⁶⁵ - so dass fortan der Gebrauch "sozialer Medien" eine Funktion dieser technologischen Epistemologie selbst wird, wie es Hagens Buchuntertitel auf den Begriff bringt. Dem Verdacht gegenüber, dass digitale Bilder - viel grundlegender als in Grenzen retuschierbare Analogphotographien - prinzipiell (*en arché*) unter dem Manipulationsverdacht durch

63 Siehe W. J. T. Mitchell, *The Reconfigured Eye. Visual Truth in the Post-photographic Era*, Cambridge, MA / London 1992

64 Siehe Laura U. Marks, *touch. Sensuous Theory and Multisensory Media*, Minneapolis (University of Minnesota Press) 2002

65 Wolfgang Hagen, *Neudasein. Essays zur sozialen Epistemologie der Smartphone-Fotografie*, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2021, 52 f.

Algorithmen und - etwa als *persona*-überblendende "Deepfakes" - neuerdings Künstliche Intelligenzen stehen, erinnert Medienarchäologie an den zunächst diagnostischen Einsatz solcher Verfahren in der Medizin, um etwa durch *image warping* geometrischen Verzerrungen in der Optik entgegenzuwirken. Dort sind "das Processing, die Manipulation, gerade Bedingung des referenziellen Bezugs der Bilder"⁶⁶. Die Unterscheidung des "analogen" vom "digitalen" Bild bezieht sich in der Epoche hochaufgelöster Bilder aus dem CCD-Chip und anderer technischer Sensoren und Prozessoren kaum noch auf die menschliche Wahrnehmbarkeit, sondern benennt schlicht diverse technische Verfahren. So kann der Weltbezug digitaler Bilder „sogar umfassender sein kann als jener fotochemisch erzeugter Bilder“⁶⁷. Doch von welcher "Welt" ist hier die Rede?

P. S. Am 17. Februar 2022 ist Wolfgang Hagen in Zürich verstorben und hinterlässt in vielen Hinsichten - u. a. als Meisterdenker einer epistemologisch orientierten Medienwissenschaft - eine Lücke. Seines letztes Buchmanuskript lautet *Das Loch. Beobachtungen vom Schwinden des Seins* ("eine brillante Genealogie der Löcher, die das neuzeitliche Denken und seine Medientechnologien hervorgebracht haben"⁶⁸) wird im Merve Verlag (Leipzig) erscheinen, den Wolfgang Hagen in den 1970er Jahren selbst mit aufgebaut hatte.

"Digitalisierung" - nicht mehr blosse Kulturtechnik, sondern Technologie

Im Sinne einer medienarchäologischen Anamnese schaltet die Analyse der aktuellen Lage, nachdem sie sich zunächst der Aufklärung über die technischen Kernvorgänge im Prozedere der „Digitalisierung“ welthaftiger Signale gewidmet hat, in einem zweiten Schritt einen Gang zurück. Sie untersucht, welche Kulturtechniken vorweg das „Digitale“ privilegiert haben – vom diskreten Zählen bis hin zur analytischen Elementarisierung als wissenschaftlicher Form, symbolisch realisiert in „Alphabeten“. Solche Alphabete reichen von der Schrift bis hin zur nachrichtentechnischen Kodierung und zum logischen Kalkül.

Denn wörtlich verstanden lässt sich „Digitalisierung“ nicht auf den Binärcomputer reduzieren, sondern bezeichnet recht eigentlich eine umfassendere Kulturtechnik: etwa das dezimale Abzählen mit den Fingern beider Hände (*digitus*)⁶⁹, oder das handschriftliche Ausfüllen von

66 Schröter 2004: 345

67 Schröter 2004: 337

68 So formuliert in einer elektronischen Benachrichtigung durch Viktoria Tkaczyk, 18. Februar 2022

69 Dazu Simone Loleit, "The Mere Digital Process of Turning over Leaves". Zur Wort- und Begriffsgeschichte von "digital", in: Schröter / Böhnke (Hg.)

Formularen im alphanumerischen Code. Und mit dem Buchdruck hat das Abendland den Choque der Digitalisierung als Prototyp in der Tat bereits einmal durchlitten.

Bleibt als Alternative zur ubiquitären Digitalisierung bislang realpräsen-ter Welten nur noch der trotzi-ge Rückzug in die Digitalverweigerung? Ist die zeitweilige Pausentaste (wenn nicht gar Widerstand) gegenüber der aktuell inflationären „Digitalisierung“ mehr als nur eine donquichoteske Trotzreaktion, wie aus medienhistorischer Sicht Cervantes' „Ritter von der traurigen Gestalt“ Don Quichote Ausdruck einer angesichts des neuen Mediums Buchdruck längst untergehenden spätmittelalterlichen Kultur war?

Demgegenüber wird aus "proto-digitaler" Kulturtechnik erst durch Delegation an nicht-menschliche Technologie eine „Digitalisierung“ zweiter Ordnung. Bislang performative, also (im Sinne der Theaterwissenschaft) körpergebundene Praktiken der Symbolmanipulation werden durch maschinelle Autonomisierung operativ (im Sinne der Kybernetik).

Die analytische und begriffliche Unterscheidung zwischen Kulturtechniken und Technologien ist ein Anliegen der Medienarchäologie. Ein Beispiel: Vom 17. bis zum 18. November 2020 veranstaltete die Stiftung Genshagen ein Online-Symposium in Englisch *via ZOOM* zum Thema *Music, Media, Arts Education. A Pan-European Exchange of Views on Research, Praxis and Musical Education in the Digital Age*. Unter den Fragen, die diskutiert werden sollten, fand sich in der Ankündigung auch die folgende: "How digitisation could influence both the learning and teaching of music, and how music teaching practices could be thus expanded so as to embrace digital cultural techniques?" Das diskursive Dilemma äußert sich hier im Oxymoron der "digital cultural techniques", denn "digitale" Medien bilden gerade den qualitativen Umbruch von klassischen körpergebundenen Kulturtechniken hin zu genuiner Technologie. Doch spricht sich in diesem Oxymoron eine technische Wahrheit, denn Marcel Mauss' Begriff der "Körpertechniken", den 1934 vor Psychologen und Anthropologen vortrug⁷⁰, und der mit einer Zeitverzögerung schließlich für den kultur- und medienwissenschaftlichen Begriff der Kulturtechniken maßgeblich wurde, war seinerseits ein Effekt seiner Vertrautheit mit der frühen ethnologischen Chrono- und Kinematographie. "Es liegt nahe, die Erfindung der Körpertechniken durch Marcel Mauss auf die Geschichte und Vorgeschichte des ethnographischen und körpertechnischen Films zu beziehen, auf Marey und Regnault in Frankreich. Dieser Verweis ist weder falsch noch treffend

2004: 193-214 (204 ff.)

70 Marcel Mauss: Die Techniken des Körpers, in: ders.: Soziologie und Anthropologie, Bd. 2, München 1974, 197 - 220

[...]“⁷¹ - wenn er vom technozentrischen Impetus der Medienarchäologie zugunsten einer umfassenderen Medienanthropologie absieht. Hier stellt sich nicht allein die Frage nach der Vorgängigkeit des Technischen, sondern zugleich auch der Natur derselben: anthropozentrisch oder im Sinne einer autonomen Externalität der Maschine? Denn “[z]ugleich sagt Mauss, dass diese Techniken, die Körpertechniken, allen anderen Techniken vorausgehen: sie waren die ersten Techniken. Was das in seiner Konsequenz heißt - ontogenetisch, phylogenetisch, technikhistorisch -, wird von Mauss nur angedeutet. Eine Konsequenz wäre vermutlich folgende: Der Technikbegriff kann nicht durch eine Exteriorisierung körperlicher Organe begründet werden, wenn das erste Objekt und Mittel technischer Tätigkeiten der Körper war und bleibt. Eine Prothesentheorie, die sich im Gefolge der deutschen Technikphilosophie von Ernst Kapp durch eine Dialektik der Entäußerung und Wiederaneignung körperlicher Organe entfaltet, ist nach Mauss eigentlich nicht mehr plausibel. Allerdings hat ausgerechnet ein technikhistorischer Schüler von Mauss, André Leroi-Gourhan, mit großem Erfolg genau eine solche Menschheitsgeschichte / geschrieben.“⁷²

Für eine "konkret studierende Medienwissenschaft" am Beispiel von RFID

Unter dem Titel *RFID. Vom Ursprung einer (all)gegenwärtigen Kulturtechnologie* hat sich an der Philosophischen Fakultät der Humboldt-Universität vor Jahren eine Magisterarbeit dem digitalisierten Funkchip gewidmet.⁷³ Und damit zu einer Gretchenfrage des medienarchäologischen Studiums: wieviel technisches und informatisches Wissen wird für eine gelingende Examensarbeit im Studiengang Medienwissenschaft verlangt? Bemerkenswert ist am

71 Erhard Schüttpelz, Körpertechniken, in: ZMK 1/2010, 1-20 (7), u. a. unter Bezug auf: Michel Frizot, Der menschliche Gang und der kinematographische Algorithmus, in: Herta Wolf (Hg.), Diskurse der Fotografie, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 2003, 456 - 478; ferner Friedrich Kittler, Von der Poesie zur Prosa. Bewegungswissenschaften im 19. Jahrhundert, in: Gabriele Brandstetter (Hg.), ReMembering the body. Körper-Bilder in Bewegung [anlässlich der Ausstellung STRESS im MAK, Wien, 2000], Ostfildern-Ruit (Hatje) 2000, 260-269, über die mathematische Analyse der menschlichen Gehbewegung von Seiten der Gebrüder Weber: Eduard Weber und Wilhelm Weber, Die Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge [*1836], in: Wilhelm Weber 's [sic] Werke, hg. v. d. Kgl. Ges. d. Wiss. zu Göttingen, Bd. 6, Berlin (Springer) 1894

72 Schüttpelz 2010: 10 f., unter Verweis auf André Leroi-Gourhan: Hand und Wort. Die Evolution von Technik, Sprache und Kunst, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 1980

73 Publiziert Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2008, 2. Aufl. 2016 [Berliner Programm einer Medienwissenschaft Bd. 4]

Untertitel von Christoph Rosols Untersuchung zum RFID Funk-Chip der Begriff der "Kulturtechnologie", denn dieser pendelt zwischen den "Kulturtechniken" und einem harten (*scientific*) Verständnis von "Technologie". Vor allem aber wird die Methode einer techniknahen Medienwissenschaft eingeführt: "Zunächst wird die Technik selber zu fassen versucht - ihre Grundlagen, Prinzipien, Schaltungen. In einem zweiten [...] Schritt wird nach der Historie eben dieser Technik gefahndet. Während alle von der Zukunft *durch* RFID reden [...]"⁷⁴ - und dies gilt analog auch für die aktuelle Rede einer allumfassenden Digitalisierung - "redet dieses Buch von der Vergangenheit *in* RFID", wo ein technischer (und logischer) "Kern" geradezu *aufgehoben* ist (um hier erneut einen Begriff Hegels zu bemühen). Doch im Unterschied zu "kulturwissenschaftlicher Grundlagenforschung"⁷⁵ hat Medienarchäologie ein geradezu ahistorisches Verständnis von Medienzeit. Im historiographischen Modell der Mediengeschichte "kommen die technischen Medien nicht von irgendwoher, sondern sind historisch-kontingente Artefakte und stehen in einem wissenschafts- und technikhistorischen Kontext"⁷⁶. Demgegenüber bestimmt radikale Medienarchäologie die Tradition technischen Wissens vielmehr von Seiten eines denk- und lötnotwendigen *Technológos*. Die *arché* technischer Medien oszilliert in diesem *double-bind*; Bernhard Siegert sucht von daher "den Anfang der elektrischen Medien zu denken einerseits als historischen Anfang, andererseits als einen ursprungslosen, das heißt gegenüber dem Moment eines Ursprungs permanent verschobenen Anfang"⁷⁷.

Doch bevor derartige Erkenntnisfunken aus solchem Wissen gewonnen werden - das Kernanliegen aller techniknahen Medienwissenschaft -, gilt es, sich mit dem technischen Ding - und seinen Details - vertraut zu machen: "Es gilt, aus dem Raunen über RFID erst einmal ein konkretes Sprechen zu machen" (ebd.) - als ein weiterer Wortsinn des *Technológos*. "Dieses zu beschreiben ist - trotz aller Pein im Detail [...] - die Aufgabe einer konkret studierenden Medienwissenschaft"⁷⁸.

Konkret prallen im RFID-Chip klassische (analoge / reale) Radiotechnik und Kodierung (digital / symbolisch) aufeinander, und nur das genaueste Hinsehen auf die präzisen mikrotechnischen Ereignisse trägt hier zur Klärung respektive medientheoretischen Inspiration bei. Zu den Kennzeichen der RFID-Technik gehört u. a. die „unauffälligen

74 Rosol 2007: 9

75 Rosol 2007: 9

76 Rosol 2007: 14

77 Siegert 2003: 11. Was mithin unter dem Titel *Passage des Digitalen* publiziert wurde, heißt in der Originalfassung einer Habilitationsschrift (Humboldt-Universität zu Berlin) noch *Mathesis und Graphé. Eine Medienarchäologie der neuzeitlichen Wissenschaften*

78 Rosol 2007: 10

Auslesemöglichkeit“⁷⁹. Gerade die „berührungslose“ Signalübertragung per Chipkarte im Funkfeld (daher oft auch „Funk-Chip“ genannt) ist eine Sicherheitslücke im elektrophysikalischen Mediensinn, denn sie erlaubt klassische Funkabhörung, während die Dekodierung der verschlüsselten Daten dem komputativen Algorithmus anheimgestellt sind.

Konkret besteht ein RFID-Transponder aus einer klassischen, wenngleich miniaturisierten Antenne, einem *analogen* Schaltkreis zum Empfangen und Senden (Transceiver) sowie einen digitalen Schaltkreis und einem permanenten Read Only Memory. "Der digitale Schaltkreis ist bei komplexeren Modellen ein kleiner Mikrocontroller" und wird damit selbst ein Computer.

Interessanterweise erhält der Transponder-Chip (eine Wortkomposition aus Transmitter und Responder) seine Energie jeweils von den elektromagnetischen Wellen des abfragenden Senders selbst. Dies ist eine medienarchäologische Rekursion des antiken Detektorradios, das über Antenne nicht nur die Radiosendung an sich, sondern auch die Energie zum Radiobetrieb erhielt (hinreichend für Kopfhörerempfang, nicht hinreichend für verstärkungsbedürftige Lautsprecher). Die kybernetische Trennung von Energie und Materie einerseits, und Information andererseits, wird hier unterlaufen, wie künftig auch das Internet der Daten mit dem "Internet der Dinge" (Hardware) und der Infrastruktur "intelligenten" Stroms konvergieren wird.

Digitalisierung als "Zeit des Weltbilds" (Heidegger)

Medientheorie gibt zu bedenken, dass das Sampling analoger, kontinuierlicher, welthaftiger Signale in digitale Daten mehr ist als ein bloß funktionaler technischer Akt. Sie *bedenkt* dies durch Relektüre von Texten, die durch die aktuelle medientechnische Lage tatsächlich aktualisiert werden, geradezu ahistorisch: etwa Martin Heideggers Vortrag über "Die Zeit des Weltbildes" von 1938. Darin kommt die buchstäblich vermessen(d)e Mathematisierung wissenschaftlicher Naturerkenntnis zur Sprache, die heute technomathematisch universal geworden ist, insofern diese grundlegende Operation als *computing* nun von der symbolischen Ordnung in eine reale Wirkungsmacht implementiert - und damit einer qualitativen Eskalation von der Kulturtechnik zur Technologie - wurde.⁸⁰

⁷⁹ <https://de.wikipedia.org/wiki/RFID>, Abruf 3. November 2020. Zur Genealogie dieser Technik siehe Christoph Rosol, RFID. Vom Ursprung einer (all)gegenwärtigen Kulturtechnologie, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2008, 2. Aufl. 2016

⁸⁰ Martin Heidegger, Die Zeit des Weltbildes [Vortrag 1938], in: ders., Holzwege, Frankfurt / M. (Vittorio Klostermann) 1950, 69-104

In seinem Vortrag "Die Zeit des Weltbildes" argumentierte Martin Heidegger, daß die moderne Naturwissenschaft und Technologie ganz und gar der Berechenbarkeit anheimgegeben sind, wie sie auf Englisch treffsicher *computation* heißt. Technik ist damit nicht schlicht die "nutzbringende Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse", sondern umgekehrt ist die neuzeitliche Wissenschaft eine Funktion des *Technológos* (nicht zu verwechseln mit der wissenssoziologisch diskutierten "technischen Vernunft"⁸¹).

Nahezu zeitgleich zu Heideggers Diagnose der neuzeitlichen Episteme entwirft der Mathematiker Alan M. Turing eine symbolische Maschine, die genau dies formalsprachlich realisiert. Was die Gegenwart an der metamathematischen Theorie der Berechenbarkeit interessiert, sind die tatsächlich berechenbaren "big data" in Wissenschaft und Sozialen Medien. Doch schon Heidegger sah in dieser Tendenz zum Datengigantismus nicht nur eine Gefahr, sondern (frei nach Hölderlin) auch eine Rettung. Jeder Schatten ist auch ein Hinweis auf Licht.⁸² Denn was im Zeitalter von *computing* aufscheint, ist - bei entsprechendem Perspektivwechsel - umso deutlicher das Unkalkulierbare als Kernmoment von Turings Überlegungen von 1937, wie es derzeit als Thema in der Computermedienwissenschaft wieder aufgegriffen wird⁸³: das Nicht-Berechenbare im Sinne Kurt Gödels, und dem, was gegenüber Künstlicher Intelligenz und "deep" Machine Learning ein unkalkulierbarer Rest an menschlicher Differenz meint. Dieser Rest-Mensch wird - im Sinne von Heideggers Argumentation - durch die "große Transkription" umso deutlicher konturierbar. Ähnliches gilt für das Wesen universitärer Lehre angesichts ihrer Absorption durch umfassende "Digitalisierung."

81 Siehe etwa Günter Spur, Über die technische Vernunft. Ein Forschungsansatz, in: Klaus Firscher / Heinrich Parthey (Hg.), Gesellschaftliche Integrität der Forschung (= Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2005), Berlin Gesellschaft für Wissenschaftsforschung) 149-159

82 Siehe Martin Heidegger, The Age of the World Picture [GO 1938], in: idem, The Question Concerning Technology and Other Essays, New York, NY (Garland) 1977, 115-154 (154)

83 Siehe etwa Beatrice Fazis Monographie *Contingent Computation: Abstraction, Experience, and Indeterminacy in Computational Aesthetics* (2018)

"Es wird Zeit die Technik und nicht ihren Einsatz zu betrachten"⁸⁴ (eine mediensoziologische Perspektive)

Kommt mit der aktuellen „Digitalisierung“ aus gegebenem Anlaß etwas zum Durchbruch, wofür als Medienbotschaft (im Sinne McLuhans) längst schon der Boden kultiviert war? Eine ganze *social media*-Generation war durch den globalen Einsatz der Universalen Turingmaschine (konkretisiert in Smartphones) längst hinsichtlich der Einverleibung digitaler Datenströme „massiert“ (erneut McLuhan).

Der Soziologe Armin Nassehi deutet in seinem Buch *Muster* bereits die Gesellschaft im 19. Jahrhundert als eine "digitale" (und damit auch die Soziologie 4.0 als eine Methode seines Fachs⁸⁵, wie sie Gabriel Tarde mit seinem statistischen Ansatz bereits im 19. Jahrhundert begründete): "Diese habe sich durch eine steigende Komplexität und Urbanisierung entwickelt, was dazu führte, dass man sich auf vorherige, analoge Wahrnehmungsformen nicht mehr verlassen konnte."⁸⁶ An deren Stelle trat die Sozialstatistik. Doch die Turingmaschine, die solche Statistik überhaupt erst massenhaft zu berechnen ermöglicht, entsprang keinem gesellschaftlichen Bedürfnis, sondern metamathematischen Grundlagenfragen. Die "digitale Gesellschaft" (respektive ihre "digitale" Analyse) als Hochzeit von Computer und menschlicher Gemeinschaft ist eine kontingente Konfiguration.

84 Nassehi in Anlehnung an die Science & Technology Studies und den französischen Soziologen Dominique Cardon, der sich seinerseits auf Gilbert Simondon's Techniksoziologie bezieht. "Soziologe Armin Nassehi über Digitalisierung 'Dritte Entdeckung der Gesellschaft'", Begleittext zur Sendung Breitband (Beitrag vom 24. August 2019: Vera Linß und Marcus Richter im Gespräch mit Armin Nassehi) im Deutschlandradio, https://www.deutschlandfunkkultur.de/soziologe-armin-nassehi-ueber-digitalisierung-dritte.1264.de.html?dram:article_id=457185, Abruf 17. Juli 2020. Siehe Armin Nassehi, *Theorie der digitalen Gesellschaft*, München (C. H. Beck) 2019, 15

85 Siehe Sabine Maasen | Jan-Hendrik Passoth (Hg.), *Soziologie des Digitalen – Digitale Soziologie?* Sonderband 23 von: *Social Welt*. Zeitschrift für sozialwissenschaftliche Forschung, Baden-Baden (Nomos) 2020

86 "Soziologe Armin Nassehi über Digitalisierung 'Dritte Entdeckung der Gesellschaft'", Begleittext zur Sendung Breitband (Beitrag vom 24. August 2019: Vera Linß und Marcus Richter im Gespräch mit Armin Nassehi) im Deutschlandradio, https://www.deutschlandfunkkultur.de/soziologe-armin-nassehi-ueber-digitalisierung-dritte.1264.de.html?dram:article_id=457185, Abruf 17. Juli 2020, über: Armin Nassehi, *Muster. Theorie der digitalen Gesellschaft*, München (C. H. Beck) 2019

Für eine wirklich medienarchäologische Analyse der aktuellen "Digitalisierung", welche den Computers als Subjekt und Objekt derselben mit einbezieht, stellt sich damit die zentrale Frage nach dem Verhältnis von Hard- und Software.⁸⁷ Zählt angesichts einer weitgehend standardisierten Hardware nur noch Software, mit Konsequenzen für den Fokus von Medienwissenschaft als „Software Studies“ (Manovich)?

"With cyber attacks rising in both importance and volume every year, it is paramount to ensure that deployed code is free of known problems and audited for possible software problems, including interactions between software and hardware components", heißt es in einem Call for Papers für das Themenheft "Models and Algorithms in Cybersecurity" der Zeitschrift Mathematics⁸⁸ - als ob nicht jede Implementierung von symbolischem Quellcode in operativen Computern bereits selbst eine Interaktion beider Regime darstellt. Software ist keine Abstraktion von Hardwareprogrammierung, sondern lediglich deren symbolische Radikalisierung.

Auf den ersten Blick sind Algorithmen reine Produkte des mathematischen Geistes und damit vollständig logisch nachvollziehbar. Doch verkörpert in rechenfähiger Materie, und in Kombination mit "big data", zeitigen sie indes unvorhersagbares Verhalten. Die Undurchschaubarkeit der Algorithmen ist gewissermaßen ein Sekundäreffekt der allumfassenden "Digitalisierung" von Umwelt.

Die Algorithmisierung des Sozialen ist keine Antwort auf ein gesellschaftliches Bedürfnis, sondern einer technomathematischen Affordanz.⁸⁹ Im Unterschied zu bereits vorweg geprägten Stereotypen, nach denen Menschen eingeschätzt werden, werden in durch algorithmische Durchmusterung von *big data* aus Sozialen Medien "auf einmal Dinge sichtbar [...], die vorher gar nicht in den Gedanken der Gesellschaft vorkamen. Als Beleg dafür, dass die Schublade, in die man von Algorithmen gesteckt wird, tatsächlich funktionieren, nennt Nassehi "personalisierte" Werbung. Diese könne schließlich nur erfolgreich sein, wenn der Mensch tatsächlich vorhersehbaren Mustern folgen würde" (ebd.).⁹⁰

87 Klassisch dazu Friedrich Kittler, Es gibt keine Software, in: ders., Draculas Vermächtnis. Technische Schriften, Leipzig (Reclam) 1993, 225-242

88 Elektronische Kommunikation jjaylyn139@gmail.com vom 20. Juni 2022

89 Siehe Louisa Amoore / Volha Piotukh (Hg.), Algorithmic Life. Calculative devices in the age of big data, New York (Routledge) 2016

90 Siehe auch Jonathan Roberge / Robert Seyfert, Algorithmenkulturen. Über die rechnerische Konstruktion der Wirklichkeit, Bielefeld (transcript) 2017

Nassehi beklagt im soziologischen (nicht medienarchäologischen) Sinne, dass die bisherige kritische Auseinandersetzung mit der Digitalisierung zu kurz greife. "Momentan sei Kritik zu sehr auf die Interessen von Medien und Unternehmen fokussiert und man müsse öfter fragen, was die eigentliche Technologie fordert und weshalb sie damit erfolgreich sei" (ebd.).

Mit der Datenschutzgrundverordnung (DSGVO), so Nassehi, seien zwar rechtliche Regulierungen geschaffen worden, die den Nutzern am Smartphone aufzeigen, wie Apps mit ihren Daten verfahren. Doch gegenüber dieser diskursiven Besänftigung ist damit noch kein Einblick in die Black Box gegeben; vielmehr re(a)giert und reguliert (kybernetisch) weiterhin die symbolische Maschine: "[D]ie Technik, die es möglich macht so viele Daten zu sammeln, ist immer noch dieselbe."⁹¹

Das Verschwinden der technisch konkreten *digitization* hinter dem Diskurs der *digitalization*. Eine kritische Hinterfragung des Begriffs

Thema dieser Ausführungen ist nicht das „Digitale“ an und für sich, ebensowenig die epistemische Unterscheidung von „analog“ und „digital“; vielmehr widmen sie sich einer konkreten Szene in der Dramaturgie technischer Medien, nämlich der Übersetzung von „Welt“ (im Sinne Heideggers) in den computerrechenbaren Code.

Medienarchäologische Analyse steht für den Versuch, aus der Diskursanalyse der ubiquitären "Digitalisierung" *im Krebsgang* auf ihre sowohl technischen wie logischen Bedingungen zurückzukommen.

Beginnen wir mit dem *lógos*. Konkret verlangt dies – im medienphilosophischen Sinne – eine beharrliche „Arbeit am Begriff“ (Hegel) der "Digitalisierung". Diese Begriffsarbeit trennt zunächst scharf zwischen Digitalisierung und Analog-zu-Digital-Wandlung. Ausgerechnet die Welt der Medienökonomie weist darauf hin: „[D]igitalization is often misinterpreted and misapplied to digitization. [...] Disambiguating these concepts is not just a semantic exercise, it is an exercise in grasping the full transformative potential of a digital mindset and strategy. [...] At the core is the argument that digitalization cannot occur without digitization. Digitization is the conversion of analog to digital, whereas digitalization is the use of digital technologies and digitized data to impact how work gets done, transform how customers and companies engage and interact, and create new (digital) revenue streams.“⁹² Was hier für

91 Breitband a. a. O.

92 Colleen Chapco-Wade, Digitization, Digitalization, and Digital Transformation: What's the Difference?, <https://medium.com/@colleenchapco/digitization-digitalization-and->

digitale Formen der Generierung von Einkommen angesprochen wird, gilt auch für Wissensströme: "[D]igitalization is a strategy or process that goes beyond the implementation of technology" (ebd.). Aufgabe von Medientheorie ist in der Tat im philosophischen Sinn eine harte „Arbeit am Begriff“ (G. W. F. Hegel). "When one considers that 'digital transformation' once referred to 'digitization' and 'digitalization' was once called 'computerization,' nomenclature matters when discussing phenomena where the terminology changes as fast as the technology does."⁹³

Hinzu kommt neben die *digitization* als "process of making information available and accessible in a digital format" als maschinenlesbares Form (denn Digitalisierung meint die Anpassung der menschengemachten Kultur an die Maschine) und die *digitalization* als "process of considering how best to apply digitized information to simplify specific operations" gar noch die *digital transformation* als Bezeichnung für einen allgemeinen digitalen Wandel (im Unterschied zum technischen Agenten des digitalen A / D - Wandlers) im Sinne des "process of devising new business applications that integrate all the digital data and digitalized applications". Mit dem letzten Schritt sind also: Algorithmen, und neuerdings Künstliche Neuronale Netze, gemeint.⁹⁴

Auch die Forschungsabteilung der Nationalbibliothek von Norwegen in Oslo wurde inzwischen beauftragt, die Begriffs- und Praxisgeschichte (oder besser: Archäographie) ihrer "Digitalisierung" zu verfassen. Von dort kommentiert der als Medienwissenschaftler vertraute Eivind Røssaak: "On the one hand one could say 'digitization' addresses key issues within media archaeology. According to my scans of the" seinerseits "digital archive at our library" - also volltextdurchsuchbar -, "'digitization' as a term first appears in Norway in 1945 in connection with the medical use of EKG (electro cardiogramme), and in the late 1950s in connection with telemetry (mostly in connection with the measurement of landscapes), both times as a signal conversion issue" [...] On the other hand, "digitalization" deals with broader ramifications

digital-transformation-whats-the-difference-eff1d002fbdf, Zugriff 19. April 2020. Siehe auch Jan C. Rode, Digitization + Digitalization = Digitalisierung, Eintrag vom 13. März 2018 auf der Webseite Der Medienlotse, <https://www.der-medienlotse.de/2018/03/13/digitization-und-digitalization-was-ist-was>, Abruf 11. März 2021; das Photo zum Artikel zeigt bemerkenswerterweise die Analyse diskreter Signalflüsse am Oszilloskop

⁹³ Chapco-Wade ebd.

⁹⁴ Für eine graphische Darstellung dieser drei Qualitäten siehe <https://thedigitalization.wordpress.com/2018/10/14/digital-in-business>, Abruf 25. März 2021

["Verzweigungen"], one could almost say it addresses 'technogenesis' (Stiegler)."⁹⁵

Digitization meint also das konkrete nondiskursive technologische Ereignis der Analog-Digital-Wandlung, während *digitalization* die umfassende algorithmische Datenprozessierung der Welt, mithin: eine Diskurspraxis meint.

Dissimulation des Digitalen: Die Unsichtbarkeit des A / D-Umsetzers

Das Poster des bereits genannten Online-Symposiums vom November 2020 zum Thema *Musical Education in the Digital Age* diagnostizierte unter Anderem: "Digitisation has thoroughly permeated every sector of society and our lives; it is no longer merely about technical applications, as it equally relates to cultural phenomena and practices." Angespielt wird damit auf den Begriff des "Post-Digitalen", der eben nicht eine Epoche *nach* digitalen Technologien bezeichnet, sondern den Moment, wo Praktiken des Digitalen so selbstverständlich (und damit technisch wie diskursiv unsichtbar) geworden sind, dass sie nicht mehr kritisch, ästhetisch, oder philosophisch (medienepistemisch) bewußt als "digitale" Besonderheit reflektiert werden. Das Postdigitale erlaubt einen wortspielerischen Rekurs auf die Finger (lat. *digitus*) an der Hand. Waren Kulturtechniken noch "zuhanden" (Heideggers "Zeug") respektive an den buchstäblich handelnden Menschen (den performativen Menschenkörper, besonders die Menschenhände) gebunden, etwa im Akt des Zählens (der mittelalterliche *computus*⁹⁶, so verschwindet das Zählen im Postdigitalen im Innern des Computers, gänzlich verborgen hinter dem Interface etwa eines Smartphone. Die Hand "wischt" hier buchstäblich darüber hinweg.

So trat bislang noch jedes neue technische Medium - wie etwa der Buchdruck in der frühen Neuzeit - nach einer Phase der aufgeregten Neuigkeit, der irritierenden Überraschung und der daher bewußt kritischen Reflexion allmählich in die Epoche der Alltäglichkeit. Die Einführung der vokalphabetischen Schrift wurde in Platons Dialog *Phaidros* zunächst noch bewußt als (Kultur-)Technik begriffen, bevor sie für spätere Generationen zu einer nahezu selbstverständlichen Tätigkeit im kulturellen Unbewussten verinnerlicht wurde.⁹⁷ Im Gegensatz zur

95 Elektronische Post Eivind Rossaak, 16. November 2020

96 Dazu Arno Borst, *Computus. Zeit und Zahl in der Geschichte Europas* [1990], 3., durchgesehene und erw. Aufl. Berlin (Wagenbach) 2004, sowie Horst Wenzel, *Von der Gotteshand zum Datenhandschuh: zur Medialität des Begreifens*, in: Sybille Krämer / Horst Bredekamp (eds.), *Bild - Schrift - Zahl*, Munich (Fink) 2003, 25-56

97 Dazu Walter Ong, *Oralität und Literalität. Die Technologisierung des Wortes*, Opladen (Westdt. Verl.) 1987, 84

altgriechischen Antike hat sich die "Technologisierung des Wortes" (Ong 1987) - der alphanumerische Code als *Technológos* im pragmatischen Sinn - indes durch den mechanischen Buchdruck von der menschlichen Handhabung (als Handschrift) gelöst und versinkt inzwischen vollends auf die "Unterfläche(Frieder Nake) des Computers diesseits der Interfaces. Hat die ausdrückliche Setzung einzelner Buchstaben für die Vokale die Musikalität der gesprochenen Sprache im Aufschreibesystem Alphabet zu fixieren gesucht, verstummt diese im alphanumerischen Code radikal. Neben die primäre Schrift (die Tastatur) tritt eine sekundäre Schrift (der Quellcode).

Gilt das post-digitale, zunächst für den Audibereich diagnostizierte⁹⁸ "Verschwinden" des Digitalen auch innertechnisch? Und kann das verschwundene Digitale durch Öffnen der Black Box - sei es als Hardware, sei als Quellcode von Software - wiedergefunden werden? In medienarchäologischer Analyse wird das "Post-Digitale" technisch konkret:

Angesichts eines geöffneten USB-Audiointerfaces stellte sich die Frage, ob sich der darin verbaute Analog-Digital-Umsetzer identifizieren läßt, der analoge akustische Signale in digitale Impulse wandelt. Das Resultat dieser medienarchäologischer Spurensuche lautete auf den ersten Blick: "[I]eider bisher ohne Erfolg"⁹⁹. Buchstäblich medientheoretisch - denn *theoría* meint in der altgriechischen Antike das bewußt reflektierte Schauen - stellt sich hier die Frage, ob wir das Medium sehen, wenn wir seine technische Verkörperung betrachten. Dies betrifft den Unterschied zwischen Anblick und Einsicht, oder aber: Betrachtung und Wissen (ein Wort, das sich im Deutschen seinerseits vom lateinischen Partizip Perfekt *visum* ableitet). Was wir an der Hardware elektronischer Konfigurationen nicht sehen, ist ihr eigentlicher Medienmoment respektive das Momentum des Mediums, das sich erst *im Signalvollzug* offenbart. Ist A/D-Wandlung ein elektrophysikalisches, oder nicht vielmehr ein logisches Ding? Bedarf also das technisch Sichtbare des abstrakten Diagramms, um überhaupt erst anschaulich zu werden? Was sich in dieser technischen Anatomie zu erkennen ist in medienästhetisch brisant: der sich selbst verbergende A/D-Umsetzer. "Digitalisierung" erweist sich geradezu als Tarnkappe oder *dissimulatio artis* (das "Verbergen der Kunst" in der klassischen Rhetorik-Lehre) als Äquivalent zur "(Un-)Zeit" des Digitalen.

[Camouflagen des Digitalen; So verschwindet auch in einer Vielzahl von Medienkunst-Installationen die digitale Zwischenberechnung zugunsten des optischen (und / oder akustischen) Interface-Effekts - wo doch der

98 Kim Cascone, The Aesthetics of Failure. 'Post-Digital' Tendencies in Contemporary Computer Music, in: Computer Music Journal, Bd. 24, Heft 4 (Winter 2000), 12-18

99 Elektronische Post von Thomas Fecker, 1. Dezember 2020

Algorithmus der eigentliche Agent ist, der Kunst und Wissenschaft miteinander in Bezug setzt.]

In der medienarchäologischen Inkubationsphase der Digitalisierung machten Diskussionen über Prozessortakte, Speichergrößen und Übertragungsraten noch das Medium selbst zur Botschaft. Doch im aktuellen „Überfluss ihrer technischen und ökonomischen Verfügbarkeit“ als Konsequenz von Moore's Law resultieren diese Parameter längst in einem „unaufgeregten täglichen Umgang mit Ressourcen“¹⁰⁰. Damit einher geht eine Dissimulation der Technomathematik des Digitalen, wie sie sich in Deklarationen wie dem Zeitalter des "Post-Digitalen" (Negroponte) ausdrückt. Die „Phänomenologie des Digitalen, ehemals von Zahlenreihen auf Grünmonitoren, gepixelten Graphiken, von Artefakten wie Aliasing, Moiré, Quantisierungsrauschen, den Bächlein des Satzsetzes und dem Sonderzeichenmassaker von 7-Bit- ASCII geprägt, hat sich verändert. Ihre Oberflächen verraten nichts mehr von den ‚darunterliegenden‘ Codes. Im Gegenteil, die Erscheinungsformen der alten analogen und digitalen Medien werden gleich mitsimuliert. Das Bildwackeln und -rauschen des Super-8-Films, Vinylknistern, SID-Chip und alter 8-bit-Sampler, all' dies steht im Effekte-Menü bereit" (ebd.). Doch noch viel grundsätzlicher (d. h. signalnäher) ist die Unterscheidung von "analog" und "digital" alles Andere als natur- oder technikgegeben, und ebensowenig die vielmehr metaphysische Unterstellung des "Analogen" als des Eigentlichen (in) der Welt. "Analog" heißen technische Bilder überhaupt erst im Nachhinein ihrer Prozessierung als Digitalisat, also *ex negativo* (um hier einen photochemisch zugleich naheliegenden Begriff zu wählen). Unterschieden werden - höchst anthropozentrisch - vielmehr Bilder, die Menschensinnen optisch unmittelbar zugänglich sind, von solchen, die erst durch das Dazwischentreten eines Mechanismus überhaupt erst wieder als "Bild" auf Sichtfenstern erscheinen können.¹⁰¹

Selbst die medienhistorische Quellenkritik - deren Gegenstück im hiesigen Fach die "Medienphilologie" darstellt - macht inzwischen auf den Unterschied von "digitalisiert" und "genuin digital" aufmerksam. So heißt es etwa in einem Eintrag zu Computerspielen wie PONG als überlieferungswertiger historische Quelle: "Im Gegensatz zu Digitalisaten weisen viele digitale Medien überhaupt keine 'materielle' Form abseits von Datenträgern mehr auf."¹⁰² Nachdem das Arcade-Spiel Pong 1972 von Atari noch als realer Schaltkreis entwickelt wurde, steht es heute in

100 *Call for Participation* zur Tagung "analog digital. Kunst und Wissenschaft zwischen Messen und Zählen" (HyperKult 12) der Fachgruppe "Computer als Medium" im Fachbereich "Informatik und Gesellschaft" der Gesellschaft für Informatik, Rechenzentrum Universität Lüneburg, 24.-26. Juli 2003

101 Siehe auch Dirk Baumbach, Vorteile der Analogfotografie, <https://www.fotografen-welt.de/fototipps/vorteile-der-analog-fotografie>, Abruf März 2021

Form zahlreicher Emulatoren zur Verfügung. Geht mit dieser Aufhebung einer materiellen Computerspielkonsole in einem Digitalisat der Begriff des "Originals" verloren, oder stellt er sich - in Aktualisierung von Walter Benjamins Thesen zum "Kunstwerk im Zeitalter seiner technischen Reproduzierbarkeit" (1936) schlicht neu? Die kulturelle Semantik hinkt hier der technologischen Einsicht schon hinterher; so kommentiert der genannte Historikertext in einer Fußnote, Emulatoren seien "zwar keine Originale, können aber als eine Art Faksimile gelten, was ihre Verwendung als Quellen aber problembehafteter erscheinen lässt" (489).

Der Arbeit *am* Begriff der "Digitalisierung" steht mit wachsender Software-*agency* das Theorem einer Arbeit *des* Begriffs entgegen, im Sinne eines autonomen *Technólogos*.

TECHNIKNAHE ARCHÄOGRAPHIE DER DIGITALISIERUNG

Nun auch maschinenseitig: Die Lesbarkeit des Digitalen

Was gemeinhin Digitalisierung heißt, meint eigentlich die binäre Kodierung reellwertiger, also stetiger Signale. Ihr Verfahren ist das technische (nicht ästhetische) Sampling, und ihr konkreter Ort ist der A/D-Wandler. Der Autor eines entsprechenden Fachbuchs betont im „Vorwort“ den medienepistemischen Kern, der eine Vertiefung verdient: dass nämlich „vor dem Einsatz eines Mikroprozessors [...] die Aufbereitung der Information steht.“¹⁰³ Denn dem „Wandler“ vorgeschaltet ist das Sample-and-Hold-Modul der technischen Sensoren. Zum Anderen, wird durch "die unaufhaltsame Verbilligung integrierter Digitalisierungen die Schnittstelle zwischen analoger und digitaler Schaltungstechnik mitten in den Umsetzer selbst verlegt" (ebd.).

Für das Alphabet der Digitalisierung, welches nur noch zwei diskrete Elemente umfaßt, ist Shannons nachrichtentechnische Theorie der Informationsverarbeitung entscheidend, sowie deren algorithmische Prozessierung (*alias* „Software“ oder gar „Apps“). Der Eintrag „digitize“ im Glossar zum Buch von Edward B. Magrab sowie Donald S. Blomquist *The Measurement of Time-Varying Phenomena* definiert „To render an analog measurement into digital form.“¹⁰⁴

102 Kai Matuszkiewicz, Geschichte als Ping-Pong-Spiel? Das Computerspiel *Pong* als mentalitätshistorische Quelle, in: Maria Rhode / Ernst Wawra (Hg.), Quellenanalyse. Ein epochenübergreifendes Handbuch für das Geschichtsstudium, Paderborn (Schöningh) 2020, 486-492 (487)

103 Dieter Seitzer, Elektronische Analog-Digital-Umsetzer. Verfahren, Bauelemente, Beispiele, Berlin / Heidelberg (Springer) 1977, IV

104 New York et al. (Wiley) 1971: 309

Digitalisierung meint medienepistemisch brutal, dass nicht mehr allein Menschen Alphabete lesen, sondern diese maschinenlesbar gemacht werden, als eine Deligierung der Leserschaft an den Computer. In der auf die konkrete Technik der Digitalisierung folgenden Symbolisierung erfolgt eine Rekursion des Alphabets und die Verzifferung der Welt im alphanumerischen Code.

Das Glossar zu Bruce M. Owens *The Internet Challenge to Television* definiert im Eintrag „Digital“: „A function that operates in discrete steps, such as ‚on‘ and ‚off‘. Because the physical world is continuous, such representations are approximations“, etwa „optical [...] signals that change in frequency, polarity, or amplitude“¹⁰⁵ - etwa die optischen Telegraphie.

Tatsächlich waren die ersten vollelektronischen Bit-Speicher – die Flipflops – auf Doppeltriodenbasis realisiert. Solche Vakuumelektronenröhren stehen noch in direkter Filiation der Edisonschen Glühbirne, bevor die dann erst durch diskrete Halbleiter (Transistoren), dann durch vollständig integrierte Schaltungen (Mikrochips) ersetzt wurden. Während dies technisch-materiell völlig verschiedene Verkörperungen darstellt, bleibt dabei das funktionale (techno-logische) Prinzip der binären Verschaltung erhalten – als medienarchäologische Bifurkationen des gleichursprünglichen "Digitalen".

Exkurs zu Leibniz' Dyadik: Von der Entfesselung der Symbole gegenüber der Theologie

Buchstäblich gelesen impliziert der Begriff analoger Signale als "time-varYING phenomena" bereits ihre "Digitalisierung", nämlich die komplementären Figuren von Yin und Yang im altchinesischen *Buch der Wandlungen (I Ging)*, das in Form von acht Trigrammen aus binären Zeichen die Zukunft zu erschließen sucht und zugleich an die kombinatorische Papiermaschine (die Ars Magna) von Raimundus Llullus erinnert. Geradezu telegraphisch wird hier Yin durch zwei kurze Striche, Yang durch einen langen Strich verkörpert; insofern aber beide Zeichen noch heftig semantisiert werden, erreichen sie nicht die formale Blödigkeit (Lacans *alphabétise*) und damit Effizienz der symbolischen Maschine. Dennoch können die beiden Linien als Elemente eines Dualsystems zur Zahlendarstellung gesehen respektive gelesen oder dekodiert werden.¹⁰⁶ Gottfried Wilhelm Leibniz erfuhr 1701 von dieser diagrammatischen Operation (konkret 64 Hexagramme) durch seinen Briefverkehr mit dem Jesuiten Joachim Bouvet in China und hat und dies sofort auf die binären Ziffern "Null" und "Eins" als Grundlage der

105 Cambridge, Mass. et al. (Harvard UP) 2000: 343

106 Siehe https://de.wikipedia.org/wiki/I_Ging, Abruf 19. März 2021

Berechenbarkeit der Schöpfung bezogen.¹⁰⁷ Leibniz "glaubte, seine Erfindung des binären Zahlensystems in dem Text vorweggenommen zu sehen und schloss daraus (fälschlicherweise) auf eine hochentwickelte altchinesische Mathematik" (ebd.). Mit der Realisierung (Objektivierung) eines theologischen Dualismus als Rechenmaschine hat Leibniz das Digitale entmetaphysifiziert - der ganze Unterschied sonstiger globaler Hochkulturen zum neuzeitlichen *take off* in Europa. Inzwischen sind die 64 Hexagramme längst im Unicode-Zeichensatz des Computers enthalten.

Die technisch konkrete Szene der Digitalisierung: der Analog-zu-Digital-Wandler

Bereits der schiere Begriff der "Digitalisierung" unterstellt eine analoge Welt als die ursprünglichere. Für die hörbare Welt gilt die akustische *wave form* als gegeben, die erst durch technische Wandler digitalisiert wird. Doch diese Vorstellung - so diese These der emphatischen Medientheorie - wird überhaupt erst durch Messmedien gegeben und erweist sich ansonsten als Metaphysik. Erst technische Medien »definieren, was wirklich ist« Norbert Bolz, zitiert in: Kittler 1986: 10), weshalb bis zum technologischen Moment der "eigentlichen Messung - und ihrer Repräsentation - davon ausgegangen werden muss, dass ein jedes sonisches Signal kontinuierlich und diskontinuierlich zugleich ist."¹⁰⁸ Dies lässt sich konkret anhand einer medienarchäologischen und zeitkritischen Analyse des Sigma-Delta Analog-Digital-Converters konkretisieren - als Konkretisation im Sinne Simondons (1958). Eine solchermaßen formulierte Annäherung an den Begriff des "Signals" konvergiert mit dem zentralen Anliegen der vorliegenden Ausführungen. Auch wenn diese sich in Form diverser "Exkurse" und "Medienwochenschauen" bisweilen dazu verführen ließen, statt der medienarchäologischen Forderung nach präziser technologischer Analyse der sogenannten "Digitalisierung" vielmehr deren diskursive Effekte zu kommentieren, kommen sie hiermit zu ihrem Kernanliegen zurück - als Versuch, den Technológos der "Digitalisierung" zu vernehmen.

Die Unterscheidung von (englisch) *digitizing* und *digitization*. ist damit

¹⁰⁷ Siehe Gottfried Wilhelm Leibniz, Brief an den Herzog von Braunschweig-Wolfenbüttel Rudolph August, 2. Januar 1697; https://www.hs-augsburg.de/~harsch/germanica/Chronologie/17Jh/Leibniz/lei_bina.html, Abruf 19. März 2021

¹⁰⁸ David Friedrich, The Duality of Sound. Eine medienwissenschaftliche Zeitkritik des sonischen Signalwesens, Vortrag im Rahmen des Forschungskolloquiums Medien, die wir meinen, Humboldt-Universität zu Berlin (Medienwissenschaft, Medientheater), 17. Februar 2021, "Abstract". Dazu demnächst seine gleichnamige Masterarbeit.

erneut aufgerufen. Im Unterschied zu *genuin* „digitalen“, also aus reiner Berechnung resultierenden Operationsweisen des Computers meint „Digitalisierung“ zunächst die Übersetzung einer bislang welthaftigen physikalischen Realität in die Maschinerie der Berechenbarkeit.

Menschen ist diese analog-zu-digital-Übersetzung, die den operativen Kern von computing bildet, bereits von den Szenen ihrer *performativen* Kommunikation mit Computern wohlvertraut, denn die Bedingung der "Symbiose" von Mensch und Maschine (Licklider 1960) ist neben der bereits alphabetisch zum diskreten Verhalten disziplinierenden Tastatur ein wohlvertrautes analog-zu-digital wandelndes Interface, die klassische Computermaus. Ein öffnender Einblick in dieses Gerät verrät sogleich die Funktionen einer optomechanischen "Maus", die in der "Zeit des Weltbildes" (Heidegger), nämlich der analytischen Geometrie gründet, hier aber zur medientechnischen Synthese umschlägt. Das Bewegen der Maus erzeugt zunächst eine Drehung der Kugel. Damit verbundene "X- und Y-Achsen übernehmen den jeweiligen Anteil der Bewegung"; konkret werden damit etwa Lochscheiben gedreht. "Infrarot-LEDs leuchten durch die Lochscheiben. Sensoren empfangen Lichtpulse, die in X- und Y-Geschwindigkeiten umgesetzt werden."¹⁰⁹

Was ist hieran konkret "analog", und was überhaupt noch "digital"? Die aus der Nachrichten- und Kommunikationstechnik stammende Unterscheidung von „analog“ und „digital“ stellt symbolisch divergierende Formen ein und derselben physikalisch realen Signalverarbeitung dar. Sie machen einen entscheidenden (buchstäblich "diskriminierenden") Unterschied im konzeptuellen Sinne, stellen aber aus technischer Perspektive lediglich gegenseitige Extremwerte dar.

[Tatsächlich definiert der Eintrag "Diskriminierung" im *Lexikon der Kybernetik* die Fähigkeit eines Organismus, zwei "Reizgegebenheiten" - mithin Signale - hinreichend zu unterscheiden.¹¹⁰ Entscheidend ist hier eine Unterschiedsschwelle, vertraut aus den Neuronen des menschlichen Gehirns. Im Sinne Spencer-Browns ist das "Digitale" eine *operative* - und mithin auch zeitkritische - Markierung, die eine Differenz (ein Delta) erzeugt.]

Radikal medienarchäologische Analyse konzentriert sich weniger auf performativen Interfaces, also die menschenkörperbezogene Phänomenologie der Medien, sondern auf die *operative* innertechnische Realität. Je genauer der konkrete Schauplatz des A/D-Wandlers betrachtet wird, desto mehr erweist sich die sogenannte "Digitalisierung" als Metaphysik: als idealistische Verkennung materialer Medienphysik

109 [https://de.wikipedia.org/wiki/Maus_\(Computer\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Maus_(Computer)), Abruf 10. Februar 2021

110 Lexikon der Kybernetik, hg. v. A. Müller, Quickborn (Schnelle) 1964, 35

zugunsten der Ideenzahlen von "Null" und "Eins". Der Begriff der "Digitalisierung" privilegiert *einseitig* eine Operation, die nur ideell eine "digitale" ist, aber in ihren diversen technischen Praktiken in vielfältigen Hybridisierungen des "Analogen" und des "Digitalen" resultiert. Um aus der - für technische Beschreibungen grundsätzlich zuverlässigen - Wikipedia zum Eintrag "Delta-Sigma-Modulation" "die Situation für einen Analog-Digital-Umsetzer zu zitieren:

"Das Ausgangssignal der Rückkopplungsschleife (1-Bit-Signal) wird von einem Digitalfilter verarbeitet, welches durch seinen Aufbau die Wortbreite und durch die Dezimierung [...] die Abtastrate der PCM-Daten vorgibt. Das 1-Bit-Signal hingegen wird für den analogen Vergleich (hierbei ist der Quantisierer ein Komparator) am Eingang in ein Analogsignal umgewandelt. (Wobei umwandeln etwas hochtrabend klingt - es wird ja durch den 1-Bit-DAC lediglich zwischen zwei Spannungen umgeschaltet.)" Die medienepistemische Emphase wird hier technisch wieder auf den Boden geholt. Mehr noch: "Am zugrundeliegenden Prinzip ändert sich nichts, wenn statt des Digitalfilters ein Analogfilter benutzt wird und am Eingang digitale PCM-Signale durch einen digitalen Vergleich verarbeitet werden - obwohl nun ein Digital-Analog-Umsetzer vorliegt. Entsprechend sind alle vier Kombinationen von Analog- und Digital-Eingang und -Ausgang denkbar."¹¹¹

Radikale Medienarchäologie präzisiert Michel Foucaults wissensarchäologische Diskursanalysen dahingehend, dass sie zum Zwecke einer präziseren Lagebestimmung seine Aussagen ebenso technisch wie logisch „erdet“ und in einer doppelten Aufmerksamkeit den konkreten Schauplatz sowie die Begriffe identifiziert, wo diese Medienaussage getätigt wird: das elektrotechnische Modul (die Baugruppe) der analog-zu-digital-Wandlung. Gegenüber einer bloß kontemplativen oder theoretischen Distanz zur „Digitalisierung“ plädiert operative Medienarchäologie für eine technologische Analyse *aus dem Inneren der Apparate selbst*. "Um das Wesen analoger und digitaler Schaltungen und Signale aufzuspüren und zu vergleichen, ist das Innere eines Analog-Digital-Wandlers ein lohnender Ort", heißt es im Beitrag von Henry Westphal zum Band *Archäographien*: "Vom Messen und Zählen. Wie 'Analog' durch Mitkopplung zu 'Digital' wird" - und dies nicht in abstrakter Debatte, sondern konkret dargelegt anhand des Fairchild Multimeter 7000 aus dem Jahre 1969.¹¹²

Doch Achtung, ebenso relevant ist aus medientheoretischer Sicht die Begriffsverwendung selbst. Schon mit der Benennung des "A/D-

111 <https://de.wikipedia.org/wiki/Delta-Sigma-Modulation>, Abruf 13. Februar 2021

112 In: Moritz Hiller / Stefan Höltgen (Hg.), *Archäographien. Aspekte einer Radikalen Medienarchäologie*, Berlin (Schwabe Verlag) 2019, 101-114 (102)

Wandlers" ist medienarchäologische Analyse zur Begriffsschärfung aufgerufen. Dieter Seitzers Fachbuch von 1977 trägt den Titel *Elektronische Analog-Digital-Umsetzer*. Aus Sicht der Elektrotechnik (mithin der Elektronen selbst) mag der Begriff des Analog-Digital-Wandlers als „Umsetzer“, abgeleitet vom englischen Begriff des *converter*, tatsächlich „wesentlich passender“¹¹³ zu sein, insofern nicht die Energie, sondern lediglich die Signalform „gewandelt“ wird – womit auch das – mithin kulturmedienwissenschaftliche, oder auch wissenssemantische – Spiel mit dem liturgischen Begriff der „Transsubstantiation“ problematisch wird. Dies ist keine semantische Spitzfindigkeit: Findet in diesem A/D-Modul eine Wesenswandlung des welthaftigen Signals statt, oder lediglich dessen funktionale Dislokation? Für die prekäre Frage, welches Authentizitätsversprechen eine "digitalisierte" Computerwirklichkeit gegenüber der physikalischen Welt macht, oder ob mit "Digitalisierung" ein Weltverlust im Sinne Heideggers einhergeht, ist dies medienepistemisch entscheidend.

Die erkenntnisleitende Untersuchung der Mechanismen, „wie analog verstärkende Bauelemente dazu gebracht werden, digitale Zustände einzunehmen“, erinnert zunächst daran, dass es sich mit der "Digitalisierung" um einen Akt symbolischer Gewalt gegenüber dem Realen handelt. Die Klärung dieser Frage ist unabdingbar damit verbunden, „technisch im Detail an[zu]sehen, wie aus einem analogen ein digitales Signal entsteht“¹¹⁴.

Statt "Digitalisierung" ganzheitlich als mediensoziologisches Phänomen (den "Überbau") zu beschreiben (wie es in "den" publizistischen Medien bezeichnenderweise darin resultiert, bevorzugt Mediensoziologen zu befragen), geht Medienarchäologie radikal induktiv vor, um den Gegenstand wortwörtlich aus seiner Basis, dem mikrotechnischen Ereignis abzuleiten.

"Digitalisierung" meint zunächst nicht mehr und nicht weniger als die Weiterverarbeitung *analoger*, welthaltiger Signale zu binären Daten, deren technisches Wahrnehmungsorgan der Sensor ist. Die eigentliche Transformation geschieht mit Hilfe elektronischer Systeme wie dem Abtast- und Halteverstärker, die an sich zunächst indifferent gegenüber der Frage sind, ob es sich um "analoge" oder "digitale" Signale handelt; ihr Schwerpunkt liegt in der Erzeugung zeitdiskreter Spannungswerte für ein jeweiliges *sampling intervall*.

Der sogenannte A/D-Wandler lädt zunächst "mit einem der zu messenden Spannung proportionalen" – also buchstäblich *analog* "eingepprägten Strom einen Kondensator über eine exakt definierte Zeit auf." Die in diesem Kondensator letztendlich enthaltene Ladung "ist der zu

113 Elektronische Kommunikation Thomas Fecker, 8. Oktober 2020

114 Westphal 2019: 101

messenden Spannung "exakter: deren Zeitintegral" - proportional.¹¹⁵ Diese Formulierung entspricht tatsächlich der Denk- und Funktionsweise des Analogcomputers - sozusagen die innertechnische Antithese der Digitalisierung selbst.

In der nachfolgenden Entladung nimmt die Spannung über dem Kondensator rampenförmig ab; die dabei verstreichende Zeit ist damit der zu messenden Spannung proportional. "Auch diese Zeit ist noch eine analoge Größe - sie ist unendlich fein abgestuft", also mitnichten bereits die "Zeit des Digitalen". Weiter Westphal: "Die tatsächlich nutzbare Auflösung ist nur durch das thermische Rauschen im vorgeschalteten Signalweg begrenzt."¹¹⁶

Erst in Kopplung mit einem digitalen Zähler wird die Entladungszeit des Kondensators als zur messenden Eingangsspannung proportional *abzählbar* und damit "digitalzeitlich" im Sinne der aristotelischen Definition, derzufolge erst die zählende Messung "Zeit" überhaupt erst gewährt.

So bestehen etwa auch die Vielkanal-Analysatoren der Kernphysik "im wesentlichen aus einem Analog-Digital-Umsetzer, welcher die Ausgangsspannungen von Strahlungsdetektoren dual codiert und als Adressen zur Ansteuerung von Zählern benutzt, deren Zählerstand die Häufigkeitsverteilung als Funktion der Energie liefert."¹¹⁷ Verzeitlichung wird hier zur technisch funktionalen Operation, mithin also zu einer Un-Zeit. Mit dem Zähler als Bestandteil des Analog-Digital-Umsetzers¹¹⁸ wird die aristotelische Verschränkung von Zeit und Zahl technologisch konkret: "Das Ereignis 'Null erreicht' wirkt hierbei nicht unmittelbar" (ebd.), sondern das Zählen wird erst mit der auf dieses Ereignis folgenden Taktflanke gestoppt und ist damit mikrotemporal un-entschieden, also un-zeitlich im Sinne der tempor(e)alen Etymologie."

Achtung: Erst die "Abtastung mit dem Takt" erzeugt ein "digitales" Signal "in Form des Zählerstandes [...], das nur noch abzählbar viele Zustände einnehmen kann" (ebd.) und damit ein Zeitobjekt im Sinne der aristotelischen Definition bildet. Dies verweist auf die Diskussion um den ontologischen Status der "Zahl": Ist sie eine Funktion der Kulturtechnik des Zählens, oder ist sie eine platonische Vorgegebenheit?¹¹⁹ "Das Signal, das das Ereignis 'Null erreicht' signalisiert, ist sozusagen 'halb digital'. Es

115 Westphal 2019: 103

116 Westphal 2019: 104

117 Seitzer 1977: 5

118 Dazu Seitzer 1977, Kapitel 5.5., 123 ff.

119 Siehe Bernhard Siegert, Zählen. Archäographie einer Kulturtechnik, in: Hiller and Höltgen 2019: 265-380

hat schon zwei diskrete mögliche Spannungs/pegel, ist aber noch zeitanalog."¹²⁰

Im Folgendem schlägt Westphals intransitive Beschreibung eines technischen Gegenstands (in der Tradition der Ekphrasis) in transitive Medienarchäographie um, nämlich als diagrammatischer Nachvollzug des Signalereignisses: Der Schaltungsteil zum Erzeugen dieses Signals wird so genau als möglich analysiert, "indem wir ihn Schritt für Schritt gedanklich aufbauen"¹²¹ gleich einem Hardware-Algorithmus, aber als sogenanntes "Gedankenexperiment"¹²².

Zweck einer *digitalisierenden* Schaltung ist es, einen undefinierten Pegel mit beliebigen Zwischenzuständen zwischen Low und High (die "time of non-reality" Norbert Wieners) dahingehend zu stabilisieren, dass er sich binär entscheidet, indem "der Verstärkerschaltung eine Rückkopplungsschleife hinzugefügt wird, die zur Mitkopplung wird"¹²³ - eine Kernfigur der Kybernetik ebenso wie der Programmierung (If / Then). "Man erkennt, dass die Schaltung nun den undefinierten Zwischenzustand an ihrem Ausgang selbständig innerhalb kürzester Zeit verlässt."¹²⁴ Ab diesem Moment ist die Rede vom "'digitale[n]' Verhalten" (ebd.), das vom Komparator zum Flipflop übergeht, resultierend in einem 1-Bit-Speicher.

["Komparatoren haben die Aufgabe, zwei Spannungen miteinander zu vergleichen. Sie werden demnach in Analog-Digital-Umsetzern eingesetzt, um eine zu messende Spannung einem von mehreren Bereichen zuzuordnen."¹²⁵]

"Wir haben jetzt nicht mehr den Anspruch, auf Spannungsänderungen im Sub-Millivolt-Bereich zu reagieren, sondern wollen nur noch digitale Pegel von mehreren Volt Spannungshub verarbeiten."¹²⁶ Doch bleibt es "vom Zufall abhängig, welchen Zustand ein Flipflop nach dem Zuschalten der Versorgungsspannung einnimmt"¹²⁷ - weshalb gerade diese Schaltung auch als Zufallsgenerator verwendet wird.

Radikale Medienarchäologie lässt sich solche Formulierungen auf der Zunge (dem Artikulationsorgan des *lógos* als operativer Sprache) zergehen, denn hier wird Jacques Lacans Deutung der *tyché* - mithin der primordiale Einbruch (oder Vorlauf) des Realen in die symbolische

120 Westphal 2019: 105 f.

121 Westphal 2019: 106

122 Dazu auch Barad 2007

123 Westphal 2019: 107

124 Westphal 2019: 109

125 Seitzer 1977: 107

126 Westphal 2019: 110

127 Westphal 2019: 111

Ordnung - technisch konkret. Hiermit lässt sich nicht nur das Wunder, sondern ebenso die Wunde der "Digitalisierung" identifizieren.

Es handelt sich in der elektrotechnischen Wirklichkeit von "Digitalisierung" vielmehr um eine energetische Transformation denn um eine symbolische Transkription in ein anderes System. Manifest wird dies anhand des "Flipflop-Demonstrators", den eine Arbeitsgruppe um Henry Westphal (TIGRIS Elektronik, Berlin) an der Technischen Universität Berlin auf der Basis von Elektronenröhren realisiert hat - um darzustellen, "wie durch die Zusammenschaltung von analog arbeitenden Bauelementen eine digitale Schaltung, die nur noch diskrete Zustände annehmen kann, entsteht"¹²⁸.

Das Digitale erweist sich in dieser konkreten Schaltung und ihrer Messung lediglich als Grenz- oder Extremwert des Analogenen. Der Umschlag von der "analogen" (weil stetig messbaren) Signalquantität in eine "digitale" Qualität ist lediglich ein kategorialer, d. h. eine andere mögliche Beschreibungsform dieser technischen Aussage. Das "Digitale" ist der Effekt einer lediglich symbolischen, also arbiträr und extern angetragenen Bestimmung respektive transkodierenden Entscheidung. Das Symbolische "wandelt" nicht das analoge Signal (im Sinne des A / D - Umsetzers), sondern imprägniert - oder moduliert - sein Reales lediglich.

Zweck der Flipflopschaltung ist es, "aus dem zuvor generierten, noch zeitanalogen Ausgangssignal der Nullpunkterkennungsschaltung ein zeitdiskretes, also 'echtes' Digitalsignal zu erzeugen"¹²⁹. Erneut ist das ZeitReal vorgängig, "wenn die Erkennung des Nullpunktes zufällig" - als(o) *tyché* - "zeitgleich mit dem Taktimpuls zur Zählung auftritt" (112), das Symbolische also mit dem Realen kontingent kommuniziert.

Die Mitkopplungsschleife wird dazu verwendet, "um diskrete Zustände in der Wert- und in der Zeitebene *zu erzwingen*" (114, Kursivierung W. E.).

Zwar ist die konkrete elektrotechnische Verwirklichung nur *eine* Variante im Rahmen einer logozentischen Intention namens "Digitalisierung"; unversehens aber zeitigt diese operative "Methode" (die Schaltung als buchstäblicher "Umweg") indes Eigenlogiken, Eigenzeiten und Lösungen von eigenständigem Erkenntniswert (*Techno/ógos*).

128 Online-Eintrag der Projektgruppe "Historische Digitaltechnik" an der Technischen Universität, Berlin: "Flipflop-Demonstrator mit Trioden aus den 1920'er Jahren", https://www.emsp.tu-berlin.de/menue/studium_und_lehre/mixed_signal_baugruppen_alt/digital_technik_back_to_the_roots/flipflop_demonstrator_mit_trioden_aus_den_1920er_jahren

129 Westphal 2019: 112

Dies aber erschließt sich nicht im Makro-, sondern im Mikromedientheater. Hier tut wieder das genaue Hinsehen auf Technik not - Medien*theoría* im strengsten Sinne, auf die Kernszene im Verhältnis von Digitalcomputer und physikalischer Welt.

Exkurs: "Durch digitale Medienprozesse induzierte Irritationen menschlicher Wahrnehmung"

Folgende Diagnose liest sich wie eine Lagebestimmung des aktuellen Vorlesunsthemas: "Zu keinem anderen Zeitpunkt haben äußere Faktoren die globale Gesellschaft des 21. Jahrhunderts so beträchtlich *in Abhängigkeit von digitalen Medien gestürzt* wie die COVID-19-Pandemie im Jahr 2020. Arbeit, Freizeit und Sozialleben finden in überwiegendem Maße in den zweidimensionalen Welten technisch erzeugter Wirklichkeiten auf mobilen Endgeräten statt."¹³⁰ Von Seiten der Nutzer auf Seiten der Nutzer ist die Rede von "Störgefühlen, Jetlags, entglittener Gegenwart, einer gestörte Raum-Zeit-Wahrnehmung etc." (ebd.).

Das "Zweidimensionale" verweist darauf, dass digitale Kommunikation vorrangig von optischen Interfaces her erfahren wird. Doch entgegen dieser phänomenalen Reduktion hat das "Digitale" viele Dimensionen. Mit akustischer Signalverarbeitung kommt nicht nur die Tiefendimension hinzu, sondern mit Bewegtbildern ebenso die Zeitachse. Dies gilt für die elektrotechnische Verkörperung des "Digitalen" im materiellen Sinne; aus der mathematisch-algorithmischen Perspektive des Computers aber wird das "Digitale" auf *n*-Dimensionalität hin entgrenzt.

Die medienarchäologische Analyse des technischen Medienvorgangs unterscheidet sich hierbei von der medienphänomenologischen Frage nach der "Medialität" des Digitalen "als paradoxe Gleichzeitigkeit von Anwesenheit durch Abwesenheit" (Ehrles ebd.), die geradezu technotraumatisch erfahren wird. So wird das von Edmund Husserl einst identifizierte "innere" Zeitbewusstsein durch digitale Medien moduliert (um hier einen Fachbegriff aus der Nachrichtentechnik selbst zu übernehmen) . Technisch erzeugte Wirklichkeiten geraten in Widerspruch zum menschlichen Zeitempfinden. Für medienarchäologische Analyse resultiert daraus die Frage: wo findet "Zeit" in digitalen Technologien statt? Die literaturwissenschaftlich definierte Kategorie des narrativen Chronotopos (Michail Bachtin) wird hier technologisch konkret. Das "innere Zeitbewusstsein" korreliert kaum noch mit den konkret

130 Aus dem *abstract* zur Vorstellung der Masterarbeit von Katharina Ehrles (Medienwissenschaft, Humboldt-Universität zu Berlin) Zeichen der Zeit: Störungen in und durch digitale Medienprozesse – eine phänomenologische Analyse verzögerter Gegenwart, vorgetragen im Forschungskolloquium *Medien, die wir meinen*, Medientheater, 24. Februar 2021

zeitigenden innertechnischen Operationen. Was in der musikalischen Empfindung menscheinseitige Zeitwahrnehmung ist, ereignet sich im A / D-Wandler, also maschinenseitig, höchst andersartig und zeitkritisch. Und die dort möglichen Störungen in der Signalprozessierung verhalten sich asymmetrisch zu jenen Irritationen, die von den NutzerInnen "digitaler" Kommunikationsmedien erfahren werden.

Die Frage, "ob es Möglichkeiten gibt, unsere Gegenwart zu 'entstören'" (Ehrles ebd.), ruft die kommunikationstechnische Begründung zur Bevorzugung der Digitaltechnik gegenüber analogen Übertragungstechniken wach, war doch die Ent-Störung bereits Sinn und Zweck von Shannons "Digitalisierung" der Medienkanäle.

Von daher ist es auch Sinn und Zweck dieser Ausführungen, die medienanalytische Aufmerksamkeit von den phänomenologischen oder gar sozialen Effekten der sogenannten "Digitalisierung" hin auf ihren tatsächlichen technologischen Schauplatz hin zu lenken, denn Gegenstand medienwissenschaftlicher Analyse ist nicht "Medialität", sondern das konkrete materiale und geradezu mateReale Signalgeschehen. Damit liegt ein erneuter Rekurs zum technischen Kern der Digitalisierung nahe, sprich: zu den diversen Modellen der Analog-Digital-Wandlung. Eine ihrer technischen Verfahren - als verdinglichte "Methodik" - ist hier der *sample-and-hold*-Mechanismus zur Momentanwertabtastung: "eine elektronische Vorrichtung, die es erlaubt, analoge Spannungswerte *kurzzeitig* auf einem definierten Wert zu halten."¹³¹

"Sowohl im zeitkontinuierlichen (s), als auch im zeitdiskreten (z) Bildbereich" - *nota bene*: der etwas andere medientechnischer "Bild"begriff - "existieren entsprechende Modellierungsmöglichkeiten eines Abtast-Halte-Glieds, welche sich aus Sprungfunktion und Totzeitglied zusammensetzen."¹³² Das Eine ist der Schaltplan als Diagramm dieser technischen Handlung. Wie aber sieht ein solches Modul real techno-logisch, also soft- und hardwaretechnisch aus? MATLAB erlaubt die symbolische Modellierung: "Implementierungen für die gesamte Prozedur sind bereits vorhanden" (ebd.) und zwar als Quellcode.

Begibt man sich auf die Suche nach einer anschaulichen Baugruppe, sieht man sich indessen immer wieder auf Schaltpläne rückverwiesen. So ist die Analog-zu-Digital-Wandlung vor aller Technik zunächst ein *logisches Ding*. Die konkrete Verdinglichung aber ist nichts Anderes als ein weiterer Mikrochip als elektrotechnische Black Box.

131 <https://de.wikipedia.org/wiki/Sample-and-Hold-Schaltung>, Abruf 23. Februar 2021

132 <https://de.wikipedia.org/wiki/Sample-and-Hold-Schaltung>, Abruf 23. Februar 2021

Erst in der realen Implementierung entsprechender Bausteine meldet sich das TechnoReale als Techno*lógos* buchstäblich zu Wort. "Aufgrund verschiedener Störeinflüsse weicht das Verhalten realer Sample-and-Hold-Schaltungen vom idealen Verhalten ab."¹³³ Eine wichtige Größe im Haltezustand ist ein buchstäbliches Leck: die Haltedrift (Droop): "Sie wird durch den Entladestrom des Kondensators bestimmt, der sich aus dem Sperrstrom des Schalters, dem Eingangsstrom des Impedanzwandlers und dem Selbstentladestrom des Kondensators zusammensetzt" (ebd.). An dieser konkretesten aller technischen Schnittstelle zwischen physikalischer Außenwelt und computerechnischer Innenwelt (beide bleiben "natürliche" Welten) werden mittels eines elektrischen Sensors zunächst schwache Signale der Außenwelt erfaßt und für die weitere Verarbeitung verstärkt. Aus dem solchermaßen verstärkten Analogsignal "tastet der Abtast- und Halteverstärker in bestimmten Zeitintervallen Werte ab und hält sie während eines Intervalls konstant. Aus einer zeitkontinuierlichen Kurve wird so eine zeitdiskrete Kurve des Signals"¹³⁴ - wobei die "zeitdiskrete Kurve" bereits ein Oxymoron darstellt. Auch diese Diskretisierung ist eine ideale logische Größe; tatsächlich bleibt sie stochastisch verschränkt im Realen der Technik. Konsequenterweise wurde diese technographische Ekphrasis inzwischen korrigiert: "Aus einer analogen zeitkontinuierlichen Kurve wird so ein zeitdiskretes analoges Signal."¹³⁵

Erst das *close reading*, also Wort für Wort (geradezu "byte für byte", als Techno*lógoi*) entbirgt das Wesen, aber auch das Opfer dieser Wandlung von Welt in ihr mathematisches Modell. Denn hier gibt es keinen "Zeitpunkt" mehr, wie er in der klassischen Zeitkultur der metaphysische Fluchtpunkt der "reinen Gegenwart" darstellte. Vielmehr konsumiert ein Analog-Digital-Wandler ein für "eine gewisse Zeit" *immer schon* konstantes Signal, um daraus überhaupt erst "die diskreten digitalen Werte zu ermitteln" (ebd.). Denn erst "[d]iese können dann vom digitalen Signalprozessor verarbeitet" (ebd.) und damit zum Gegenstand der komputativen Datenverarbeitung werden. Echtzeitverarbeitung kennt kein "Jetzt" mehr, nur noch ein "im Nu", das jeden scheinbaren Gegenwartsmoment zum Zwischenspeicher macht und damit Zeit konsumiert - bzw. "Zeit" wird hier selbst zur Funktion dieser Verschiebung, die ihrerseits nach temporaler Semantik ringt (das oben genannte "Totzeitglied" etwa). Erst solchermaßen digitalisierte Signale können dann vom Prozessor *im* (oder besser: *a/s*) Computer verarbeitet werden.

133 <https://de.wikipedia.org/wiki/Sample-and-Hold-Schaltung>, Zugriff 19. März 2021

134 http://de.wikipedia.org/wiki/Digitale_Signalverarbeitung, Zugriff 25. Januar 2007

135 https://de.wikipedia.org/wiki/Digitale_Signalverarbeitung, Abruf 19. März 2021

In dieser Digitalisierung wird die physikalische Welt zunächst verschluckt, insofern ihre innertechnische digitalisierte Abbildung (*mapping*, nicht: mentale Repräsentation) für Menschen nicht mehr wahrnehmbar ist. Nicht dem technischen Bewußtsein, sondern allein der menschlichen Wahrnehmbarkeit zuliebe bedarf es überhaupt eines umgekehrten D/A-Wandlers: "Das Signal nimmt dann den umgekehrten Weg und kann über einen Aktor ggf. wieder in den technischen Prozess einfließen."¹³⁶ Was im klassischen Theater der Schauspieler respektive *actor* ist, wird hier zum technischen "Aktor" (respektive englisch *actuator*), spricht: "antriebstechnische Baueinheiten [...], welche ein elektrisches Signal" - abstrakter modelliert die "vom Steuerungscomputer ausgegebene[n] Befehle in mechanische Bewegungen bzw. Veränderungen physikalischer Größen wie Druck oder Temperatur umsetzen und damit aktiv in den gesteuerten Prozess eingreifen. Die zugehörige technische Disziplin ist die Aktorik."¹³⁷

Welthaftige Signale werden durch Digitalisierung negentropisch erst computerrechenbar gemacht. Kein physikalisches Signal ist "digital" an sich. Das *bit* ist kein realtechnischer Wert, sondern logisches Konstrukt respektive Artefakt. Allein in seinem *embodiment* als elektrischer Spannungswert ist es ein technisches Wesen. Einer zunächst ganz und gar kulturtechnischen Operation, nämlich der Durchführung eines Algorithmus mit Bleistift und Radiergummi auf kariertem Rechenpapier (Turing's "Papiermaschine"), wird elektrotechnische Materie durch Verschaltung gefügig gemacht.

In der sogenannten Elektromobilität und seinen "autonomen" Fahrzeugen aber konvergieren die Elementarteilchen der hochtechnischen Medien (die Elektronen) und die Künstliche Intelligenz. Information (gemessen in "bits") ist nicht länger ungleich Materie und Energie, sondern findet sich darin zurückübersetzt. "Aufgehoben" wird diese dialektische Situation in der Quantenmechanik als Funktion ihrer wahrscheinlichkeitstheoretischen, also mathematischen Modellierung.¹³⁸

Die analog-zu-digital-Wandlung der zu digitalisierenden Signale ist *quasi* eine (aus der katholischen Liturgie wohlvertraute) Transsubstantiation: Energie und Materie bleiben gleich (das Signal mithin also "welthaftig"), aber ihre bislang rein logische Symbolisierung wird technisch ihrerseits operationsfähig. Bedingung dafür ist der Einsatz *nicht digitaler, sondern digitalisierender* Systeme wie dem genannten Abtast- und

136 https://de.wikipedia.org/wiki/Digitale_Signalverarbeitung, Zugriff 19. März 2021

137 <https://de.wikipedia.org/wiki/Aktor>, Abruf 19. März 2021

138 Dazu Mark B. N. Hansen, *Media Entangled Phenomenology*, in: Rosi Braidotti / Rick Dolphijn, *Philosophy After Nature*, London / New York (Rowman & Littlefield) 2017, 73-98

Halteverstärker. Die vertrauten Medienfunktionen - also Speicherung, Übermittlung und Prozessieren von Daten - werden im Sample-and-Hold Modul als Transformation von "analogen" zu "digitalen", zeitdiskreten Signalen im Mikrobereich bereits vorweggenommen. Jene Datenprozessierung, welche mit dem diskursiven Begriff der "Digitalisierung" gemeint wird, ist der eigentlichen technischen Digitalisierung, also der analog-zu-digital-Wandlung und dem primären Messmedienergebnis, damit erst *nachgeordnet*. Diese Verschiebung des Realen auf die Szene der symbolischen Ordnung ist der eigentlich medienepistemische Trick, seine *mechané*. Aus einer technischen Welt wird hier das Schauspiel der "Digitalisierung" als Medientheater.

Die "Originalkopie": das Sampling zwischen Theorem und technischer Realität

Doch alles medientechnische Wissen ist unergiebig ohne die passende medienwissenschaftliche Methode. Als „forschendes Verstehen“ definiert Johann Gustav Droysen in seiner *Historik* eine Methode, die sich gleichermaßen von dem reinen geisteswissenschaftlichen Verstehen (der philologischen Hermeneutik) und von den Naturwissenschaften abgrenzt. „Gehen wir nun Schritt für Schritt“- mithin selbst schon algorithmisch formuliert - „ins Detail.“¹³⁹ Die radikal medienarchäologische Insistenz, sich in die entscheidenden technischen Elemente eines Medienvorgangs hineinzubohren, ist indes kein technikverliebter Selbstzweck (wiewohl dieser statthaft ist), sondern sucht solches Wissen von der implizit erkenntnisgeladenen zur explizit wissenswerten Explosion zu bringen. Lediglich ansatzweise formulieren Techniker oder Programmierer medienepistemische Anregungen; umgekehrt sind die meisten medienwissenschaftliche oder gar medienkulturellen Analysen bloß ansatzweise technisch konkret. Es sind genau die Schnittmengen zwischen der ingenieurstechnischen und der medientheoretischen Sprachwelt (und deren Dialog mit der Sprache der technischen Welt, sprich: dem *Technológos*) , die Medienarchäologie fokussiert und verstärkt.

Worin liegt nun der Wert einer technischen Vertrautheit mit dem Analog-zu-Digital-Wandler für eine generalisierte Welterkenntnis? Es geht hier um das Authentizitätsversprechen des "Digitalen". Samplingtheoretisch ist die „digitale“ Rekonstruktion von analogen Signalfunktionen, wenn die Bandbreitenbegrenzung eingehalten wird, also die Abtastfrequenz mindestens doppelt so hoch wie die betreffende Signalfrequenz ist, mit an Betrug an der menschlichen Wahrnehmung grenzenden Perfektion möglich. "Rekonstruktions"verfahren wie die Whittaker-Funktion machen jeden beliebigen analogen Zwischenwert (mithin das Reale als der Bereich der reellen Zahlen) berechenbar. Doch gilt dies indes nur im

Prinzip (*en arché*). Die tatsächliche technische Realisierung verweist das genannte Nyquist-Shannon Sampling-Theorem *medienarchäo*-logisch in seine Zeitschranken: „Je näher man an die Abtastgrenze kommt, desto aufwendiger ist diese Berechnung; im Grenzfall werden zur Rekonstruktion eines einzelnen Zwischenwertes unendlich viele Abtastwerte benötigt.“¹⁴⁰ Technisch aber lässt sich dies "nur näherungsweise realisieren" (ders.). Die Treppenfunktion und die Glättung solcher Sprungstellen sind zwar technische Lösungen oder gar Tricks (*mechané*), doch nicht die medienphilosophische Beantwortung dieser Herausforderung.

Als weitere medienepistemische Irritation kommt in der diskreten Amplitudenerfassung der Quantisierungsfehler hinzu. Tatsächlich ist die Amplitude eines Eingangssignals "ohnehin nie exakt bestimmbar. Erstens braucht man dazu Referenzen (z. B. ein Spannungsnormale) die nur mit begrenzter Genauigkeit und Stabilität bereitgestellt werden können, zweitens sind alle analogen Spannungen mit einem Zufallswert überlagert, sogenanntes Rauschen. Ähnlich einer Sanduhr bewegen sich immer mehr oder weniger Elektronen gleichzeitig durch einen (engen) Kanal, der Strom (damit auch die Spannung) schwankt geringfügig." (Winkler) Solche Schwankungen - wie etwa das thermische Rauschen in einer Elektronenröhre - sind prinzipiell (und wider Laplace) nicht exakt vorhersagbar, aber mit mathematischer Intelligenz stochastisch (Shannon) oder harmonisch (Wiener) approximierbar. Die Unterscheidbarkeit von Signal und Rauschen bildet eine fortwährend Mesalliance zwischen nicht zusammenpassenden Partnern; ihr *terminus technicus*, die "signal-to-noise ratio" (Formel Ausdruck S/N), ist immer relativ zur Signaldefinition.

Für einen Moment ist der Planet Mars erstmals nicht mehr nur in erstaunlichen Bildern zu sehen, sondern auch zu hören. Eine Aufzeichnung lässt die vom Außenmikrofon des in einer Bodensenke auf dem Mars gelandeten mobilen Roboters Perseverance gesendeten "ersten Geräusche vom Mars" nicht nur vernehmen, sondern zur Verdeutlichung - um das akustische Signal vom Rauschen der Übertragung zu trennen - auch als Waveform ablesen.¹⁴¹

Der Titel dieses NASA-Videos (Quelle: NASA/JPL-Caltech) lautet: *First Sounds from Mars*; darin auch der Hinweis: "Audio file filters out rover self-noise". So kommentieren es die Euronews: "Der Rover 'Perseverance' hat jetzt auch Audios und Videos des Mars zur Erde geschickt - zu hören ist offenbar eine Windböe."¹⁴² Aber eben nur "offenbar". Digitale Informationen, verkörpert als Gleitkommazahlen beliebiger Bitbreite,

140 Hinweis Frank Winkler (Technische Informatik, Humboldt-Universität zu Berlin)

141 <https://www.youtube.com/watch?v=LERbq-nlb5E>, Abruf 23. Februar 2021

lassen sich nur annäherungsweise in einen analogen Spannungswert (rück-)übertragen, damit sie etwa von menschlichen Ohren aus einer Lautsprechermembran - die ihren eigenen elektromechanischen Gesetzen folgt - hörbar wird.

Die "Digitalisierung" des Kanals wurde für die Übertragung analoger Signale nachrichtentheoretisch und -technisch eingeführt, um den Signal-Rauschabstand signifikant berechenbar zu machen. Doch das Rauschen als Artikulation des Realen kehrt im *Techno/ógos* des Kerns aller Analog-zu-Digital-Wandlung wieder ein. Während sich nach Maßgabe des Abtast-Theorems die bei der Abtastung eines bandbegrenzten Signals "verlorenen Signalanteile [...] zumindest theoretisch wieder vollständig / rekonstruieren lassen, ist dies im Falle der Quantisierung der Signalamplitude nicht möglich."¹⁴³ Der auftretende Quantisierungsfehler $q(n)$ ist "unvermeidlich" (ebd.) und von der symbolischen Maschinenordnung durch mathematische Messung (SNR) unbeherrschbar. "Der Quantisierungsfehler entzieht sich [...] einer solchen Beschreibung, da die Fehleramplituden, zumindest bei komplexen Eingangssignalen und einem gut ausgesteuerten Quantisierer hoher Wortbreite, eine regellose Verteilung aufweisen, die weder durch eine mathema/tische Funktion angegeben noch gemessen werden kann."¹⁴⁴ Der *Techno/ógos* selbst wird damit unfassbar, insofern er zwischen Artikulationen des Technisch Realen, und seiner quantisierenden Logifizierung in Form symbolisch computierbarer Bytes ("Wortbreite") oszilliert. Auch darauf sucht technomathematische Intelligenz noch eine Antwort, indem sie die *tyché* solcherart stochastischer Signale über ihre kalkulierte Amplitudendichteverteilung berechnet. Wahrscheinlichkeiten und "Chancen"¹⁴⁵ treten damit an die Stelle von Gewißheiten, der Quantentheorie damit näher als der algorithmischen Logik des Digitalcomputers. Angesichts des mit dem Akt der Digitalisierung verbundenen Quantisierungsrauschens ist also medienepistemische Vorsicht gegenüber den Verheißungen der Digitalisierung geboten. "Übersteigt der Maximalwert des Eingangssignals [...] den Aussteuerungsbereich des Quantisierers, so tritt eine Übersteuerung (Clipping) auf [...], was zu einer drastischen

142 <https://de.euronews.com/2021/02/23/perseverance-mission-erstmalstonaufnahmen-von-mars-oberflaeche>, Abruf 24. Februar 2021

143 Alexander Lerch / Stefan Weinzierl, Digitale Audiotechnik: Grundlagen, in: Stefan Weinzierl (Hg.), Handbuch der Audiotechnik, Berlin / Heidelberg (Springer) 2008, Kapitel 14, 785-811 (790 f.). Siehe auch W. E., Das kybernetische Opfer. Ausgeschlossene Daten, in: Andreas Becker / Saskia Reither / Christian Spies (Hg.), Reste. Umgang mit einem Randphänomen, Bielefeld (transcript) 2005, 27-42

144 Lerch / Weinzierl 2008: 791 f.

145 Im Sinne der Argumentation von Wolfgang Hagen, Es gibt kein "digitales Bild". Eine medienepistemologische Anmerkung, *online* <http://www.whagen.de/publications/EsGibtKeinDigBild/egkdb.htm>

Verschlechterung des [sic] SNR und zu nichtlinearen Verzerrungen führt"¹⁴⁶ - in anderer Form schon von der Vakuumröhre (Triode) als elektronischem Verstärker vertraut (und als "Störung" von Seiten der E-Gitarre eines Jimmy Hendrix geradezu gewollt). Solche Verzerrungen "können schon bei geringen Übersteuerungen wahrnehmbar werden" (ebd.). Doch nicht mehr nur für menschliche Sinne, sondern auch technophänomenologisch - also für die elektronische Baugruppe selbst - wird ununterscheidbar, was Signal, und was Rauschen ist.

Aus der techniknahen Analyse der sogenannten "Digitalisierung" resultiert damit die fortwährend kritische Einsicht, dass "das Digitale" die gegebene Welt bestenfalls approximiert, schlimmstenfalls "verrauscht". Das TempoReale des Zeitsignals läßt sich nicht durch symbolische Operationen der Mathematik eskamotieren. Theoretisch verliert die Digitalkopie den "Index" (Peirce) ihres Ursprungs und lässt sich damit nicht mehr "historistisch" verstehen (frei nach Johann Gustav Droysens *Historik*). Die von Walter Benjamin bereits 1936 / 37 formulierte Ablösung von Werken der Kunst (und überhaupt kultureller Artefakte) von der geschichtlichen Tradition in ihrer technischen Reproduktion ist im Digitalen technoreal geworden. Denn die Quelle der in der digitalen Originalkopie verborgenen Information ist kaum noch nachprüfbar und zurückverfolgbar - es sei denn radikal medienforensisch, anhand materieller oder manipulativer Indizien.

Was die klassische photochemisch "analoge" Photographie "[...] endlos reproduziert, hat nur einmal stattgefunden: sie wiederholt mechanisch, was sich existentiell nie mehr wird wiederholen können.' Doch in der fortschreitenden Entropie von Negativ und Abzügen bei fortschreitender Verrauschung artikuliert sich eine Zeitlichkeit, die in der originalen Reproduktion als 'Originalkopie' verlorenght."¹⁴⁷

Im Unterschied zur Digitalisierung einer „analogen“ Vorlage ist die digitale Kopie eines Digitalisats *idealiter* nicht mehr unterscheidbar von seiner Vorlage. Begründet ist dies informationstheoretisch durch das Prinzip des binären Signals. Dies nötigt das Urheberrecht mithin zum begrifflichen Oxymoron der *Originalkopie*. Doch medientechnisch kehrt das Reale der Technik in der symbolischen Ordnung des Digitalen wieder ein, denn die schiere Physik solcher Apparaturen induziert Fehler, sei es mechanischer Art wie bei der CD-Abtastung oder beim Auslesen einer

146 Lerch / Weinzierl 2008: 794

147 Aus der Ankündigung des Seminars von J. Haid im Bachelorstudiengang Medienwissenschaft der Humboldt-Universität zu Berlin *Die Seele in der Silberschicht": Historiografie und Archäologie der Fotografie* (Sommersemester 2020) im Vorlesungsverzeichnis des Instituts für Musikwissenschaft und Medienwissenschaft, unter Bezug auf: Roland Barthes, *Die helle Kammer. Bemerkung zur Photographie* [FO 1980], Frankfurt / M. (Suhrkamp) 1985

Festplatte, oder im eigentlich "medien"techniken Akt der Übertragung ("merely the medium", mit Shannon 1948) durch stark gestörte oder stark genutzten Kanäle (Beispiel WLAN). Dies aufzufangen ist eine zusätzliche Fehlerkorrektur erforderlich, mit der ein technischer Übertragungsvorgang zu einer Funktion technomathematischer Intelligenz, und mithin angewandter *Technológos* wird. Der bessere Begriff dafür ist die "logische Replikation"¹⁴⁸.

Und was, wenn nun an die Stelle einer einseitigen, weltverlustbehafteten "Digitalisierung" ein Hybrid aus "analog" und "digital" träte? Horst Völz widmet sich dieser Option mit seinem praktischen Verfahren namens *Kontinuierliche Digitaltechnik*.

Die eine - anthropozentrische - Strategie lautet von daher, digitale Technologie immer adaptiver dem tatsächlichen Weltgeschehen - und ebenso der menschlichen Intelligenz - anzupassen. Dem steht eine radikal medienarchäologische Ästhetik entgegen, welche "Digitalisierung" nicht länger nur als Verlust oder prinzipielles Defizit von Technologie gegenüber der realen Welt begreift, sondern als technologischen Akt der Befreiung hin zur tatsächlichen Medienbotschaft des "Digitalen". Damit deren Eigensinn und Eigenzeit im *Technológos* "zu Wort" kommen zu lassen, wäre ein aktiver Beitrag von Medienwissen(schaft) zur aktuellen Diskussion der medienbestimmten Lage.

WELTVERLUST DURCH DIGITALISIERUNG?

Digitalisierung und die indexikalische Spur

Angesichts gigantischer Datenmengen und deren Verarbeitung in einer weitgehend standardisierten Hardware verschiebt sich der aktuelle Fokus in den Analysen von Kommunikationsmedien – aus Sicht der „Berliner Schule“ von Medienwissenschaft - dramatisch: vom elektrotechnischen Apriori, wie es einst Friedrich Kittlers diskurstiftend für die international so identifizierten "German Media Studies" behauptete, zugunsten des technomathematischen Primats von Software, der vernetzten Computersystemen, sowie des "Deep" Machine Learning in künstlichen neuronalen Netze *alias* Artificial Intelligence. Doch für eine techniknahe Klärung der Beschleunigung der "digitalen" Gesellschaft liegt der analytische Schwerpunkt nach wie vor auf der medienepistemischen Diskussion des ihr *vorgelagerten* Medienakts. Die konkrete "Digitalisierung" analoger Signale in damit überhaupt erst von der symbolischen Maschine berechenbare Datenwelten ist recht eigentlich

148 Siehe Doron Swade, *Collecting Software: Preserving Information in an Object-Centred Culture*, in: *History and Computing* Vol. 4 No 3 (1992), 206-210

die Möglichkeitsbedingung komputativer Algorithmik. Die von Immanuel Kant definierten Aprioris der menschlichen Wahrnehmungen werden hier technologisch konkret: Raum und Zeit konkretisieren sich in Netz-Topologien und Chronotechniken.

Der deutsche Bundestag stimmte im Frühjahr 2021 mit großer Mehrheit den Regelungen für die Einführung eines EU-Aufbaufonds in Höhe von rund 750 Milliarden Euro zu. Auf deutscher Seite sollen die anteiligen Pandemie-Nothilfegelder unter Priorisierung von Klimavorsorge und Digitalisierung verteilt werden. Unter Kommentatoren ist in diesem Zusammenhang die Rede von "digitaler Transformation". Dieser Begriff aber ist eine Verharmlosung, denn er suggeriert eine sanfte Wandlung. Die Radikalität der medientechnischen Lage ist vielmehr die "grosse Transkription" (Erkki Kurenniemi) von "analogen" *Weltsignalen* ins symbolisch-Digitale. Was heisst das medienarchäologisch konkret?

Die sogenannte „Digitalisierung“, wenn sie nicht als diskursives politisches Schlagwort, sondern als konkretes Medienereignis verstanden wird - was sonst heißt *Understanding Media* - gründet im zeitdiskreten Sampling und Quantisieren von Signalen der realen Welt zugunsten der algorithmischen Be- und Verrechenbarkeit von Bits und Bytes. Denn nur diese Sprache verstehen komputative Maschinen. Diese Übersetzung der physikalischen Welt in die Welt der Maschine aber ist keine harmlose Transformation, sondern eine grundsätzliche Übersetzung von Welt. Von daher stellt Medientheorie die wesentliche, mithin ontologische Frage nach der Signaltreue, der Weltechtheit und -zeitlichkeit der komputativen Daten zu den "natürlichen" Signalen. Standen vormalige Kommunikationsmedien lediglich unter ideologischem, also signalexternem, diskursiven Manipulationsverdacht¹⁴⁹, greift beispielsweise digitales *image processing* invasiv in die Bilddatenwelten selbst ein. Während aus Sicht der Medienkulturwissenschaft „der Zweifel an der Glaubwürdigkeit digitaler Bilder in erster Linie von der diskursiven Praxis [...] abhängt“¹⁵⁰, in welcher solche digitalen Bilder - etwa in militärischer Aufklärung und im kritischen Journalismus - operieren, geht eine radikale Medienarchäologie der Digitalisierung optischer Welten buchstäblich auf den Grund ihrer Pixel, mithin *medias in res*.

„Sofern digitalisierte Daten Abtastungen (von Licht / oder Schall oder anderen Phänomenen) und somit auf eine gewisse Weise immer noch indexikalische Zeichen sind, bleiben sie auf die reale Welt bezogen.“¹⁵¹

149 Etwa das Kapitel "Kulturindustrie. Aufklärung als Massenbetrug" in: Max Horkheimer / Theodor W. Adorno, *Dialektik der Aufklärung*. Philosophische Fragmente [1944], Amsterdam (Querido) 1947, 144-198; siehe auch Niklas Luhman, *Die Realität der Massenmedien*, Opladen (Westdeutscher Verl.) 2. Aufl. 1996, 9 u. 31

150 Schröter 2004: 346

151 Schröter 2004: 346 f.

Doch dies gilt allein für die primäre Sample-and-Hold-Schaltung. Das zunächst noch in eine analoge Stromspannung gewandelte optische Signal wird durch die Abbildung (das *mapping*) auf einen binären Code arbitrarisiert. In diesem Moment manifestiert sich der ganze Unterschied zwischen Signal und Zeichen nicht mehr bloß im semiotischen, sondern auch mikrotechnischen Sinn. „Der entscheidende Unterschied zwischen den digital gespeicherten“ Daten „und den analog-mechanisch, analog-elektromagnetisch oder analog-fotochemisch gespeicherten“ Signalen liegt „nicht im Weltbezug, sondern in der *mathematischen Form* der digitalen Daten“¹⁵², läßt sich die ontologische Sorge beruhigen. Doch hat Martin Heidegger in einem Vortrag von 1938 gerade die mit der Algebraisierung der Geometrie (Descartes) eingehende frühneuzeitliche Mathematisierung im Verhältnis des Wissens zur Natur – die über die rein sensorische Messung epistemisch und numerisch hinausgeht – als das eigentlich neue Weltbild diagnostiziert.¹⁵³ Selbst an die Stelle der anschaulichen, aus der antiken Rhetorik vertrauten *ars memoriae* mit Gedächtnis-Bildern tritt die numerische Adressierung.

An die Stelle sinnlicher Geometrie tritt die abstrakte Algebra, und das anschauliche Bild wird zur mathematischen Funktion. Descartes selbst transformiert vom Eigennamen und bildlichem Portrait zum operativen Begriff eines kulturtechnischen Verfahrens, das "kartesische" Koordinatensystem. Dieses macht die anschauliche geometrische Kurvenform in die Formel: $y = f(x)$ übersetzbar.

Und nicht nur das: Mit dieser Praxis der Kodifizierung optischer Bilder wird der technische Geist (und ihm vorausgehend das Gespür des *Techno/ógos*) dazu ermutigt, vollumfänglich digitale (und eben nicht nur schlicht „digitalisierte“), genuin computergenerierte (*alias* „virtuelle“) Bilder in die Welt zu setzen. Hatte Immanuel Kant noch die Gegenstände einer rein intellektuellen Erkenntnis – die *Noumena* – von der sinnlichen Anschauung unterschieden, wird durch Komputation das "Gedankending" (englisch *thought experiment*) zur empirischen Realität. Daraus resultiert eine neue Welt digitaler Simulationen und eines Photorealismus, der gar keiner optischen Vorlage im physikalisch Realen mehr bedarf – "born digital". An die Stelle der optischen Linse tritt das computergraphische, mithin also: technomathematische Beleuchtungsmodell¹⁵⁴ als medienoperatives Diagramm.

Bertolt Brecht diagnostizierte bereits in der Epoche von Photographie und Film, dass „weniger denn je eine einfache ‚Wiedergabe der Realität‘ etwas über die Realität aussagt. Eine Photographie der Kruppwerke oder

152 Schröter 2004: 347

153 Martin Heidegger, Die Zeit des Weltbildes [1938], in: ders., Holzwege, Frankfurt / M. (Vittorio Klostermann) 1950, 69-104

154 Dazu Schröter 2004: 350

der AEG ergibt beinahe nichts über diese Institute.“¹⁵⁵ Mit der digitalisierten Wiedergabe (also buchstäblichen „Verdatung“) tritt an die Stelle des konkreten Abbilds das techno-mathematische Ge-stell (Heidegger): „Es ist also tatsächlich etwas aufzubauen, etwas ‚Künstliches‘, ‚Gestelltes‘.“¹⁵⁶

Damit sich jedoch die medienepistemische Hinterfragung des Weltbezugs digitalisierter Signale nicht in luftigen ontologischen Spekulationen verliert wie der „spekulative Realismus“ in der aktuellen objektorientierten Ontologie, „erdet“ sie die radikal-medienarchäologischen Methode in der präzisesten Analyse des technologischen Akts. Erst somit wird wieder kenntlich, was hochtechnische digitale Signalverarbeitung Menschen gegenüber bis zur Unkenntlichkeit dissimuliert. Das von Nyquist und Shannon in den USA, und im Sinne eines gleichursprünglichen Techno/ógos von Kotelnikov in der einstigen UdSSR in aller analytischen Mathematizität entwickelte Abtasttheorem macht den Unterschied zwischen welthaftiger Signalwelt und seiner (zwischenzeitlichen) Aufhebung im Digitalen für menschliche Sinne unkenntlich. Zum Zweck der Ermittlung der maximalen Kapazität eines *medium* im Sinne Shannons, „d. h. der maximalen Bitrate in einem frequenzbeschränkten, rauschbelasteten Übertragungskanal“, besagt das Abtasttheorem, „dass ein bandbegrenzte Signal aus einer Folge von äquidistanten Abtastwerten exakt rekonstruiert werden kann“, wenn es mit einer Frequenz abgetastet wurde, die mindestens doppelt so hoch wie die höchste im Signal enthaltene Frequenz sein muß.¹⁵⁷ Daraus resultiert etwa die Abtastrate von musikalischen Compact Disks, denn die maximale Bandbreite menschlichen Hörens erstreckt sich bis zur Grenze der sogenannten Niederfrequenz, 20.000 Hertz.

An dieser Stelle stellt sich die medienontologische Gretchenfrage der „Digitalisierung“: Ist das mit doppelter als dem höchsten im Signal enthaltener Abtastfrequenz gesampelte und quantisierte, also „digitalisierte“ Signal, in aller Treue das physikalische Signal in mathematischer Form, oder nur eine arbiträre Simulation des physikalischen Eingangssignals? Im Gegensatz zum signalgetreuen phänomenalen Eindruck resultiert die analog-zu-digital-Wandlung im technomathematischen Sinn immer in einem Artefakt.

Ein Gespür für die brisante Indexikalität des (Direkt-)Kontakts eines technischen Sensors oder Messgeräts mit der realphysikalischen Umwelt zu entwickeln ist das Kernanliegen techniknaher Analyse - bis hin zur

155 Bertolt Brecht, Gesammelte Werke, Frankfurt / M. 1968, Bd. 18, 161

156 Brecht 1968: 162, zitiert hier nach: Schröter 2004: 354

157 <https://de.wikipedia.org/wiki/Nyquist-Shannon-Abtasttheorem>, Abruf 13.

Mai 2020

radikal medienarchäologischen Infragestellung dieser Medien-Welt-Kopplung in der Unschärferelation der Quantenmechanik.¹⁵⁸

Geht in der digitalen Signalabtastung, -prozessierung und -übertragung (etwa durch das Quantisierungsrauschen im Sample-and-Hold Modul) nicht gerade die Welthaftigkeit der materiellen und energetischen Dings durch die Beschränkung auf Bits, also seinen binären Informationsgehalt, verloren? Eine medienkritische, aber *techniknahe* Analyse des aktuellen Digitalisierungsschubs widmet sich dem damit verbundenen "kybernetischen Opfer"¹⁵⁹, sprich: jenem Rest an Welt, der darin nicht aufgeht, nämlich ihre MateRealität.

"Tertium non datur"?

In der binären *Datenverarbeitung* wird der Satz vom ausgeschlossenen Dritten zwischen kontradiktorischen Aussagen gemäß der aristotelischen Logik konkret. Dem hat Gotthard Günther eine mehrwertige (damit noch keineswegs "analoge") Logik entgegengesetzt. Im Realen seiner elektrotechnischen Implementierung aber erinnert hier die Hardware selbst an ein ausgeschlossenes Drittes: Norbert Wieners "time of non-reality" als Grenzwert einer stetigen Funktion (die also keinen wirklich abrupten Sprung macht und damit mathematisch differenzierbar bleibt¹⁶⁰).

Aufenthalte im Dazwischen des "Digitalen"

Nur vordergründig kennt der Digitalcomputer nur Nullen und Einsen. Letztendlich "kennt" er als technisches Medium (in seiner vorherrschenden Form) nur elektronische Existenzweisen - "zwischen Messen und Zählen"¹⁶¹. Denn das "Digitale" gibt es nur im Symbolischen, nicht aber in und als Hardware. "Die Schaltkreise unserer Computer und ihre AD-Wandler sorgen zwar für eine digitale Repräsentation der Signale, haben aber selbst noch Kennlinien, die steil, aber dennoch keine

¹⁵⁸ Dazu Hansen 2017

¹⁵⁹ Dazu W. E., Das kybernetische Opfer. Ausgeschlossene Daten, in: Andreas Becker / Saskia Reither / Christian Spies (Hg.), Reste. Umgang mit einem Randphänomen, Bielefeld (transcript) 2005, 27-42

¹⁶⁰

https://de.wikipedia.org/wiki/Stetige_Funktion#Beispiele_stetiger_und_unstetiger_Funktionen, Abruf 13. Juli 2022

¹⁶¹ *Call for Participation* zur Tagung "analog digital. Kunst und Wissenschaft zwischen Messen und Zählen" (HyperKult 12) der Fachgruppe "Computer als Medium" im Fachbereich "Informatik und Gesellschaft" der Gesellschaft für Informatik, Rechenzentrum Universität Lüneburg, 24.-26. Juli 2003

Treppenstufen sind. Geht es beim Digitalen also um Repräsentation, um in Kauf genommene und gewollte Fortlassung alles dessen, was zwischen den willkürlichen Levels von Rasterung und Quantisierung liegt, mit dem Ziel, danach die so zugerichteten Daten als Symbole manipulieren zu können" (ebd.).

Dieser "Wandel" ist zweistufiger Natur: vor dem A/D-Converter steht in der Welt hochtechnischer Medien zunächst die Wandlung nicht-elektrischer Messgrößen durch Sensoren in elektrische Signale als *transduction*, damit sich algorithmische Prozesse überhaupt erst in der Welt des Elektronischen abspielen können. "[I]n der Technik steht das analoge Signal als zu messende Größe am Ursprung, oder kennt jemand einen primär digitalen Sensor?"¹⁶² Mit dieser Frage prallt die digitale Quantisierung abgetasteter zeit- und wertkontinuierlicher Signale auf die Welt der Quantenphysik. So zeitigen hochsensible Sensoren - etwa als CCD-Chip in Digitalkameras und Smartphones - zwar aus stetigen Ausgangswerten diskrete Werte. doch "[...] ein einfacher durch Licht induzierter Photostrom zeigt bei schwachem Licht in Form des 'Shotnoise' oder Photonenrauschens, die quantisierten Eigenschaften des Lichts als Photonen: die Photonen fallen quasi als stochastischer Ankunftsprozess auf den Sensor ein, nicht alle gleichzeitig, sondern als Poisson'scher Zählprozess."¹⁶³ Damit *zählt* die Natur auf ihrer subphysikalischen Ebene an sich bereits, bevor sie durch kulturelles Wissen zur "Zahl" abstrahiert wird. Für digitale Bilder heißt dies auf ihrem konkreten Schauplatz, dem CCD-Chip, dass eine primäre Digitalität jeder techno-logisierten Digitalisierung vorangeht¹⁶⁴ - respektive sich letztere als symbolisches *re-entry* eines primären Sachverhalts erweist. Doch angesichts der Gleichursprünglichkeit von Welle und Teilchen in der Quantenphysik schlußfolgert der Kulturinformatiker Martin Warnke, "daß Quantencomputer keine Digital- sondern Analogrechner sind"¹⁶⁵, insofern ein Qubit gleichzeitig 0 und 1 sein kann und alle dazwischen liegenden Übergänge umfasst - wobei erst der Messakt buchstäblich entscheidet, also im Sinne des "bit" Information erzeugt. Hier kommen Messmedien nicht als sekundäre oder periphere, sondern primäre Agenten ins Spiel -

162 Johannes Sievert (Physikalisch-Technische Bundesanstalt in Braunschweig), Die Welt der Natur und die digitale Medienwelt [o. J.], in: Navigationen. Zeitschrift für Medien- und Kulturwissenschaften, Jg. 22(2022), Heft 1, 257 ff. (258)

163 Kommentar von Otmar Löffeld zum Text von Johannes Sievert o. J., in: Navigationen a. a. O., 259-261 (259)

164 Dazu Wolfgang Hagen, Es gibt kein "digitales Bild". Eine medienepistemologische Anmerkung, in: Lorenz Engell / Bernhard Siegert / Joseph Vogel (Hg.), Licht und Leitung [Archiv für Mediengeschichte Nr. 2], Weimar (Bauhaus-Universität) 2002, 103-112

165 Martin Warnke, Quantum Computing, in: ders. / Wolfgang Coy / Georg Christoph Tholen (Hg), HyperKult II. Zur Ortsbestimmung analoger und digitaler Medien, Bielefeld 2005, 151-169 (167)

wie Karen Barad in *Meeting the Universe half-way* betont. Dementsprechend resümiert der Medienkulturwissenschaftler Jens Schröter zur fortwährend sich verlagernden Debatte um die analog / digital-Unterscheidung (die als Unterscheidung selbst schon auf Seiten des Digitalen steht): "Am Ende entscheiden Technologien, was wir für theoretische Probleme halten."¹⁶⁶

Primärer Sinn und Zweck der Digitalisierung war in der Nachrichtentechnik von Telekommunikation die Signalkodierung im Kampf gegen die Verrauschung (oder das *impairment*) im Übertragungskanal – Shannons eigentliches *medium*. Anstelle einer proportionalen Entsprechung von Signalwerten tritt hier die buchstäbliche Kalkulierbarkeit der Nachrichtenübertragung. Zu diesem Zweck wird die Nachricht, „um sie der physikalisch immer prinzipiell begrenzten Kanalkapazität anzupassen, vor der Übertragung [...] in lauter einzelne Elemente eines selben Typs zerlegt [...]. Weil diese Elemente nur bestimmte Werte annehmen können, es also zum Beispiel viel weniger lateinische Buchstaben als mögliche Geräusche unserer Kehlköpfe und Mäuler gibt, folgen sie der Nachricht nicht in allen ihren Schwankungen, Feinheiten und Details¹⁶⁷, erlauben im Gegenzug aber deren Steuerung mit technomathematischer Intelligenz. "Kommunikationssysteme mit solchen technisch und mathematisch viel kontrollierbaren Signalen heißen diskret" (Kittler ebd.).

Was aber heißt es, gegenüber dem sicher geglaubten Schema der "Digitalisierung" als Transkription der vertrauten physikalischen Welt in Nullen und Einsen, sich medienepistemisch auf die von der idealisierten Logik des Binären "verbotenen" Zwischenbereichen einzulassen – Norbert Wiensers *time of non-reality*? "Bisherige Computer rechnen mit Bits, also mit dem Binärsystem aus Einsen und Nullen. Quantencomputer arbeiten dagegen mit sogenannten Qubits. Diese haben den Vorteil, dass sie mehrere "Zwischenzustände" annehmen können, also nicht nur Eins oder Null."¹⁶⁸ Im Unterschied zu der auf den Macy-Konferenzen diskutierten "verbotenen Zone" des binären Rechnens rechnet der Quantencomputer buchstäblich mit, und im, Dazwischen - im Medium selbst, und nicht länger als seine Abstraktion. Die symbolische Ordnung wird nicht länger im Realen korpsifiziert, sondern dem Realen selbst abgerungen - als ihr Techno/ógos. Ist dieser der Materie instrinsisch, oder erneut eine kulturseitige Modellierung?

De/initionen: An den Grenzen der Digitalisierung

166 Kommentar von Jens Schröter zu Sievers o. D., in: Navigationen a. a. O., 263-268 (267)

167 Friedrich Kittler, *Optische Medien. Berliner Vorlesungen 1999*, Berlin (Merve) 2002, xxx

168 Kretschmar, op. cit.

Im Sinne objektorientierter Ontologie weiß der Techno*lógos* stets um diese medienepistemische Differenz. Dieser Techno*lógos* ist nicht-linguistischer Natur. Die „analoge“ Welt ist nicht selbstredend und daher „in ihren Existenzbedingungen nicht vollkommen beschreibbar“¹⁶⁹. Es gibt in der Überkomplexität realer Welt etwas, das sich sowohl der Versprachlichung (*lógos*) als auch der Digitalisierung (technologisch) entzieht. „[A]lles Digitalisieren ist [...] immer mit Komplexitätsreduktion verbunden“ (ebd.). Von daher resultiert „die grundsätzliche Unaufschreibbarkeit des Analogenen“ (ebd.), die sich insofern einer rein funktionalistischen, instrumentellen Technologifizierung entzieht. Digitalisate als die aus dem Prozeß der Digitalisierung resultierenden technischen Wesen – sind nicht einmal mehr eine Abbildung eines Werkes, wie im Falle der photochemischen Photographie, "sondern nur die unvollständige BESCHREIBUNG einer Abbildung!"¹⁷⁰ Die kunsthistorisch altvertraute Ekphrasis wird damit technologisch. Mit Begriffen wie „beschreibbar“ und „aufschreibbar“ kehrt in der technomathematischen Praxis etwas wieder ein, was die Analogmedien zugunsten immediater Signalaufzeichnung (wie die Phonautographie) gerade ausgetrieben hatte: diskrete Alphabete und alphanumerische Codes, und zwar als operative - nicht mehr primär phonetisch orientierte, logozentische, anthropopoietische¹⁷¹ - Schrift.

Statt der diskurs-politischen Allmachtphantasie eines immer umfassenderen Digitalisierungsversprechens zu verfallen, de/finiert - buchstäblich - Medienarchäologie diese Praxis vielmehr von ihren Rändern her. "[D]as Prinzip der Digitalisierung selber [...] hat [...] interne Leistungsgrenzen, [...] und die bestehen in dem schlichten Satz, dass die Natur selber kein Computer ist und dass deshalb bestimmte komplexe Phaenomene des Menschen, der Natur prinzipiell, ausserhalb der Berechenbarkeit des heute herrschenden Paradigmas liegen."¹⁷²

"Digitale" Dateneingabe

169 Schläbitz 1997: 135

170 J. Brüning, unter <http://www.funktstunde.com/de/zeitkultur/analog-digital>; Zugriff 5. März 2010

171 Dazu W. E. / Friedrich Kittler (Hg.), Die Geburt des Vokalalphabets aus dem Geist der Poesie. Schrift - Ton - Zahl im Medienverbund, München (Fink) 2006 (Reihe Kulturtechnik, Bd. 5)

172 Die Informationsbombe. Paul Virilio und Friedrich A. Kittler im Gespräch. Ausgestrahlt im deutsch-französischen Kulturkanal ARTE, November 1995, hier zitiert nach:

<http://artematrix.org/kittler/die.informationsbombe.htm>

Heute ist die Dateneingabe auf mobilen Smartphones auf zwei Finger - buchstäblich binär - reduziert.¹⁷³ Stefan Höltgen hat über die zeitkritische Eingabe am Joystick von frühen Computerspielen vorgetragen¹⁷⁴, und ein Kollege von Stefan Höltgen hat vor langer Zeit einmal einen Text über eine neue orthopädische Erkrankung geschrieben: "den Nintendo-Daumen, der durch die übermäßige Nutzung solcher Eingabegeräte entsteht - aber ebenso eine neue 'Agilität' des Daumens, der nun viel gelenkiger geworden ist, weil er sozusagen der 'Steermann' bei der Bedienung von Smartphones geworden ist"¹⁷⁵.

Doch das, was hier als wissensarchäologisches Geschick "zur Debatte und auf dem Spiel"¹⁷⁶ steht, geht über einfache Kulturtechniken des Rechnens hinaus, nämlich das antike Konzept der "Ideen Zahlen, ihrer inneren Bewegtheit und dem quasi-mathematischen Prozess einer Weltentfaltung" (Carlé ebd.) - mithin operative Algorithmik *alias* "Computer". Auf die lateinische Übersetzung des Digitalen lässt sich mtnichten eine begriffliche Systematik der aktuellen Medienrealität errichten; "im Wirrwarr der so entstehenden Mistranslationen" geht die ganze Tiefe und Radikalität der medienarchäologischen Gedanken "zum 'digitalen' Ursprung der unzeitigen Digitalisierung" verloren. Erst der Rückgang über das lateinische *digitus* bis hin zu den *calculi* (den altgriechischen ψήφοι) bilden das starke Argument der Medienarchäologie als ganz andere Operationen gestattende Praktiken, insofern "unter Digitalisierung eben nicht En- oder Ver-nummerierung, sondern die Re-aktivität des Rechnens selbst" verstanden - und nicht "verschüttet" - wird (Carlé ebd.). *Digitus* meint in der Tat schlicht numerische Arithmetik; dem gegenüber stehen AI-Chwarizmis buchstäblich "algorithmische" Operationen auf Sandtafeln als alle historische oder kulturelle Distanz untertunnelnde Brücke zur Turingmaschine mit ihrem (idealiter) "unendlichen" Band. Auch für in Archimedes' *Sandbuch* gelten jene Kristalle, die inzwischen die Materialität Integrierter Chips als *silicon* bilden, überabzählbar.

DER WIDERSTAND DES (MATE-)REALEN

Dissimulation der Hardware

Mit der unter dem Begriff der "Digitalisierung" subsumierten

173 Zu den "Däumlingen" siehe Hagen, *Neudasein* (2021), und den Beitrag von Stefan Münker in den von Moritz Hiller sowie Stefan Höltgen herausgegebenen *Archäographien* (beide in Anlehnung an Michel Serres).

174 Im Rahmen des Workshops *Think Analogue! Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft des Analogcomputers* an der Humboldt-Universität zu Berlin, 11. - 13. April 2012

175 Elektronische Post von Stefan Höltgen, 3. Mai 2021

176 Elektronische Post Martin Carlé, 27. November 2020

technomathematischen Informatisierung wird die materiale Basis der Kommunikation umso erfolgreichen dissimuliert. Die Hardware der mobilen Kommunikationsgeräte, und die damit verbundene Übertragungstechnische Infrastruktur, verschwindet zur Gänze hinter der Ausdehnung des optischen Interface. Wolfgang Hagen erinnert daran in seinem Buch *Neudasein. Essays zur sozialen Epistemologie der Smartphone-Fotografie*.¹⁷⁷ Der Materialismus der Marxschen Deutung von "fixem Kapital" (dies entspricht dem Verbund aus Geräten und Infrastruktur), wie sie in seinem sogenannten "Maschinenfragment" zum Ausdruck kommt, verliert damit ihre scheinbare Historizität. Die im 19. Jahrhundert noch offen zutage liegende technische Materialität der Produktion (reale Server-Farmen mit ihrem gigantischen Energieverbrauch, sowie die Glasfasernetze) wird ins Verborgene verschoben und im Namen von "the Cloud" buchstäblich verdunkelt.

So wird auch ein zunächst abseitiges Fragment von Karl Marx durch die aktuelle Digitalisierung (re-)aktualisiert. Denn "[a]uch der Kapitalismus des digitalen Zeitalters funktioniert nicht immateriell. Keine Software kommt ohne Hardware aus. Informationen und Algorithmen brauchen eine materielle Basis in Form von Kabeln, Servern und Speichermedien (Festplatte, Cloud etc.), auf denen sie laufen und durch die sie verbunden werden. Die Kommunikationsnetze zwischen den Geräten müssen erst erschaffen, erhalten und organisiert beziehungsweise reorganisiert werden. Die Digitalisierung im Kapitalismus ist somit nicht umsonst, sondern an physische und materielle Bedingungen gebunden. Informationen entstehen ebenfalls nicht einfach so. Sie zu erzeugen, zu verbreiten und zu speichern kostet Energie."¹⁷⁸

Industriemaschinen vs. Turingmechanismus

In welchem Verhältnis stehen industrielle Materie und Energie zur aktuellen "post-fordistischen" Informationsökonomie? Mitte April 2021 fand die alljährliche größte Industriemaschinenschau der Welt, die Hannover Messe, pandemiebedingt erstmals nicht auf dem Messegelände, sondern vollständig virtuell statt - anheimgegeben einer proprietären Videokonferenzsoftware namens Zoom, deren amerikanische Betreiber vieles, was hier an Neuerungen im Detail besprochen wurde, bereits zum Risiko von Industriespionage machte.

177 Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2021

178 Christopher Wimmer, *Alter Wein in neuen Schläuchen? Eine Relektüre von Karl Marx vor dem Hintergrund der Digitalisierung*, <http://library.fes.de/pdf-files/studienfoerderung/17482.pdf>, 11 [als *online* Zusatztext zur Originalveröffentlichung von Wolfgang Schröder / Ursula Bitzegeio / Sandra Fischer (Hg.), *Digital Industrie, Algorithmische Arbeit, Gesellschaftliche Transformation*, Bonn (Dietz) 2020]

Gewiss ist zum nächsten Frühjahr 2022 eine Rückkehr in den Realmodus auf dem Hannoveraner Messegelände geplant, doch lässt die Messedirektion jetzt schon wissen, dass es teilweise beim digitalen Format bleiben wird, als Hybrid. Die aktuelle Umverteilung der Präsenzwelt zugunsten ihres digitalen Surrogats - die "große Transkription" - wird nachhaltige Folgen zeitigen.

Medienepistemologisch brisant sind hier konkrete Fragen, etwa die, bis zu welchem Grade sich eine maschinenorientierte Industrieausstellung wie die alljährliche Hannovermesse - pandemiebedingt notwendig - "digitalisieren" lässt. Inwieweit lässt sich die Materialität einer klassischen Maschine "digital" (tele-)kommunizieren und verhandeln? Gelingt dies erst *a/s* Turingmaschine, gleichsam im eigenen Medium? Interessanterweise tendierte die dafür zuständige Messe, die CeBit, bereits zur Konvergenz mit der Hannovermesse selbst.

An dieser Stelle bedarf es in der Tat der Medientheorie, nämlich zur Begriffsklärung von Maschine im Unterschied zum digitalen Medium. Die klassische Maschine ist ein thermodynamisches Gerät zur Energiewandlung, was von Dampfkraft in Bewegung namens Lokomotive oder Dampfmaschine als Ikonen des klassischen Industriezeitalters. Den Verführungen des sogenannten "steampunk" zum Trotz¹⁷⁹ ist damit die in dergleichen Epoche konzipierte Analytical Engine von Charles Babbage gerade keine "Engine", weil es bei einer nicht primär (oder notwendig) in Materie und Energie, sondern der Informationsverarbeitung begründeten Maschine um ein anderes Gerät handelt.

Medienarchäologie schaut dabei weniger auf die überlieferten Personenportraits von Babbage und seiner Programmiererin Lady Lovelace - denn deren Erscheinung lassen die Analyse sich in der Ästhetik des Viktorianischen Zeitalters verfangen und setzten damit assoziativ sogleich in den "historistischen" Kontext einer Vergangenheit, die als Prinzip des programmierten Digitalrechnens über 150 hinweg radikal gegenwärtig (geblieben) ist.

Vorweg zeigt die Publikation *Elementary Basic. As chronicled by John H. Watson*¹⁸⁰ als Frontispiz eine Photographie der Analytical Engine, wenige Seiten später dann die Portraits von Babbage und Ada Byron. Demgegenüber zielt daher der medienarchäologische Blick vielmehr auf die Sache(n) selbst, *medias in res*, und das heißt im Falle von Computern: die "Objektivierungen" beider Geister (Hegel), mithin: die Maschine als konkrete Apparatur, und als mathematischer Code.

179 William Gibson / Bruce Sterling, *The Difference Engine*, 1990

180 Hrsg. und kommentiert von Henry Ledgard sowie Andrew Singer, *Vintage Books* 1982

„Digitalisierung“ als Subjekt und Objekt des Museums

Folgt eine Medien*vorschau* auf den Internationalen Museumstag am 18. Mai, der seit 1978 auf Rolle und Vielfalt von Museen aufmerksam machen soll. Seit einem guten Jahr aber steht diese Rolle unter der besonderen Herausforderung der pandemiebedingten Nicht-Zugänglichkeit und ihrer ersatzweisen "Digitalisierung". Damit zugleich eine Medien*rückschau*: Ein „Kalenderblatt“ im Deutschlandfunk erinnerte am 13. April 2020, inmitten der weltweiten Corona-Pandemie, an den 150. Gründungstag des Metropolitan Museum of Art in New York – und seine krisenbedingte Schließung aus Anlaß der viralen COVID-19 Pandemie. An die Stelle der realen Museumsbesuche aufgrund einer allumfassenden Ausgangsbeschränkung (Lockdown) traten allerorts offensiv *imaginäre Museen*, konkret: virtuelle Rundgänge inmitten digital reproduzierter Werke. Hartnäckig sucht der Diskurs hier die Kluft zwischen dem Regime des Symbolischen (Bitketten) und den Materialitäten des Realen zu überspielen.

Am 10. September 2020 widmete stand eine sogenannte Home Delivery Konferenz des pandemiebedingt weitgehend auf *online*-Kanälen realisierten Ars Electronica Festivals in Linz unter dem Titel *Von Minecraft Universitäten und digitalen Museen*, darunter Blockeley, eine virtuelle Abbildung des Universitätscampus Berkeley im Videospiel Minecraft. Darin können die Spieler*innen bekanntermassen alle möglichen Konstruktionen aus meist würfelförmigen Blöcken in einer 3D-Welt bauen. "Diese digitale Repräsentanz ihres Campus, der durch Covid-19 von einem Moment auf den anderen zum Geisterort wurde, haben Alumni und Studierende der Universität Berkeley erschaffen, um sich nicht ganz aus den Augen zu verlieren, um die Gemeinschaft aufrecht zu erhalten, um dem Lockdown einen Sinn zu geben."¹⁸¹

Die Webseite der Ars Electronica 2020 präsentiert auch eine künftige Museologie - wobei diese Zukunft längst zur Ankunft (Heidegger) gekommen ist: „Das Museum muss sich im digitalen Zeitalter neu erfinden. [...] Cuseum ist ein amerikanisches Startup, das Produkte wie Apps [...] und eine Augmented-Reality-Plattform für Museen [...] entwickelt.“¹⁸² In Wien haben sie in Zusammenarbeit mit dem Museum für Angewandte Kunst "eine AR-Version" (ebd.) des Lebensbaums (Gemälde und Mosaik) von Gustav Klimt geschaffen. Die kritische Frage ist hier, ob es sich noch um *augmented reality* handelt - von der post-pandemisch aus auch in die "neue Normalität" zurückgekehrt werden kann -, oder ob Menschen damit schon im "rechnenden Raum" (Konrad Zuse) *alias* Cyberspace *ge-stellt* sind - in Anlehnung an Heideggers Kritik

181 <https://ars.electronica.art/aeblog/de/2020/09/07/home-delivery-conference>, Abruf 12. September 2020

182 <https://ars.electronica.art/aeblog/de/2020/09/07/home-delivery-conference>, Abruf 12. September 2020

an der neuzeitlichen Mathematisierung der Natur, und der Eskalation altgriechischer *techné* zur Technologie als "Ge-stell"¹⁸³.

Und der Soziologe Max Weber nannte die Mechanisierung, wenn nicht gar: Algorithmisierung des administrativen Denkens, das "stahlharte Gehäuse", in dem die Gesellschaft sich nun eingerichtet hat.

Der Soziologe und Politologe Karl Wolfgang Deutsch beschrieb diese Lage als Kybernetisierung der Gesellschaft in seinem Buch *Nerves of Government*. Darin untersuchte er unterschiedliche Arten der administrativen Kommunikation und Kontrolle mit Hilfe von kommunikativen Feedback-Prozessen.¹⁸⁴

Interpolation: Zuse und / als die Z3:

Zuse selbst wird aus Anlass seiner öffentlichen Präsentation seines Z3-Rechners heute vor 80 Jahren, am 12. Mai 1941, von ZDF *info* mit folgender Einsicht zitiert: "Die Gefahr, dass der Computer so wird wie der Mensch, ist nicht so groß wie die Gefahr, dass der Mensch so wird wie der Computer."¹⁸⁵ Dies ist noch im Geiste des Turing-Tests gedacht; demgegenüber aber hat die Deep Machine Learning das Mensch-Maschinen-Verhältnisse der Künstlichen Intelligenz wiederum umgekehrt, denn im Unterschied zur symbolischen KI suchen künstliche neuronale Netze menschliche Denk- und Affektwege selbst zu emulieren.

Auch die *Medientagesschau* erinnerte am 12. Mai 2021 daran, dass der deutsche Computerpionier Konrad Zuse vor 80 Jahren seinen Z3-Rechner vorstellte.¹⁸⁶ Ob damit "[e]ine der größten Revolutionen unserer Zeit - die Digitalisierung" (ebd.) ihren Anfang nahm, ist indessen im Wortsinn von Medienarchäologie fraglich. Denn dieser "Anfang" (altgriechisch *arché*) ist nicht historisch, sondern gleich-ursprünglich (der Doppelsinn von *arché*), insofern das algorithmische *computing* in kulturtechnischen Verfahrensweisen und ihrer Technologisierung vielerorts, und vielzeitig, immerfort schon angelegt war - in wiederholten Anläufen zu einer digitalen Analyse und Modellierung der Welt, etwa durch Charles

¹⁸³ Martin Heidegger, Das Ge-stell, in: ders., Bremer und Freiburger Vorträge, Frankfurt / M. (Vittorio Klostermann) 1994, 24-45

¹⁸⁴ Eintrag "Karl W. Deutsch", Wikipedia, https://de.wikipedia.org/wiki/Karl_W._Deutsch, Abruf 12. Mai 2021, unter Bezug auf: Karl W. Deutsch, *The Nerves of Government: Models of Political Communication and Control*, New York (NY) 1963

¹⁸⁵ Zitiert unter <https://www.instagram.com/p/CFmcP41nwG8/?hl=de>, Abruf 12. Mai 2021

¹⁸⁶ Beitrag von Christian Kretschmer (SWR), Als der Computer auf die Welt kam, <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/technologie/80-jahre-computer-konrad-zuse-z3-101.html> Abruf 12. Mai 2021

Babbages Analytical Machine. Rechenwerk, Speicher und Bedienoberfläche sind als wesentliche Bestandteile in diversen Anläufen zum Computer längst vorhanden gewesen. "Das Besondere war, dass die Maschine verschiedene Berechnungen ausführen konnte. Dass sie also programmierbar war", zitiert *tagesschau.de* Horst Zuse, Informatik-Professor und Sohn von Konrad Zuse, im Gespräch. "Das zeichnet den Z3 aus. Seine Funktionsweise findet sich auch heute noch in einem Supercomputer genauso wie in einem Smartphone" (ebd.). "Vor 80 Jahren" meint damit nicht Medienhistorie im Präteritum ("war"), sondern andauernden Perfekt ("ist ... gewesen"). Was unterscheidet Computer *im Prinzip* (logisch) von ihrer Realisierung als Maschine? Die Hardware. "Der Durchbruch kommt mit dem Z3, als Zuse elektromechanische Schalter aus der Telefontechnik, sogenannte Relais, für seinen Rechner verwendet" (Kretschmer a. a. O.). "Die Bestandteile waren damals schon alle bekannt. Aber mein Vater hat aus ihnen eine völlig neue Maschine gebaut", sagt Horst Zuse" (zitiert ebd.). Doch medienepistemisch ist der Computer nicht schlicht eine weitere Maschine in der Tradition der Technikgeschichte und der Rechenmaschinen, sondern stellt den Begriff der Maschine selbst vom Kopf auf die Füße. Mit jedem neuen Programm nämlich wird ein Computer - im Sinne der Emulation spezieller Maschinen durch die Universelle Turingmaschine (UTM) - zu einer neuen Maschine. "Der Z3 wird noch während des Krieges 1943 bei einem Bombenangriff zerstört", kommentiert Kretschmer. Da das Wesen der Komputation (im Unterschied zu konkreten Computern) indessen nicht in seiner jeweiligen Verkörperung liegt, lässt er sich gleichursprünglich wieder(er)bauen.

So ist auch das virtuelle Museum nicht schlicht eine "augmented reality" (AR) realer Museen, sondern versammelt sich mit jeder Software als ein neues Museum - wie die Turingmaschine selbst. Dazu die Macher*innen der Plattform Cuseum: „Wir bei Cuseum haben es uns zur Aufgabe gemacht, Museen und Kultureinrichtungen dabei zu unterstützen, das Besucherengagement durch eine Vielzahl von digitalen Werkzeugen zu beschleunigen“ (zitiert a. a. O.). Dabei lag die traditionelle Funktion des Museums im Medienzeitalter gerade in der *Entschleunigung* der Erfahrung vor dem Original als das, was sich in seiner Materialität (bislang) der Digitalisierung entzieht. Denn Museen sind im Kern „part of an object-centred culture. Their essential justification is the acquisition, preservation and interpretation of physical artefacts.“¹⁸⁷ Und diese Materialität von (technischen) Kulturgütern ist kein Mangel des Museums gegenüber virtuellen Welten, sondern sein Allgeinstellungsmerkmal.

Grundsätzlich ist mit der Digitalisierung von archivischen Urkunden, musealen Unikaten, und von Druckwerken in Bibliotheken nicht nur ein Verlust an materieller Indexikalität, sondern auch ihrer Autorisierung durch lokale Gedächtnis- und Wissensinstitutionen verbunden. An deren Stelle treten IDs von Servern.

¹⁸⁷ Swade 1992: 206

Thema ist hier nicht mehr schlicht der Verlust der Aura des Originals in Zeiten phonographischer und photographischer Reproduzierbarkeit (Benjamin 1936), sondern seine Herausforderung durch Digitalisierung. Denn der Ersatz des realen Museums durch sein virtuelles Ebenbild zeitigt eine nachhaltigere Veränderung der musealen Ästhetik auch über die zeitbedingten Museumsschließungen hinaus.

Noch tendiert die "Digitalisierung" der Museen dazu, die Materialität der musealen Dinge auf ihre zumeist visuelle, ansatzweise auch auditive Sinnlichkeit zu reduzieren - hier gilt nach wie vor die Verengung von Telekommunikation auf sogenannte "AV-Medien". Doch in Museen trägt auch der Geruch der Artefakte zum sinnlichen Wissenserlebnis bei. Und die langjährige Assistentin Michel Foucaults, Arlette Farge, hat auch dem *Goût de L'Archive* einen ganzen Buchtitel gewidmet.¹⁸⁸ Welchen Wert legen *digital natives* noch auf die authentische und ursprüngliche Aura musealer oder archivischer Materialität, "anstatt sich mit Augmented Reality Chimären zu beschäftigen"¹⁸⁹? Längst schickt sich augmentierte Digitalisierung an, etwa in Form des 3D-Druckers auch Materialität zu teleportieren. "How can we still speak of materiality in this context?"¹⁹⁰

Die materielle Insistenz einer Klanguausstellung: eine "Diskreminierung"?

Gerät mit der Virtualisierung von Musealien die bisherige Ästhetik der Materialität von kulturell überlieferten Dingen gegenüber der Digitalisierung an ihre Grenzen, und wird - allgemeiner gesprochen - Materialität als bisheriges "Leitartefakt" von Realität damit überhaupt "musealisiert"?

Im Begleittext zu einer Klanginstallation in der Klosterruine in Berlin-Mitte zwischen Juni und August 2020¹⁹¹ war die Rede von „der

188 Arlette Farge, *Le goût de l'archive*, Paris 1987; *nota bene*: nicht etwas "des archives".

189 Lily Khositashvili, elektronische Kommunikation vom 12. Mai 2021.

190 Extended Reality – Code and Materiality in Art and Culture. Interaktive Ausstellung der Forschungsgruppe INKA an der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin (HTW) mit dem Exzellenzcluster Matters of Activity sowie dem Medientheater der Humboldt-Universität zu Berlin (Pergamonpalais), 3. bis 30. September 2021, <https://www.matters-of-activity.de/de/activities/6078/save-the-date-extended-reality-code-and-materiality-in-art-and-culture>, Abruf 20. Juli 2021. Darunter auch das Projekt Transient Exposure, <https://xr-unites.fki.htw-berlin.de/2021/02/27/xr-kunst-beitrag>, c/o Prof. Susanne Vincenz, MA Choreographie am Hochschulübergreifenden Zentrum Tanz, Berlin

diskriminierenden Vorstellung, dass eine Ausstellung am besten mittels physischer Präsenz erlebt werden kann“.

[Dieser Satz könnte ebenso vom Deutschen Fussballbund stammen, der eine Saison lang die Bundesligaspiele trotz pandemiebedingtem Totalausschluss von Publikum im Stadion vollumfänglich durchführte, als mache dies keine Differenz.]

Ist die klassische „Welt“ damit bereits gegenüber der Digitalisierung in die Defensive geraten?

[Medientheoretische Analyse ist aufgerufen, die Semantik der Medienkultur an ihren neuralgischen Stellen aufzuspüren und weniger ästhetisch denn techniknah, mithin also medienarchäologisch, aufzuhellen. Denn was unter dem Stichwort „Diskriminierung“ zur diskursiven Verhandlung einlädt, entpuppt sich als Fachbegriff im kybernetischen Sinn. Im *Lexikon der Kybernetik* von 1964¹⁹² definiert der Eintrag „Diskriminierung“ als Unterscheidungsfähigkeit von Organismen: „Diskreminierbarkeit ist eine Funktion der Wahrnehmung. Sie ist zwischen zwei Reizen S_1 und S_2 gegeben, wenn diese auf einem Ähnlichkeitskontinuum mindestens um den Betrag der Unterschiedsschwelle voneinander entfernt liegen.“ Genau dies aber ist das (buchstäbliche) Kriterium, mit dem die Qualität des „Digital“rechners auf den New Yorker Macy-Konferenzen bestimmt wurde: die zeitkritische „time of non-reality“ (Norbert Wiener).¹⁹³ Zwischen zwei realtechnischen Zuständen existieren zwar unvordenklich überabzählbare („analoge“) Zwischenwerte, doch sie „zählen“ buchstäblich nicht in der symbolischen Maschinenordnung.]

Tatsächlich bedarf eine medientechnische Klanginstallation, sofern sie an Menschen gerichtet ist, dessen physiologischer Präsenz. Musikalisch geordnete Datenströme mögen zwar von Computern untereinander als "Musik" dekodiert werden, doch für Menschen vermag ein Digitalisat allein noch nicht als Klänge und Worte zu ertönen, sondern erst dann, wenn sie für das menschliche Gehör in mechanische Druckwellen (zurück-)gewandelt werden. Dem entsprachen die drei massiven Lautsprecher als Blick- und Ohrenfang in der Berliner Klosterruine-Installation. Online aber vermag der Ort dieser Lautsprecher an jeden beliebigen Ort dieser Erde verlagert, und damit entmusealisiert zu werden.

191 Johanna Hedva, *God is an Asphyxiating Black Sauce*, 20. Juni - 3. August 2020, kuratiert von Christopher Weickenmeier

192 Hg. v. A. Müller, Quickborn b. Hamburg (Schnelle), 35

193 Siehe Claus Pias, *Time of Non-Reality. Mizellen zum Thema Zeit und Auflösung*, in: Axel Volmar (Hg.), *Zeitkritische Medien*, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2009, 267-279

Aus den vor Ort installierten Lautsprechern ertönte eine Playlist von Songs aus Alben der Künstlerin sowie Auszüge aus ihrem jüngsten Buch. Diese Klänge sind indes ihrerseits zuvor schon digitalisiert gewesen. Ist damit der Cyberspace, und damit nicht mehr der reale Galerieraum, ihr angemessenerer Ort? Zugleich wird damit die Zeit der Ausstellung entgrenzt, denn in der digitalen Aufzeichnung vermag der Klang zu jedem beliebigen Zeitraum wieder abrufbar zu sein. Der Konzertsaal wird geradezu zum Medienarchiv.

[Klangartefakte ausschließlich in digital(isiert)er Form zu bewahren und zu präsentieren droht indessen das Bewusstsein für die medientechnische Grundlage auditiver Kultur zu "verwässern"¹⁹⁴, auf Kosten der Aussagekraft des technologischen Materials - wie es die Einführung des den Blicken der Zuschauer verborgenen Orchestergrabens im Festspielhaus von Bayreuth durch Richard Wagner bereits eingeleitet hatte.¹⁹⁵]

Menschen aber vermögen nicht das Digitale am Cyberspace, sondern nur die Rückverwandlung des Datenstreams in Töne aus dem Lautsprecher zu erfahren. Im Unterschied zum Verschwinden des ultraflachen piezoelektrischen Lautsprechers im PC bringt sich der klassische Membran-Lautsprecher in der musealen Installation in seiner ganzen Schallwellengewalt zur Präsenz. Sich dieser an einem fremden Ort auszusetzen ermöglicht eine Konzentration und Ausgeliefertheit, die am miniaturisierten persönlichen Rechner nicht gegeben ist. Gerade dies läßt die Leere der Ruine umso bewußter erleben, die „unbändige Historizität des Ortes“ (Begleittext).

Doch gerade dieser Verortung gegenüber bleibt der Datenstrom indifferent. Dafür stand in dergleichen Installation die „Live Ruin Cam“, die kontinuierlich den Himmel über der Klosterruine ins Internet brachte¹⁹⁶ und damit nicht nur den Ort, sondern auch die Gegenwart der Ausstellung hybridisierte - zugunsten einer hybriden Schizopräsenz. Denn keine digitale Übertragung ist je „live“, sondern als aufwändiger Rechenprozeß immer schon im Verzug zur aktuellen Gegenwart. Diesem tempor(e)alen Verzug entspricht nachrichtentheoretisch die Abstraktion

194 So der Schlusssatz der *Dissertation von Sonja Grulke, Sound on Display. Klangartefakte in Ausstellungen*, eingereicht am 2. April 2021 im Fach Medienwissenschaft an der Kultur-, Sozial- und Bildungswissenschaftlichen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin, 292

195 Vgl. dazu Friedrich Kittler, Weltattem. Über Wagners Medientechnologie, in: *Diskursanalysen*, Bd. I: Medien, hrsg. v. Friedrich A. Kittler / Manfred Schneider / Samuel Weber, Opladen (Westdeutscher Verl.) 1987, 94-107

196 <http://godsauce.black>, nun deaktiviert

einer physikalischen Umwelt zugunsten einer digital abgetasteten, also gemessenen Information.

Zur Musealisierung von Software - ein "Unding"

Software ist - aus medienarchäologischer Sicht auf technisches "Zeug" - zunächst ein "Unding"¹⁹⁷. Software stellt gegenüber der Versammlung materieller Artefakte im Medienarchäologischen Fundus der Humboldt-Universität zu Berlin so etwas wie eine Antithese dar.

"Algorithmen und digitale Informationsprozesse [...] nisten in den kleinsten Objekten und durchdringen alle Lebensbereiche."¹⁹⁸ Gerade weil digitale Codes als Undinge (Flusser) unsichtbar und buchstäblich unbegreiflich sind, galten sie lange als Inbegriff des Immateriellen: "Mit ihrer Hilfe sollte der Widerstand des Materials überwunden und die alte physische Welt ersetzt werden durch eine neue virtuelle, die es erlaubt, die künstlerische Idee unverfälscht zu realisieren" (ebd.). Wer sich indessen als Medienarchäologe (oder *research-based artist*) "auf die inneren Strukturen des Computers einlässt und zum Beispiel selbst programmiert oder Platinen lötet, für den verwandeln sich die abstrakten Algorithmen und digitalen Codes in reales künstlerisches Material" (ebd.). So erweisen sich Codes, Algorithmen und digitale Informationsprozesse nicht - logozentristisch - als bloße Werkzeuge für die Umsetzung einer künstlerischen Idee, sondern legen "die inneren Strukturen der digitalen Maschinen selbst" (ebd.) dar.

Die Ausstellung am Heinz Nixdorf MuseumsForum in Paderborn *Die algorithmische Welt - Ablauf, Struktur und Kontrolle in Natur und Alltag*.¹⁹⁹ problematisierte es in Ihrer Online-Ankündigung: "Im Gegensatz zur Hardware eines Computers, also Elektronikbauteile, Mikroprozessoren, Kabel und Leiterplatinen, ist der Begriff 'Software' deutlich unpräziser gefasst. Aber erst durch die Software kann eine programmierbare Maschine 'Daten' frei strukturieren und manipulieren

¹⁹⁷ Dazu Georg Trogemann (Hg.), Code und Material: Exkursionen ins Undingliche, Wien (Springer) 2010; darin ders., Algorithmen im Alltag (mit Fotografien von Jochen Viehoff), 158-186. Siehe ferner (mit Schwerpunkt auf Programmierung) Vilém Flusser, Das Unding I / II, in: ders., Dinge und Undinge. Phänomenologische Skizzen, München / Wien (Carl Hanser) 1993, 80-89

¹⁹⁸ "Produktbeschreibung" (Umschlagtext?) Webseite "bücher.de", unter [https://www.buecher.de/shop/buecher/code-und-material-exkursionen-ins-undingliche/broschiertes-](https://www.buecher.de/shop/buecher/code-und-material-exkursionen-ins-undingliche/broschiertes-buch/products_products/detail/prod_id/38037169/)

[buch/products_products/detail/prod_id/38037169/](https://www.buecher.de/shop/buecher/code-und-material-exkursionen-ins-undingliche/broschiertes-buch/products_products/detail/prod_id/38037169/), Abruf 19. Mai 2021

¹⁹⁹ Fotoausstellung im Rahmen der Paderborner Fototage vom 6. Juni bis zum 5. September 2010

sowie Interaktionen einbeziehen, so dass vielfältige komplexe Abläufe möglich werden."²⁰⁰

In diesem Zusammenhang fotografierte der Geschäftsführende Direktor des HNF Jochen Viehoff seit 2006 für das Projekt „Die algorithmische Welt“ Szenen und Motive aus Alltag und Natur, um die Prinzipien der Programmierung auf überraschende Weise zu illustrieren. "Dabei verblüffen weit reichende Analogien zwischen Informatik, Natur und unserer vertrauten technisierten Umwelt den Betrachter" (HNF ebd.).

Zu den Photomotiven Viehoffs zählen u. a. Eisenbahnweichen - als Hardware von Software, ganz im Sinne von David Moises' ausgezeichneter Installation auf der Ars Electronica 2004 in Linz: *Turing Train. On Computable Numbers with an Application to the Modelleisenbahn*. Moises berichtet höchstselbst über die technischen Hintergründe dieser Installation und andere Zusammenhänge zwischen Bewegung und Kalkulation:

"'Es gibt keine Turingmaschine, die entscheiden kann, ob eine beliebige andere Turingmaschine je anhält oder nicht.' (Alan Turing, 1937) - Die Turingmaschine, nach Alan M. Turing, war als theoretische Grundlage der Informatik nie dazu gedacht, physisch umgesetzt zu werden, dennoch realisierten Severin Hofmann und David Moises 2004 eine Turingmaschine in der Ausführung einer Modelleisenbahn. Auf einer Fläche von sechs mal fünf Metern wurden 80 Meter Gleis und 50 Weichen verbaut, somit war der "Großrechner" in der Lage Kalkulationen bis Drei auszuführen. Durch die beschauliche Rechengeschwindigkeit war es möglich im Detail Zeuge des Rechenganges zu werden."²⁰¹

Lange schon hat die techniknahe Erforschung sogenannter "kritischer Infrastruktur" Konjunktur in der aktueller Medienwissenschaft. Nun konvergiert diese *techné* mit dem *lógos* der Logistik selbst.²⁰²

200 Webseite Heinz Nixdorf MuseumsForum, <https://www.hnf.de/ausstellungen/rueckblick/die-algorithmische-welt.html>, Zugriff 19. Mai 2021

201 Vortrag "Turing Train Terminal" von David Moises, 3. Oktober 2015, im Medientheater der Humboldt-Universität zu Berlin, Webseite [media.ccc.de](https://media.ccc.de/v/vcfb2015_-_39_-_de_-_medientheater_-_201510031500_-_on_computable_numbers_with_an_application_to_the_modelleisenbahn_-_david_moises), https://media.ccc.de/v/vcfb2015_-_39_-_de_-_medientheater_-_201510031500_-_on_computable_numbers_with_an_application_to_the_modelleisenbahn_-_david_moises, "Abstract"

202 Siehe Lisa Parks / Nicole Starosielski (eds.), *Signal Traffic. Critical Studies of Media Infrastructures*, Urbana / Chicago / Springfield (Univ. of Illinois Pr.) 2015, sowie die Ringvorlesung *Die Rohstoffe der Medien* im SS 2021 am Fachbereich Medienwissenschaft der Humboldt-Universität zu Berlin (c/o Viktoria Tkaczyk / Christine von Oertzen)

Innerhalb der Medienwissenschaft hat längst ein Stimmungsumschwung stattgefunden (Matthew Fuller und andere, etwa Lev Manovich). Damit hat sich die kritische Aufmerksamkeit längst von der Hardware-Analyse zugunsten von Software Studies verschoben. Doch Friedrich Kittlers "Es gibt keine Software"-These bleibt weiterhin zu debattieren. Denn der blinde Fleck dieser Perspektive, und zugleich ihre Herausforderung, aber ist die musealen Bewahrung von Software selbst²⁰³, in der sich die Unhintergebarkeit ihrer medienarchäologischen Verwurzelung in materieller Technik unerbittlich in Erinnerung ruft.

Emulation als eine neue Form des *musée imaginaire*? Der Computer als Subjekt und Objekt von "Musalisierung"

War der Kerngegenstand musealer Präsentation und Bewahrung die längste Zeit die Materialität kultureller Artefakte, stellt deren Digitalisierung zum *musée imaginaire 2.0* eine Herausforderung dar (in seiner ersten Version, formuliert durch André Malraux²⁰⁴, war noch die Überführung von Kunstobjekten in die Welt ihrer photographischen Schwarz-Weiß-Reproduktion gemeint. Schon damals war mit dem Verlust an materialer Authentizität und "Aura" (Benjamin) ein Gewinn ein "Intelligibilität" (Malraux) verbunden, da erst der massenhafte Vergleich standardisierter photographischer Reproduktionen von weltweiten Kunstwerken im Studio des Kunstwissenschaftlers vergleichende Stilanalysen ermöglichte. Inwiefern gewinnt das Museum an Intelligibilität durch die Digitalisierung seiner Ausstellungs- und Magazingegenstände?

Medienarchäologische Analyse nimmt diese Frage zum Anlass, das Dilemma von Gewinn und Verlust von "Welt" durch Digitalisierung medienepistemologisch zu akzentuieren, indem sie die Musealisierung des Computers selbst, und seine Verschränkung von Hard- und / als Software zum Thema macht- und in aller medienarchäologischen Radikalität hinterfragt, ob nicht die kategoriale und begriffliche Trennung respektive Dichotomie von Hard- und Software nicht schon der Sündenfall gegenüber einer gleichursprünglichen Verschränkung (englisch *entanglement*) im Sinne der Techno*lógos*-Hypothese darstellt.

„Die Hybridität des Computers besteht [...] in seiner materiellen Form, deren Funktion durch Software vorgegeben, quasi ›beschrieben‹ werden kann, weil auch die formalisierte Logik seiner Operationen in der

203 Dazu Doron Swade, Collecting Software: Preserving Information in an Object-Centred Culture, in: History and Computing Vol. 4 No 3 (1992), 206-210, sowie Friedrich Kittler, Museen an der digitalen Grenze, in: Philine Helas (Hg.), Bild/Geschichte. Festschrift für Horst Bredekamp. Berlin (Akademie-Verlag) 2007, 109-118

204 André Malraux, Psychologie der Kunst. Das imaginäre Museum, Reinbek b. Hamburg 1957 [*Baden-Baden 1947]

Hardware eingeschrieben sind.“²⁰⁵ Die Begegnung und Verschränkung von symbolischer Ordnung und materiellem Realen stellt das Kernthema der *Techno/ógos*-Hypothese dar, dem die Informatik aber gemeinhin durch einseitige Dichtomisierung entgeht: „Software [...] is usually defined negatively - that is to say, a component of computer systems distinct from hardware.“²⁰⁶ Der Oxford Dictionary of Computing definiert Software als "a generic term for those components of a computer system that are intangible rather than physical" (zitiert ebd.), und Prentice Hall's Illustrated Dictionary of Computing "irreversibly severs ["abstrengen"] the material link by noting that 'software is independent of the carrier used for transport'. The non-material features of software have ominous implications.“²⁰⁷ Doch das Einzige, von dem auch Software nicht "abgetrennt" werden kann, ist das Stromkabel. Algorithmen von vornherein (*a priori*) als von Energie und Materie unabhängig zu denken ist eine logozentristische Verfehlung ihrer *différance*. Selbst Turings abstrakte "Papiermaschine" verlangt - wie der Name schon sagt - irreduzibel bereits nach Papier, Bleistift und Radiergummi. Dem setzt Friedrich Kittler - zugunsten des klassischen Museums auch im Medienkontext - die „[...] Unabdingbarkeit und folglich auch für die Vorgängigkeit von Hardware“²⁰⁸, und die Forderung nach einem Archiv der Algorithmen beiseite²⁰⁹, das in seinem Primat von Lauffähigkeit immer auch die Hardware zur realen Verkörperung von Betriebssystemen erster (materialer) Ordnung verlangt, auf denen dann virtuelle Maschinen (zweiter Ordnung) "emuliert" werden können. wie es mit dem GitHub Archive Project seit 2020 unter arktischen Temperaturen in Angriff genommen wurde.²¹⁰ „Jüngst lieferte die quelloffene Entwicklung der Corona-Warn-App ein medial beachtetes Beispiel für offene Software. Der Quellcode ist auf Microsofts GitHub einsehbar.“²¹¹ Das notwendige

205 Simon Pleikies, Informationssysteme ausstellen und bewahren. Herausforderungen und Perspektiven, schriftliche Modulabschlussprüfung (Masterstudien-Modul VI "Epistemologie, Archäologie und Zeitlichkeit technischer Medien"), August 2020

206 Doron Swade, Collecting Software: Preserving Information in an Object-Centred Culture, in: U. Hashagen / R. Keil-Slawik / A. L. Norberg (eds), History of Computing: Software Issues, Berlin / Heidelberg (Springer) 2002, 227-235 (227)

207 Swade 2002: 227

208 Friedrich Kittler, Es gibt keine Software, in: ders., Draculas Vermächtnis: Technische Schriften, Leipzig (Reclam) 1993, 237

209 Friedrich Kittler, Museen an der digitalen Grenze, in: Philine Helas (Hg.), Bild/Geschichte. Festschrift für Horst Bredekamp. Berlin (Akademie-Verlag) 2007, 109-118

210 Dazu Julia Metcalf, GitHub Archive Program: the journey of the world's open source code to the Arctic (16. Juli 2020), <https://github.blog/2020-07-16-github-archive-program-the-journey-of-the-worlds-open-source-code-to-the-arctic>

211 Pleikies 2020, unter Bezug auf <https://github.com/corona-warn-app>

Gegenstück dazu ist „open hardware“ im doppelten medienarchäologischen und -archivischen Sinn.²¹²

Der Computer in seiner Doppelleienschaft als Hard- *und* Software stellt damit einen Sonderfall für museale Digitalisierung dar und erfordert von daher eine zweigleisige Musealisierung und Archivierung.²¹³ Während ein Computerspiel auf antiker Hardware und seine Emulation auf einem aktuellen Computer für das kognitiv Imaginäre in der menschlichen Psyche vieler Spieler (im phänomenologischen Sinne) kaum einen Unterschied macht, zählt dieser im operativ Realen umso unerbittlicher. Was für die *computation* als symbolische Maschine kaum zählt, ist umso unerbittlicher die Voraussetzung für tatsächliches *computing*: Materie und Energie, Hardware und Strom des Rechners. Die Emulation ist als medienontologischer Begriff ein genuines Produkt der Theorie (und nachfolgenden Epoche) der Universellen Turingmaschine, anstelle bisheriger Kulturtechniken der theatralischen Simulation. Doch das Konzept der funktionalen Emulation von Rechenprozessen gerät dort, wo Algorithmen als Software auf Hardware treffen, an seine Grenzen. Betriebssysteme von Computern lassen sich funktional emulieren, nur im Prinzip (auf der Ebene der Schaltpläne) aber die schiere Elektrophysik des Computers selbst.

Dahingehend unterscheidet sich auch das Museum von seinen virtuellen Konkurrenten in den Bildwelten des Wissens. Was das Museum – analog zum universitären Hörsaal und seinen Seminarräumen – zum „anderen Ort“, zur Heterotopie macht, ist die unvordenkliche Präsenz des musealen Objekts, das als hochaufgelöstes, gesampeltes Digitalisat bestenfalls ein Simulakrum darstellt, bis hin zu seiner vollständigen Transsubstantiation als wiedergeborenes Objekt aus dem 3D-Drucker.

Museumsbesuche finden in Zeiten pandemiebedingten Lockdowns auf der heimischen Festplatte statt. "Grenzenlose Verfügbarkeit in einem Kunstraum ohne Wände" verhiess einmal die TV-Ansage zum Film *Das imaginäre Museum* von Henning Burk.²¹⁴ Nicht nur die Kunst, auch Geschichte als symbolisch verzeichnete Vergangenheit wird im imaginären Museum verfügbar.²¹⁵ Inzwischen gibt es bereits Museen, die nicht mehr real erbaut werden, sondern nurmehr als virtuelle, d. h.

212 Siehe Leonhard Dobusch. Offene DIN-Norm für Offene Hardware, <https://netzpolitik.org/2020/offene-din-norm-fuer-offene-hardware>

213 Siehe auch Friedrich Kittler, Museen an der digitalen Grenze, in: Philine Helas (Hg.), Bild/Geschichte. Festschrift für Horst Bredekamp. Berlin (Akademie-Verlag) 2007, 109-118

214 ARTE Themenabend: Das Gedächtnis der Welt – Museum, 27. Mai 1997. Siehe André Malraux, Das imaginäre Museum [FO 1947], Frankfurt / M. (Campus) 1987

215 In diesem Sinne etwa Jeffrey Shaw / Tjebbe Van Tijen, Un Musée imaginaire de la Révolution, Amsterdam (De Struikrove) 1988

algorithmisch durchgerechnete und prozessierte Erscheinung, im Cyberspace, existieren. Solche Museen stellen nicht mehr real existierende Räume dar, als architektonische Hardware, sondern werden im digitalen „Raum“ - der recht eigentlich vielmehr eine mathematische Topologie, mithin Computergraphik ist - überhaupt erst gebildet. Ihre "Architektur" ist eine abstrakte, die sogenannte von Neumann-"Architektur" speicherprogrammierbarer Computer.

Seit Anfang des 19. Jahrhunderts florierten bereits weltweit immersive Illusionsräume wie das Rundum-Panorama (als *moving panorama* gar mit wechselndem Programm²¹⁶), später erst abgelöst durch das Kino. Doch wirklich autorisiert wurden solche Panoramen als Vorformen von Augmented Reality erst durch das Einstreuen realer Objekte in die gemalten Kulturlandschaften.

Erst die stereoskopische Photowiedergabe hatte ein buchstäblich virtuelles Raumgefühl erzeugt - auf dieser Ebene ein rein kognitives Konstrukt, wie es erst im Hirn des Betrachters entsteht. Das Panorama am Beginn des 21. Jahrhunderts mit seinen schnellen Bildwechseln in MTV-Ästhetik sind nicht mehr bemalte Wände, sondern Computermonitore oder ihre Übersetzung in den dreidimensionalen Raum. Deren Bezeichnung als *caves* ist - von Seiten des *Technológos* ebenso wie medienpolitisch - eine bewußte Erinnerung des Höhlengleichnisses in Platons Schrift über den *Staat* - oder auch unwillkürliche Rekursion im techno-logischen Unbewusstsein der Kultur.

(K)Eine medienmuseale Demonstration: Bits bitweise übertragen

Am 15. Dezember 2020 wurde im Oldenburger Computermuseum eine virtuelle Museumserfahrung ihrer Objekte ins Werk gesetzt, um neue Perspektiven auf ansonsten bekannte Homecomputersysteme zu eröffnen, d. h. sie entgegen ihrer ursprünglichen Zweckbestimmung" - mithin anachronistisch - zu nutzen und zu beschreiben. Der Autor des OCM Museumskatalogs, Stefan Höltgen, und der Studierende und staatliche geprüfte Elektrotechniker Thomas Fecker, legten "eine computerarchäologische Spur durch die Ausstellungsräume. Für diese ungewohnte Erschließung der Sammlung des OCM und ihre subakademische Unterwanderung waren nicht nur medienwissenschaftlicher "Mut zur Dekontextualisierung" und zur medienarchäologischen "Dekonstruktion" vonnöten, sondern vor allem das Werkzeug techniknaher Medienanalyse schlechthin, sprich: "mehrere Schraubenzieher notwendig"²¹⁷ - dessen offizielle Benennung als

216 Siehe Erkki Huhtamo, *Illusions in Motion. Media Archaeology of the Moving Panorama and Related Spectacles*, Cambridge, Mass. / London (MIT Press) 2013

217 "(Re)Livestream vom 15.12.2020 - Archäologische Unterwanderung des OCM", <https://www.youtube.com/watch?v=M1RjxtrfNdQ>, Abruf 16.

"Schraubendreher" (in Normen wie DIN) sich im allgemeinen Sprachgebrauch kaum durchgesetzt hat.

[Der medienarchäologischen Insistenz auf techniknaher Medienanalyse ist kürzlich der US-amerikanische Präsident Biden beigesprungen, mit einer Executive Order, welche die prinzipielle Reparierbarkeit von Kommunikationsgerät durch ihre Nutzer ("DIY") sichert gegenüber einer fortschreitenden Tendenz von Seiten der Industrie, Mediengerät zu versiegeln²¹⁸ - als auch hardwareseitiger *protected mode*.]

Bewahrt er auch noch in der digitalen, also non-invasiven Übertragung seines Einsatzes in der Hardware-Analyse - etwa als Videoübertragung aus dem Signallabor - die argumentative Plausibilität seines Einsatzes? Wird er damit nicht vielmehr in der telekommunikativen Übertragung, von einem "zuhandenen" Werkzeug zu einem schlicht "vorhandenen"?²¹⁹

Im Anschluss daran sei also gefragt: Bildet das Programmieren als symbolische Verknüpfung in Software ein gleichursprüngliches Äquivalent zum Löten respektive *hard wiring* in elektrotechnischer Hardware?

Am 17. Juni 2021 gewährte die Medienwissenschaft der Humboldt-Universität zu Berlin aus ihrem Medienarchäologischen Fundus und dem Signallabor Einblicke in das Selbstverständnis und die Praxis beider Funktionsräume ihres Studienfachs. Die virtuellen Einblicke in MAF und Signallabor waren "hosted" von Ljudmila, dem Art and Science Laboratory - und "hackerspace" - im slowenischen Ljubljana im Rahmen der Vortragsreihe "Digital Dish". Unter der herkömmlichen Variable "LOCATION" war in der Ankündigung in den Social Media-Netzen bezeichnenderweise "online (Zoom)" eingetragen - die akademische Wissensübertragung ist nur noch als Bildschirmeffekt lokalisierbar. Als Infrastruktur ist die universitäre Lehre längst ortlos geworden, aber dennoch keine Utopie. Vielmehr tritt an die Stelle des vormals gemeinsam geteilten Ortes eine Adressierungsstruktur.

Drei Semestern lang, von April 2020 bis September 2021, war Studierenden der reale Zugang zu MAF und Signallabor verwehrt; die Einblicke erfolgten "virtuell". Diese Situation ruft die medientheoretische Diskussion der "Digitalisierung" des Museums und anderer Formen dinglicher Realpräsenz, auf.

Dezember 2020; Text: Museumsleiter Thiemo Eddiks

218 Dazu die Meldung von Lauren Goode (9. Juli 2021), Joe Biden Wants You to Be Able to Fix Your Own Damn iPhones, in: Wired, <https://www.wired.com/story/biden-executive-order-right-to-repair>, Abruf 14. Juli 2021

219 Die technikphilosophische Referenz ist hier selbstredend Martin Heideggers Grundlagenwerk *Sein und Zeit* von 1927

Die Besonderheit von Artefakten im MAF und Signallabor liegt darin, dass technische Medien weder auf spekulative Gegenstände wie in der Philosophie, noch auf ihre materielle Existenz zu reduzieren sind. Ihre kritische Analyse verlangt vielmehr einen Begriff ihrer *operativen Präsenz* und kann von daher nicht auf die bloße Illustration in Texten, oder das immobile Objekt in Museumsvitrinen reduziert werden. Dem entsprechen in der Computer(spiel)szene der Begriff und das Selbstverständnis der "Demo": Hard- und Software zeigen hier ihre Leistungsfähigkeit im risikobehafteten "live"-Moment, im Unterschied zur bloßen Wiedergabe einer Aufzeichnung, die immer schon auf der sicheren Seite des Speichermediums steht.

Zum Wesen wissenschaftlicher Erkenntnis gehört die Hinterfragung. Im Falle der Medienwissenschaft geschieht dies nicht nur von Seiten diskursiver Dialogpartner (wie in Platons "sokratischen" Dialogen), sondern die Interventionen und "Vetos" von Seiten der Medientechnik selbst.

Ein medienphilosophischer Gesprächspartner würde fragen, ob es in Zeiten der Online-Lehre denn für Studierende am heimischen Monitor überhaupt einen Unterschied macht, ob eine Videoaufzeichnung oder ein "Livestream" des technischen Objekts "im Vollzug" übermittelt wird.

Die (ihrerseits) technische Vermittlung eines Gegenwartseindrucks oszilliert heutzutage zwischen "analog" und "digital", zwischen "live"-Übertragung und "Echtzeit"-Prozessierung.

"One can no longer distinguish, visually or aurally, between that which is reproduced and its reproduction [...] not even discern *that* or *when* reproduction or repetition, in the manifest sense of recording or replaying, is taking place. We must be informed whether or not what we are seeing is 'live'. [...] we cannot distinguish through our senses alone between what we take to be simply 'alive' and what as reproduction, separated from its origin, is structurally posthumous [...]." ²²⁰

Was auch im Falle operativer Medien den Unterschied zwischen "live" und "on tape" macht, ist das Verhalten der Demonstratoren im Moment der Handhabung des technischen Geräts, das technische Risiko des sprichwörtlichen "Vorführeffekts" sowie die Spontanität der Kommentierung - mithin der korporeale "Habitus" sowie weitere paratechnische Indikatoren.

Zu den im Verlauf des "Digital Dish" auf den medienanatomischen Seziertisch (die Werkbank) des Medienarchäologischen Fundus aus den Regalen genommenen Artefakten gehörte auch der auf der Basis von

220 Samuel M. Weber, *Mass Mediauras: Essays on Art, Technics and Media*, Publications of the Power Institute, Sydney, Stanford UP 1996, 121

Elektronenröhren von einem Team um Henry Westphal (TIGRIS Elektronik, Berlin) im Rahmen der FG Elektronik und medizinische Signalverarbeitung an der Technischen Universität Berlin konstruierte "Flipflop-Demonstrator". In bewußt medienarchäologischer Vereinfachung und Vergrößerung zugunsten des basalen Prinzips (*arché*) stellt der Flipflop-Demonstrator eine (Wieder-)Versinnlichung des ansonsten nur als intellektuelles Grundelement des Digitalen existierenden "Bit" als Funktion einer Schaltung. Im dazu passenden Schalt**bild** - demgegenüber das materielle Ensemble eine Form operativer Grammatik darstellt - "erkennt man, dass anstelle der sonst üblichen Anodenwiderstände Glühlampen mit den Kennwerten 220V/20mA verwendet werden. Damit ist eine unmittelbare Anzeige des Schaltzustandes möglich."²²¹ Während also etwa die Glimmplampe in einem Phasenprüfer den elektrischen Wechselstrom aus der Steckdose selbst anzeigt, dient sie hier der elektronischen Anzeige der kleinsten Informationseinheit namens Bit. Zugleich abstrahiert respektive idealisiert diese binäre "0 / 1"-Anzeige, was im Realen der elektrotechnischen Verschaltung noch anders wirkt: denn es wird keineswegs zwischen "anwesend" und "abwesend" umgeschaltet (samt aller metaphysischen Konnotationen), sondern auch der "Aus"-Zustand bedarf bereits einer grundlegenden Arbeitsspannung, des *bias*. Diese minimale Spannung ist eine Voraussetzung des "Bit" im elektronischen Vollzug. Ein Phasenprüfer misst den (Wechsel-)Strom am Transformator, ein Logikanalysator die konkreten bitweisen Operationen. Beides sind Ereignisse des Computers, als Koexistenz von Elektrik und Elektronik, materialer / energetischer Verkörperung und intelligenter Steuerung. Die Signalfunktion der Glimmlampen im Flipflop-Demonstrator ist nicht nur auf den diskreten Schaltprozess beschränkt, sondern indiziert ebenso die Stromspannung am Transformator selbst, der eben nicht das Äußere der binären Signalverarbeitung darstellt, sondern ihr notwendiges *parergon*.

Zugleich wird damit die anhand der Virtualisierung des Technikmuseums in Zeiten der pandemischen Krise bereits formulierte Frage wieder aufgeworfen, in welchem Maße eine digital gesampelte Aufnahme das Wesen des *Mediums im Vollzug* zu "übertragen" vermag. Was hier konkret *gestreamt* wird, sind nicht Objekte, sondern Bits. Hier nun wird das Bit zum Subjekt und Objekt seiner selbst.

Das Bit läßt sich sowohl optisch wie auch spannungstechnisch als Information übertragen. Entscheidend ist auch hier der Unterschied zwischen "elektrisch" und "elektronisch" - den McLuhan im notorischen

221 Online-Eintrag der Projektgruppe "Historische Digitaltechnik" an der Technischen Universität, Berlin: "Flipflop-Demonstrator mit Trioden aus den 1920'er Jahren", https://www.emsp.tu-berlin.de/menue/studium_und_lehre/mixed_signal_baugruppen_alt/digital_technik_back_to_the_roots/flipflop_demonstrator_mit_trioden_aus_den_1920er_jahren, Abruf 11. März 2021

Kapitel 1 von *Understanding Media* bisweilen übersieht. Gewiss läßt sich eine Glühlampe per Stromschalter an- und ausschalten und somit bitweise Information kodieren. Nun ist die Elektronenröhre (samt ihren Nachfolgern Transistor, und ICs) zwar ein offen-sichtlicher Nachfolger der Glühlampe (Stichwort Edison-Effekt / Diode), doch die medienepistemische Delikatesse liegt im Sprung von Elektrik zu Elektronik, von der Energie zur Information. Denn überkreuz geschaltete Elektronenröhren erlauben das Festhalten eines Bit vermittelt kleinster elektrischer Impulse, deren Zweck nicht mehr in erster Linie Energie, sondern Steuerung kleinster Ströme als Kodierung von Information ist. Auf der Basis einer elektrischen Spannung kommen hier kleinste elektronische Ströme zum Einsatz, was eine potentielle Eskalation hinsichtlich Geschwindigkeit und Effizienz - und damit erst den Erfolg es vollelektronischen Computers - ermöglichte.

Mit der "bitweisen" Übertragung eines Bit ist die Digitalisierung zugleich Subjekt wie Objekt des Medienereignisses- ohne dass diese Dichotomie damit (im Sinne von Karen Barad) aufgehoben wird.

Damit geht zugleich ein zeitkritisches Momentum einher, denn McLuhans medientheoretischer Kernsatz "the medium is the message" wird hier zur eigentlichen Bedeutung dessen, was ansonsten als Instant Messaging vertraut ist: die "sofortige Nachrichtenübermittlung" respektive "Nachrichtensofortversand" als eine Form, bei der Teilnehmer per Textnachrichten kommunizieren - nur dass hier an die Stelle des Alphabets der numerische Code tritt. Die vom Absender ausgelösten Nachrichten sollen "möglichst unmittelbar [...] beim Empfänger ankommen"²²² - als sei kein zwischenzeitlicher Übertragungskanal im Spiel.

Im Falle des Flipflop-Demonstrators steht kein metaphorisches Interface zwischen digitaler Medientechnik und menschlichem Beobachter. Kein Interface gibt hier einen bloß symbolisch vermittelten Eindruck dessen, was sich im Innern des elektronischen Mechanismus ereignet. Ein optisches Interface ist als Peripheriegerät (nicht "wesentlich") des Computers eine doppelte Übersetzung: aus dem Realen der Stromspannungen in elektrotechnischen Prozessoren über das Symbolische als ihr informationstheoretischer Begriff bis hin zur Ausgabe im Imaginären des Bildschirms. Was Kittlers *Grammophon-Film-Typewriter* zunächst noch anhand autonomer Medientechniken beschreibt, wird *im* (oder *als*) Computer schlichtweg "aufgehoben".

Die Signalisierung (im doppelten, ebenso anzeigenden wie realgeschehenden Sinne) ist beim Flipflop-Demonstrator *pars pro toto* in das Ereignis des Digitalen selbst eingeschaltet, im Kern verkörpert durch

²²² Eintrag "Instant Messaging", https://de.wikipedia.org/wiki/Instant_Messaging, Abruf 23. Juni 2021

zwei der Radiotechnik entborgten Elektronenröhren. Dies entspricht nicht dem sprichwörtlichen "in die Röhre gucken" am klassischen Fernseher, sowie Video- und Computermonitor, dessen Mattscheibe nichts Anderes war als ein nach Aussen gestülptes innertechnisches Bauelement - geradezu "obszön" (engl. *obscene*) im alternativen Sinne der Wortherkunft, nämlich abgeleitet von der medientheatralischen Szene. Die aktuelle Metapher für das Videoportal "YouTube" verschleiert damit gerade jene digitale Differenz, dem es seine ganze Macht verdankt.

In Form von An / Aus-Schaltungen (*set / reset*) kann der gezeigte "Inhalt" des Flipflop-Demonstrator in der digitalen Übertragung sich als Botschaft dieses Mediums selbst artikulieren. Sein Informationswert bleibt auch in der scheinbar bloß optischen Übertragung - gleich der optischen Telegraphie in der griechischen Antike - erhalten. Die übertragungstechnische Auflösung in Bitketten ist demgegenüber eine Information der Information - anders als die Modulation von Luftmolekülen in der akustischen Kommunikation, oder die elektromagnetischen Wellen des Lichts.

Das "virtuelle Labor": Elektrizität im Symbolischen wie im Realen erkunden

Stefan Jellinek als Pionier der Elektropathologie als "Grenzgebiet zwischen Medizin und Technik"²²³ richtete 1899 eine Sammlung von Unfallgeräten in einem Krankenhaus in Wien ein, die letztendlich ins Wiener Technische Museum überführt wurde. Hier bietet es sich nicht nur an, aus Gründen des Besucherschutzes diesen Bestand in eine Webseiten-Präsentation zu überführen, sondern im Sinne des geschlossenen Stromkreises interaktiv über die schlichte Form einer passiven Online-Präsentation hinauszugehen. Das "digitale" Museum, das seine Erdung in der konkrete Mikroelektronik dissimuliert, macht sich dann ehrlich, wenn Stromkreise selbst ihr operatives Thema werden. Ansatzweise - allerdings nicht in Form von Stromimpulsen, sondern digitalen Animationen (GIFs) - ist dies im "virtuellen Labor" realisiert, in Form einer interaktiven CD-ROM als Beigabe zum Katalog der ehemaligen Physiologischen Mess- und Testgerätesammlung an der Humboldt-Universität (nun Charité) zu Berlin.

Beim "virtuellen Labor" handelt es sich um die virtuellen Animationen der archaischen Testgerätschaften, die bei einer Bodenentrümpelung im Physiologischen Institut der Charité in der Hessischen Straße aufgefunden wurden, und im größeren Zusammenhang steht die Frage im Raum, inwieweit techniknahe Medienanalyse auch im virtuellen Raum

223 Siehe

https://www.geschichtewiki.wien.gv.at/Elektropathologische_Sammlung.
Zugriff 9. Juni 2021

stattfinden kann. Zugespitzt formuliert - und auf den Ort dieser Vorlesung bezogen: darf das Medientheater selbst "in den digitalen Medien aufgehoben" sein, oder bedarf es gerade seiner realen "Erdung"?

[Alte Inventarisierungsmarken wiesen darauf hin, dass es sich hier um die Instrumentensammlung des vormaligen Instituts in der Dorotheenstraße handelte, dereinst von Emil du Bois-Reymond gegründet und 1877 eröffnet.]

Ein Teil der aufgefundenen Geräte erwies sich als "voll funktionstüchtig" und vermochte damit "das technische Knowhow analoger Funktionsmesstechnik der letzten beiden DDR-Jahrzehnte[n] wider[zu]spiegeln [...]" (Heinemann ebd.). Aktuelle digitale Mess- und automatisierten Auswerttechniken machen solche analogen Hinterlassenschaften nicht obsolet, sondern weisen ihnen schlicht einen neuen Ort im Wissenskosmos operativer Medien zu. Zwar haben es inzwischen integrierte und miniaturisierte elektronische Bausteine auf elektrotechnischer Seite, und "Digitalisierung" auf der Software-Seite ermöglicht, "dass sich der Arbeitsgegenstand der Physiologie immer mehr auch in den Mikrokosmos" verlagert - und in die Simulation von Computermodellen. "Aber die Anschaulichkeit, wie sich ein physiologischer Prozess in eine Messwertfunktion umsetzt, was [...] dem Physiologen Carl Ludwig mit seiner Erfindung des Kymographions 1846 gelang und damit die Physiologie aus der Umklammerung der Anatomie löste, ist weitgehend verloren gegangen"²²⁴ - und damit auch die anschauliche Evidenz dessen, wie aus physiologischer Registrierung der Scottsche und Edisonsche Phon(aut)ograph resultierten. Aus dem Messmedium Kymograph resultierten Massenmedien.

Es wurde daraufhin für die physiologischen Artefakte beschlossen, "diese nun veralteten, aber anschaulichen Gerätschaften für schöpferisches interaktives Spielen mit ihnen vorzubereiten. "Denn das Erlernen und Begreifen eines komplexen physiologischen Prozesses fällt leichter, wenn man weiß, wie und womit er erfasst wurde" (Heinemann ebd.).

Die Zukunft des Museums als virtuelles ist in der Tat interaktiv. So schreibt es aus dem digitalen "off" der Vorlesung *Techniknahe Medienanalyse*²²⁵ auch Florian Rumberg in seinem "Essay über neue virtuelle Räume und deren Rezeption" mit besonderem Blick auf medientechnische Sammlungen. Geradezu in Echtzeit läßt sich dieses Testat bereits in die noch laufende Argumentation einbauen.

224 Heinemann, "Vorwort" zum Katalog

225 Sommersemester 2021, BA-Studium der Medienwissenschaft an der Humboldt-Universität zu Berlin

"Um [...] medienhistorische Gegenstände erfahrbar zu machen und daraus zu lernen, ist es unabdingbar, ihre Funktionsweise und deren Aufbau selbstständig zu begreifen" (Rumberg). "Dieses Prinzip gilt [...] sowohl für den virtuellen als auch den realen Raum" (Rumberg ebd.) - indessen auf verschiedenen Wegen, mit verschiedenen Qualitäten. Während das "Begreifen" im Realen haptisch gemeint ist, und damit buchstäblich "digital", geht es in der nachrichtentechnischen "Digitalisierung" gerade verloren. Im Gegenzug ermöglicht das Konzept der Augmented Reality (im Unterschied zur vollumfänglichen "VR") mithilfe von VR-Brillen wie etwa der Microsoft HoloLens ein erhöhtes Maß an - zumindest imaginärer - Interaktion und Immersion, die zu einer "hochintensiven" Objektwahrnehmung führt. In genau diesem Sinne versteht McLuhan "heiße" Medien als *high definition* - indessen um den Preis der "Ausblendung der wahren Realität" (Rumberg), sprich: der physikalischen Wirklichkeit - hier ganz im Sinne des Höhlengleichnisses in Platons *Polieia*.

Es mag zwar für einen solchen Höhlenbewohner respektive *user* einer VR unerheblich *erscheinen*, "ob seine Realität nur simuliert ist, solange sich diese für ihn echt anfühlt" (Rumberg). Techniknahe Medienanalyse aber ist gerade hier um Aufklärung und kritische Desillusionierung bemüht. Denn mit dem Schraubendreher läßt sich die Black Box eines VR-Medienobjekts nur dann öffnen, wenn es vorher so programmiert wurde.

Das Opfer für den Gewinn an Immersion ist "die haptische Erfahrung von Materialität" (Rumberg), als eine entscheidende Sinneswahrnehmung, die in VR bislang noch nicht zur Sprache" kommt - respektive vom digitalen *Technológos* verschwiegen wird. Haptik zählt zu den zentralen zwischenmenschlichen Kommunikationskanälen und ist bislang nur ansatzweise von Robotik und telekommunikativen Berührungssensoren ersetzbar. Hier geraten die Online-Kommunikation und die "Digitalisierung" noch an ihre Grenzen. Was aber, wenn "Deep" Machine Learning die Haptik wenn schon nicht auf der physiologischen (Haut-)Oberfläche, sondern im neuronalen Akt (als Affekt) zu emulieren vermag, und menschliche Wahrnehmung auf ihrem intimsten Niveau als elektrochemischen Mechanismus entlarvt?

"Um die Attraktivität" des Katalogs der antiken physiologischen Gerätesammlung an der Charité "zu steigern, wurde [...] eine CD zum Katalog erstellt, die einige historische Versuche 'reanimiert'", heißt es in dessen "Vorwort".²²⁶ Um dieses "virtuelle Labor" jedoch zu aktivieren, ist

226 Von Seiten des geschäftsführender Direktors des Johannes-Müller-Instituts, Prof. Dr. Uwe Heinemann. Der Katalog wurde im Verlag werbestudio Hohmann (Bonn / Berlin, o. J.) herausgegeben vom Johannes-Müller-Institut für Physiologie am Universitätsklinikum Charité - *damals* zugleich noch die Medizinische Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin.

eine wahrhaft medienarchäologische Operation vonnöten: ein nicht allzu neuer PC, der eben noch über ein CD-Laufwerk für externe Speicher verfügt. Erst damit lässt sich die dem Katalog der Historischen Instrumentensammlung des Johann-Müller-Instituts für Physiologie beigefügte CD-ROM aktivieren, die ansonsten für Menschen als Medienobjekt unlesbar bleibt.

[So kommt es zum *re-entry* des Kymographion als bewegter Zylinder zur Signalaufzeichnung als digitaler Double auf der ebenso kreisenden *disc* einer CD-ROM. Wie indessen der Name des "Read-Only Memory" schon sagt: nur der Computer kann dies lesen. Die Anschaulichkeit des physiologischen Geräts ist nicht mehr gegeben, sondern wird zuallererst *medienaktive* Bildverarbeitung und damit post-human.]

Das Laufwerkproblem erinnert in diesem Fall an ein strukturelles Defizit aller virtuellen Museen. Ein Argument für die digitale Transkription medienarchäologischer Sammlungen ist die Schonung des Originals durch die Replik, denn es sind "zunehmend weniger Bauteile zur Reparatur" (hoch-)technischer Gerätschaften vorhanden - etwa Original-Elektronenröhren, welche dann einen operativen Mitvollzug ihres Medienwesens "vor Ort" (das heißt: als Szene im Medientheater) kaum noch erlauben.

Nachdem nun die Hardware-Bedingung erfüllt ist, lässt sich auch der Sammlungskatalog von CD öffnen. Den kapitelweisen dargestellten Mess- und Experimentiergeräten sind im CD-Katalog "Animationen" beigefügt²²⁷, entwickelt als "virtuelles Labor für Physiologie"²²⁸ von Seiten Sven Dierigs am Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte in Berlin. Darunter befindet sich auch der "Kymographionversuch", der ein schlagendes Hundeherz auf einer rotierenden Trommel kardiographisch registriert.

Doch beim Versuch, diese Animation per Mausklick zu aktivieren, interveniert die symbolische Ordnung (*alias* Software), mit dem Hinweis: "Bitte schalten Sie Java ein, damit Sie die Animation betrachten können."

Nun kommt der Moment der Erinnerung daran, dass techniknahe Medienanalyse sich nicht nur auf Hard-, sondern auch auf Software

227 Animationen und Java-Programmierung: Gabriele und Jörg Kattel

228 <https://vlp.mpiwg-berlin.mpg.de>. Siehe Sven Dierig et al., The virtual laboratory for physiology. A project in digitalising the history of experimentalisation of nineteenth-century life sciences, Berlin: Max-Planck-Inst. für Wissenschaftsgeschichte 2000 (Preprint/Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, 140), <http://www.mpiwg-berlin.mpg.de/Preprints/P140.PDF>, sowie S. Kokot, Virtuelle Laboratorien, in: Kasproicz D., Rieger S. (Hg.), Handbuch Virtualität, Wiesbaden (Springer VS) 2019

bezieht. Ein Java-Applet ist ein Programm, welches "normalerweise in einem Webbrowser ausgeführt" wird.²²⁹ Solche Applets wurden einst eingeführt, "um Programme in Webseiten ablaufen lassen zu können, die im Webbrowser (auf der Client-Seite) arbeiten und direkt mit dem Benutzer interagieren können, *ohne Daten zum Server senden zu müssen*" (ebd.). Was aber, wenn Java nicht mehr per Webbrowser aktiviert werden kann?

Denn es altert nicht nur die technische Materialität, sondern eben auch die Software als technologische Bedingung aller Emulationen im virtuellen, also vollumfänglich "rechnenden Raum" (Konrad Zuse). Boltzmann-Entropie trifft hier auf Shannon-Entropie. Da sich auch die VR-Technologie stets weiterentwickelt respektive nicht mehr abwärtskompatibel bleibt, ver-sagt (Techno*alógos*) das komplexe Zusammenspiel aus Software und Hardware auf kurz oder lang.

Und so werden in der digitalen Simulation "zwar keine Elektronenröhren mehr benötigt, um die Funktion des Radios sicherzustellen", doch die Hard- und Software der VR-Interfaces muss ihrerseits im Laufe der Zeit immer wieder erneuert werden" (Rumberg).

Glücklicherweise erweist sich beim Blick auf die Grundlage der Animationen des Kymographion-Versuchs im "virtuellen Labor", dass es sich hier lediglich um comikhafte Serien von Einzelbildern handelt. Es bedarf der althergebrachten schlichten Operation der Animation, um das Imaginäre beim Betrachter in Vollzug zu setzen.

Das Kymographion wurde seinerseits nahezu zeitgleich zur Chronophotographie entwickelt. Tatsächlich reicht ganz offensichtlich eine Frequenz von 4 Frames / Sek., um bei Betrachtern einen Bewegungseindruck zu erzeugen. Über zuhandene Spezialsoftware kann aus solchen Bildserien ein "animiertes GIF" erzeugt werden, etwa durch die Operation "Gehen Sie auf giphy.com und klicken Sie auf 'Create'". Kreiert wird dann eine klassische Schleife (klassisch im Sinne von Zelluloid, post-klassisch im Sinne einer algorithmischen Iteration).

Das Graphics Interchange Format "erlaubt eine verlustfreie Kompression der Bilder. Darüber hinaus können mehrere (übereinanderliegende) Einzelbilder in einer Datei abgespeichert werden, die von geeigneten Betrachtungsprogrammen wie Webbrowsern als Animationen interpretiert werden."²³⁰

229 <https://de.wikipedia.org/wiki/Java-Applet>, Abruf 5. Juli 2021, Kursivierung W. E.

230 https://de.wikipedia.org/wiki/Graphics_Interchange_Format, Abruf 1. Juli 2021

Die Fähigkeit von GIF, mehrere Einzelbilder zu speichern und dann zu animieren, "hat sich [...] als ein De-facto-Standard unter Browserherstellern etabliert. Dabei werden die Einzelbilder zeitverzögert nacheinander vom Webbrowser oder dem Bildbearbeitungsprogramm abgespielt. Durch diese Animationsmöglichkeit war erstmals auch die Übertragung kurzer, filmähnlicher Dateien möglich. [...] GIF ermöglicht Animationen, die sich ständig wiederholen" (ebd.) - *still moving*, oder das *moving still?*²³¹

Einmal mehr bewahrheitet sich Karl Ganzhorns Definition der Informatik als die "Ingenieurwissenschaft des Geistes"²³² - womit der Hegelsche Begriff der "Objektivierung" medientechnisch konkret wird. Aber Achtung, eine solche Form der virtuellen Animation operiert vor allem auf der Ebene der Software-Codes und damit der Bit-Ketten. Das *re-enactment* des medienarchäologischen Geräts namens Kymograph verbleibt damit im Symbolischen der Maschine namens Computer und stellt damit noch keine Mensch-Machine-Interaktion dar. Doch wenn es um physiologische Experimente mit Strom geht, winkt eine andere Option: mit dem Bit schlicht das auszulösen, was es diesseits des Symbolischen ist: nämlich ein realer Spannungswert.

Anhand des Froschschenkel-Experiments auf der CD-ROM des Katalogs der genannten physiologischen Sammlung wird es manifest: Das Reale (hoch-)technischer Medien ist der Strom. Inwiefern läßt sich diese medienarchäologische Urszene per Computer nachvollziehen? Nur deshalb, weil der Computer eben nicht auf die "symbolische Maschine" (Sybille Krämer) reduzierbar ist, sondern das Symbolische sich immer erst im Realen entfaltet. Für elektronische Medien heißt dies zuallererst: Stromspannung und Leitungen.

Mit einem Bit einen realen Stromschlag auszulösen stellt die Technologie der Digitalisierung vom Kopf auf die Füße. Erst in diesem Missbrauch des Digitalen verliert es schlagartig seine nutzerseitige Maske (namens Interface) und enttarnt sich als das, was medientechnisch der Fall ist: Strom an / aus. Die haptisch Erfahrung von Bits als Stromstöße erinnert nicht nur an die Anfänge der elektrischen Telegraphie, als Veteranen der Armee mit ihren zehn Fingern als Empfangsmedium von Signalen dienen mußten, sondern es ließe sich dann selbst eine Online-Vorlesung aus der Universität Impuls für Impuls nachvollziehen - unter der Bedingung, dass die Datenübertragung des Livestream bis zur Unkenntlichkeit verlangsamt wird.

231 Dazu die Dissertation von Jon Inge Faldalen, *Stillmoving*, eingereicht August 2021 an der Universität von Oslo)

232 Karl Ganzhorn, 75 Jahre IBM Deutschland in der Informationstechnik, in: W. E. Proebster (Hg.), *Datentechnik im Wandel. 75 Jahre IBM Deutschland*, Berlin et al. (Springer) 1986, 23-48, Kapitel 8.2 (45 f.)

Gegenwartsbetrug: Ein virtueller Museumsbesuch, und das Versprechen des "live" im Digitalen

Und damit vom "virtuellen Labor" zurück zur virtuellen Führung durch das Oldenburger Computermuseum.

Zur Erinnerung: Am 15. Dezember 2020 wurde dort aus der Not der pandemiebedingten Schließung eine Tugend gemacht, indem der Computerarchäologe Stefan Höltgen und der Studierende der hiesigen Medienwissenschaft Thomas Fecker realpräsent eine computerarchäologische Spur durch die Ausstellungsräume legten, die dann *online* als virtuelle Museumserfahrung ins Werk gesetzt wurde. Um neue Perspektiven auf ansonsten bekannte Homecomputersysteme zu eröffnen, wurde hier auf den Livestream umgeschaltet. Gibt es computerarchäologische Perspektiven, die sich überhaupt erst im digitalen Raum eröffnen? Für die Online-Teilnehmer ist eine digitale Immersion allerdings kein Museumsbesuch, sondern eine Interface-"Visitation". Für den eigenen Habitus der Führenden aber war der Realbesuch mit Realkontakt zur Realmaterie der Computer ebenso unabdingbar, wie für den aktuell Vortragenden dieser virtuelle Vorlesung das tatsächliche Rednerpult des hiesigen Medientheaters aus - auch als Angebot eines zumindest imaginären Direktkontakts mit dem Hörsaal der Universität, allem Home Office zum Trotz.

Die mobilen Medienarchäologen im Oldenburger Computermuseum planten seinerzeit mit ihrem digital übertragenen Rundgang, "mit Schraubenziehern und Theorien bewaffnet, den operativen Mini- und Mikrocomputern Wissenswertes zu entlocken und vorzuführen, das in der offiziellen Computergeschichtsschreibung eher selten thematisiert wird."²³³

Diese Führung sollte zunächst "live" über den Facebook- oder Youtube-Stream mitverfolgt werden. Doch die zeitsemantische Verheißung des "Livestream" in der Welt digitaler Datenübertragung resultiert - zumindest medienwissenschaftlich bekanntlich - in einer (mit-)geteilten (also chronotechnisch "kommunizierter") *augmented presence* namens Echtzeit. Die computer(zwischen)gerechnete *real time*, nicht die "live"-Sendung, ist hier übertragungstechnisch der wirkliche Fall. In allen möglichen Varianten solcher Latenzen, *delays* und Zeitverzögerungen wird die einst emphatische phonozentristische "Gegenwart" im Online-Dasein zunehmend zerstückelt. Neben die raumgreifende Telekommunikation, und die kultursemantisch emphatische Zeiteinteilung in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft tritt die zeitgreifende und aktuelle *mikrochronische* Kommunikation. Läßt sich

233 Elektronische Post Stefan Höltgen, 14. Dezember 2020

Gegenwart prinzipiell überhaupt *zeitech* übertragen?²³⁴ Realtime meint vielmehr schlicht *Rechtzeitigkeit*. Auf dem "verlinkten" YouTube-Kanal des Oldenburger Museums war zum angegebenen Zeitpunkt des Livestream nur Vergangenheit abrufbar: sogenannte "(Re-)Livestreams" früherer virtueller Museumspräsentationen, also digitale Zombies. Wer am "Live-event" teilhaben wollte, mußte vielmehr a) benachrichtigt sein und b) auf den Facebook-Kanal als provisorische Alternative ausweichen.

Tatsächlich wurde der Livestream der Oldenburger Museumsbegehung seinerzeit nicht - wie angekündigt - um 18:30 Uhr gestartet. Grund war die verzögerte Ankunft der Museumsführer in Oldenburg. Sie haben dann erst um 20:30 Uhr mit der Sendung begonnen. "Diese ist dafür nun auf YouTube gespeichert und kann nachgeschaut werden."²³⁵ Die Aussetzung der Datenübertragung als "Livestream" zum geplanten Zeitpunkt war, wie in der späteren Aufnahme an die "Listenleser" kommuniziert, die "verzögerten Ankunft" der Transportvehikel (Autobahnstau) geschuldet. Autobahnen - wie in der späteren Aufzeichnung kommentiert - funktionieren nicht parallel, also synchron, sondern seriell und zeitdiskret, ganz im Sinne der aus der CPU des Computers vertrauten Devise der Datenverarbeitung "last in / last out". So wurde aus dem geplanten Livestream der "Archäologische[n] Unterwanderung des OCM" unter YouTube unversehens der "(Re)Livestream vom 15.12.2020" - zugleich eine Unterwanderung der emphatischen Gegenwart.

Inzwischen ist auch die investigative Erkundung respektive "medienarchäologische Unterwanderung" des Computermuseums (Höltgen) aus dem Speicher der Webseite des Oldenburger Museums "aushebbar" (wie es Archivare für klassische Akten nennen). Die im Livestream suggerierte Partizipation am unvorhersehbar kontingenten Moment ist damit bereits vom bedrohlich Realen der unmittelbaren Signalübertragung enthoben und in die gehegte symbolischen Zeitordnung des Speichers überführt. Wie bereits anhand der Ethik von Computerspiele-"Demos" diskutiert, ermangelt es dem Gespeicherten - obgleich im ersten Moment kaum von "live" zu unterscheiden - des Vetorechts des Realen - etwa das Mißlingen oder andere "Vorführeffekte". Der Unfall als Artikulation des Realen gegenüber der symbolischen Ordnung gilt ebenso von Seiten der Technik, wie von Seiten der klassischen Wirklichkeit.

234 Siehe das Sonderheft der Zeitschrift Media Theory, Bd. 4, Heft 2 (2020): "Mediating Presents", hg. v. Rebecca Coleman / Susanna Paarsonen, sowie Paul Roquet, Telepresence Enclosure: VR, Remote Work, and the Privatization of Presence in a Shrinking Japan, in: Media Theory, Bd. 4, Heft 1 (2020), 33-62

235 Elektronische Post Stefan Höltgen, 16. Dezember 2020, unter Verweis auf <https://www.youtube.com/watch?v=M1RjxtrfNdQ>

Tags darauf, am 16. Dezember 2020, wurde das Humboldt Forum in Berlin-Mitte feierlich eröffnet, inklusive seines Computer-Labors - darunter auch neun historische Computer der C.A.S.E.-Sammlung des Instituts für Wirtschaftswissenschaften der Humboldt-Universität. Nach den pandemiebedingten Regeln des *social distancing* konnten Besucher das "Schloss" bislang nur virtuell erfahren (oder begehen), bevor dann die ausgestellten Computer später einmal real erfahren "und vor allem ausprobiert"²³⁶ werden sollen. Die C.A.S.E.-Systeme wurden 2019 und 2020 vom bereits vertrauten Duo Thomas Fecker sowie Stefan Höltgen im Signallabor der Medienwissenschaft der Humboldt-Universität instand gesetzt und mit erneu(er)t mit antiker Software zu wirtschaftswissenschaftlichen Themen ausgestattet.

Doch zwischenzeitlich war es für die übergangsweise Virtualisierung der Computersammlung des Humboldt-Forums mit der reinen Digitalisierung ihrer Objekte *als Photos* nicht getan. Eine hybride Brücke zwischen beiden Museumswelten - der realen, und der virtuellen - stellt eine abrufbare Emulation dar, um die ausgestellten Rechner auch in virtueller Präsenz schon im Vollzug (also im Medienzustand) erproben zu können. Dies ist der ganze medienoperative Unterschied zwischen Computern als Museumsobjekten und *computing*.

Selbst im *Medienmuseum* bleibt das museale Wesensmerkmal der Eigensinn oder gar Widerstand des materiellen Artefakts gegen das idealisierte Cybermuseum. Vermag technische Hardware *museologisch* in das Reich der symbolischen Maschine überführt zu werden?

Bildwelten auf Webseiten *entlasten* das reale Museum von der didaktischen und inszenatorischen Mimesis an multimediale Ästhetik und erlauben ihm, sich auf (s)ein *proprium* zu konzentrieren: die Materialität und Energetik seiner Objekte, die eben nicht auf reine Zeichenträger ("Semiophoren, mit (Krzystof Pomian) reduzierbar sind, die prinzipiell auch als digitale Simulakren wirksam sind. Tatsächlich lautet die Gretchenfrage zum Verhältnis imaginärer Museen zur realen Welt: Liegt der Kern des Museums im materiellen Original, oder dessen Funktion als kultursemiotischer Informationsträger?

Anhand des "digitalisierten Museums" stellt sich damit die noch viel grundsätzlichere Frage der platonischen *méthexis*: in welchem Maße die virtuelle Welten an der physikalischen Wirklichkeit teil hat. Um sich indessen nicht in philosophischer Ontologie zu verlieren, konkretisiert techniknahe Medienanalyse die Frage nach der Glaubwürdigkeit durch die medientechnische Analyse der Signaltreue.

²³⁶ Elektronischer Rundbrief Stefan Höltgen, 16. Dezember 2020. Für eine Ausstellungsbeschreibung siehe <https://www.humboldt-labor.de/de/journal/die-zukunft-im-naehmaschinen-kasten>

In einem Aufsatz über "Media and Museums" heißt es: "A virtual visit to a museum is fundamentally a media experience, not a museum experience."²³⁷ Doch in Computerspielwelten - etwa in Minecraft - wird selbst das architektonische "brick-and mortar museum" zum Spielplatz von Software. Der virtuelle Besuch eines realen Computermuseums in das Eine. Eine virtuelle Begehung des "rechnenden Raums" (Konrad Zuse) als buchstäbliche Computerarchitektur - etwa in Minecraft - ist das Andere. Damit wird jene brisante Konstellation thematisch, die im Innern jedes Computers als Bedingung aller virtuellen Interfaces selbst gründet: die Frage nach dem Verhältnis von Software zur Hardware, oder medientheoretischer formuliert: das Verhältnis von symbolischem Code und technischer Materialität respektive "MateRealität".

Im Sinne des radikalen Konstruktivismus ist es nicht mehr plausibel, die klassische Differenzierung zwischen wirklicher Welt und "medialem Schein" aufrechtzuerhalten, sobald die virtuellen Welten nicht erst für Computerspiele gelten, sondern schon für die Neurologie des menschlichen Wahrnehmungsapparats selbst. Der Dichter und Denker Novalis formuliert es 1798 nicht anhand von medienarchäologischen, sondern klassisch-archäologischen Museumsobjekten: "[...] man irrt sehr, wenn man glaubt, daß es Antiken giebt. Erst jezt fängt die Antike an zu entstehen. Die Reste des Alterthums sind nur die specifischen Reitze zur Bildung der Antike. Nicht mit Händen wird die Antike gemacht. Der Geist bringt sie durch das Auge hervor - und der gehaune Stein ist nur der Körper [...]."²³⁸

Dieser Primat der Vergeistigung schließt kurz mit der Kernfrage digitaler Technologien, sprich: in welchem Verhältnis der symbolische Code zum Realen der Welt steht. Solch ein Logozentrismus leistet der Digitalisierung (mater)realer Museumswelten Vorschub, doch es bleibt aus Sicht der klassischen Archäologie, der historischen Quellenkritik (Droysen) und der materiellen Kulturwissenschaft das Vetorecht der physikalischen Überreste als Signale aus der Vergangenheit. Mit dem Computer aber nabelt sich die Medienkultur von dieser Tradition ab, indem dieses erste aus reiner mathematischer Theorie geborene Medium die Frage nach dem Verhältnis von Körper und Geist als

237 A. Mintz, Media and Museums. A Museum Perspective, in: S. Thomas / A. Mintz (Hg.), The Virtual and the Real. Media in the Museum, Washington, DC. (Americian Association of Museums) 1998, 19-34 (28)

238 Novalis, Über Goethe [1798], in: Novalis: Schriften, hrsg. von Paul Kluckhohn / Richard Samuel. 3. Aufl. Stuttgart 1977 ff., Bd. 2, 640. Zitiert als Motto in: Daniel Funke, Vom Befund zur Anschauung.

Architekturinszenierungen in neueren, graphischen Rekonstruktionen. Magisterarbeit Humboldt-Universität zu Berlin (Winckelmann-Institut für Klassische Archäologie), München (GRIN Verlag) 2010; <https://www.grin.com/document/183020>, Zugriff 8. Juni 2021

elektrotechnischer Hard- und algorithmischer Software - wie Marx gegenüber Hegel - vom Kopf auf die Füße stellt.

Mit der Informatik verlieren virtuelle Welten ihren Weltbezug - der nur noch in sich selbst, ihrer eigenen Hardware, liegt. "Man kann die physikalische Welt, sofern ihre Wechselwirkungen und Gesetzmäßigkeiten nur vollständig bekannt sind"²³⁹ - aber eben hier liegt, analog zu Turing 1936/37, eine prinzipielle Unvollständigkeit - "in eine informatorische Darstellung transponieren, sie dort studieren und verändern, ohne sie in Realität anzutasten" (6), mithin: "virtuell" (ebd.).

Wenn das Wesentliche des Computers gerade nicht seine jeweilige Verkörperung, sondern sein Betriebssystem ist, hat das Konzept der funktionalen Emulation antiker Computer durch aktuelle Rechner darauf die Antwort gefunden. Im akronymisch anprechenden KEEP-Programm der EU wurde die Virtual Machine entwickelt: Dieser "soll so universell sein, dass eine Reihe unterschiedlicher Emulatoren ausgeführt werden können", er mithin also "auf einen Computer jeden Typs umgestellt werden" kann.²⁴⁰

Dieser Ansatz ist - in medienarchäologischer Gleichursprünglichkeit - dem Konzept der Universalen Turingmaschine (UTM) bereits inhärent, insofern diese wenn schon nicht die MateRealität, so doch die Funktionsweise jeder anderen Maschine zu simulieren vermag. Mit dem medienepistemischen Prozess der "Emulation" aber kommt es zur Ekstase des Computers selbst, als buchstäbliche eine Aufhebung seiner Vergangenheit: aber "nur zum Preis erheblicher Konzessionen in Bezug auf die Ausführungsgeschwindigkeit" (ebd.). Für Computer als Museumsgegenstand stellt sich die Frage der Digitalisierung nicht, insofern er als Subjekt schon ebenso *born digital* wie *digital native* ist.

Dem radikalen Konstruktivismus zufolge wird die eigentliche "Empfindung" als Funktion der physiologischen Wahrnehmung überhaupt erst im Hirn neurologisch "errechnet" (von Foerster, und recht eigentlich schon von Helmholtz). Insofern ist das "virtuelle" oder "imaginäre Museum" - nicht schlicht im Sinne photographischer Reproduktion (Benjamin, Malraux), sondern von Digitalisierung der eigentlichen Kognition wesentlich nahe - wenngleich in einer (sinnes-)datenreduzierten Form.

239 K. E. Ganzhorn, Informatik im Übergang [Festvortrag, Symposium anlässlich des 10jährigen Bestehens der Fakultät Informatik an der Universität Karlsruhe, 21. Oktober 1982[]], in: Informatik-Spektrum (1983) 6: 1-6 (6)

240 Jean-Philippe Humblot, in: Bernhard Serexhe (Hg.), Konservierung digitaler Kunst: Theorie und Praxis. Das Projekt digital art conservation, Karlsruhe (ZKM) / Wien (AMBRA) 2013, 276-289 (288)

Liegt die eigentliche ästhetische Erfahrung also nicht im Realen, sondern im Imaginären des rechnenden Hirns? Und gilt dieser Satz auch im *medienarchäologischen* Sinne? Dies ist ganz im Sinne von Novalis' mathematisiertem Verständnis von Imagination, ganz und gar in der pythagoreisch-neuplatonischen ontologischen Tradition. Was um 1800 dann für Literatur gilt, gilt um 2000 für virtuelle Museen: "Wenn Zahlenverhältnisse für die Ordnung der Welt grundlegend sind und in Entsprechung dazu auch für die Ordnung des kalkulierenden Denkens, dann wird dem kalkulierenden Denken ja versichert, dass es das Wesentliche, das Eigentliche der Welt erfasst", und "[d]ie Einbildungskraft, die ebenso eigenständig prozessieren soll wie das kalkulierende Denken, scheint dann in der Lage zu sein, das Wesentliche der Welt zu imaginieren."²⁴¹ Nur dass literarische ‚Digitalität avant la lettre‘ sich in ihrer mathematischen Kalkülisierung vom *computing* dadurch unterscheidet, dass hier der alphanumerische Code beide Regime verleimt.

Die museologische Debatte "Digitale Objekte - subjektive Materie"²⁴² verhält sich medienontologisch wesensgleich zur Kontroverse um das Apriori von Hardware-Analyse in der Medienwissenschaft *versus* dem Primat von Software Studies in der gegenwärtigen algorithmisierten Kultur.

Einmal mehr zeigt sich anhand dieser Frage das Wesen der Wissenschaft. Dieses Wesen liegt nämlich darin, kein abschließendes Wissen oder gar Wahrheiten zu liefern, sondern Fragestellungen überhaupt eröffnen zu lernen. Für den Fall unseres Vorlesungsthemas lautete diese Gretchenfrage, in welchem Verhältnis die symbolische Ordnung (*alias* Kultur) zum Realen von Materie, Energie und Lebewesen steht, oder kurz: *Technológos*.

Bereits die Modularität des realmusealen Speichers und die Fragmentarität seiner Realien widersetzt sich der kulturhistoriographischen Erzählung; auch das virtuelle Museum steht

241 Elektronische Kommunikation Dr. Thomas Küpper, Universität Duisburg-Essen, Institut für Germanistik, Literatur und Medienwissenschaft, 10. Juli 2021, unter Bezug auf: Friedrich Kittler: Über romantische Datenverarbeitung, in: Behler / Hörisch (Hg.), Die Aktualität der Frühromantik, München 1986, 127-140 (139)

242 Siehe Katja Müller, Digital Objekte - subjektive Materie. Zur Materialität digitalisierter Objekte in Museum und Archiv, in: Hans Peter Hahn / Friedemann Neumann (Hg.), Dinge als Herausforderung. Kontexte, Umgangsweisen und Umwertungen von Objekten, Bielefeld (transcript) 2018, 49-66;

<https://www.degruyter.com/document/doi/10.14361/9783839445136-004/html>, Abruf 8. Juni 2021

eher auf Seiten der relationalen Datenbanken denn der großen Narrative.²⁴³

Die eigentliche Botschaft des "imaginären Museums" ist sein technisches Mediapotential, nicht sein vorgegeblicher Inhalt einer multisensorischen Erfahrung. Gegenüber einem prinzipiell auch digitalisierbaren Klangartefakt erinnert demgegenüber das reale Klangmuseum auch an die Materialität seiner technischen Tonträger.²⁴⁴ Umso dezidierter konzentriert sich das Museum damit auf die Funktion, den virtuellen Bilder- und Klangwelten gegenüber die Physik seiner Objekte zu authentifizieren, als Depot des tatsächlich Vorliegenden, und des haptisch Zuhandenen.

Die Anschauungsqualität der real anwesenden Objekte liegt dabei nicht allein in ihrer eher diffus als *hic et nun* definierten ästhetischen „Aura“ (Walter Benjamin 1936), sondern im Informationswert ihrer physikalischen Materie. Das Unerwartete, also der Informationswert im Sinne von Shannons Nachrichtentheorie, liegt in der Widerspenstigkeit, d. h. Auskunftsfähigkeit des Materials. So gibt es einerseits formale Qualitäten der materiellen Kultur, die in digitale, also quantitative Formate migriert werden können – andere aber gerade nicht. Dies zu trennen, also medienkritisch zu unterscheiden, ist eine der Aufgaben aktiver Wissensarchäologie.

Tatsächlich lässt sich jenes *implizite* Wissen, das in der Realpräsenz von Gemälden in Bildergalerien zumeist verborgen bleibt, im Medium der digitalen Präsentation viel besser *explizieren*, d. h. die Innenseite zuoberst kehren: die „quasi technische Voraussetzungen von Bildern, Perspektive als solche zum Beispiel. Seitdem diese Computerei läuft und ich ständig perspektivische Berechnungen durchführen muß, interessiert mich“, schreibt Friedrich Kittler, "was Vermeer mit den Karos auf dem Fußboden gemacht hat, usw."²⁴⁵. Demgegenüber ermöglicht Augmented Reality die "Immersion" nur auf der imaginären, nicht der

243 Siehe Klaus Englert, Im Haus des Humanismus (Konferenzbericht über die Ausstellung und das Symposium *Das Ende des Museums* in Barcelona, in: die tageszeitung (Berlin) vom 31. Mai 1995. Ein dortiger Vortrag: Friedrich Kittler, Museen an der digitalen Grenze, in: Philine Helas et al. (Hg.), Bild/Geschichte. Festschrift für Horst Bredekamp, Berlin (Akademie) 2007, 109-118

244 Ein Argument in der Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades doctor philosophiae (Dr. phil) im Fach Medienwissenschaft von Sonja Grulke, Sound on Display. Klangartefakte in Ausstellungen, eingereicht am 2. April 2021 an der Kultur-, Sozial- und Bildungswissenschaftlichen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin

245 Friedrich Kittler, "Ich bin von Kopf bis Fuß auf Technik eingestellt." Ein Interview von Gabriele Mackert mit Friedrich Kittler, in: Texte zur Kunst, Heft 14 (Juni 1994), 75-78 (77)

medienanalytischen Ebene. So kann der Besucher des Mauritshuis in Den Haag etwa gegenüber Rembrandts *Die Anatomiestunde des Dr. Nicolaes Tulp* (1632) die Position der Ärzte einnehmen und die Leiche von Nahem betrachten²⁴⁶ - ein Szenario, das Jan-Peter Sonntag anhand der Anatomie des von Kittler höchstselbst zusammengelöteten modularen Synthesizers medienarchäologisch weiterentwickelt hat.²⁴⁷ Zugleich aber thematisiert Kittler die techno-mathematischen Herausforderungen des Hyperrealismus: „Es gibt noch kein einziges Computerprogramm, das wirklich die Komplexität des dreidimensionalen Raumes, plus Licht, korrekt rechnet. Wenn man die Welt so rechnen würde, wie sie sich dem Auge darbietet“ - also phänomenologisch, medienanthropozentrisch - „würden kriminelle Integralrechnungen entstehen.“²⁴⁸ Neben diese Herausforderung im Symbolischen (namens „Software“) tritt die Unerbittlichkeit der Hardware: „Laut mathematischer Befunde sind Rot-Grün-Gelb-Bildschirme im Prinzip nicht imstande, alle Farben zu synthetisieren.“²⁴⁹ Farbwahrnehmung wird im Menschen „nicht linear“, doch auf Computerbildschirmen „linear abgebildet“ (ebd.). Hier macht technische Reproduzierbarkeit tatsächlich die Differenz; mit dem digitalisierten Museumsbild tritt an die Stelle der Walter Benjaminschen „Aura“ die mathematische Funktion und die elektrotechnische Anschauungskraft schierer Materialität. Tatsächlich bedarf die Wiedergabe kunsthistorischer Gemälde als Datensatz (das binäre *datum* als die buchstäbliche „Gabe“), adressierbar *online* im Internet, einer gänzlich neuen bildwissenschaftlichen Quellenkritik hinsichtlich der Farbechtheit²⁵⁰ - ebenso wie die Medienarchäologie der ersten Farbfilme²⁵¹, in kritischer Differenz zur Dokufiction nachträglicher Kolorierung von *s/w vintage* Filmen.²⁵²

246 Siehe <https://musermeku.org/digitale-kunsthalle>; Hinweis Monique Krüger, BA-Studierende der Medienwissenschaft an der Humboldt-Universität zu Berlin, SS 2021 (Testat zur Vorlesung *Techniknahe Medienanalyse*)

247 Siehe Sebastian Döring / Jan-Peter Sonntag, *apparatus operandi: anatomie*. Der Synthesizer des Friedrich A. Kittler, in: TUMULT. Schriften zur Verkehrswissenschaft (40. Folge), Themenheft: Friedrich Kittler. Technik oder Kunst?, hg. v. Walter Seitter / Michaela Ott, Wetzlar (Büchse der Pandora) 2012, 35-56

248 Kittler 1994: 78

249 Kittler 1994: 79

250 Eine Forderung an die Kunstwissenschaft von Seiten Gunther Reisingers. Siehe etwa seinen Videovortrag "'Dürers bunte Hasen' oder kunstwissenschaftliche Quellenkritik im Digitalen", <https://vimeo.com/34790664>

251 Dazu Barbara Flückiger et al. (Hg.), *Color Mania*, Zürich (Lars Müller) 2020

252 Im Sinne des Angebots von <https://neural.love>, Abruf 16. April 2020

Texte als Realien vs. digitale Dateien

Die spezifisch quellenkritische Funktion der Museen gegenüber massenhaft reproduzierbarem Kulturgut besteht - Analog zu den schriftlichen Unikaten in Archiven - vor allem darin, (originale) ‚Sachzeugen‘ (‘Monumente‘) zu sammeln“ - im Fachterminus der Museologie treffend: *Realien*, „um die Entwicklung insbesondere der materiellen Kultur und Natur“ - also abseits aller Philologie - „im Wege der Ausstellung zu demonstrieren, zu veranschaulichen.“²⁵³ Besonders technische Gegenstände aus der Vergangenheit der Medien interessieren hier „wegen ihres materiellen Charakters“, und das heißt - angesichts der Präsenz des Materials - (medien-)archäologisch, gerade nicht *historisch* („d. h. nicht primär unter dem Blickpunkt ihrer dokumentarischen Beweisfunktion“). Somit können auch (Schrift-)Dokumente im Museum ihren Zweck erfüllen, sofern sie in ihrer Materialität ausgestellt werden. Was aber geschieht, wenn ein Text nicht länger als Urkunde, sondern digital als pdf-Datei vorliegt, die ihrerseits auf Papier ausgedruckt werden soll, zeigt eine Inzidenz vom 26. Mai 2021: "Papierstau", als Vetorecht des Materials gegenüber der elektrostatischen Latenz im Verfahren der Xerographie.

Blended perception: Exkurs zum Begriff "hybrider" Mediensysteme (analog / digital)

Im Medientheater (als *camera obscura*) des Instituts für Musikwissenschaft und Medienwissenschaft der Humboldt-Universität zu Berlin, und in seinem vorzeichenverkehrten Zwilling, der lichten Aula (als *camera lucida*) nebenan, geistern noch die virtuellen, also computergerechneten Bilder der Ausstellung *Extended Reality* vom 3. bis 30. September 2021, insbesondere die "Transient Exposure" von generationsübergreifendem, medienarchivisch geschichtetem Tanztheater in Sri Lanka durch die Brille der Microsoft HoloLens, in Szene gesetzt durch das KünstlerInnenkollektiv *reVerb*.²⁵⁴

Diese "Transient Exposure" experimentierte ausdrücklich mit der menschenseitigen Erfahrung hybrider Realitäten - passend zur Lage der hybriden akademischen Lehre in Realpräsenz und als Online-Datenstrom.

Hybride Wahrnehmung führt bei Menschen zu kognitiven Dissonanzen, insofern beide Welten, die "analoge" physikalische Realpräsenz, und der "digitale" rechnende Raum (Konrad Zuse) *nicht* nahtlos ineinander übergehen. Dieser phänomenologischen Sichtweise setzt Medienarchäologie die Untersuchung dessen entgegen, wie hybride Realitäten von Seiten der Maschinen "erfahren" werden - nämlich als

253 Rösler 1971: 129

254 Dazu der Beitrag von Maja Stark im genannten Katalog, 54 f.

Signalflüsse, die den Unterschied von Wirklichkeit und Virtualität schon gar nicht mehr kennen. Dramatisch wird damit deutlich, wie Menschen den von ihrem kulturellen Wissen geschaffenen Medienmaschinen bereits hinterherhinken - kognitiv ebenso wie epistemisch.

Unter hybriden Objekten versteht man im Zusammenspiel mit dem "rechnenden Raum" (Konrad Zuse) Objekte oder auch Prozesse, "die teils aus realen, teils aus virtuellen Komponenten bestehen"²⁵⁵. Auch illusionistische Dioramen im 19. Jahrhundert wurden bisweilen durch Einstreuung materieller Artefakte autorisiert, respektive ikonisch "geerdet".

Im engeren, der hiesigen Thematik entsprechenden Hinsicht versteht man in der Automatisierungstechnik unter hybriden Systemen solche, "die kontinuierliche und diskrete Zustände aufweisen. Hybridelektronik oder hybride Schaltung bezeichnet elektrische Schaltungen, die sowohl Analogtechnik als auch Digitaltechnik in einem Baustein verwenden."²⁵⁶

Sogenannte "Hybridfahrzeuge" im Verkehr koppeln verschiedene Antriebssysteme: den Verbrennungs- mit dem Elektromotor. Technologisch wird diese Situation idealtypisch in "hybriden" Rechensystemen, gekoppelt aus Analog- und Digitalcomputer. Qualitäten des Ersteren - seine hirngleiche massive, energieeffiziente Parallelität ohne getaktete, sequentielle bitweise Ausführungen - sind hier mit der algorithmischen Intelligenz und numerischen Präzision des Letzteren gekoppelt. So füllt der Analogcomputer die zeitdiskreten Lücken des Digitalen (Norbert Wieners "time of non-reality")

Zwischen *extended* und vollends *virtual reality*

Nun kommt der Unterschied zwischen virtueller und lediglich erweiterter Wirklichkeit ins Spiel. *Augmented Reality* (AR) bezeichnet eine "Erweiterung der analogen Welt um digitale Inhalte mittels eines mobilen Devices [...]. Diese Erweiterung geschieht in Echtzeit," - ein hartes rechentechnisches Kriterium, im Unterschied zur "live"-Rundfunk - "die digitalen Inhalte werden glaubhaft im analogen Raum verortet und sie können bei entsprechender Programmierung interaktiv sein. Nutzer*innen verbleiben in ihrer physischen Umgebung."²⁵⁷ Demgegenüber wird in der Virtual Reality die reale Umgebung vollständig ausgeblendet. Digitale Einsicht ist hier mit Blindheit für die Wirklichkeit erkaufte.

255 <https://de.wikipedia.org/wiki/Hybrid>, Abruf 20. September 2021

256 Wikipedia ebd.

257 Aus dem Glossary im genannten Katalog, Eintrag "Augmented Reality (AR)", 58

Die virtuelle Simulation materieller Welt in der *augmented reality* (welche die Extensionsthese McLuhans fortschreibt) resultiert in diversen Formen von Head-Mounted Displays oder der transparenteren HoloLens in einer kognitiven Dissonanz. Die virtuell erfahrenen Objekte "fühlen sich bis zu einem gewissen Grad materiell an, obwohl der Verstand weiß, dass sie es nicht sind"²⁵⁸.

Bleibt das Oxymoron der "digitalen Materialität"²⁵⁹, wie es sich analog am Sonischen diskutieren lässt: logische Kompositionen (musikalischer Code als Partitur), die sich aber erst als Klang (akustische Signale) ereignet.

Es ist eine doppelte Leere, welche die Digitalisierung respektive VR gegenüber physischer Materialität hinterlässt.

Diskursanalysen:

Techniknahe Arbeit am Begriff der "digitalen Transformation"

Die sogenannte "digitalen Transformation" ist zur diskursiven Begriffsmünze geworden; diverse Staaten haben dafür gar eigene Ministerien eingerichtet. Im praktischen Einsatz ist "Digitalisierung" etwa in der Bewahrung von medientechnischem Kulturgut, wie die Überführung von DEFA-Filmen aus dem Speichermedium Zelluloid in symbolische Datensätze - zunächst zum Zweck ihrer Sicherung für die kulturelle Überlieferung, sodann auch zugunsten ihrer Versendbarkeit über *streaming media* in private Haushalte inmitten pandemiebedingter Ausgangssperren. Doch auch die Digitalisierung einer akademischen Vorlesung zum Zweck ihrer Aufzeichnung, oder als Livestream, ist mehr als ein bloß technische Akt der analog-zu-digital-Wandlung, sondern ein Wesenswandel. Zweck einer ebenso kritischen wie techniknahen Medienanalyse der "Digitalisierung" ist in diesem Zusammenhang die Notwendigkeit einer Bewusstwerdung, dass damit eine viel grundsätzlichere Transformation im Verhältnis von Mensch und Umwelt verbunden ist, als es der lediglich instrumentale Begriff suggeriert.

Schießt die aktuelle, die gesamte gesellschaftliche Kommunikation umgreifende Digitalisierung "hypertelisch" über ihr eigentliches - nämlich nachrichtentechnisches - Ziel hinaus, im Sinne der Technikphilosophie Gilbert Simondons²⁶⁰? In medienarchäologischer Ästhetik meint

258 Mark Barden, in: Interview mit Mark Barden und Julian Bonequi zur interaktiven VR-Installation *Umwelten* im Konzerthaus Berlin, im genannten Katalog, 34-39 (37)

259 Julian Bonequi ebd., 38

260 Gilbert Simondon, *Die Existenzweise technischer Objekte*, Zürich (Diaphanes) 2012

"Digitalverweigerung"²⁶¹ die begründete Reserve, respektive ein Innehalten (eine *epoché*) gegenüber der unkritischen Beschleunigung der "Digitalisierung" in fast allen Bereichen des öffentlichen und privaten Leben, bei gleichzeitig passionierter medienepistemischer Faszination am Wissensobjekt des Digitalen.

Adjektive wie "digital" und das ubiquitäre Schlagwort "Digitalisierung" scheinen so selbstverständlich, dass sie im Diskurs der Medienkultur kaum noch infrage gestellt werden. Demgegenüber gehört zu den vornehmsten Aufgaben von Medientheorie - zumal in Hegels Haus - die techniknahe "Arbeit am Begriff". Zur Techniknähe in der Begriffsklärung mahnte Albert Einstein am 22. August 1930 anlässlich seiner "hybriden", weil an real Anwesende wie am Radio "Abwesende" gerichtete Eröffnung der 7. Deutschen Funkausstellung und Phonoschau in Berlin: "Sollen sich auch alle schämen, die gedankenlos sich der Wunder der Wissenschaft und Technik bedienen und nicht mehr davon geistig erfasst haben als die Kuh von der Botanik der Pflanzen, die sie mit Wohlbehagen frisst."²⁶² Radikale Medienarchäologie widmet sich im Sinne von Einsteins Appell daher einerseits konkret den technischen Dingen (Hardware) und "Undingen" (Software, mit Vilém Flusser) und macht sie damit überhaupt erst analytisch fassbar. Medienarchäologische Analyse rückt andererseits die aktuelle Forderung nach vermehrter "Digitalisierung" von Lebenswelten in eine grundsätzlichere Dimension von epistemischem Gewinn und Verlust. Es gilt hier keinen Fortschritt zu verkünden, sondern nostalgiefrei eine Ökonomie dessen zu identifizieren, was gewonnen und verlorengegangen ist.

PRAKTIKEN DER "DIGITALISIERUNG"

Eine medienarchäologische Erdung

Medienarchäologische Analyse setzt jenen phänomenologischen Momenten, in denen sich Medien zumeist menschenseitig offenbaren, Einsichten in deren innertechnische Kehrseite beiseite. Vor allem hinsichtlich eines Kernthemas in der aktuellen Medienkultur, nämlich der Praktiken der "Digitalisierung", bedarf es - so die These der hiesigen Medientheorie - einer medienarchäologische "Erdung". Die Erdung ist ein Begriff, der in seinem Doppelbezug auf die Elektrotechnik ebenso wie die Technikphilosophie Martin Heideggers den technisch-epistemischen Doppelcharakter wissenschaftlicher Medienanalyse andeutet.

²⁶¹ Den Begriff der "Digitalverweigerung" verdankt der Autor einem zufälligen Gespräch am 29. April 2020 mit Annuschka Eckhardt an einer Bierbar in Berlin-Mitte

²⁶² https://www.einstein-website.de/z_biography/einstein1930.mp3

Nota bene: Unter Medien sollen hier nicht jene Kommunikationsformate verstanden werden, die gemeinhin mit publizistischen "Medien" bis hin zu den sogenannten Social Media assoziiert werden, sondern jene technischen Dinge (Hardware) und Un-Dinge (Software), welche buchstäblich die *Bedingung* solcher Diskurse darstellen.

Die medientheatralischen (Ur-)Szenen, welche medienarchäologisch freigelegt werden sollen, können daher bisweilen als jene konkreten Technologien verstanden werden, die im hiesigen Medientheater konkret in Szene gesetzt werden - nicht in ihrer hochkomplexen Ausdifferenzierung, wie es anderen Fachwissenschaften wie der ;Mikroelektronik oder der Informatik zugehört, sondern in ihren prinzipiellen (*en arché*) medien"archaischen" Formen: etwa das elektromagnetische Relais als die "Urszene" digitaler Schaltungen. Erst unter Anlegung einer Stromspannung, mithin also operativ, läßt sich ein solches Artefakt als techno-logisches Ding im Medientheater buchstäblich in Szene setzen.

Den roten Faden der vorliegenden Argumentation stellt im Sinne dieser konkreten Verkörperung eines *bit* das Dauerthema "Digitalisierung" dar, das zu reflektieren zu den Hauptanliegen der Ausbildung in der gegenwärtigen Medienwissenschaft zählt. Als Methode für eine techniknahe Analyse wird die Medienarchäologie gewählt, welche den Phänomenen und Praktiken der sogenannten Digitalisierung buchstäblich "auf den Grund" geht, um nicht zu sagen: sie "erdet" - sowohl im elektrotechnischen, wie technikphilosophischen Sinn (Martin Heidegger). Diese Methode versteht sich als Form einer "radikalen" wissens- und technikarchäologischen Erkundung von Medien, und soll zugleich exemplarisch an genuin medienwissenschaftliche Denkweisen heranführen, insbesondere an diejeniger der techniknahen Medienwissenschaft "Berliner Schule".

Segnungen der digitalen Übertragung

In der Inkubationsphase elektronischer Digitalrechner führten die Inforematiker und Ingenieure noch "Logbücher" mit täglichen Protokollen der Funktionsfähigkeit der Maschine; legendär ist ein eingeklebter verbrannter Käfer, der zwischen erhitzte Elektronenröhren gelangt und einen Kurzschluß im Rechenprozeß hergestellt hatte - seitdem namensgebend für das *debugging* fehlerhaft programmierten Quellcodes. Marshall McLuhan verfasste dereinst ein *Media log* - sporadische Eintragungen mit gedankenblitzartigen Beobachtungen zur Medienlage.²⁶³ Nach diesem Vorbild lassen sich techno-epistemologische

263 Marshall McLuhan, "Media Log", in: ders., Counterblast, University of Toronto 1954 (Reprint Gingko Press 2011), Teil 2. Siehe ferner The Idea File of Harold Adam Innis, hg. v. William Christian, Toronto / Buffalo /

Miniaturen formulieren - als "Erkenntnisfunken", die aus konkreten medientechnischen Situationen analytisch erzeugt werden. Damit sogleich zu einem medienphänomenologischen Eintrag im *Logbuch Medienwissen*. Am Ostersonntag, den 17. April 2022, erfolgte die Radioübertragung des päpstlichen Segens aus Rom, sein "urbi et orbi" ("der Stadt und dem Erdkreis"). Dies erinnert nicht nur daran, dass der Missionsgedanke der katholischen Kirche immer schon die neuesten Übertragungsmedien auch für sich anverwandelt hat - so etwa das Engagement Marconis zur Errichtung der ersten Sendeantenne von Radio Vatikan. Zum Anderen aber war vor Jahrzehnten eine theologische Debatte darüber entbrannt, ob denn der päpstliche Segen auch jenseits von Realpräsenz auf dem Petersplatz in Rom gilt, sprich: über den Kanal der Radioübertragung. Im Sinne eines indexikalischen Begriffs der "analogen" Medien wurde von Johannes Paul II. entschieden, dass sowohl die Radio- wie auch Fernsehübertragung nicht nur eine Nachricht des Segnungsereignisses ist, sondern die signalbasierte Segnung selbst. Das Evangelium ist hier die Medienbotschaft im Sinne einer Kernthese Marshall McLuhans - und zugespitzt lautet die "frohe Botschaft" hier das gelingende technische Übertragungsereignis selbst, als Verkörperung des globalen "kathologischen" Geltungsanspruchs im Medium der elektromagnetischen Wellen (wenn nicht gar "Äther"). Erstaunlicherweise verkündete die Kommentatorin des Bayerischen Rundfunks am 17. April 2022 nun auch die Gültigkeit des Segens per Internet- und Smartphoneempfang - als ob das *online* übertragene digitalisierte Signal keinen wesentlichen Unterschied zum analogen Radiosignal macht. Tatsächlich aber ist mit digitalen Funknetzen als Atomisierung von Radio nicht schlicht eine Digitalisierung der Signalmodulation gemeint, sondern eine grundlegende Transformation der Übertragungswege selbst: ihre Algorithmisierung als der eigentliche Wesenkern der nur unscharf so genannten "Digitalisierung".²⁶⁴ Genau hier aber setzt eine medienarchäologische Analyse der sogenannten Digitalisierung an, die vor dem Hintergrund einer techniknahen Kenntnis der Medienereignisses erkenntnisfördernde Fragen damit verbindet: etwa die Frage nach Authentizität des digitalen Signals.

Zur Indexikalität des "Live Streaming"

Im Schatten von Künstlicher Intelligenz und Machine Learning erscheint die Autorisierung der Datenübertragung eines tatsächlichen Kommunikationspartners empfängerseitig zunehmend fraglich. Allein der diskursive (nicht-technische) "Gesellschaftsvertrag" der Telekommunikation (seit Zeiten der Telegraphie und der Telephonie, kulturtechnisch vorgespurt durch den Briefverkehr) gewährt dem

London (University of Toronto) 1980

264 Siehe Adrian Mackenzie, *Wirelessness. Radical Empiricism in Network Cultures*, Cambridge, Mass. / London (MIT Press) 2010

digitalen Gespräch noch einen Authentizitätsvorschuß. An dieser Stelle "erdet" radikale Medienarchäologie die Analyse, tief hinein in das innertechnische (vielmehr denn zwischenmenschliche) Geschehen. Photosensitive Kleinstkameras mit CCD-Chips virtualisieren das Antlitz eines (vollständig zwischenberechneten) Gegenüber²⁶⁵, und Mikrophone sampeln das gesprochene Wort, um es in einen *lógos* der anderen Art zu verwandeln. Welches Maß an Indexikalität ist (im Sinne Laura Marks²⁶⁶) mit dieser Welt des Symbolischen noch verbunden? Es ist der unerbittlich physikalische Elektronenfluß selbst. Und doch entbirgt sich auf der nahezu submedientechnischen Ebene der Quantenmechanik eine Welt des Symbolischen zweiter Ordnung.

Eine Begriffskritik der "Digitalisierung"

Eine Publikation zum Thema *Digitalisierung und Industrie 4.0* warnt schon im kritischen Untertitel: "eine Relativierung". Angesichts der "Inflationierung des D-Wortes"²⁶⁷ wird das einleitende Kapitel deutlich: "Der äußerst unscharf benutzte Begriff 'Digitalisierung' ist [...] keine glückliche Episode in der Geschichte der deutschen Sprache."²⁶⁸ Tatsächlich ist der Begriff der "Digitalisierung" inzwischen bis zur Unkenntlichkeit abgenutzt wie eine sprachliche Metapher oder der Aufdruck von Münzen nach jahrelangem Umlauf²⁶⁹, wenn die symbolisch aufgeprägte Ordnung (der monetäre Wert) sich in der Hardware (Metallwert) selbst verliert und sich damit nicht als schlichte In-Formation von Materie, sondern als Funktion derselben in Erinnerung bringt. "[...] z. B. die Naturwissenschaften oder die Medizin, könnten sich einen solchen unstimmgigen Begriffsapparat nicht leisten", heißt es weiter.²⁷⁰ Damit ist ein Grundproblem von diskursiv und hermeneutisch orientierten

²⁶⁵ Siehe Wolfgang Hagen, Es gibt kein "digitales Bild". Eine medienepistemologische Anmerkung, in: Lorenz Engell / Bernhard Siegert / Joseph Vogel (Hg.), Licht und Leitung [Archiv für Mediengeschichte Nr. 2], Weimar (Bauhaus-Universität) 2002, 103-112; Jens Schröter: Das Ende der Welt. Analoge vs. digitale Bilder – mehr und weniger "Realität", in: ders., Alexander Böhnke (Hg.): Analog / Digital – Opposition oder Kontinuum? Zur Theorie und Geschichte einer Unterscheidung, Bielefeld 2004, 335-354

²⁶⁶ Laura U. Marks, touch. Sensuous Theory and Multisensory Media, Minneapolis (University of Minnesota Press) 2002

²⁶⁷ Mertens et al. 2017: Kapitel 5.3.1, 50 ff.

²⁶⁸ Peter Mertens / Dina Barbian / Stephan Baier, Digitalisierung und Industrie 4.0 – eine Relativierung, Wiesbaden (Springer Fachmedien) 2017, 45

²⁶⁹ Zum Vergleich von Metaphern und monetärer Zirkulation siehe auch Jacques Derrida, Die weiße Mythologie: Die Metapher im philosophischen Text, in: ders., Randgänge der Philosophie, Wien (Passagen) 1999

²⁷⁰ Mertens et al. 2017: 45

Geisteswissenschaft angesprochen, denen gegenüber Medienwissenschaft sich - in der Berliner Deutung - als *science* (statt schlicht *media studies*) bezeichnet, ebenso in Informatik, Natur- und Technikwissenschaften wurzelt.

Gerade der epistemologische Anteil technischer Medienwissenschaft, nämlich ihre nicht nur Wissens-, sondern auch Erkenntnisorientierung, rekurriert am Ort des Medientheaters der Humboldt-Universität zu Berlin, auf den "Hausgeist" des dort einst anwohnenden Philosophen G. W. F. Hegel: seine Definition von Denken als "Arbeit am Begriff", wie es in Medientheorien sehr konkret wird. Für Medienwissenschaft (im Anschluß an Heideggers "Frage nach der Technik", indessen techniknah darüber hinaus) ist ein *terminus technicus* eben nichts nur Technisches.

Ebenso wissens- wie medienarchäologisch entspringt der Begriff der Digitalisierung in aller Klarheit zuallererst "den Fachgebieten Elektronik, Informatik, Nachrichtentechnik einschließlich Signaltechnik und bedeutet dort die Überführung von analogen in digitale Größen zwecks Übertragung in Netzen und Verarbeitung auf Digitalrechnern."²⁷¹ Medienontologisch umformuliert bedeutet dies die Überführung von "Welt" in komputative Modellierbarkeit - mit der zunächst keineswegs technisch-instrumentellen (Simulationen), sondern epistemischen Absicht, die Grenzen dieser Berechenbarkeit zu de-finieren (Turing 1937).

Eine aufmerksame Lektüre stolpert hier schon über den Begriff der "Überführung": Handelt es sich bei der Digitalisierung stetiger Signale zu diskreten Werten um eine schlichte Überführung des analogen in ein digitales Signal, oder um eine Transformation? Fachwissenschaftler wie Bernard Loriferne schreiben von *Analog-Digital and Digital-Analog Conversion*²⁷², also von einer "Wandlung" im Wesen des Signals selbst.

Was zunächst unter dem Begriff der "Digitalisierung" wohldefiniert erscheint, "erhielt auf anderen Fachgebieten wie Betriebswirtschaft sowie Politik und Medien stark ausgeweitete Bedeutungen, die sehr vielfältig und zum Teil widersprüchlich sind [...]."²⁷³ *Nota bene*: Der Ausdruck "in den Medien" referiert hier missverständlich auf diejenigen Nachrichten-, Bildungs- und Unterhaltungsorgane, die sich selbst "die Medien" nennen und damit an McLuhans scharfer Verurteilung der Ablenkung der Empfänger durch publizistische Inhalte (*content*) von der eigentlichen Medienbotschaft (*message / massage*) vorbeizielen. Die "Digitalisierung" als technisches Ereignis betrifft vielmehr signalübertragende Medien in

271 "Zusammenfassende Befunde und Thesen zu Digitalisierung und Industrie 4.0", in: Mertens / Barbian / Baier 2017: IX

272 London / Philadelphia / Rheine (Heyden) 1982 [FO La Conversion Analogique-Numérique, Numérique-Analogique, Paris 1976]

273 Mertens et al. 2017: ix

ihrem innertechnischen Wesen (auch Datenprozessierung ist im zeitdiskreten *computing* nichts Anderes als Signalübertragung).

Denn frei nach Karl Kraus formuliert: Je genauer man auf eine "digitale" Sache hinschaut, desto ferner - nämlich "analog" - sieht sie zurück. Die "Probleme der Digitaltechnik" machen es manifest: Jede A / D-Wandlung ist um den Preis eines "kybernetischen Opfers" erkaufte, nämlich die symbolische Preisgabe des transitiven Momentums (des "ZeitReals") in der physikalischen Welt.

Tatsächlich ist jede binäre Unterscheidung als Grundoperation der Informationstheorie die gewaltsame Erzeugung von "zwei sich gegenseitig ausschließenden Zuständen, wie wahr / falsch" in der Booleschen Aussagenlogik, "jedoch nicht Zahlen. **1** und **0** sind folglich nur Zeichen dafür im Sinne der Semiotik."²⁷⁴ Zahlen aber sind keine abstrakte Größen des Geistes, sondern Funktionen des Zählens - das als körpergebundene Kulturtechnik, oder als autonome technologische Operation, nimmer ein störungsfreies Signalisieren sein kann, insofern jedes Signal in Materie respektive Energie wurzelt.

Und so gewährt auch ein klassischer Digitalzähler mit Nixie-Röhren-Anzeige als Messgerät für Sekunden oder Frequenzen, einmal geöffnet, keine Einsicht ins "Digitale", sondern zeigt in Form von Platinen prinzipiell ähnliche Schaltungen, wie sie etwa auch zur Tonerzeugung durch Oszillatoren in elektronischen Orgeln zum Einsatz kommen. Die funktionalen Bausteine der Elektronik sind an sich indifferent gegenüber ihrem variablen Einsatz für kulturelle Zwecke.

Nicht nur im Speziellen der Digitalzähler, sondern jede A / D-Wandlung stellt zunächst einmal einen physikalischen Messakt dar, d. h. Sensoren werden an analoge welthafte Signale gekoppelt. Ist demgegenüber die eigentliche Quantisierung als zweiter Schritt im Prozess der "A / D"-Wandlung eine buchstäbliche ABCtraktion, nämlich ein später Effekt der antiken Alphabetisierung von Oralität (Argument McLuhan)? In der multiplen Verwendung des *einen* altgriechischen Alphabets zu Zwecken der Verschriftlichung von Sprache, der numerischen Mathematik, und der musikalischen Notation ist die binäre Verzifferung der Welt techno-logisch schon angelegt und wird im Digitalcomputer als innertechnische Rekursion dieser Alphabetisierung manifest. Gewährt ABCtraktion den Begriff einer wahren ontologischen Welt als Welt der Ideen und mathematischen Relationen (mit Platon und Pythagoras), oder nicht mehr als eine stochastische Annäherung, gleich der *optical character recognition* in frühen künstlichen neuronalen Netzen, etwa Frank Rosenblatts Perceptron?

274 Horst Völz, Probleme der Wissenschaft. Ein Versuch, Düren (Shaker) 2022, Kapitel 8, 27-30 (27)

Digitalisierung als mathematische Approximation an die physikalische Welt

Und damit zurück zur "negativen Medienontologie" des Digitalcomputers: Medienarchäologie erinnert daran, dass die algorithmische Maschine durch Turing 1937 von den Grenzen der Berechenbarkeit her, also *ex negativo* definiert wurde. Dementsprechend vermag der Digitalrechner stetige oder stochastische Weltprozesse lediglich infinitesimal (Leibniz) oder in Form von Gauß-Kurven zu approximieren.

Zwischen "analog" und "digital" steht die Zeigeruhr mit ihrem klassischen Ziffernblatt. "bei der zahlenuhr" - im Unterschied zur Sonnenuhr mit ihrem *gnomon* - "muß ich den zeitwert in die zeitlandschaft erst umsetzen."²⁷⁵ Die Digitaluhr bietet demgegenüber numerische Präzisierung - und zugleich eine Abstraktion von (oder mit Aristoteles überhaupt erst *zur*) "Zeit". Zeitbewegung wird unsinnlich, von der "phänomenologischen" (Husserl) zur mathematischen Zeit (kritisiert von Bergson). Seitdem gilt buchstäblich: "die zeit gehörte turing [...]."²⁷⁶

Otl Aicher, Mitbegründer des "Institut für analoge Studien" an der Ulmer Hochschule für Gestaltung, diagnostiziert: "die neuzeit beginnt mit der tötung des phänomens"²⁷⁷ insofern sie die Welt buchstäblich berechenbar macht. Manifest wird dies in der analytischen Geometrie René Descartes, welche anschauliche visuell wahrnehmbaren Längen in ein Zahlenwerk umsetzte. "das digitale zeitalter begann"²⁷⁸ - um den Preis der geometrischen Anschaulichkeit und als deren "Entleerung ihres Sinn"(so die Diagnose von Seiten Edmund Husserls, in seiner *Krisis*-Schrift von 1935/36). "die welt schrumpfte zu rechenoperationen zusammen" (ebd.). Galileo Galilei berechnet den "Fall" eines Gegenstandes aus Weg und Zeit und findet dafür eine mathematische Formel.

Das kartesische Koordinatensystem ersetzt die Perspektivmalerei der Renaissance durch Diagrammatik. Die damit verbundene analytische Geometrie stellt als Algebraisierung der Anschaulichkeit bereits eine symboltechnische Analog-zu-Digital-Wandlung dar, indem sie Signale verziffert und damit diskret adressierbar macht - die Grundlage aller speicherprogrammierten Komputation. Eine ballistische Kurve auf dem Pixelbildschirm bildet tatsächlich, beim genaueren Hinsehen, eine Treppenfunktion; ein tatsächlicher Kreis existiert allein als Noema, als platonischer Körper. Demgegenüber vermag ein Vektor-Bildschirm als "random-scan display" durch seine Lichtspur auf der Phosphorschicht,

275 Otl Aicher, analog und digital [*1978], 45-52 (45)

276 Otl Aicher, kulturen des denkens, in: ders. 1991: 180-189 (182)

277 Otl Aicher, ehrendes begräbnis für descartes, in: ders. 1991, 63-72 (63)

278 Aicher 1991: 64

welche der Kathodenstrahl hinterläßt - selbst ein quantenphysikalisch diskreter Prozess, nämlich der "photonische" Energiequantensprung - tatsächlich kontinuierliche Linien zu zeichnen: populär von Seiten der *Vectrex*, einer stationären Computerspielkonsole von 1982 (etwa für das Spiel *Asteroids*). "Auffälligstes Merkmal ist der eingebaute Hochformat-Schwarz-Weiß-Vektorbildschirm"²⁷⁹, im tatsächlichen Medienvollzug (und nicht schlicht als "blindes" Ausstellungsobjekt im technischen Museum) erfahrbar *im* und *als* Signallabor. "[c]onstructing a frame of *Asteroids* is more like drawing"²⁸⁰, im Unterschied zum zeilenförmigen Video- und Fernsehbild als halb-"digitalem" Raster, oder gar der vollends digitalen Pixelgraphik.

Die analytische (kartesianische) Geometrie ist eine numerische, nunmehr: komputative Abstraktion von weltlich vorliegenden, idiosynkratisch unendlich differenzierten Objekten. Ist diese neuzeitliche Vorstufe einer "Digitalisierung" der Natur eine weitere platonische Idealisierung, mithin eine Metaphysik? Ihre zeitgenössische Alternative ist im Namen von Newtons Fluxionsrechnung und Leibniz' Differentialrechnung "die Beschreibung zeit- und wertkontinuierlicher physikalischer Phänomene (analoge Welt) durch Differentialgleichungen [...] deren Lösungsinstrumentarium deutlich arrivierter [...] ist, als die Beschreibung durch Summen [...]. Integrale löst jeder Rechner durch Summenapproximation, die unter gewissen Randbedingungen sogar exakt ist, so dass wert- und zeitdiskrete Verfahren (digitale Verfahren [...]) der analogen Beschreibung und der beobachtbaren Welt exakt entsprechen."²⁸¹

"Aufhebung" der Dichtotomie von Geist und Materie ("digital" und "analog") im technomathematischen Raum, oder deren fortwährende Verschiebung (*différance*) in Friktionen und Rauschen?

Die derzeit ubiquitäre "Digitalisierung" stellt keine schlicht weitere Eskalation bisheriger symbolischer Kultur- und materialer Maschinentekniken zu Technologien dar, sondern bedeutet deren "Aufhebung" (Hegel) in einer techno-mathematischen Existenz. So "kassiert" (Kittler, GFT) der Computer den bisherigen technisch ausdifferenzierten Medienbegriff als Einzelmedienforschung und hebt sie als bloße Formate in der universellen Turingmaschine auf (These Heidenreich, FlipFlop). Medienwissenschaft wird damit selbst "historisch" respektive erweitert zu einer Medien- und Computerwissenschaft; damit einher geht ein Paradigmenwechsel zugunsten einer andersartigen (ex-) "Medien"theorie.

²⁷⁹ <https://de.wikipedia.org/wiki/Vectrex>, Abruf 27. Mai 2022

²⁸⁰ Bogost 2012: 101

²⁸¹ Loffeld 2022: 260

Erst was der mathematischen Analysis zugänglich ist, lässt sich umgekehrt auch techno-logisch synthetisieren - etwa die Sprünge von Körpern im virtuellen Raum in Computerspielen durch die *physical engine*. Das einzig Physikalische an dieser algorithmischen Maschinerie aber ist - dem Begriff der *engine* zum Trotz (wie von im Falle der Analytical Engine von Charles Babbage) die Hardware des Rechners. Erst mit dem neuzeitlichen, auf Vermessung und Mathematisierung beruhenden "Weltbild" (Heidegger) "war die technik" - als eigentliche - "geboren"²⁸² - womit auch der Begriff sich von der körpergebundenen Kulturtechnik hin zum mathematisierten Mechanismus verschiebt, mithin: zur veritablen Technologie. Verbunden ist damit kein schlicht historischer Fortschritt, sondern eine buchstäbliche Zeitenwende, eine Wendung im Zeitbegriff selbst: "von nun an gab es den berechenbaren flug von granaten, [...] später raketen" (ebd.). "verloren gegangen ist aber die welt als welt"²⁸³ - das kybernetische Opfer der Digitalisierung. Und doch "gibt es keinen freien Fall an sich" (ebd.), sondern immer nur einen konkreten. In den Friktionen (ein Begriff Carls von Clausewitz, in seinem Strategiewerk *Vom Kriege*, 1832) manifestiert sich diese Konkretion. Gegenüber der Abstraktion durch ein Zahlenwerk als Funktion von Beobachtung und Messung soll also zugleich, an der Wurzel bereits, diese Konkretion (in Materie, auf Papier, et al.) mit einkalkuliert werden - insofern sich diese überhaupt diskret kalkulieren lässt. Genau diese Grenzen der Berechenbarkeit testet Turings Entwurf von 1936 aus: *contingent computation*.²⁸⁴

In der Tat gilt (frei nach Kurt Tucholsky): Je näher der aktuelle Prozess der Digitalisierung betrachtet wird, desto ferner schaut er zurück. Jede Unterscheidung zwischen "analog" und "digital" tappt selbst schon in eine metaphysische Falle - die allerdings technologisch effektiv ist. Aus radikal inntertechnischer Sicht sind die für elektronische Digitalisierung angelegten Spannungswerte zunächst kontinuierliche Eingangssignale, und selbst die binäre Rechteckwelle lediglich ein Extremwert überlagerter Sinusschwingungen. Die scheinbar diskontinuierliche Bruchstelle zwischen den Werten Null und Eins verrät im Quantisierungsrauschen bei der Signalerfassung und im Gibbsschen Phänomen der Überspringer an Kippstellen der Schwingungskurven ihre Verwurzelung in der "analogen" physikalischen Welt - nur dass die damit verbundene binäre Unterscheidung es erlaubt, ein Modell namens numerische Mathematik damit hinreichend zur Anwendung zu bringen.

282 Aicher 1991: 64

283 Aicher 1991: 67

284 Im Sinne von M. Beatrice Fazi, *Contingent Computation: Abstraction, Experience, and Indeterminacy in Computational Aesthetics*, London (Rowman & Littlefield) 2018

Für viele "digitale" (und damit algorithmisierbare) Anwendungen werden "die gewünschten [...] diskreten Signale aus kontinuierlichen abgeleitet"²⁸⁵, die ihrerseits zumeist Streuung von Messwerten darstellen, deren physikalische Kontingenz erst in ihrer Normalverteilung mathematisch fassbar ist - etwa in der Beschreibung der Brownschen Molekularbewegung als Gauß-Kurve²⁸⁶, oder in Maxwells Gleichnis eines intellektuellen Dämons, der "widernatürlich" mit den Gesetzen der Natur bricht - oder deren Selbstbewußtsein einer anderen Ordnung verkörpert?

Die Gewalt der symbolischen Ordnung liegt im *mapping*, in der Kodierung als Zuordnung eines bestimmten Bereiches eines stetigen Messwerts zu einem numerischen Wert 0 oder 1. "Zwischen beiden Bereichen besteht [...] ein verbotener Bereich"²⁸⁷ - die von Norbert Wiener so benannte "time of non-reality"²⁸⁸. Entspricht das, was sich in dieser Zone auftut, der Kluft des undarstellbar Realen im Sinne Jacques Lacans, oder ist es dies eine hinreichend beschreibbare Tempo- und MateRealität im Sinne der radikalen Medienarchäologie?

Die "analogen" Komponenten und Vorgänge werden in der binären Informationsverarbeitung nicht eliminiert, sondern sind darin aufgehoben, "und zwar in den Schaltkreisen des Rechners selbst", sowie in der Kommunikation - also dem Signalaustausch - "zwischen Computern untereinander und mit anderen Maschinen".

Insofern ist der Begriff der Digitalisierung nicht nur "semantisch unglücklich"²⁸⁹, sondern verschleiert sogar die Einsicht dessen, was technologisch waltet. Genau hier liegt die Aufgabe der präzisierenden Begriffsklärung von Seiten der Medientheorie. Tatsächlich erweist sich eine allzu linearer und einseitiger Begriff der Digitalisierung, wie sie den Diskurs derzeit noch als Forderung und Begründung ökonomischen und kommunikativen Handelns bestimmt, längst als Sackgasse. Nicht erst die Zukunft Informationsverarbeitung wird durch ein "feinmaschigeres Zusammenspiel von Analogem und Digitalem geprägt sein"²⁹⁰, sondern ist es - diesseits aller medienphänomenologischen Diagnose - auf technischer Ebene längst schon. Sogenannte "digitale Medien" gibt es in diesem Sinne gar nicht; sie entspringen erst einer willkürlichen ("symbolischen") Vereinbarung, deren Arbitrarität ihrerseits eine technophysikalische Verlockung (respektive "Affordanz") von Seiten

285 Völz 2022: 28

286 <https://de.wikipedia.org/wiki/Normalverteilung>, Abruf 20. Mai 2022

287 Völz 2022: 29

288 Dazu Claus Pias, Time of Non-Reality. Miszellen zum Thema Zeit und Auflösung, in: Axel Volmar (Hg.), Zeitkritische Medien, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2009, 267-279

289 Mertens et al. 2017: x

290 Mertens et al. 2017: x

binärer Schalter darstellen, in ihnen das kognitive Konstrukt namens Logik, oder die Operation der diskreten Zählung (wieder-)zu erkennen.

Mit der Berücksichtigung der "analogen" Komponente Mensch gegenüber digitaler Technik ist die Forderung, "[...] die Zusammenarbeit von Mensch und IT-Systemen menschenähnlicher zu machen, d. h. ähnlich zu gestalten wie die Kooperation zwischen Menschen untereinander" (Mertens et al.). Doch was sich dementsprechend neuerdings als "künstliche Intelligenz" und "Deep" Machine Learning tarnt, ist lediglich eine List der technologischen Vernunft, sich durch Anthropomorphisierung umso perfekter zu dissimulieren.

Doch wenn die mit der zitierten Aussage verbundene latente Anthropozentrik einer radikal medienarchäologischen innertechnischen Perspektive entgegengehalten wird, werden "Medien der Kooperation" (so der Titel eines Graduiertenkollegs an der Universität Siegen) nicht schlicht als erweiterte Soziologie im Sinne der Actor-Network-Theorie Bruno Latours begriffen - das Zusammenspiel von menschlichen mit nichtmenschlichen Akteuren. Die Agenturen der "Kooperation" werden vielmehr *in* der hochverdichten vernetzten Schaltungen zwischen autonomen Computern selbst aufgesucht. Eine solche kritisch-medienarchäologische Analyse erinnert unermüdlich daran, dass die Ursprünge der heftig zirkulierenden Begriffsmünze Digitalisierung nicht im Mensch-Maschine-Verhältnis, sondern in Paradigmen der Nachrichtentechnik und anderen Technikwissenschaften liegen.

Wie schon die kulturtechnische Kernoperation des Zählens - die "Zählhand" - auf konkret un-gleichen Fingern beruhte, die allein als neuronale (oder rechentechnisch "virtuelle") Repräsentation zur "Zahl" abstrahiert werden, kehrt dieses mathematische Symbol als Rechentechnik wieder in ihren konkret diversen Verkörperungen ein. Erst dieser dialektische Dreischritt erlaubt es den konkreten Elementen, systematisch operativ zu werden, und definiert "kulturelles" Wissen als ebenso evolutionäres wie operatives Durchgangsstadium eines impliziten Naturwissens selbst.

Realisiert auf klassischer von-Neumann-Architektur, kehrt hier das kulturtechnisch "Digitale" technologisch wieder ein. "Die Zahl" aber gibt es in der Welt - Pythagoras zum Trotz - gar nicht, sondern unvordenklich nur (frei nach Flusser) die differentielle "Geste" des Zählens, gleich der Wendung des Ochsenpflugs auf dem Acker als primäre Kulturtechnik, die dann in Schreibweisen und Textformatierungen ("Bustrophedon") überging.

Gibt es neben diesem anthropozentrischen "uns" (Jannidis) noch andere Interessen? Darauf deutet das, was sich in der logisch gefügten, und dann konkret algorithmisch verzeitlichten Materialität zu Wort meldet, indessen in der reinen Abstraktion nicht stattfindet. Nicht nur die binäre

Kodierung, auch die Materialität macht einen Unterschied - aber in anderer Artikulationsweise. Matthew Kirschenbaum unterscheidet in *Mechanism*²⁹¹ für den Computer - insbesondere Festplattenlaufwerke - zwischen forensischer (physikalisch-technischer) und formaler (Software-Formatierungen) Materialität. Letztendlich aber ist auch letztere nur in Spannungszuständen faßbar. Unabdingbar ist die informationstheoretische Unterscheidung zwischen Null und Eins auf den verdinglichten Vollzug angewiesen - vom neuronalen Gehirn, über Bleistift und Papier, bis hin zur vollelektronischen Autonomie. Aus radikal medienarchäologischer Sicht gibt es gar keine "non-reality" (Norbert Wiener) im *timing* zwischen binären Schaltzuständen; hier manifestiert sich die bemerkenswerte Zeitvergessenheit der Informationstheorie binärer Kodierung. Jede digitale "Daten"verarbeitung entpuppt sich als Idealisierung einer konkreten Signalprozessierung - eine Einsicht, mit der sich der Diskursanalytiker Friedrich Kittler selbst zum "Es gibt keine Software"-Kittler medienarchäologisch (und nicht schlicht wissensarchäologisch) radikalisierte. Ist die "analog" / "digital"-Unterscheidung eine externe Gewaltanwendung gegenüber dem technischen Ding, oder darin schon angelegt - als rekursive, letztendliche Entfaltung eines immanenten *Technológos*?

HYBRIDISIERUNG DES "DIGITALEN"

Digitalisierung an den Grenzen zur Quantenphysik

Die Form des Ausdruckes "Digitalisierung" suggeriert das Vorhandensein primär nicht-digitaler Ausgangssignale (im Unterschied zu genuin computergenerierten *born digital* Daten). Die damit verbundene medienontologische Gretchenfrage ist die folgende: Ist die natürliche Welt *a priori* "analog"? Die Elementarteilchen der Mikroelektronik, Elektronen, zeitigen je nach Meßakt sowohl Teilchen- wie Welleneigenschaften. Der Annahme einer *apriori* "analogen" Welt steht die Annahme diskreter Energiesprünge in der Quantenphysik gegenüber²⁹², die bislang zwar die technische Welt der Newtonschen ("Klassischen") Physik kaum berührte, mit der Miniaturisierung von Mikroelektronik indessen näher rückt. Umgekehrt gilt: Je gröber der binäre Mechanismus - etwa Relaisrechner -, desto sicherer die klare Unterscheidung binärer Zustände. Demgegenüber nähern sich hochverdichtete Integrierte Schaltungen den Grenzen der symbolischen

291 Matthew Kirschenbaum, *Mechanisms. New Media and the Forensic Imagination*, Cambridge, MA (The MIT Press) 2008

292 Für eine analoge Fragestellung für das Gebiet des phonographischen "Klangs" siehe David Friedrich, *The Duality of Sound. Eine medienwissenschaftliche Zeitkritik des sonischen Signalwesens* (Masterarbeit 2021), auf dem edoc-Server der Humboldt-Universität zu Berlin veröffentlicht: <https://doi.org/10.18452/22911>

In-formation von Materie in Silizium selbst.²⁹³ Sind jetzt schon die Grenzen der Digitalisierung abzusehen? Medienwissenschaft ist vertraut mit der Vorhersage, "dass man bald am Ende einer Entwicklung sein könnte, die mit dem Moore'schen Gesetz quantifiziert wird"²⁹⁴. Eine weitere Miniaturisierung von Schaltkreisen wird sich nicht nur ökonomisch kaum rechnen, sondern hier grenzt die technische Digitalisierung (verstanden als In-Formation konkreter Materie durch logische Konstrukte) auch an das physikalische Veto der Materie selbst.

"Nun arbeitet man in diesem Zusammenhang mit Quantencomputern, die nicht mehr nur Informationseinheiten mit Hilfe von binären Nullen und Einsen abbilden, sondern auch viele Zwischenzustände kennen oder Schwingungsrichtungen und -zustände" als Information namens *qbits* verarbeiten. "Spezialgebiete sind die Quantenfotonik oder die Quantensimulation hochkomplexer Systeme", und so lassen sich die bisherigen Elementarteilchen der hochtechnischen Medien, nämlich die Elektron, "unter bestimmten Umständen in Quasi-Teilchen aufspalten, welche Träger von Teileigenschaften sind („Sub-Elektronen“)"²⁹⁵.

Gerät damit auch Medienwissenschaft unterhalb ihre bisherigen (buchstäblich) *elementaren* Paradigmen, diesseits des Alphabets, das (frei nach McLuhan) als Kulturtechnik seit der "Phonographisierung" Homers das Muster wissenschaftlicher Analyse (angefangen vom Klang der Sprache zur Schrift) geliefert hatte?

"Als anderes Extrem findet man [...] die Auffassung, dass die ganze Welt in ihrem Innersten digital sei. Der Physiker und Mathematiker Stephen Wolfram stellt sich das Universum" nicht nur - schon bei Charles Babbage - "als einen einzigen gewaltigen Digitalcomputer vor" (ebd.) respektive als Analytical Engine, sondern setzte diesen Gedanken im Game of Life spielerisch in Szene.

Das Theorem des *computational universe* geht epistemologisch bis auf Pythagoras zurück, denn was dieser an der Oktave des Monochord *erhörte* war nicht etwa ein musikalischer Inhalt, sondern die implizit sonische Botschaft der Gesetze der schwingenden Saite: Die Welt sei gleich ganzzahligen Brüchen harmonisch geordnet, mithin also Zahl - ein Gedanke, der seitdem bis an die Grenzen der *prinzipiellen (en arché)* Berechenbarkeit getrieben wird.

Im Zuge der kybernetischen Episteme expandierte die wissenschaftliche Weltanalyse nach dem Modell (oder eben Techno/*lógos*) der Digitalisierung bis in die biologische Genetik, die nicht schlicht Gene

293 Dazu Friedrich Kittler, Es gibt keine Software, in: ders., Draculas Vermächtnis. Technische Schriften, Leipzig (Reclam) 1993, 225-242

294 Mertens et al. 2017: 36

295 Mertens et al. 2017: 36

ausfindig macht, sondern sie systematisch *ausliest*"²⁹⁶ Das Lesen (von *lesein*) steht hier auch für den diskreten Code. Mit dem genetischen Code wurde - ansetzend mit Erwin Schrödingers Vortrag über die lebende Zelle *What is Life* (1944) - das "Digitale" im Menschen selbst entdeckt. In diesem Sinne fragt auch die *Techno/ógos*-Hypothese für technische Medien: Ist der digitale Code eine der Materie aufgezwungene symbolische Ordnung, oder emaniert sie - zumindest zeitweise - aus der wissensbasierten Konfiguration und kulturellen Information von Materie und Energie selbst?

Analoge Hybridisierungen des Digitalen

Neuromorphes *Computing* (statt schlicht: Computer) zieht der reinen Binarisierung gegenüber "weitere, zum Teil analoge Prozesse in Betracht [...]. Beispiele sind die Ausschüttung von biochemischen Molekülen (Neurotransmittern), Ionenströme, die per Addition zu Impulsen führen, sich auf- und abbauende Nervenfasern oder generell Wellenbewegungen"²⁹⁷.

Doch dieser Orientierung am biologischen Gehirn steht die Alterität genuin techno-logischer Artefakte gegenüber. Das Deep Machine Learning, heute in aller Munde, beruht in der Tat auf künstlichen neuronalen Netzen, für welche der Analogcomputer in seiner Parallelverarbeitung gerechtfertigter erscheint als die Realisierung in Form der Daten-Pipelines der von-Neumann-Architektur, welche im Prinzip nur "one bit at a time" (respektive parallele Bit-Blöcke) im Datenbus zu übertragen und in den Registern der ALU zu verarbeiten vermag. Eben jener John von Neumann hat in seiner Schrift *Die Rechenmaschine und das Gehirn* (München 1960) als analog / digital-Hybrid betont. "Das menschliche Hirn ist dadurch geprägt, dass es viele Zustände simultan haben kann. Durch strenge Trennung in nur zwei Zustände (Null und Eins) kann man dem kaum gerecht werden." (ebd.) Und doch war die Entdeckung, dass Neuronen entweder "feuern" oder nicht, modellbildend für die Kybernetik der Künstlichen Intelligenz erster Ordnung (McCulloch / Pitts). Und doch sind die gängigen KNNs bislang weiterhin in klassischer von-Neumann-Architektur implementiert.

Tatsächlich neigt die digitale Datenübertragung, die eine nachrichtentheoretische Idealisierung darstellt, in allen ihren tatsächlichen Verkörperungen zur Verrauschung, mithin: Re-Analogisierung. "Bei kabelloser Datenübertragung, z. B. zwischen einem Mobiltelefon und einem Computer, spielt der Wechsel zwischen sich analog abschwächenden Feldstärken und deren Wiederauffrischung eine

296 Dazu Lily E. Kay, *Who Wrote the Book of Life? A History of the Genetic Code*, Stanford (Stanford University Press) 1999

297 Mertens et al. 2017: 37

große Rolle"²⁹⁸ - vertraut vom elektromechanischen *repeater regenerator* in der frühen Telegraphie. Dieses von Siemens entwickelte Relais holte die Digitalität des Morse-Codes auch übertragungstechnisch ein.

Die Softwareentwicklung antwortet darauf mit einer (scheinbaren) Entgrenzung des Binären, etwa durch flexiblere Fehlertoleranzen (Approximate Computing).²⁹⁹

"Analog ist das neue Bio"?

Vor Jahrzehnten verteidigte der Mitbegründer der Hochschule für Gestaltung in Ulm, der Gestalter Otl Aicher, an seinem "Institut für analoge Studien" eine zunehmend computerisierte Welt zugunsten der Gestaltwahrnehmung, indem er aus der Tiefendimension philosophischen Denkens in Alteuropa den Menschen als im Wesentlichen "analoges", nämlich Verhältnisse herstellendes Wesen definierte.³⁰⁰ Jüngst warnt Andre Wilkens unter dem Titel *Analog ist das neue Bio. Ein Plädoyer für eine menschliche digitale Welt*³⁰¹ vor den Kollateralschäden einer digitalisierten Kommunikationswelt, und empfiehlt "analoge" Entlastungsmanöver, wie etwa das handschriftliche Briefeschreiben gegenüber dem Online-Dasein im nur noch metaphorisch so genannten E-"Mail"-Telegrammstil.

In ihren Untersuchungen über die Verstrickungen von AI und Recht kommt auch die Rechtswissenschaftlerin Lucia Sommerer auf die Rolle von "analogen" Metaphern in der digitalen Welt zu sprechen. "The less familiar we feel with a technology, the greater our need for visual language as a set of epistemic crutches ["Krücken"]. [...] metaphors in the digital realm are loaded with the assumptions of the analogue world from which the imagery is borrowed."³⁰² Denn mit der binären Datenverarbeitung und -übertragung geht eine Alles / Nichts-Ästhetik einher, zuungunsten des analogen Rauschens als Zwischenzustand. Doch für Menschensinne ist diese binäre Radikalität phänomenologisch unfaßbar.

298 Mertens et al. 2017: 39

299 Mertens et al. 2017: 37

300 Otl Aicher, *Analog und Digital*, Ernst & Sohn 1991

301 Frankfurt / M. (Fischer) 2017

302 Lucia Sommerer, *Algorithmic Veil: Why the image of the black box is harmful to the regulation of AI*, eingestellt am 1. Februar 2022 im Blog "ai. Better Images of AI. The community blog", <https://blog.betterimagesofai.org/from-black-box-to-algorithmic-veil-why-the-image-of-the-black-box-is-harmful-to-the-regulation-of-ai>, abgerufen am 15. Juni 2022. Der Eintrag basiert auf dem demnächst erscheinenden Buch von Lucia Sommerer, *Self-imposed Algorithmic Thoughtlessness and the Automation of Crime Control*, Nomos / Hart 2022

[Dementsprechend findet eine signaltechnische Ausdifferenzierung von "analog" und "digital" auch in Wilkens Buch nicht statt, und die Erklärung des "Digitalen" beschränkt sich auf wenige Sätze, welche das lateinische Wort für Finger (*digitus*) mit dem Zählen in Nullen und Einsen, also dem Computer, verbinden. "Mein Verständnis von Digital ist gesellschaftlich und kulturell. Technische Definitionen können andere besser."³⁰³ Worin die "analoge" Alternative liegt ("das neue Bio"), und ob dies bloße Nostalgie darstellt oder eine medienepistemische Gegenwelt, bleibt unerörtert. Genau dies ist der Platz von Medienwissenschaft.]

AV-MEDIEN UND IHRE "DIGITALISIERUNG"

Die verpixelte Passage: Jim Campbells *Church on 5th Avenue* (2001)

Jim Campbells Medieninstallation *Church on 5th Avenue* (2001), präsentiert im Rahmen der Ausstellung *Die algorithmische Revolution* des Zentrums für Kunst und Medientechnologie in Karlsruhe 2004, besteht aus einer Matrix von 32x24 [768] Pixeln auf technischer Basis einer LED-Anlage.³⁰⁴ Was im Eingangsbereich einer Kathedrale in Lower Manhattan von einer analogen Videokamera erfaßt wurde, erscheint durch die Wiedergabe der stetigen Signale (Bildzeilen) auf der LED-Lichtfläche als ein "digitales" Bild - nicht indessen als binäre Kodierung, sondern als optische Diskretisierung. Zunächst ist die aus frühen Versuchen zur elektronischen Television vertraute Übertragung von Bildpunkten (Selenzellen) lediglich eine Diskretisierung der analogen Bildvorlage. Von einer Digitalisierung kann erst die Rede sein, wenn die visuellen Signale in Zahlencodes, mithin also binäre Informationseinheiten (Bits) umgesetzt werden. Das scheinbar Kontinuierliche in der wirklichen Welt, vertraut als wogende Menschenmengen, als Wolken, oder als Meereswellen, kehrt eingeholt durch das Sampling-Theorem, wieder ein. Campbells Installation macht die Dissimulation des Diskreten selbst zum Thema: "Eine dünne Scheibe aus Plexiglas ist vor dem Raster befestigt und erzeugt einen Diffuseffekt. Fußgänger, die sich von links nach rechts bewegen, scheinen sich von einem abstrakten zu einem fließenden Bild zu verwandeln. Campbell erreicht damit den Effekt des nahtlosen Übergangs vom digitalen Bild mit Pixelstruktur zum analogen Filmbild."³⁰⁵ Das medienepistemisch eigentliche Thema dieser technischen Installation aber ist der Widerstreit

³⁰³ Wilkens 2017: 18

³⁰⁴ https://www.youtube.com/watch?v=s_F3eIK5utM

³⁰⁵ http://www01.zkm.de/algorithmische-revolution/index.php?module=pagemaster&PAGE_user_op=view_page&PAGE_id=48, Abruf 27. August 2020

"zwischen subjektiv-menschlicher Wahrnehmung und der maschinellen Informationsverarbeitung des Computers" (ebd.).

Dieser "Digitalisierung" gegenüber steht Erwin Redls Installation *Flow* Berlin im Rahmen der Ausstellung *Vom Funken zum Pixel* (Oktober 2007 bis Januar 2008) im Lichthof des Martin-Gropius-Baus zu Berlin. Basierend auf komplexen Algorithmen zur Erzeugung des kontrollierten Zufalls, also „born digital“, resultierten hier komplexe LED-Lichtmuster unmittelbar als vollständig digitale Erzeugung aus der Dynamik der systeminternen Datenverarbeitung.

Bei der elektroakustischen Aufnahme einer Wellenbrechung am Strand korreliert das linear fortlaufende Magnetband mit dem Rauschen der Wogen auf der Zeitachse. Bei Aufzeichnung auf Flash-Speicher, ohne daß sich noch eine rotierende Festplatte bewegt, wird daraus eine diskrete Integration der elektroakustischen Wellenform. Was Gottfried Wilhelm Leibniz (Fourier-)analysierte – die Natur in den Wellenbrechungen sich selbst gleichsam rechnen zu hören –, wird im Verfahren der Digitalen Signalverarbeitung (DSP) technomathematisch. Das scheinbar kontingente Kontinuierliche wird nunmehr diskret modelliert.

Das Oxymoron des "Bewegtbilds" (respektive *stillmoving*³⁰⁶) erinnert daran, dass bereits vor der digitalen Nachrichtentechnik anhand der Kinematographie gleich der alphabetischen Notation gesprochener Sprache eine Basisoperation der Digitalisierung technisch konkret war, nämlich die Zerstückelung einer scheinbar kontinuierlichen Bewegung oder Dynamik (oder *durée* im Sinne Bergsons) in zeitdiskrete Ausschnitte, welche die Bewegung einfrieren, an sich aber vollständige Bilder bleiben – der filmische Kader. Die klassische filmästhetische Frage "Was aber passiert zwischen den Einzelbildern?" wird indessen durch die vollständige Elementarisierung in Pixel, und die "time of non-reality" (Norbert Wiener) zwischen binären Werten radikalisiert.

Approximation der Digitalisierung an die physikalische Welt? Das Abtasttheorem

Medienarchäologische Analyse legt den Finger auf die techno-epistemische Wunde der Digitalisierung analoger Signale, nämlich das kybernetische Opfer von Informationsverlusten, "weil nicht alle Feinheiten, z. B. eines Bildes, vollständig gespeichert werden können"³⁰⁷ oder – wie im Fall der MPEG3-Komprimierung auditiver Signale – in ihrer Kompression bewusst in Kauf genommen werden.

306 Ein Begriff im Titel von Jon Inge Faldalens Dissertation 2021 an der Universität Oslo

307 Kapitel 5 "Begriffe von Digitalisierung und Industrie 4.0", 35-61, in: Mertens et al. 2017: Unterkapitel "5.1 Digitalisierung", 35

Als Verfahren zur "Überführung analoger in digitale Werte zu dem Zweck, sie elektronisch zu übertragen, zu speichern und zu verarbeiten"³⁰⁸, ist die "Digitalisierung" um den Preis eines Weltverlustes erkauft. Bereits die alphabetische Schrift war schon "digital" dahingehend, dass die buchstäbliche Notation und speziell die Abstraktion der konkret gesprochenen Vokale zu elementaren Buchstaben non-verbale Kommunikation durchfallen lässt, wie sie sich im Klangspektrum der tatsächlichen Aussprache als Mehrwert ausdrücken.

Eine erste "Digitalisierungskritik" ist von Seiten Platons überliefert, der in seinem Dialog *Phaidros* das seinerzeit neue Medium der diskret kodierte Stimmzeichnung, das Vokalalphabet, radikal hinterfragt. Doch diese kritische Hinterfragung ist keineswegs *avant la lettre*, sondern ihrerseits schriftlich überliefert.

Gegenüber der akustischen Lücke, die sich zwischen diskreten Buchstaben auftut, zeichnet erst der Phonograph (weitgehend) allumfassend die Stimmsignale auf. Aber durch Approximation gemäß des Abtast-Theorems nähert sich das Digitale dem Reichtum des Analogem im Digital Signal Processor (DSP) infinitesimal an - oder tatsächlich signalgetreu? die Gretchenfrage. Dem mit jeder Digitalisierung einhergehenden Weltverlust durch Informationsgewinn als Abstraktionsleistung zugunsten diskreter Berechenbarkeit setzt deren technologische Intelligenz (der mathematisierte vormalige "Geist") ihrerseits das Sampling-Theorem von Nyquist / Shannon entgegen:

Im aktuellen Standard werden analoge, mithin also stetig fluktuierende Signale 48000 mal / Sek. diskret erfasst und die jeweilig momentane Amplitude in einer "Wort"tiefe von 32 Bit (zwischen-)gespeichert. An dieser Stelle ereignet sich eine Techno"logisierung" im buchstäblichen, mithin trivialen Sinn.

Diesseits der Sinne: digitale Signalverarbeitung und die Photographie

Universale technische Digitalisierung ist um den Preis einer radikalen Standardisierung dessen erkauft, was menschliche Wahrnehmung sinnesmodal bislang trennt. "In den Computern selbst [...] ist alles Zahl: bild-, ton- und wortlose Quantität"³⁰⁹ - allerdings lediglich konzeptuell. Im tatsächlichen Computer gibt es die "Zahl" (*computus*) nicht, lediglich

308 Kapitel 5 "Begriffe von Digitalisierung und Industrie 4.0", 35-61, in: Mertens et al. 2017: Unterkapitel "5.1 Digitalisierung", 35

309 Friedrich Kittler, *Grammophon - Film - Typewriter*, Berlin (Brinkmann & Bose) 1986, 7 f.

elektrische Spannungen als Form des Zählens (*computing*). "Und wenn die Verkabelung bislang getrennte Datenflüsse" - respektive Signalketten - "alle auf eine digital standardisierte Zahlenfolge bringt, kann jedes Medium in ein anderes übergehen" (Kittler ebd.). Dies gilt indes auch für die neuronale Signalverarbeitung im Menschen; die menschliche Wahrnehmung selbst anders zu deuten ist ein epistemischer Kollateraleffekt der "Digitalisierung".

In der "analogen" elektrischen Telekommunikation wird kontinuierlich Stromspannung an ein Kabel angelegt oder auch in Form elektromagnetischer Wellen kabellos übertragen, "was ein grundlegend anderer Prozess ist als die digitale Speicherung und Übertragung diskreter Signale"³¹⁰, die zwar immer noch physikalische Signale sind, aber als numerische Daten kodiert, die vom Computer zwar noch analog (real) gewandelt, aber symbolisch prozessiert werden. Damit ist die Turingmaschine längst nicht mehr Teil der bisherigen "intersensorielle[n] Medien"³¹¹.

Das Schaufenster von FOTOIMPEX in der Alten Schönhauser Allee (Berlin) wirbt mit dem Slogan "In Film We Trust", und ein Neonzug verkündet: "All for analog", und im März 2010 verkündete eine Geschäftswerbung in Berlin-Schöneberg: "Echte Photos von Ihrer Digitalkamera". Will sagen: die Ausbelichtung geschieht auf analogem, klassisch photochemischem Entwicklungsweg. In der Tat bezieht sich "Digitalisierung" zunächst nur auf die Licht(signal)erfassung, also die Stufe hinter der Linse oder gar als vollständig virtuell gerechnetes Objektiv. Jede Ausgabe gesampelter Daten aber kann analog erfolgen - wie es im akustischen Bereich unabdingbar ist, nämlich als Lautsprecher-Output, damit die hochaufgelösten diskretisierten Datenpulse für menschliche Ohren wieder als akustische Töne verschmolzen zugänglich werden.

Physikalisch "analog" erzeugte Klänge (als *wave forms* aus Sinustönen, ob instrumental oder elektronisch) mögen von ihren digitalen Samples bei entsprechend hoher Quantisierungsrate (Nyquist-Shannon-Theorem) für menschliche Ohren ununterscheidbar sein, "doch bleibt eine unüberbrückbare Differenz zwischen dem analogen und digitalen Klang bestehen. Allerdings liegt diese Differenz nicht [...] in dem Klangphänomen als solchem begründet"³¹², sondern erschließt sich erst der technikimmanenten Medienepistemologie.

310 Doron Galili, Postmediales Wissen um 1900. Zur Medienarchäologie des Fernsehens, in: montage AV vol. 25, no. 2 (2016), 181-200 (196)

311 Galili 2016: 198

312 Norbert Schläbitz, Der diskrete Charme der Neuen Medien. Digitale Musik im medientheoretischen Kontext und deren musikpädagogische Wertung, Augsburg (Wißner) 1997, 134

Das technische Bild als Funktion seiner Digitalisierung

Das digitale Sampling optischer Signale resultiert in der Erscheinung eines hochdefinierten Bildes auf der Basis hochverdichteter Pixel. Ist ein solchermaßen digitalisiertes Bild noch eine „Abbildung“, oder nur noch das Simulakrum seiner Vorlage? „Wer würde eine in tausend Teile zersplitterte und anschließend zusammengeklebte Ming-Vase kaufen?“³¹³

Computerbasierte Bildwahrnehmung unterstellt – atomistisch im Sinn Epikurs – kleinste *picture elements* (Pixel). Diese Elementarisierung von stetigen Signalen zu rechenbaren „Daten“ entsteht indes erst in der Diagrammatisierung des Bildes durch eine Matrix, mithin durch Diskretisierung des gegebenen Vorbilds in Bildzeilen und -spalten. „Ein digitalisiertes s/w-Bild wird mit einem aus Grauwertmenge, Bildmatrix, Ortskoordinaten des Bildpunktes in der Position und Grauwert des Bildpunktes in der Position zusammengesetzten mathematischen Modell beschrieben und läßt sich als Baumstruktur darstellen.“³¹⁴ Damit erst ist eine Zählung (mithin „Digitalisierung“) möglich, für den archaischen Fall des Schwarzweiß-Bildes: „Die Zählung der Bildzeilen erfolgt von oben nach unten, beginnend mit Bildzeile 0, und die Zählung der Bildspalten erfolgt von links nach rechts, beginnend mit Bildspalte 0. Die einem Bildpunkt zugeordnete Zahl ‚0‘ oder ‚1‘ ist der Grauwert des Bildpunktes. Da ein digitalisiertes Schwarz/Weiß-Bild nur durch die zwei Grauwerte ‚0‘ und ‚1‘ dargestellt wird, bezeichnet man es oft als Binärbild.“³¹⁵

Digitalisierung und Datenkompression

Eine epistemische Konsequenz der Digitalisierung vorgegebener Bilder ist eine neue Form ihrer Bewertung, denn an die Stelle ikonologischer und kultureller Semantik tritt hierbei die Information als statistisches Maß. An die Stelle klassischer Bildästhetik rückt damit ein übertragungs- und speichertechnisch funktionaler Sinn: "Bei Fragestellungen, wie man die Datenmenge eines digitalisierten Bilds reduzieren kann, benötigt man ein Maß für den mittleren Informationsgehalt eines Bildes. Ein Maß dafür ist die Entropie. [...] Die Entropie kann [...] als ein Maß für die mittlere apriori-Unsicherheit pro Bildpunkt oder die gemittelte Anzahl der notwendigen Bit pro Bildpunkt interpretiert werden. Ein Bild mit der Entropie H , bei dem die Grauwerte der Bildpunkte gleichverteilt sind, kann ohne Informationsverlust nicht mit weniger als H Bit pro Bildpunkt kodiert werden."³¹⁶

313 J. Brüning, unter <http://www.funktstunde.com/de/zeitkultur/analog-digital>; Zugriff 5. März 2010

314 Haberäcker 1989: 10 f.

315 Haberäcker 1989: 8 f.

316 Haberäcker 1989: 32 f.

Algorithmisierte Datenkomprimierung ist mit der – hinsichtlich menschlicher Sinneswahrnehmung wirksamen – Irrelevanzreduktion als praktizierte Informationsästhetik vertraut. Sie kombiniert das Lempel-Ziv-Storer-Szymanski-Verfahren sowie die Huffman-Kodierung (wiederholungsbasierte und häufigkeitsbasierten Verfahren) zur Kompression ohne Datenverlust. Einmal digitalisiert, erlauben Delta-Filter in der Bilderkompression, Farbwerte in benachbarten Bildpunkten zu dekorrelieren; nicht jeder Pixel, nur Änderungen werden in Bezug zu Nachbarn gespeichert (Differenzbeschreibung). Die Huffman-Kodierung komprimiert komplexe Symbolketten dadurch, daß sie in einem Wörterbuch abgelegt und durch den reinen Verweis (Codebaummodell) substituiert werden. Die Entropiekodierung wiederum ersetzt Zeichen durch kürzere, nach der Häufigkeit ihres Auftretens gewichtete Zeichen, denn der mittlere Informationsgehalt aller Zeichen (Entropie) sinkt, je unregelmäßiger die Häufigkeitsverteilung verläuft.

Chronológos der Digitalisierung:

UNZEIT DER DIGITALISIERUNG

Epochen der Digitalisierung. Eine ebenso zeit-kritische wie techniknahe Analyse des Technológos der "großen Transkription"

"Während Medien- und Technikgeschichte zumeist Chronologien und Historiographien der Digitalisierung liefert, sucht Medienarchäographie den innertechnische Eigenzeit der Digitalisierung aufzuspüren, mithin ihre "Unzeit". Im zwiefachen Sinne erweist sich damit die sogenannte "Digitalisierung" als zeit-kritisch. Gerade die getaktete Operativität des Digitalcomputers steht mit einer neuen Form von Zeitvergessenheit im Verbund. Das technomathematische Kernereignis ist der bistabile Kippspeicher, in dem sich der Technológos der Digitalisierung konkretisiert."

[Entsprechende Gedanken zum Technológos werden in der Argumentation nicht zusammenhängend, sondern stückweise einstreut - analog zum Begriff des *temporal smearing* (Hegarty / Genosko) in der Internetsynchronisation angesichts der Herausforderung von Schaltsekunden an exakt getaktete Computer und Server.]

"Technische Basisoperationen wie die zeitdiskrete Abtastung zeitkontinuierlicher Signale in der A/D-Wandlung sowie die "Philosophie der PCM" in der Nachrichtenübertragung erweisen sich als *zeitigende* Medienhandlungen, welche rekursiv Kulturtechniken wie etwa die mechanische Räderuhr wieder aufrufen und techno-logisch eskalieren lassen. In diesem Zusammenhang ist der Vergleich europäischer Hemmwerke mit denen in anderen Hochkulturen, etwa Su Songs "Himmliche Waage" im mittelalterlichen China, epistemologisch

erhellend. Digitales *computing* als (Zeit-)Funktion binärer Schaltung mündet in Alan Turings Anweisung "Treat time as discrete" ebenso wie in der chronopoetischen Emergenz einer "aufge(sc)hobenen Zeit" als Theorie technischer *Zwischenspeicher*."

Zwiefach zeit-kritische "Unzeit": Digitalisierung als Fortschritt?

Der Begriff der "Unzeit" der Digitalisierung ist zwiefach zeitkritisch: einmal als Kritik der symbolisch-kulturellen Zeitordnung namens Wissensgeschichte, und zum Anderen eine verschärfte medienarchäologische Aufmerksamkeit für "zeitkritische" Medienmomente, in denen mithin kleinste tempor(e)ale Ereignisse entscheidend sind für das Gelingen des Medienprozesses an sich.³¹⁷

[Buchstäblich *zeitprägend* aber wird Digitalisierung - passender: Algorithmisierung - im "temporal reasoning" von Recommender-Systemen (ebd.).]

Zumeist wurde die mit diversen "Lockdowns" einhergehende Digitalisierung von (Tele-)Kommunikation im Zuge der pandemiebedingten Krise 2020 / 21 geradezu jubilatorisch begrüßt. "Endlich digital" - von der Verwaltung bis hin zur Telemedizin, als habe die Ära der Technikgeschichte nur auf diese Vollendung gewartet (respektive auf die List technologischer Vernunft namens Corona-Virus mit ihren Folgen der realsozialen Distanzierung zugunsten von digitalisierter Telekommunikation), um fortan in die aionische Nachgeschichte (*posthistoire*) überzugehen.

Ganz allgemein wurden und werden technische "Neuerungen" - etwa die vokalphabetische Schrift in Altgriechenland, und der Buchdruck am / als Beginn der europäischen Neuzeit - technikgeschichtlich zunächst erst erschrocken als Verstörung und Bedrohung, dann jedoch als kultureller Fortschritt zugunsten der *wellness* und des Daseins von Menschheit empfunden. Ist dies eine reine Funktion narrativer Historiographie, oder im Zeitwesen respektive im Zeitwesen von Technologie selbst begründet? Ist hier ein Hegelscher Weltgeist namens technische Evolution am Werk, oder nicht vielmehr schlicht der Ersatz eines Paradigmas (Kuhn) respektive einer epochalen Episteme (Foucault) durch eine andere, womit kein qualitativer Fortschritt, sondern schlicht eine Andersartigkeit Platz greift? Tritt anstelle des Fortschrittsglaubens vielmehr ein Begriff der permanenten "Modernisierung" als Re(d)aktion des Technischen?³¹⁸ Oder handelt es sich gar um tetradische Rekursionen

317 Siehe Axel Volmar (Hg.), *Zeitkritische Medien*, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2009

318 In Anlehnung an Jean-François Lyotard, *Das postmoderne Wissen. Ein Bericht*, 2. Neuauflage Wien (Passagen) 1993

vergängerlicher Medientechniken unter neukonfigurierten Bedingungen, welche die symbolische Zeitordnung namens Historie selbst unterlaufen (McLuhan / Kittler)? Der entropische Zeitpfeil tendiert zur Unordnung, der sich kulturelles Wissen negentropisch entgegenstemmt, als Erhöhung des Maßes von "Information". Das "Digitale" wurde in der Nachrichtentechnik eingeführt, um den Signal-Rauschen-Abstand in der Signalübertragung buchstäblich kalkulierbar zu machen und damit zu minimieren oder gar zu eliminieren. Ist dies ein Fortschritt, oder ist Medien"geschichte" nicht schlicht eine Serie von Ausdifferenzierungen? Aufgabe medienarchäologischer Analyse von Medienzeit ist es, demgegenüber anamnetisch Alternativen präsent zu halten.

"Auch wenn die neuen Technologien unzählige spannende Möglichkeiten eröffnen, dürfen wir uns nicht dem Irrglauben ergeben, dass alles vordefiniert sei und wir sowieso nichts daran ändern könnten. Tatsächlich haben wir selbst es (noch) in der Hand, unsere Zukunft zu gestalten."

heißt es in einer Online-Kolumne von Anders Indset, dem Autor des Buches *Quantenwirtschaft. Was kommt nach der Digitalisierung?*³¹⁹ Indset verweist auf die emergierende Künstlichen Intelligenz und den Quantencomputer. Doch was sich gegenwärtig im Zuge der ubiquitären "Digitalisierung" ereignet, ist nichts als die Vollendung der (ganz und gar nicht "historisierbaren") Kybernetik: "Letzte Woche konnten wir gleichfalls lesen, dass in Schweden viertausend Mitarbeiter eines Unternehmens mit Chips in der Hand ausgestattet wurden, um ihnen die Steuerung der smarten Maschinen zu erleichtern – oder vielleicht doch eher, um ihre Steuerung und Kontrolle durch die lokale Version von Big Brother zu optimieren?" (ebd.).

Ist die Richtung dieser Ausdifferenzierung zeitlich-entropischer Natur, oder vielmehr ergodisch, d. h. invariant gegenüber zeitlich-"historischem" Wandel? Die Informationstheorie selbst verweist darauf, dass jeder Informationsgewinn als negentropischer Akt mit einer Erhöhung der Entropie des Gesamtsystems (und "Rebound-Effekten" respektive Nullsummenspiel) an anderer Stelle einhergeht (Szilard et al.), und Prigogine entdeckt Rekursionen im Verhältnis von Ordnung und Turbulenz. So ist auch die durch Digitalisierung verbesserte *signal-to-noise ratio* durch ein Rauschen ganz anderer Art erkauft, nämlich das Quantisierungsrauschen im Akt der Digitalisierung selbst.

319 Berlin (Econ) 2019;

<https://www.handelsblatt.com/meinung/kolumnen/expertenrat/anders-indset/expertenrat-anders-indset-was-kommt-nach-der-digitalisierung/23708272.html?ticket=ST-666483-HW24qc49ie6jDAM7edAs-ap3> (Eintrag 8. Dezember 2018), Zugriff 26. März 2021

Getaktete Operativität und die Zeitvergessenheit des Digitalcomputers

Der „analoge“ Phonograph erlaubte unter Umgehung des phonetischen Alphabets das Stimmereignis als tatsächliches Signal aufzuzeichnen, als Chronogramm des physikalisch-akustischen Ereignisses selbst. Zeitachsenmanipulation ist solchen Signalen gegenüber nur immediat möglich. Diskret gemachte Signalverarbeitung im elektronischen Schaltwerk erlaubt demgegenüber die mittelbare Manipulation an diesem Realen mit mathematischer Intelligenz. „Digitalisierung ist [...] ein Kurzschluß, der unter Umgehung alles Imaginären das Reale in seiner Kontingenz erstmals symbolischen Prozeduren aufzut³²⁰ - worauf Historiographie in alphabetischer Notation immer schon zielte, aber das Temporeale notwendig verfehlte.

Symbolisch geordnete Zeit als Funktion ihrer Digitalisierung stellt konzeptionell eine *Verunzeitlichung* welthaftiger Signale zugunsten des symbolischen Codes dar. Indem die gesampelten auditiven oder optischen Signale ihrem „Referenten“³²¹ nicht mehr nur naheilen, sondern ihm - etwa in der Computergraphik, und seit Zeiten der Anti-Aircraft Prediction zum Ende des Zweiten Weltkriegs - durch technomathematische Algorithmisierung präemptiv vielmehr vorauslaufen, wird die Zukunft rechentechnisch eingeholt in das erweiterte Gegenwartsfenster namens „Gegenwart“ - das in der Computational Science längst „Echtzeit“ heißt. In digitalen Flugsimulatoren wie dem US-amerikanischen Whirlwind wurde Heideggers Begriff von der „Zeit des Weltbildes“ medientechnisch konkret.³²²

Technorealiter indes ist das zeitliche Momentum im Akt der Digitalisierung unhintergebar. Zunächst verzeitlicht das analog-zu-digital-Sampling (die Abtastung) ihre gemessenen Signale im Sinne der physikalischen Entropie, „denn jede Digitalisierung produziert Informationsverlust an der Nutzfrequenz“; demgegenüber „ist die quantisierte Computerzeit digitaler Daten selbst eine Art effektiver Nullzeit, weil Zeit, die nicht mehr vergeht“³²³.

Was sich auf den ersten Blick als medienphilosophischer Gemeinplatz liest, ist technologisch sowie innertechnisch konkret: „Im digitalen

320 Friedrich Kittler, *Fiktion und Simulation*, in: Peter Gente / Karlheinz Barck (Hg.), *Aisthesis. Wahrnehmung heute*, Leipzig (Reclam) 1990, 196-213 (208)

321 Siehe Roland Barthes, *Die helle Kammer. Bemerkung zur Photographie* [FO 1980], Frankfurt / M. (Suhrkamp) 1985

322 Siehe Schröter 2004: 352

323 Wolfgang Hagen, *Computerpolitik*, in: Norbert Bolz / Friedrich Kittler / Georg Christoph Tholen (Hg.), *Computer als Medium*, München (Fink) 1994, 139-160 (144)

Sampling wird gerade der Zeitaspekt eliminiert. Das Quantisierungsrauschen tritt nicht durch die zeitliche Abtastung auf, sondern durch die Quantisierung im Wertebereich. Zu einem beliebigen Zeitpunkt t wird ein analoges Signal mit dem Wert $f(t)$ abgetastet, wobei $f(t)$ eine reelle Zahl ist. Dieser Wert wird nun quantisiert; dabei stehen je nach verwendeter *bit*-Tiefe nur endlich viele diskrete Werte zur Verfügung.³²⁴

„Mathematischen Modellen und Turing-Maschinen“ - also der reinen Computation - „bleibt die Zeit äußerlich.“³²⁵ Elektromechanisch oder -technisch verkörpert („korpifiziert“, mit Lacan) ist das kleinste Element der Digitalisierung, das „bit“, in bistabilen Kippstufen. Die entropische Zeit ist darin aufgehoben: „Durch die beiden stabilen Zustände des FlipFlop bleibt eine einmal eingeschriebene Information so lange erhalten, wie die Versorgungsspannung anliegt.“³²⁶ Erst der temporeale, algorithymisierte (Miyazaki) Verlauf von Signalen als diskrete Informationen „durch mathematische Modelle führt die Zeit als integrale und deshalb kritische Größe [...] ein“ (Carlé a. a. O.). Diese „Zeit“ aber ist keine stetige mehr im Sinne der Physik, sondern unstetig, eine technomathematisierte Diskretisation. Hinsichtlich der symbolischen Maschine aber mag „Zeit“ hier durch „Operativität“ ersetzt werden. Schrittweise Datenprozedierung (statt dem „analogen“ Prozeß der Signalwandlung) stellt eine eigen- respektive *entzeitlichte* Welt der Takte dar, die sich in ihren abrupten Still-Stellungen der physikalischen Temporalität entzieht.

Die aus der Digitalisierung resultierenden kleinsten Informationseinheiten („Bits“) sind keine statischen Gegebenheiten („Daten“), sondern Markierungen einer Unterscheidung, mithin Datierungen. Die Praxis der Digitalisierung ist „zeitkritisch“ im doppelten Sinne: eine alternative Zeitform, und zugleich eine Kritik, eine Herausforderung des phänomenologisch vertrauten Zeitbegriffs selbst. "Treat time as discrete", lehrt Turing zum Verständnis des Digitalcomputers. Doch die Diskretisierung der Bewegung, ihre äquidistante, mithin horologische Abzählung, generiert im Sinne der aristotelischen Definition überhaupt erst eine Abstraktion namens "Zeit" - *treating the discrete as "time"*, entsprechend umformuliert.

Horst Völz hat unter dem zunächst als Oxymoron erscheinenden Titel *Kontinuierliche Digitaltechnik* alternativ zur binären Quantisierung eine hochleistungsfähige Methode zur Digitalisierung von Signalen

324 Elektronische Kommunikation Oswald Berthold, 12. Juni 2006

325 Martin Carlé, Seminarankündigung *Der Computer als zeitkritisches Medium*, Sommersemester 2004, Seminar für Medienwissenschaft, Humboldt-Universität zu Berlin

326 Gerd Thiele, Digitale Halbleiterspeicher, in: Elektronisches Jahrbuch für den Funkamateure 1988, Berlin (Militärverlag) 1987, 53

vorgeschlagen.³²⁷ Völz' Ansatz sieht vor, das Sample als Element der analog-zu-digital-Wandlung komprimierungsökonomischer durch den Koeffizienten von Signalabschnitten zu ersetzen, also den jeweils konstanter Faktor vor einer veränderlichen Größe.

Die Vorstellung einer absoluten Zeit im wissenschaftlichen Sinne Newtons „folgt aus der *Änderung* von Objekteigenschaften, wie Ort, Größe, Gestalt, Masse usw. Diese Zeit kann – da sie selbst nicht zur Realität gehört – eigentlich nicht gemessen werden, sondern muss mit hochfrequenten Takten gezählt werden“³²⁸. Sie wird mithin *er*-zählt (im nicht-narrativen, sondern komputativen Sinn), und kommt durch Zählung erst zur Existenz. Von daher ist der Digitalcomputer nicht schlicht *in* der Zeit (im physikalischen Verständnis von Materie und Energie), sondern als symbolisch getaktete Maschine (“*treat time as discrete*“, mit Turing) eine autonome Temporealität. Ein nicht bloß technisches, sondern techno-logisches Objekt dauert als ein und dasselbe auch bei Veränderungen in der physikalischen Zeit fort, veranschaulicht anhand des Philosophems von Theseus' Schiff, das schrittweise in seiner Materialität, nicht aber Formgebung ausgewechselt wird. Plutarch berichtet in seine Vita des mythischen Theseus, daß dessen Schiff in Athen generationenlang aufbewahrt wurde, indem sukzessive (also zeitdiskret-prozedural, nicht prozessual) vermoderte Planken daraus durch funktionstüchtige ersetzt wurden. Medienarchäologisch verbunden ist damit die Frage, ob ein technisches „Individuum“ (Simondon) seine Identität verliert, wenn viele oder alle seiner Einzelteile nacheinander ausgetauscht werden.³²⁹ Ein technologisches Äquivalent zum Theseus-Paradoxon ist das Verhältnis der Elektronenröhre zum Transistor, der eben nicht schlicht deren technikhistorische Evolution darstellt, sondern vielmehr ihr funktionales Äquivalenz bei grundverschiedener Materialität.

Während Publizistik und Kommunikationswissenschaft unter "Desinformation" in Printmedien, im öffentlich-rechtlichen Rundfunkmedien sowie in den internetbasierten *social media* einen qualitativen Nachrichtenwert verstehen und damit den nachrichtentechnischen Medienbegriff von der Technologie auf den Diskurs hin verschieben, erinnert Medienarchäologie dran, dass der eigentliche Zweck der Digitalisierung von Signalübertragung ein technischer war: die radikale Optimierung des Signal-Rauschen-Abstands im Nachrichtenkanal durch binäre Kodierung. Im Kern steht hier eine Intelligenzifizierung der Modulation; von daher verkündet auch Shannons Nachrichtentheorie von 1948 "A Mathematical Theory of Communication".

327 Horst Völz, Kontinuierliche Digitaltechnik. Eine neue hochleistungsfähige Methode zur Digitalisierung von Signalen, Aachen (Shaker) 2008

328 Horst Völz, Das ist Zeit, Düren (Shaker) 2019, "Vorwort"

329 Eintrag "Schiff des Theseus",

https://de.wikipedia.org/wiki/Schiff_des_Theseus, Abruf 31. Juli 2020

Der aus der musikalischen Welt unscharf geborgte Begriff der Modulation (die Übersetzung einer melodischen Folge von einer Tonart in eine andere) ist zunächst übertragungstechnisch grundlegend für drahtlosen Rundfunk wie Radio und Fernsehen, nämlich - gleich der Triode in der Elektronik den Vorgang, dass ein zu übertragendes niederfrequentes semantisches Nutzsignal (Musik, Sprache) einen technischen Signalträger verändert (moduliert) - zunächst zeitkontinuierlich (analoge Signale), dann zeitdiskret (digitale Impulse) für Daten als Nutzsignal. Doch nun der medientheoretische Sündenfalls zugunsten des publizistischen "Medien"-begriffs: "Das Trägersignal selbst ist bezüglich der übertragenen Nachricht ohne Bedeutung."³³⁰ Tatsächlich aber dient die digitale Modulation Shannons Kalkül der Kanalkapazität als Anpassung an die zunächst rein physikalischen, dann auch logischen (Protokolle) Eigenschaften des Übertragungskanal.

Diese Kanalsoptimierung betrifft auch den „Zeitkanal“ namens Wissensüberlieferung. Für digitale Medien stellt sich die Frage, ob ein techno-logisches Objekt als ein und dasselbe auch bei äußerlichen Veränderungen in der Zeit in spezifischer Weise fortdauern kann. Eine heutige Replik der Difference Engine no. 2 von Charles Babbages im Science Museum London unterscheidet sich vom ursprünglichen Entwurf durch den historischen Kontext, verhält sich aber gleichursprünglich, nämlich funktionsäquivalent im Sinne der medientheoretischen Definition, daß die eigentliche Medieneigenschaft nicht im stationären Gefüge, sondern seiner Operativität liegt, im operativen Diagramm. Für Software kulminiert dies im Medienepistem der Emulation.³³¹

Die tendentielle Invarianz symbolisch kodierten Wissens gegenüber physikalischem Verfall widerspricht negentropisch der vom „Sein zum Tode“ bestimmten Daseinsanalyse menschlicher Welt. Martin Heidegger thematisiert in § 6 von *Sein und Zeit* von die zum Sein gehörenden Zeit als 'Temporalität'.³³² Ihr gegenüber steht die zum Dasein gehörende Zeitlichkeit; nennen wir sie für die Welt technischer Medien Temporealität. Um deren Charakter zu entsprechen, sucht Medienarchäographie *unzeitlich* von der 'Zeit' zu schreiben.

Für eine wirklich zeitkritische "Philosophie" der PCM

Analog-Digital-Umsetzer sind "wesentliche Bestandteile von Übertragungseinrichtungen für Sprache und Bilder [...] nach dem Zeitmultiplexverfahren der Pulscodemodulation (PCM)"³³³. Hier

330 [https://de.wikipedia.org/wiki/Modulation_\(Technik\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Modulation_(Technik)), Zugriff 11. Januar 2021

331 Siehe Swade 1992

332 Heidegger 1927 / 1967: 23

333 Seitzer 1977: 4

transformiert die Kulturtechnik des Zählens³³⁴ in den *Technólogos* des Computers als "Rechner". Radikal zeitkritische Medienarchäologie „raises the question of what counts as time, and to what / extent time – literally and metaphorically – counts.“³³⁵ Im Digitalcomputer – der Zeit als *diskret* verhandelt (Turing) – enttarnt sich kulturelle Zeit als Artefakt des Operativen.

Alec Harley Reeves' Pariser Patent von 1938/39 für ein „Electric Signaling System“ zählt – lange bevor Shannon seine allgemeine „Mathematical Theory of Communication“ publiziert (1948) – zu den Kandidaten der „Erfindung“ (oder im Sinne des *Technólogos*: Selbst“findung“) der Pulse Code Modulation als Nachrichten- resp. Informationstheorie. Einen Zusammenhang zwischen Reeves und Shannon stellt Hagemeyer explizit her³³⁶ und diskutiert die Gretchenfrage des *Technólogos*, nämlich die Vorgängigkeit von Theorie gegenüber einer denkwürdigen praktischen Applikation.

Ganz wesentlich entstammt die "digitalisierte" Denkart der diskreten Telegraphie (und dahinterliegend der alphabetischen Sprachanalytik), die auf den ersten Blick das Gegenstück zur "analogen" phonographischen Signalaufzeichnung darstellt. Auf den zweiten Blick aber wird von daher interessant, daß Edisons Erfindung eine Art Kollateraleffekt seiner Versuche zur Beschleunigung telegraphischer Zeichenübertragung darstellt.³³⁷

Interessant ist an Reeves' Verfahren, daß es buchstäblich „zeitkritisch“ ist, weil hier die Zeit, die zwischen den Amplitudenwechseln vergeht, buchstäblich „zählt“. Signalnäher gesprochen heißt dies: PCM vs. FM. Reeves erlangte seine Einsicht eher unwillkürlich; er wandte „Verfahren an, die er in den zwanziger Jahren bei der Entwicklung von elektronischen Zählvorrichtungen auf der Basis bistabiler Kreise genutzt hatte. Mit diesen konnten dann die Zeitabstände der Impulse gezählt werden und so – über den Umweg der Variablen Zeit – die Amplituden

334 Dazu Siegert, in: Hiller / Höltgen (Hg.) 2019

335 Geoffrey Winthrop-Young, *Hemerochronia, or, Take a Walk on the Wild Side of Time: Sidelines Snippets on Media Archaeology*, in: *Journal of Contemporary Archaeology*, vol. 2, no. 1, 143-147 (146 f.)

336 Friedrich Wilhelm Hagemeyer, *Die Entstehung von Informationskonzepten in der Nachrichtentechnik. Eine Fallstudie zur Theoriebildung in der Technik in Industrie- und Kriegsforschung*, Diss. phil. (masch.) Berlin (Freie Universität, FB Philosophie u. Sozialwissenschaften) 1979, Kap. 2.4.3.2 "PULS-CODE-MODULATION (PCM)", 262 ff.

337 Dazu der Beitrag von Sebastian Döring "Die Geburt des Telegraphen aus dem Geist der Signalübertragung", in: Institut für Medienarchäologie (Hg.), *Zauberhafte Klangmaschinen. Von der Sprechmaschine bis zur Soundkarte*, Mainz (Schott) 2008

quantisiert und codiert werden. ‚Pulse Count Modulation‘ hieß die Reevesche PCM daher. Ein Patent wurde 1938 erteilt, –Komponenten und Bauteile für die praktische Durchführung aber existierten noch nicht.“³³⁸ (Zeit-)Wesensverwandt ist damit die genuine „Zeit der Digitalisierung“, nämlich die Kodierung der Differenzen aufeinanderfolgender Abtastwerte mit nur einem Bit.³³⁹

Eine entscheidende Rolle kommt im Medientheater der „Digitalisierung“ den Abtasthaltegliedern zu. „Abtasthalteglieder haben die Aufgabe, Abtastwerte, d. h. Stichproben aus einer über der Zeit kontinuierlich verlaufenden Spannung in Abständen, welche dem Abtasttheorem angepaßt sind, zu entnehmen und für eine Zeitdauer bis zur Entnahme der nächsten Stichprobe zwischenzuspeichern. Während der Speicherung kann eine Verarbeitung vorgenommen werden, z. B. Eine Analog-Digital-Umsetzung der vorliegenden Stichprobe.“³⁴⁰ Soweit die symbolische Ordnung digitaler Signalprozessierung. Demgegenüber interveniert das Reale: „Reale Bauelemente können diese Funktion nur unvollkommen erfüllen“ (ebd.), insofern sie „Fehler durch den Abtast- und Haltevorgang etwa vergleichbar mit den durch die Quantisierung verursachten Fehlern“ zeitigen“ (ebd.).

„Digitalisierung“ fügt sich keinem technikhistorisch evolutionären Narrativ, sondern ist eine Funktion kulturtechnischer Operationen. Das meint in ihrer medienarchäologischen Verwurzelung zunächst das Vokalalphabet als diskreter Notation stetiger Sprache (McLuhans), sodann die Telegraphie. Digitalisierung ist mithin allen „Analogmedien“ wie Radio und Fernsehen vorgängig. Die für „digitale“ Nachrichtentechnik gängige Puls-Code Modulation ist zuallererst „eine telegrafische Übertragung der Amplitudenwerte analoger Übertragungsverfahren, die »conveyance of analog information in digital form«.“³⁴¹

Denn der techno-logische „einfache (und geniale)“ - mithin medienarchaische - Kunstgriff der PCM liegt zunächst darin, „die Werte der abgetasteten und quantisierten Impulse in einem telegrafischen Code darzustellen, der sich binärer Impulse bedient. Es werden also die momentanen Spannungswerte der elektrischen Sprachschwingungen beziffert und telegraphiert.“ Soweit das Modell im Symbolischen; demgegenüber interveniert die technisch reale Verkörperung: das Verfahren verlangt zum Einen eine „sehr komplexe Logik der Endgeräte“, sodann „schnellste Schalter für den Telegraphievorgang und eine hohe

338 Hagemeyer 1979: 263

339 Dazu Seitzer 1977: 64

340 Seitzer 1977: 98

341 Friedrich Wilhelm Hagemeyer, Die Entstehung von Informationskonzepten in der Nachrichtentechnik, Diss. phil. (masch.) Berlin (Freie Universität) 1979, 262, unter Bezug auf K. W. Cattermole, Principles of Pulse Code Modulation, London 1969, 9

Bandbreite [...], wegen der hohen ‚Telegrafiergeschwindigkeit‘. Etwa 30.000 bis 60.000 Binärzeichen müssen dabei je Sekunde übertragen werden“, im Vergleich etwa zu den 50-80 Baud der Fernschreibnetze.³⁴²

Ferner wird hiermit die medienepistemische Frage nach einem *Techno/ógos* technischer „Erfindungen“ aufgeworfen, die sich eben nicht auf subjektive Ideosynkrasien reduzieren lassen, sondern vielmehr gleichursprünglich gefunden werden. Reeves PCM-Patent von 1938 war „Shannon in den frühen 40‘er Jahren nicht bekannt. Im Verlauf der Entwicklung seiner Überlegungen zu den Theorien der Kryptografie und der Kommunikation erschien vielmehr“ - in gleichursprünglicher Logik - die PCM „als eine mögliche Anwendung der Theorie: ‚As a matter of fact, I thought, I had discovered PCM‘ [...].“³⁴³ Erst eine Patentprüfung „brachte die Klarheit, daß es bereits zuvor - ohne Theorie - entwickelt worden war. Weder entstand die Informationstheorie als ‚Theorie der PCM‘, noch die PCM - notwendigerweise - nur als Anwendung der Informationstheorie.“³⁴⁴

Eine entscheidende Rolle spielten Informationstheorie und Shannons „Philosophy of PCM“³⁴⁵ indes für Weiterentwicklungen wie der Hyperquantisierung, „d. h. Der zusammenfassenden Codierung mehrerer Abtastwerte oder deren Differenzen oder ‚nichtuniformer Quantisierung‘, bei der die Amplitudenstufen nicht äquidistant, sondern nach einem logarithmischen Gesetz mit größerer Amplitude größer wurden“³⁴⁶. Tatsächlich verdient der ambitionierte Aufsatztitel einer „Philosophy of PCM“ - wenn er nicht nur von Nachrichtentechnikern und Mathematikern, sondern medienwissenschaftlich in der philosophischen Fakultät gelesen wird - wörtlich genommen zu werden: als Anspruch und Option, medienepistemologische Funken daraus zu schlagen.

Hagemeyers diskursive Aufarbeitung („Sekundärliteratur“) zu lesen ist im Geschäft der Medienwissenschaft das Eine; der Fortschritt *ad fontes* (quasi medienarchäologischer „Quellcode“) das Andere. Das An“sprechende“ (noch einmal: *Techno/ógos*) an „technical reports“ wie denen von Reeves ist es, daß sie wirklich Archäographien darstellen, weil hier die Technik (respektive Technomathematik und operative Schaltplan-Diagrammatik) selbst (mit-)schreibt, und nicht - wie in der eher

342 Hagemeyer 1979: 262

343 Hagemeyer 1978: 264. Hagemeyer zitiert hier Shannon aus den Interview-Tonkassetten im Archiv des Autors.

344 Hagemeyer 1978: 264

345 Claude E. Shannon / John R. Pierce / B. M. Oliver, *The Philosophy of PCM* [*1948], in: N. Sloane / A. Wyner (Hg.), *Claude Elwood Shannon. Collected Papers*, Piscataway (IEEE) 1993, 151-159

346 Hagemeyer 1978: 264

diskursiven allgemeinen Medienwissenschaft und Technikgeschichte - schlicht „über“ diese Technologien geschrieben wird.³⁴⁷

Die tatsächlich zeitigende Abtastung: Der differentielle A / D - Wandler

Vollends tritt neben die zeitdiskrete Signalabtastung (Sampling) die zeitdiskrete Quantisierung selbst: "Der differentielle Wandler quantisiert nicht den momentanen Absolutwert des Signals, sondern" - wie auch aus der Bewegtbildkompression vertraut - "die Differenz zu dem vorherigen Abtastwert"³⁴⁸. Hier wird im Akt der Digitalisierung welthafter Signale mikrotechnisch operativ, was aus der Kybernetik der Anti-Aircraft Prediction vertraut ist: Im Sinne von Markov-Ketter bedarf die differentielle PCM der Kenntnis des voraussichtlichen, also als Futur II antizipierten Signalverlauf, gegenüber dem ZeitReal eines zufälligen Signals, "in dem aufeinander folgende Abtastwerte beliebige Werte annehmen können" (ebd.) - das harte Kriterium des "Analogen". Dieses Verfahren *rechnet* (buchstäblich) mit der Redundanz kultureller Kommunikation, wie sie optischen, aber auch Sprach- und Klangsignalen eignet, deren "Zeitverlauf mehr oder weniger einer Kurve folgt". In harmonischer Analyse lässt sich eine solche (Fourier-)Kurve prädiktiv kodieren, insofern "im Mittel die Differenz zweier aufeinander folgender Abtastwerte nicht sehr groß ist" (ebd.). Damit tritt eine Welt der Wahrscheinlichkeiten (die katholische Zeit des "Advent") an die Stelle des unabsehbar Realen. Die Deltamodulation kodiert lediglich noch den Vektor (größer / kleiner) der Änderung einer Signalamplitude - als generatives Gegenstück zur "Zeit", definiert als diskrete numerische Messung einer Veränderung.

Ein derart datenkomprimiertes Signal bedarf indes zur Demodulation eines "Rekonstruktions-Tiefpass", um in techno-mathematischer Integration der Werte "zum zeitkontinuierlichen Signal gewandelt" werden zu können (ebd.). Diese "Rück"wandlung aber resultiert in einer Vergangenheit, die so nie Gegenwart war. Oversampling gemäß dem Nyquist / Shannon Abtast-Theorem oder äquivalente Verfahren der "does not cause any loss of information" (5) - sofern lediglich eine "digitale", mathematische Theorie der Information in Anschlag kommt. Jede numerische "decimation" (ebd.) aber ist nichtsdestotrotz mit einem Opfer am physikalischen Signal erkaufte - nicht zuletzt an seiner Zeittreue. "[...] because the digital filter is an integral part of the Σ - Δ ADC, there is a built-in 'pipeline' delay (sometimes called 'latency') primarily determined by the number of taps in the digital filter (7). Die Medienökonomie der

347 Über den Wert und Applikationen solch archäographischer Schreibweisen siehe Stefan Höltgens Beitrag in: ders. / Moritz Hiller (Hg.), Archäographien, Berlin (Schibri) 2019

348 Görne 2008: 169

Signalübertragung zielt auf höhere Effizienz "by transmitting the *changes* (delta) in value between consecutive samples rather than the actual samples themselves"³⁴⁹, mithin: eine Re-Analogisierung der Kodierung. *Nota bene*: "There is nothing particularly difficult to understand about Σ - Δ ADCs, as long as you avoid the detailed mathematics"³⁵⁰. Radikale Medienarchäologie aber ist nicht schlicht eine Entschlackung komplexer Technologien zugunsten ihres prinzipiellen Verständnisses (ihrer *archai*), sondern ebenso ein Rückgang auf die mathematische *radix*.

Es handelt sich bei der Sigma-Delta-Konversion (Σ - Δ) um eine nicht schlicht technische, sondern techno-ontologische Alternative zum zeitdiskreten A / D - Wandler. "The Σ - Δ ADC can [...] be viewed as a synchronous voltage-to-frequency converter followed by a counter"³⁵¹; mit entscheidend ist hier nach wie vor die Zwischenschaltung einer "Sampling Clock". Doch zur Debatte steht hier eine Zeitbeobachtung zweiter Ordnung, und damit weist diese Technologie die "Zeit der Digitalisierung" selbst an ihre Zeit-Grenzen: "Obviously, this method [...] will only work for dc or very slowly changing input signals. In addition, 2^N clock cycles must be counted in order to achieve N-bit effective resolution, thereby severely limiting the effective sampling rate" (7). Damit ruft gerade die Epoche der Digitalisierung genau jenes Zeitalter der Uhren wieder auf, das laut Norbert Wiener und Max Bense doch von der Episteme der Thermodynamik aus den Angeln gehoben worden war: "Alte Träume der Mechaniker wurden auf diese Weise vom Thermodynamiker zerstört: die Träume von der wenig gehenden Uhr [...]"³⁵², zugunsten des unerbittlichen Zeitpfeils der Entropie, der elektromagnetischen Felder, und mithin der Information. Das "Digitale" ereignet sich mithin als Rekursion, welche die Alternative zwischen mechanischer Zeitreversibilität und entropischer Irreversibilität geradezu "aufhebt". Keine schlichte Wissen(schaft)sgeschichte, sondern "[e]ine Archäologie der technischen Welt ist zum Verständnis nötig"³⁵³.

Digitalisierung von Bildern: eine Welt der Zwischenspeicher

Im Sample-and-Hold-Modul wird es konkret: Die Technik der Digitalisierung bedeutet nicht allein die Überführung welthaltiger Analogsignale in logische (binäre) Zustände in Silizium-Halbleitern, sondern auch deren "Aufhebung" im Zwischenspeicher. Nicht erst die nachgeordnete digitale Informationsverarbeitung und -übertragung,

349 Walt Kester, ADC Architectures III: Sigma-Delta ADC Basics [MT-022 Tutorial], Analog Devices, 2009, 1

350 Kester 2009: 4

351 Kester 2009: 7

352 Max Bense, Technische Existenz [1949], in: ders., Ausgewählte Schriften Bd. 3, Weimar (Metzler) 1998, 122-146 (135)

353 Bense 1998: 136

sondern bereits die Erfassung von Information im Akt der Digitalisierung hängt vom Momentum einer gepufferten Gegenwart ab, als buchstäblich "aufge(sc)hobene" Zeit.

Mit der Digitalisierung analoger Signale kommen (gegenüber der klassischen Einteilung in *live*-Sendemedien wie Radio und Fernsehen einerseits und Speichermedien wie Schallplatte, Tonband und Videorekorder) Zwischenspeicher als Datenpuffer ins Spiel – eine immer schon verzögerte „Jetzt-Zeit“ (Heidegger), die unter dem perfiden Namen „Echtzeit“ nichts anderes besagt, als daß der Computer Signalfolgen so *rechtzeitig* berechnet, daß träge Menschensinne (haptisch, auditiv, visuell) es noch als Gegenwart empfinden.

Ferner läßt sich eine wesentliche Verbesserung der Qualität des analogen Fernsehbildes durch algorithmische Verarbeitung des für diesen Zweck digitalisierten Videosignals erzielen. „Für diese Verarbeitung braucht man einen Speicher, der mindesten ein ganzes Raster aufnehmen kann. Dann läßt sich die Rasterfrequenz von 50 Hz auf 100 Hz steigern und so das Flächenflimmern beseitigen.“³⁵⁴

Im CCD-Chip digitaler Kameras wird diese Operation konkret. Das Charge Coupled Device „ist eine spezielle Halbleiterstruktur, die aus einer zweidimensionalen Anordnung von Bildelementen – den Pixeln – besteht und die in der Lage ist, Licht in elektrische Ladungen umzuwandeln und diese bis zum sogenannten Auslesevorgang zu akkumulieren und zu speichern. Ähnlich wie bei der Fotoplatte entsteht während der Belichtung in der Detektorfläche ein latentes Ladungsbild, das ohne Umwege auf elektronischem Weg leicht in eine digitale, d. h. Computerlesbare Form gebracht werden kann“³⁵⁵ – zugleich eine funktionsorientierte Definition des „Digitalen“. „Der aufwendige Entwicklungsvorgang wie bei einer Fotoplatte entfällt damit völlig und das [...] Objekt erscheint sofort nach Beendigung der Belichtung auf dem Computermonitor“ (Scholz ebd.). Zeit wird nicht mehr als Entwicklung im Sinne der Bergsonschen Dauer erfahrbar, sondern entphänomenologisiert. Das Bildelement („Pixel“) ist dabei selbst schon eine Abstraktion; konkret wird es im CCD-Sensor „durch drei MOS-Strukturen („metal oxide semiconductor“), die wie ein Kondensator Ladungen sammeln können, repräsentiert“ (Scholz ebd.).

Die Räderuhr und die Diskretisierung der Zeit

354 x y, "Ein erster Schritt auf dem Wege zum Hifi-Fernsehen", in: Funk-Technik 39 (1984), Heft 1, 15

355 M. Scholz, Kleines Lehrbuch der Astronomie und Astrophysik, Band 2: Teleskope, Detektoren, Methoden, E-Book-Ausgabe 2009, 28

Das humane Zeitempfinden „konnte erst nach und mit unserem Gegenwartsgedächtnis entstehen“³⁵⁶. Doch dieses ist erst die Möglichkeitsbedingung; es muß in einem buchstäblich ent-scheidenden (zeit-kritischen) Akt „digitalisiert“ werden, um als Zeit faßbar zu sein. Menschen registrieren Bewegung und Veränderung von Zuständen als Zeit nur durch Zählung, durch kardinale Sukzession, von der ordinal die historische Datierung abgeleitet wird. Im Falle der getakteten Räderuhr wird dieses Verhältnis konstruktivistisch umgekehrt: die mechanische Uhrbewegung wird zum Zeitmesser. Eher „er-“ denn „ge-“ messen wird die so genannte Zeit durch Abgleich einer Bewegung mit periodischen Abläufen, etwa den Pendelschwingungen einer Uhr. Bewegung wird zunächst schlicht über Bewegung integriert – der Zeitbegriff „analoger“ Astrolabien und Sonnenuhren. Doch der Schatten des Zeigers (Gnomon) – laut Serres ein paradigmatisches Zeug der altgriechisch-geometrischen Naturannäherung – wird erst über diskrete Skalierung als Zeit ab/esbar (die Symbole am Mechanismus von Antikythera), durch Abzählung, also Verzifferung, zur „Zeit“ digitalisiert.

Mit dem Alphabet wurde die Diskretisierung von stetiger Bewegung kulturtechnisch eintrainiert; indes ist es als solches zeitunkritisch. Erst mit der getakteten Uhr wird die Kultur des Digitalen im Vor-Sinn des Computers operativ.

Die vertraute sexagesimale Einteilung der Uhrzeit folgt einer naturgegebenen, astronomischen Maßgabe und verlangt dementsprechend eine Verschiebung nach geographischen Längen gleich den „Tiden“, den Gezeiten der Meere. Indes ist jede andere Art von „Zeit“ als diskrete Einteilung von Bewegung denkbar und möglich, etwa das Internetzeitmodell „.beat“, ein auf 1000 hinlaufendes, technologisch willkürliches Zeitmodell, das sich radikal vom Naturvorbild löst. Sein Vorteil liegt in einer weltweit vereinheitlichten Zeit.

Die Wendung deutete sich an, seitdem mit der getakteten Uhr TempoRealität nicht länger repräsentiert, sondern synthetisiert wird. Protagonistin ist die antike Sonnenuhr, die analog mit Schatten voranschreitet, aber dann *qua* analog / digital-Umwandlung (die Anlegung einer Skala) "diskret" Zeit abzählbar macht (oder, im Sinne der aristotelischen Definition, überhaupt erst als numerische Messung zur "Zeit" macht).

Hier kommt "Digitalisierung" wieder auf ihren etymologischen Begriff, denn buchstäblich „digital“, also mit Fingern und Zeigern, haben recht eigentlich schon die Römer und das Mittelalter gerechnet.³⁵⁷

356 Völz 2019: "Vorwort"

357 Dazu Horst Wenzel, Von der Gotteshand zum Datenhandschuh: zur Medialität des Begreifens, in: Sybille Krämer / Horst Bredekamp (eds.), Bild - Schrift - Zahl, Munich (Fink) 2003, 25-56

Sylvester 2005 wurde kurz vor Jahresende noch eine sogenannte „logische Schaltsekunde“ eingefügt, welche die – winzige – Differenz zwischen der astronomischen Zeit und der hochpräzisen Zeit der Uhrmacher egalisiert (welche die exaktere ist). Eine neue Epoche (jenseits chronologischer Kulturtechniken) beginnt, wenn sich die medientechnisch selbstreferentialisierte Zeit als *time base* vollständig von der Gleichrichtung nach dem Sternenlauf löst.

Der „existenzial-zeitliche[r] Sinn“ des Uhrgebrauch erweist sich Heidegger zufolge im „Gegenwärtigen des wandernden Zeigers. Das gegenwärtigende Verfolgen der Zeigerstellen zählt.“³⁵⁸ Die Digitalisierung der Zeit durch die getaktete Uhr manifestiert sich auf dem Uhrzeiger des Ziffernblatts. Die Zeit wird hier zum mathematischen Objekt im Sinne der Ordinalzahlen, „die das Konzept der Position oder des Index eines Elementes in einer Folge auf Wohlordnungen über beliebigen Mengen verallgemeinern. Positionen in Folgen werden als natürliche Zahlen aufgefasst (sprachlich durch die Ordinalia erstes, zweites, drittes, ... Element ausgedrückt), welche die endlichen Ordinalzahlen bilden. Entscheidend bei dieser Verallgemeinerung ist, dass [...] jedes Element (mit Ausnahme eines eventuell vorhandenen letzten Elements) einen eindeutigen Nachfolger hat.“³⁵⁹ Aus der Folgezahl ist wiederum der Temporalbegriff des „Sekunde“ gebildet – ganz im Sinne der aristotelischen Zeitdefinition: „Das nämlich ist die Zeit, das Gezählte an der im Horizont des Früher und Später begegnenden Bewegung.“³⁶⁰

Heidegger ist indes unpräzise hinsichtlich des Unterschieds zwischen „analoger“ und „digitalisierter“ Zeit: „Die Zeit ist das »Gezählte«, das ist das im Gegenwärtigen des wandernden Zeigers (bzw. Schattens) Ausgesprochene [...].“³⁶¹ Erst die Hemmung aber erlaubt jenen Vorschein eines Stillstands, der die Zeit abzählbar macht: „Wir nennen die in solcher Weise im Uhrgebrauch »gesichtete« Weltzeit die Jetzt-Zeit.“³⁶²

Diese Jetzt-Zeit aber ist eine diskrete Abstraktion. Innertechnisch ist sie im Uhrwerk ein Extrem der analogen Schwingung und entspricht jener „time of non-reality“, die Norbert Wiener als die Unzeit des Digitalen definierte.

358 Heidegger 1927 / 1967: 421

359 <https://de.wikipedia.org/wiki/Ordinalzahl>, Abruf 20. August 2020

360 So übersetzt von Martin Heidegger, Sein und Zeit [1927], 11. Aufl. Tübingen (Max Niemeyer) 1967, 422, unter Bezug auf Aristoteles, Physik, A 11, 219b 1 sq.

361 Heidegger 1927 / 1967: 422

362 Heidegger 1927 / 1967: 422

Hegel definiert die Zeit *en passant* als „Abstraktion des Verzehrens“³⁶³; dies korrespondiert mit seiner Definition des Tons das dem, was im Entstehen schon vergeht. Im finalen Sechsten Kapitel „Zeitlichkeit und Innerzeitigkeit als Ursprung des vulgären Zeitbegriffes“ von *Sein und Zeit*³⁶⁴ kritisiert Heidegger 1927 den „vulgären“ chronotechnischen Zeitbegriff, der die Zeit durch Verdinglichen als eine unendliche Abfolge von Jetztpunkten taktet. Positiv gewendet, fällt eine technische Verdinglichung wie die Uhr, oder der diskret rechnende Computer, aus der „Zeitlichkeit“ der philosophischen Semantik. Im Unterschied zu Heidegger aber schaut Medienarchäologie nicht auf die diskreten kardinalen Zähl-Stellungen des Uhrzeigers, sondern analysiert den immanenten Mechanismus, der dieses Zeit-Ge-Stell generiert: den Mechanismus der Hemmung.

Dem medienwissenschaftlichen Theorem des technischen Apriori gegenüber ist Heidegger zufolge ist das Uhrwerk nicht die Bedingung, sondern bereits eine Verdinglichung des vulgären Zeitbegriffs. „Gemäß der Fundierung der Uhr und der Zeitrechnung in der Zeitlichkeit des Daseins, die dieses Seiende als geschichtliches konstituiert, läßt sich zeigen, inwiefern der Uhrgebrauch ontologisch selbst geschichtlich ist und jede Uhr als solche eine »Geschichte hat«.“³⁶⁵

Medienarchäologie widersteht demgegenüber der Versuchung, die Uhrzeit schlicht aus der umfassenderen Zeit von Kultur- und Technik*geschichte* abzuleiten; sie konzentriert sich auf die entscheidenden kulturtechnischen und abrupten technologischen Momente selbst, als Wesensfolge des *Technológos* - „und nicht umgekehrt“³⁶⁶.

Lewis Mumford lokalisiert die entscheidenden Faktoren der neuzeitlichen Mechanisierung der Gesellschaft im technischen Apriori der getakteten Uhr: „The clock, not the steam-engine, is the key-machne of the modern industrial age“³⁶⁷ - wenngleich erst die Thermodynamik den physikalischen, non-digitalen Zeitbegriff rechtfertigte. Diesem ZeitReal gegenüber steht ihre Symbolisierung: „[a] dial and a hand [...] translated the movement of time into a movement through space, at all events struck the hours“ (ebd.). Der Maschinenzeit ist die Zeitmaschine vorlagert: „In its relationship to determinable quantities of energy, to standardization, to automatic action, and finally to its own special

363 Zitiert nach Heidegger 1927 / 1967: 431

364 Heidegger 1927 / 1967: 404-437, bes. §§ 80 f.

365 Heidegger 1927 / 1967: 417

366 Friedrich Kittler, *Phänomenologie versus Medienwissenschaft*, <http://hydra.humanities.uci.edu/kittler/istambul.html>, Abruf 22. Januar 2018

367 Lewis Mumford, *Technics and Civilization* [1934], New York / Burlingame (Harcourt, Brace & World) 1963, 14

product, accurate timing, the clock has been the foremost machine in modern technics“ (15). - also Diskretisierung - „

Doch die Genese dieses automatisierten Zeitbegriffs ist ihrerseits unzeitlicher Natur; McLuhan erkennt – noch vor der Druckerpresse – in der altgriechischen Alphabetisierung den Urgrund (die *arché*) des diskreten Uhrzeitbegriffs, ihr „Archimedium“. „[...] Mumford berücksichtigt das Alphabet nicht als die Technik, welche die visuelle und einheitliche Zerlegung der Zeit möglich gemacht hatte“, während „in der Raum-Zeit-Welt der Technik der Elektrizität die ältere mechanische Zeit allmählich untragbar“ werde.³⁶⁸ Zwar digitalisierte das Vokalalphabet die gesprochene Sprache und wurde damit zum Modell wissenschaftlicher Analyse, aber das Alphabet ist seinerseits zeitunkritisch (wenn nicht in der Prosodie). Erst die mechanische Taktung verzeitlicht es zur Uhr-Zeit. Der Automatismus ist der Zeit vorgelagert und damit das begründende *vor* der Zeit.

Scheinbar stellt die aktuelle „Digitalisierung“ in ihrer Computerform den Zeitbegriff buchstäblich infrage. Die getaktete Uhr als Zeit-Maschine aber geht dieser Digitalisierung durch *sampling* selbst voraus. „The clock [...] is a piece of power-machinery whose ‚product‘ is seconds and minutes: by its essential nature it dissociated time from human events and helped create the belief in an independent world of mathematically measurable sequences: the special world of science.“³⁶⁹ Und „[...] while mechanical time is strung out in a succession of mathematically isolated instants, organic time – what Bergson calls duration – is cumulative in its effects. Though mechanical time can [...] be speeded up or run backward, like the hands of a clock or the images of a moving picture, organic time moves in only one direction [...].“³⁷⁰

Verunzeitlichung? "Analoges" Sampling

Bereits die klassische Fourieranalyse sowie die Autokorrelationsanalyse rekonstruieren ein Signal vollständig über Koeffizienten, also durch zum rechnerischen Ausdruck als Faktor hinzugefügte Beizahlen. Doch wird Völz' Verfahren eines „analogen“ Samplings dem stochastischen Charakter aller Signale (kalkuliert als Markov-Ketten) gerecht? Dies erinnert an die divergierende mathematische Philosophie von Norbert Wiener und Claude Shannon (Harmonische Analyse vs. Stochastik).³⁷¹

368 Marshall McLuhan, Die magischen Kanäle. "Understanding Media", Düsseldorf / Wien (Econ) 1968, 160

369 Mumford 1934 / 1963: 15

370 Mumford 1934 / 1963: 16

371 Siehe Axel Roch / Bernhard Siegert, Maschinen, die Maschinen verfolgen. Über Claude E. Shannons und Norbert Wieners Flugabwehrsysteme, in: Sigrid Schade / Georg Christoph Tholen (Hg.),

Treten Koeffizienten an die Stelle der diskreten Samples, wird etwas eskamotiert, was (mit Turing) die Grundlagen der Berechenbarkeit ausmachte: die binäre Entscheidung. „Die Signale von Völz wären also besser komprimiert, und auch an der ‚Natur näher dran‘, allerdings gibt es dann keine Entscheidungen mehr in der Zeit.“³⁷² Die Unterbrechung der Zeit (als Zeitaufhebung und radikales zeitkritisches Momentum zugleich) gehört zum Wesen des Digitalen (*hindrance*). Es ist jener (Um-)Schaltmoment mit seiner „time of non-reality“, den der Analogcomputer in seiner Spannungscontinuität so nicht kennt.

Mit dem aus dem Radarkontrollsystem des Whirlwind-Computers entsprungenen „Interrupt“ wurde aus dem Moment der *Verunzeitlichung* der rechnerinternen Taktung ein Apriori der externen Computerbespielung, und die medientechnische Möglichkeitsbedingung sogenannter „Interaktivität“.

DAS BISTABILE KIPPELEMENT

Die technisch wie neuronal konkrete dynamis des "Bit"

In einer medienepistemologischen Vertiefung zur *Techno/ógos*-Hypothese stellt sich die Frage nach dem Wesen der "bits". Die uralte kulturphilosophische, ebenso theologische Frage nach dem Verhältnis von Geist und Körper, Wort und Fleisch wird hier techno-logisch konkret und lässt sich damit abseits von metaphysischen oder religiösen Spekulationen konkret verhandeln und verifizieren. Ein "Bit" als Stromspannung oder magnetische Ladung ist ebenso Physikalisch konkret wie jedes andere "analoge" Signal. Kodierung meint hier eine elektrotechnische Schaltung oder Modulation zugunsten binärer Lesbarkeit - wie sie aber erst als kognitive Repräsentation zustande kommt, die sich ihrerseits in neuronalen Netzen verliert. Das Bit, als kleinste Maßeinheit von "Information", gibt es nicht als Elementareinheit, sondern *macht* buchstäblich einen "eigentümlichen Unterschied" (die *differentia specifica*).

"[E]igentlich gibt es [...] nichts gänzlich Digitales an einem digitalen Computer"³⁷³. Das "bit" ist eine Messeinheit, die einer technischen (zeit-

Konfigurationen. Zwischen Kunst und Medien, München (Fink) 2003, 219-230

³⁷² Elektronische Kommunikation Axel Roch, 14. April 2012

³⁷³ Bruno Latour / Adam Love, Das Wandern der Aura? oder wie man das Original durch seine Faksimiles erforscht, in: Tristan Tielmann / Eduardo Camacho-Hübner (Hg.), Akteur-Medien-Theorie, Bielefeld (transcript) 2013, 511-530 (529), unter Bezug auf: Brian Cantwell Smith, Digital Abstraction and Concrete Reality, in: Impressiones, Calcografía Nacional, Madrid 2003

und wertdiskreten) Signalerfassung willkürlich einen binären Code - und damit Abzählbarkeit - unterstellt respektive zuordnet. Gegenüber dem tatsächlichen überabzählbar stetigen mikroelektronischen (oder gar quantenmechanischen) Vorgang erlaubt diese Messung, hinreichend zugunsten einer Abzählbarkeit zu abstrahieren. Doch schon der Begriff der "Analogen" ist ein Retroeffekt des Digitalen, wenn er seine Signalwelten als "mit unendlich vielen möglichen Zwischenstufen und Formen" definiert wird - denn dies ist bereits die Sprache der Diskreten Mathematik.³⁷⁴ Kodiert wird das physikalische Medium nicht schon durch seine materielle oder energetische In-Formation, sondern erst durch deren "abstrakte" Erkennung, welche eine Operation namens Mathematik erst ermöglicht. "Im Digitalen kann jeder mögliche physikalische Zustand als Kodierung verwendet werden" (Joannidis a. a. O.) - vom elektromagnetischen Relais bis hin zum hochintegrierten Schaltkreis "egal wie es physikalisch modelliert wird" (ebd.). Der *Technológos* der Digitalisierung ist nicht auf rein formale Logik abstrahier- und reduzierbar, sondern erst in der Verarbeitung als "Geste" der Digitalisierung (frei nach Vilém Flusser) wird die idealisierende Modellierung von der Materialität gestellt und geerdet, also verweltlicht. "[I]n der Verarbeitungslogik interessiert uns nur noch der Umstand, dass es sich um eine 0 oder eine 1 handelt" (Jannidis ebd.). Doch wer - oder was - ist "uns"? Die Maschine interessiert sich durchaus für die konkrete Implementierung.

Medienarchäologie versteht die binäre "Verarbeitungslogik" zunächst einmal technisch konkret, bis hinunter auf die Ebene, wo so genannte "Bits" sich als Stromspannungen tatsächlich ereignen. Dies als technische Szene zu begreifen bedeutet, den Vorgang für einen Moment enthoben von sozialen, ökonomischen, historischen Kontexten zu beschreiben, in welche er im erweiterten Sinne eingebettet ist. Der Fikus liegt vielmehr auf jenem Niveau, wo sich das Eigenleben technischer Ereignisse in ihrem *Technológos* entfalten.

Die mathematischen Ideen der platonischen Welt existieren keineswegs virtuell, sondern im Sinne der aristotelischen *dynamis* (ein Begriff aus seiner *Metaphysik*) als Möglichkeitsraum der Materie selbst. Aus neurobiologischer Perspektive meint dies eine zur kognitiven Abstraktion verdichtete Mustererkennung, wie sie nun Künstlichen Neuronalen Netzen mühselig antrainiert wird. Mit Kunihiko Fukushimas Neocognitron überschritt in den 1980er Jahren "das rechnende Sehen neuronaler Netze eine der letzten symbolischen Verteidigungslinien zum *know-how* alphabetisierter Menschen: ein Computermodell beginnt, verzerrte Handschriften nahezu fehlerfrei zu lesen."³⁷⁵ Und so "liest" auch der

374 Fotis Jannidis, Eintrag "Analog, digital und das Bit", in: ders. / Hubertus Kohle / Malte Rehbein (Hg.), *Digital Humanities. Eine Einführung*, Stuttgart (Metzler) 2017, 59 (in Anlehnung an Jens Schröter)

Computer diverse materiell verkörperte differentielle Schaltzustände diesseits ihrer konkreten Idiosynkrasien als "Null" und "Eins".

Das technomathematische Kernereignis der "Digitalisierung": der bistabile Kippspeicher

Die technisch konkrete Szene digitaler Signalverarbeitung kennt nicht den *lógos*, sondern allein *tyché*. Bistabilen Kippstufen eignet nämlich eine bemerkenswerte Eigenschaft: ihre Affinität zum Zufall. „Sie besitzen keine definierte Anfangsstellung. [...] Wird an die Kippstufe Spannung angelegt, erhalten zunächst beide Transistoren eine positive Basisspannung“ - der *bias*. „Bedingt durch Bauteilestreuung schaltet aber ein Transistor etwas schneller als der zweite, wodurch der schneller schaltende Transistor dem zweiten die Basisspannung entzieht und damit die Schaltung in einen stabilen Zustand kippt. Es läßt sich jedoch nicht voraussagen, welcher Transistor der schnellere sein wird“³⁷⁶; gelöst wird das Problem für Computerspeicher (zur Erzielung des Leer-Zustands des Speichers beim Einschalten, also Aus-Zustand der Kippstufen) durch Zufügung von Kondensatoren, die ihrerseits eine Form von (Zwischen-)Speicher darstellt. Kondensatoren dienen hier beim Einschalten als kurze Zeitverzögerung.

Ein Computer in der sequentiellen von Neumann-Architektur bedarf eines Speichers für die im jeweiligen Moment der Prozessierung benötigten Daten, gegründet auf die Möglichkeit der Speicherung eines Null- oder Eins-Signals (1 Bit). Auf Papier ist das Rechnen mit Zwischenwerten nicht zeitkritisch, doch im elektronischen, speicherprogrammierbaren Computer bedarf es Zwecks Optimierung der Abläufe einer strikten Synchronisation. Deren Ermöglichung beruht auf dem Prinzip Uhrtakt, im Speziellen auf dem Prinzip von Hemmung respektive Unruhe zur Quantelung kontinuierlicher Prozesse in gleichwertige Teile, also ein zeitdiskretes Verfahren zur Erzeugung periodischer Schwingungen (ob rund, ob eckig). Jules Lissajous weist 1857 experimentell nach „[...] that a tuning fork can be sustained in vibration indefinitely by electrical means, using an electromagnet and an interrupter [similar to a clock escapement] supported by one of the prongs. The idea of using an interrupter to sustain vibration [...] had been invented by C. G. Page and described by him as early as April 1837, to obtain a regularly interrupted

375 Aus dem *abstract* zum Vortrag von Sebastian Kawanami-Breu, How To Do Things With Neurons: Kunihiro Fukushima, das Neocognitron und die Transduktion der Biokybernetik in Japan, im Rahmen des Kolloquiums *Medien, die wir meinen*, Medientheater, Humboldt-Universität zu Berlin, 13. Juli 2022

376 Anleitungsbuch zum Busch-Experimentier-System 4000 bis 7000, Viernheim 1988, 54

electric current“³⁷⁷ - worauf dann auch Hermann von Helmholtz' Elektromechanik zur Messung kleinster Zeitmomente bauen wird. Im Digitalen spitzt die Taktung Signale auf den Impuls zu.

Das Bit stellt die kleinste elektronische Speichereinheit im Sinne von Information dar. Im Versuchsaufbau mit zwei Invertern und zwei Leuchtdioden zur Anzeige des Speicherzustands leuchtet bei abwechselnder Anlegung eines Impulses an die jeweiligen Eingänge der Inverter leuchtet jeweils nur eine LED; „beide LEDs können nicht gleichzeitig leuchten“³⁷⁸ - die Exklusivität des Digitalen. „Das auf den Eingang des jeweiligen anderen Gatters zurückgeführten Ausgangssignal sorgt für einen stabilen Zustand, der ‚gespeichert‘ erhalten werden kann“ (ebd.); Speicherung ist hier äquivalent zum Begriff des Zustands. Ein Zustand ist also keine schlichte, sondern bereits eine wissende, informierte Existenz; jeder und jedes Moment dieses diskreten Seins ist damit die Funktion eines Speicher-Wissens.

Eine aus zwei Invertern aufgebaute 1-Bit-Speicherzelle wird durch Mikro-Ereignisse, nämlich kurze „hight“-Impulse, umgeschaltet (und bleibt dann im jeweiligen Zustand stabil). „Kurze Impulse werden gespeichert.“³⁷⁹ Um eine solche Speicherzelle jedoch auch durch andere digitale Gatter ansteuern zu können, werden Speicherzellen mit NOR- oder NAND-Gattern aufgebaut, resultierend im RS-Flip-Flop (darin S für einen „set“-Eingang, R für einen „reset“-Eingang). Das RS-Flip-Flop bildet eine bistabile Kippstufe (zu zwei stabilen Zuständen fähig). „Es stellt im Prinzip eine ‚Speicherzelle‘ dar“³⁸⁰, im Unterschied zur astabilen Kippstufe: Gekoppelt an einen Kondensator und einen Widerstand (also im „Schwingkreis“) wird dieser zu einem Frequenzerzeuger (Oszillator) und damit wahrnehmbar im tonalen Bereich (während der diskrete Bit-Speicher nur durch ein Knacken identifizierbar ist).

In der elektronischen Speicherung diskreter Information durch Vakuumröhren geht es um die kurzfristige Aktualität von Zuständen, auslösbar durch minimalste Impulse, nicht um gleichsam wie Kathedralen in Stein gehauenes emphatisches, inskripturales Gedächtnis - also weniger Inschrift denn elektromagnetisch fluide Handschrift. Insofern ist die Semantik des *remembering*, kulturwissenschaftlich statt medienarchäologisch gelesen, eine Verfehlung - es sei denn,

377 W. A. Marrison, The Evolution of the Quartz Crystal Clock, in: Bell System Technical Journal, Vol. 27 (1948), 524. Dazu Robert Dennhardt, Die Flipflop-Legende und das Digitale, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2009, Kapitel 1 "Von elektromagnetischer zu elektronischer Synchronisation", 37-84

378 Anleitungsbuch zum Busch-Experimentiersystem 2188 *Computer-Technik*, Viernheim 1988: 22

379 Anleitungsbuch Busch-Experimentiersystem 2188 *Computer-Technik* 1988: 35

380 Anleitungsbuch 1988: 37

medienarchäologische Einsicht (*theoría*) verhilft kulturell vertrauten Begriffen zu einer neuen (Be-)Deutung: "The first general type of circuit needed in electronic computing is one capable of remembering. Both digital and programmatic information must be stored: the machine must be able to remember both the numbers that are operated on and the instructions for performing the operations. [... It] consists of an Eccles-Jordan trigger circuit *or* flip-flop; information can be both registered in it and read out of it *electronically*, and hence at high speed. This form of memory [...] requires two triodes per *binary digit*."³⁸¹

Es war Dennis Gábor, der dafür den überzeugendsten Begriff fand: ein „Zeitkipper“.³⁸² Entscheidend ist hier nicht die Möglichkeit der Speicherung eines binären Zustands (das leisten Konrad Zuses Relais oder gar Blechplatten im Z1 und Z3 auch), sondern die Geschwindigkeit (Burks: „at high speed“), mit der sie umgeschaltet, ein- und ausgelesen werden können – also koppelbar an die Geschwindigkeit der Elektrizität selbst (und damit eher auf Seiten der Gesetze des Elektromagnetismus und seiner Verschiebungsströme, nach Maxwell).

Ein bistabiler Speicher speichert (in Latenz) jeweils nur ein *bit*; für ganze Worte bedarf es ganzer FlipFlop-Batterien oder, alternativ, dynamischer Zwischenspeicher. Zunächst erlaubt die von Erich Friedländer gefundene und neologistisch so getaufte Kallirotron-Schaltung (ein bistabiler Speicher) den buchstäblich „schönen Fluß“ von Elektronen – ein optimaler Name für die Elektronenröhre selbst.

Eine bistabile Schaltung als Fluß aber verschränkt Welle und Takt. Turner schreibt darüber in seinem Aufsatz in *Radio Review* Jahr 1920: „In its theory, the trigger relay is a particular case of unstabilized Kallirotron“; die bistabile Kippschaltung wird rückwirkend zum intrinsischen Spezialfall der Eccles-Jordan-Schaltung. Die Definition der „Triode“ verdankt sich William Henry Eccles 1919. Das Trigger-Relay (also Relais), eine Schaltung aus zwei de Forest-Trioden, definiert Eccles als ein „one-stroke relay, when operated by a small triggering electrical impulse [...] and then remains in the new condition until reset.“³⁸³

381 Arthur Burks, Electronic Computing Circuits of the ENIAC, in: Proceedings of the I.R.E. (Institute of Radio Engineers), August 1947, 756-767 (757)

382 Dazu Robert Dennhardt, Die Flipflop-Legende und das Digitale. Eine Vorgeschichte des Digitalcomputers vom Unterbrecherkontakt zur Röhrenelektronik 1837-1945, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2009

383 William Henry Eccles / F. W. Jordan, A Trigger Relay Utilising Three-Electrode Thermionic Vacuum Tubes, in: The Electrician 83 (1919), 298; erscheint im gleichen Jahr auch in: The Radio Review 1 (1919) No. 3, 143-146

Das RS-Flipflop („reset“) wurde später als *one-bit store* eingesetzt: im Colossus Mark 1, danach im ENIAC. Im „Colossus“ von Bletchley Park wurde die Voreinstellungen für das *data tape* von intern gespeicherten Komponentenmustern generiert; „These components were stored in ring registers made of thyrotrons and could be set manually by plug-in pins“³⁸⁴; kommentiert Siegert 2003: Wynn-Williams schaltet Kondensatoren in den Anodenkreis einer jeden Röhre, die den Anodenkreis der jeweils vorhergehenden Röhre unterbrechen; und als Spezialfall jener minimale Ring aus nur zwei Thyratrons: „ohne daß Wynn-Williams das bemerkt zu haben scheint, nichts anderes als ein FlipFlop.“³⁸⁵

Ein Unterbrecherkontakt „entspricht der Funktion nach einer gewöhnlichen Türklingel“.³⁸⁶ Zunächst fungieren hier stabilisierende Rückwiderstände, später dann, für den bistabilen Multivibrator (statt Kippschalter), anstelle fester Vorwiderstände zwei Kondensatoren – daher das astabile Kippen. Die monostabile Kippschaltung kippt nach einer definierten Zeit (also abhängig nach Wahl der Kondensatoren) zurück in den Ausgangszustand, muß also nicht manuell zurückgesetzt werden; damit ist sie einsetzbar als Zähler (numerisch / mathematisch).

Der elektronische Speicher stellt einen bestimmten Systemzustand für eine bestimmte (Zwischen-)Zeit fest – das *bit*. Die Röhren „schalten“ (in kreuzweiser Rückschaltung) bei einem Vorzeichenwechsel der Eingangsspannung, müssen dann aber manuell zurückgeschaltet („gesetzt“) werden.

George R. Stibitz unterscheidet in einem Typoskript (Memorandum) vom 23. April 1942 über „Digital Computation for A. A. Directors“ im Rahmen einer Konferenz über elektronische Feuerleitkontrolle in der Flugabwehr den „analogen“ vom Digitalcomputer im Unterschied zum „pulse“ Computer: „Computing mechanisms have been classified as `analog´ or as `pulse´ computers. The latter term seems to me less descriptive than the term ‚digital‘.“³⁸⁷ Der Digitalcomputer ist ein Pulscomputer, und hierin liegt seine ganze prosodische „Algorithymik“ (Miyazaki).

[„Classified“ meint eine bibliothekarische Wissensordnung nach Begriffen; zugleich aber ist diese Aussage selbst, das überlieferte Dokument von Stibitz nämlich, lange Zeit ein „confidential“ gestempelter Report des Department of Defence der USA, und war insofern mit der Macht des Archivs dem öffentlichen Wissen solange entzogen, bis es (wie

384 D. Michie, *The Bletchley Machines*, in: *the Origins of Digital Computers. Selected Papers*, hg. v. Brian Randell, Berlin / Heidelberg / New York 1973, 328, zitiert hier nach Siegert 2003: 414

385 Siegert 2003: 410

386 Dennhardt 2009, Glossar, 184

387 Hier zitiert nach dem Faksimile des Dokuments in: Dennhardt 2009: 157

es in der archivarischen Fachsprache amerikanisch heißt) „de-classified“ wurde, ablesbar an dem doppelten Strich durch den Stempel CLASSIFIED.]

Folgt Stibitz' Definition des Analogcomputers: „All directors in use now are of the former type; that is the value of each variable in the computation is represented in the mechanism by the magnitude of a physical quantity such as length, voltage, speed etc. It has been suggested from time to time that digital calculation, such as that performed by adding and calculating machines might be used in the A. A. Director, with advantage“ (ebd.).]

Der ingenieurstechnische Begriff „analog“ bezeichnet eine Form von Signalwandlung; „digital“ hingegen deren Abstraktion zu Daten- und Informationsverarbeitung als mathematisches Maß im Sinne Shannons. „Digital computers introduce a consideration not found in kinematic analog computers, namely the ordering of computation steps in time“; Stibitz meint damit den „number train“ von Nullen und Einsen. „Digital computation is dynamic in character“ (Stibitz 1942) – *dynamic* hier im Sinne von universaler Funktionalität.

Exkurs zum Analogcomputer:

Das eigentliche epistemische Wunder am Analogrechner gegenüber dem numerischen "number cruncher" Digitalcomputer ist die Tatsache, dass Mathematik hier mit Mitteln der Physik selbst betrieben wird - sei es der Rotationswinkel einer kreisenden Scheibe, Strecken eines Rechenschiebers (in dem das Differential zur mechanischen *différence* wird) oder elektische Spannungen. An die Stelle von Zahl rücken hier physikalische Größen, die hinsichtlich eines gemeinsamen Nenners - nämlich der mathematischen Analyse eines physikalischen (Bewegungs-)Vorgangs - zumeist in Form von Differentialrechnung - "analog" ist. Die Grundannahme ist ein verblüffender Umkehrschluss: "Die Tatsache, dass es für physikalische Vorgänge eine gesicherte mathematische Beschreibung gibt, erlaubt es umgekehrt auch mathematische Zusammenhänge durch physikalische Vorgänge nachzubilden."³⁸⁸ Tatsächlich wird gegenüber einem physikalischen Kontinuum hier nicht durch Diskretisierung "digital" abstrahiert, sondern die technische Form bleibt in ihrer Analogie zum zu modellierenden physikalischen Gegenstand signalgetreu.³⁸⁹ Von dem Moment an, als in Alteuropa ein physikalisches Verhältnis oder Vorgang in eine

388 Wolfgang Giloi /Rudolf Lauber, Analogrechnen. Programmierung, Arbeitsweise und Anwendung des elektronischen Analogrechners, Berlin / Göttingen / Heidelberg (Springer) 1963, 1

389 Siehe Bernd Ulmann, Analogrechner: Wunderwerke der Technik - Grundlagen, Geschichte und Anwendung, München (Oldenbourg) 2010, 7

mathematische Form(eln) transkribiert wurde, liessen sich deren einzelnen mathematischen Komponenten zum Zwecke der vier arithmetischen Grundrechenarten ihrerseits auch wieder in physikalische Dinge übersetzen, um die mathematische Analyse damit (elektro-)physikalisch zu synthetisieren. Grundannahme ist hier die - vom schriftlichen Alphabet epistemisch induzierte - Analysierbarkeit der Natur als solche (die Martin Heidegger dann wiederum als Sündenfall europäischer Naturwissenschaft hinterfragt). Diese Dinge heißen elektrotechnisch Integrierer, Summierer, Potentiometer, Multiplizierer und Funktionsgeneratoren. Was sich einmal als Differentialgleichung anschreiben lässt, kann somit auch in die Form einer Maschinengleichung gebracht werden - zunächst als Schaltbild, um dann als technisches Diagramm auch operativ zu werden. Der "(Un-)Zeit der Digitalisierung" tritt hier eine andere Rechenzeit gegenüber, insofern in elektronischen Analogrechnern die Zeit selbst (als Parameter t) als die stets unveränderliche Variabel (als x-Achse) fungiert. Was Edmund Husserl noch phänomenologisch als subjektive empfundenes "Zeitobjekt" definiert (etwa die Melodie), wird hier chrono-technisch.

Zur Debatte steht damit erneut der "Maschinen"begriff. Nur scheinbar stellt der Digitalrechner eine unveränderliche Hardware dar, der gegenüber der Analogcomputer je nach Rechenaufgabe immer neu konfiguriert ("gesteckt") wird. Denn im Sinne der Definition der Turingmaschine ("spezielle" TM gegenüber "universaler" UTM) ist der Digitalrechner gerade durch seine wechselnden Algorithmen (verkörpert als "Software") jeweils in einem neuen Maschinenzustand. Die von-Neumann-Architektur des Digitalcomputers "programmiert" nicht nur jeweils eine neue Maschine, sondern macht diese Programme ihrerseits in der Maschine selbst speicher- und damit rekursiv adressier- und abrufbar.

Der große Unterschied liegt nun in der Zeitlichkeit der mathematischen Operation. Während die Rechenelemente des Analogcomputers nahezu parallel arbeiten und damit die "Simulation" gegenwärtiger Prozesse in "Echtzeit" - und damit bei entsprechender Zwischenschaltung von Verzögerungs- oder Beschleunigungselementen auch Verlangsamung und Beschleunigung - erlauben (beide Begriffe entstammen, in Bezug auf Rechenmaschinen, der Welt der Analogrechner), rechnet der Digitalcomputer strikt sequentiell und ist - wie Arithmetik auf Rechenpapier - auf die Zwischenspeicherung von Zwischenwerten angewiesen.³⁹⁰ Eben daher definiert Turing für den Digitalcomputer: "treat time as discrete". Dieser binären Diskriminierung steht im Analogrechner die stetige Spannungskurve gegenüber, als Modell des zu analysierenden Prozesses selbst.

390 Siehe A. Kley, Analogrechner, in: Kybernetische Maschinen, hg. v. Helmar Frank, Frankfurt / M. (S. Fischer) 1984, 174-183 (182)

Mit dem Digitalcomputer wird eine operative Mathematik wirksam, die Hochzeit von *numerischer* Mathematik und Zeit im Vollzug einer elektrophysikalischen Hardware, und damit implementiert in die wirkliche Welt - also die tatsächliche (Rechen-)Zeit mit einbeziehend.

Die digitale Rechnung löst sich vom Weltmodell ab und abstrahiert die physikalischen Verhältnisse vielmehr in eine Kodierungsform, die im Kern den Algorithmus selbst darstellt. Programmierung verliert somit den indexikalischen Weltbezug und fügt sich vielmehr einem *Technológos* namens "Maschinensprache".

Zeichneten den Analogcomputer seine Optionen massiver Parallelität im Rechenprozeß aus, die allein durch die schiere Beschleunigung des Digitalrechners zugunsten seiner Zahlgenauigkeit wieder egalisiert wurde, kehrt der Analogcomputer - in geradezu technologischer Dialektik - wenn nicht als technische Form, aber als Prinzip (die *arché*) im Digitalcomputer selbst wieder ein, im Konzept des Continuous Computing, welches mit solchen "big data"-Mengen operiert, dass die Einzeldaten, obgleich aus mikroskopischer Sicht weiterhin strikt sequentiell verarbeitet, gleich einem Kontinuum behandelt werden können.³⁹¹ Und selbst die Energiebilanz - und damit die Verrechnung informatorischer Negentropie gegenüber physikalischer Entropie - sieht den Analog- gegenüber dem Digitalcomputer im Vorsprung.

Die materielle "Affordanz" des Digitalen: eine genuine Techno-Logik

Die binäre Zahlenrechnung war von Leibniz (inspiriert aus China) und Boole - als Mathematisierung der bisherigen philosophischen Aussagenlogik - rein kognitiv entwickelt worden. Claude Shannon entwickelt sie zur Masseinheit der Information weiter: "The choice of a logarithmic base corresponds to the choice of a unit for measuring information. If the base 2 is used the resulting units may be called binary digits, or more briefly bits, a word suggested by J. W. Tukey."³⁹² An dieser Stelle artikuliert sich genuine Techno-Logik, denn es ist die - im medienwissenschaftlichen Neudeutsch so formulierte - "Affordanz" (im Sinne eines technischen "Angebotscharakters" in den Science and Technology Studies) eines in der damaligen Kommunikationstechnik (Telephonie) selbstverständlichen Elements, das sich als Verkörperung dieser informatischen Logik aufrief: "A device with two stable positions,

391 Siehe Bruce MacLennan, Discrete vs. Continuous Computing. Taking Massive Parallelism Seriously, Webseite Research Gate [Eintrag 1995], 12

392 Claude Shannon, The Mathematical Theory of Communication, in: ders. / Warren Weaver, The Mathematical Theory of Communication, Urbana, Ill. (University of Illinois Press) 1963, 29-125 (32)

such as a relay of a flip-flop circuit, can store one bit of information" (Shannon ebd.).

[Die Distanz zwischen technischem Objekt und menschlichem Wissen wird hier - geradezu elektrotechnisch - überbrückt respektive aufgehoben: "An affordance cuts across the dichotomy of subjective-objective. [...] It is both physical and psychical, yet neither."³⁹³ - und damit eine Instanziierung des "extended mind"³⁹⁴.

Binäres Rechnen wird hier nicht allein mathematisch, sondern ebenso ingenieurstechnisch von der Materialität der buchstäblich zur *quasi*-logischen *Verfügung* stehenden Bauteile (elektromagnetisches Relais, elektronische Röhre) her verstanden.

„Der Eccles-Jordan-Trigger ist, was keine Röhrenschaltung vorher war, ein Gedächtnis. Es speichert das Inputsignal so lange, bis die Verbindung zwischen beiden Röhren unterbrochen wird oder der Heizstrom der Kathoden abgeschaltet wird.“³⁹⁵ Diese Schaltung wurde erfunden, um Spannungsimpulse zu zählen; „1-1 + 1-1“ begründet seithin die neue binäre Logik des Zählens (Siegert).

Arthur Burks greift auf den Eccles / Jordan-Trigger zurück, als er 1944 die Schaltkreise des Digitalrechners ENIAC entwirft. Der hauptsächliche Speicherschaltkreis ("remembering circuit") des ENIAC „consists of an Eccles-Jordan trigger circuit or flip-flop“³⁹⁶. Kommentiert Siegert: „Erst das nur von der Geschwindigkeit der Elektronen in seiner Schaltfrequenz limitierte Eccles-Jordan-Flipflop, das serielle Additionen in 32 msec möglich machte, schuf die Bedingung der Möglichkeit, von der parallelen Architektur des ENIAC abzugehen und für seinen Nachfolger, den EDVAC, eine strikt serielle Datenprozessierung vorzusehen.“³⁹⁷ Die schiere Geschwindigkeit von Rechnen auf Basis von Elektronenröhren erlaubte die Abkehr von der parallelen Datenverarbeitung: „[T]o gain speed was no longer needed and so it was decided to store numbers serially and process them serially. The guiding principle of EDVAC design was: One thing at a time, down to the last bit!“³⁹⁸ Auf der Macy-Konferenz aber

393 James J. Gibson, The theory of affordances, in: ders. (Hg.), The ecological approach to visual perception, Boston (Houghton Mifflin) 1979, 127-143 (127)

394 Siehe Andy Clark / David Chalmers, The Extended Mind, in: Analysis, Bd. 58, Heft 1 (1998), 7-19

395 Siegert 2003: 405

396 Zitiert hier nach Siegert 2003: 406, unter Bezug auf: Arthur W. Burks, Electronic Computing Circuits of the ENIAC, in: Proceedings of the I.R.E., August 1947, 757

397 Siegert 2003: 406

398 William Aspray / Arthur Burks, Computer Architecture and Logical Design, in: Papers of John von Neumann on Computing and Computer

erinnert Norbert Wiener an die zeitkritische „distinction between the digital and analogic. The distinction is not sharp [...] a certain time of non-reality [...]“³⁹⁹.

Onomatopoesie: „Flip-flop“

Ausgesprochen wie hingeschrieben vollzieht sich in der Bezeichnung „Flip-Flop“ tatsächlich das, was gemeint ist: die Umschaltung von einem in den anderen Zustand durch eine minimale Lautverschiebung zwischen zwei Vokalen i → o. Zwei Spannungswerte der Tonfrequenzen dienen hier der „binären“ Unterscheidung. Diese Akustik des Digitalen scheint in der Ur-Schrift von Eccles / Jordan 1919 auf: im Daumenschnipsen, das hinreicht, am empfindlichen Telephonhörer einen Umschaltimpuls im angeschlossenen Trigger-Relay-Kreis auszulösen: „Using a telephone transformer of the kind made for Army C Mk. III. Amplifier with 20 ohms resistance in the primary, and with the primary connected to a [...] telephone of 60 ohms resistance, the relay is operated with certainty by snapping the thumb and finger at a distance of five feet from the telephone.“⁴⁰⁰

Mißbrauch von Elektronik: Die Röhre in der Rolle der Relais (digital)

Das digitale Gedächtnis beginnt mit dem Relais. Dieses medienepistemische Ding wird durch eine entsprechende Schaltung in einen von zwei unterschiedlichen Zuständen versetzt, den es sich merkt und mithin speichert; ein solcher Kippschalter *ist* nicht nur in einem Speicherzustand, sondern *hat* ihn auch. Die technische Anordnung des elektromagnetischen Relais „artikuliert“ die Differenz von analog und digital; digital „zählt“ es, buchstäblich.

Das einmalige gegeneinander Ein- und Ausschalten von zwei Elektronenröhren (Trioden) in der Eccles / Jordan-Schaltung von 1919 inkubiert nicht historisch, sondern als „intrinsischer Nebeneffekt“ (Dennhardt) bereits das Kernmoment der Digitalcomputer, als äußerst empfindlicher Auslöseschalter, eben ein „Trigger Relay“. Buchstäblich entscheidend ist hier ein zeitkritisches Ereignis, nämlich ein Impuls –

Theory, hg. v. William Aspray / Arthur Burks, Cambridge, Mass. / London / Los Angeles / San Francisco 1987, 5 f, zitiert hier nach Siegert 2003: 406
399 Wiederabdruck in: Pias (Hg.), Cybernetics / Kybernetik.. The Macy-Conferences 1946-1953, Bd. 1: Transactions / Protokolle, hg. v. Claus Pias, Zurich / Berlin (diaphanes) 2003, xxx
400 W. H. Eccles / F. W. Jordan, A Trigger Relay Utilising Three-Electrode Thermionic Vacuum Tubes, in: Radio Review Bd. 1 (Dezember 1919), 143-146; Reprint in: Swartzlander (Hg.) 1976, 298-300

weshalb Computerwelten auch nicht mehr hinreichend ins Ressort der allgemeinen Zeichenlehre namens Semiotik fallen.

Bistabile Kippschaltung als Mißbrauch der Elektronenröhre

Der Elektronenröhre, entwickelt zur Verstärkung (Triode) oder als Ventil (Diode) etwa in der Radiotechnik, wird Gewalt angetan, wenn ein und dasgleiche Artefakt nun als digitaler Schalter umgenutzt, also abrupten Spannungsschwankungen ausgesetzt wird. Attraktiv war diese Umnutzung, weil sie im Gegensatz zum elektromechanischen Relais nicht mit mechanischer Trägheit, sondern mit der Geschwindigkeit von Elektrizität selbst schaltet und damit den Computer als Emulator von neurologischen Prozessen ermöglicht.

Analog dazu, wie erst die Elektronenröhre dem Rundfunk zum Durchbruch verhalf, setzten „zählende“ Röhrenschaltungen (binäre Kippschalter) das medienarchäologisch längst gültige Paradigma diskreter Kodierung und Berechnung als Digitalcomputing durch. In dieser „Welt für sich“ wird die Elektronenröhre zum theoretischen Modellfall von Mediengeschichte. In der mit verbundenen Programmierbarkeit, Synchronisation und Koordination paralleler Prozesse gewinnt der Parameter Zeit eine ebenso tragende wie kritische Funktion.

Die Epistemologie der technischen Simulation macht erst im Echtzeitbereich von Gegenwart Sinn. Mit Programmierumgebungen wie MatLab, Simulink und SuperCollider wird die Elektronenröhre ihrerseits vom Subjekt zum Objekt einer operativen Modellierung.⁴⁰¹

Die Kippschaltung als Wissensgeschichte erzählen?

„Zu erzählen wäre [...] die dramatische Geschichte, wie Elektronenröhren seit 1920 mühsam dazu gebracht worden sind, ihre Eingangssignale nicht mehr einfach und das heißt analog zu verstärken, sondern vielmehr zu zählen und das heißt in digitalen Ziffern auszugeben.“⁴⁰² Diese Geschichte ist nun erzählt, von Robert Dennhardt, in aller Direktheit. Am Ursprung des elektronischen Digitalcomputers steht ein Mißbrauch, geradezu die Vergewaltigung eines Elements der Radiotechnik. Man muß als Leser nicht erst umständlich zwischen den Zeilen suchen, sondern bekommt die maßgebliche Archiv-Trouvaille und das Hauptargument schon auf dem Buchcover unmittelbar zu Gesicht: die Eccles-Jordan-

401 Realisiert von Martin Carlé 2004 im Signallabor des Masterstudiengangs Medienwissenschaft der HU Berlin

402 Friedrich Kittler, Hardware - das unbekannte Wesen, in: LAB. Jahrbuch der Kölner Kunsthochschule für Medien

Schaltung und das inzwischen deklassifizierte (~~“CONFIDENTIAL“~~) typographische Dokument von 1942, worin erstmals (im Sinne von: historiographisch nachweislich) der Begriff *digital* (hier wirklich noch in Anführungsstriche gesetzt) vorgeschlagen wird, um den numerischen Computer von solchen Analogcomputern zu unterscheiden, die mit physikalischen Größen als Modell von Mathematik operieren.

Der Geschichtskritiker fragt zurück: Ist für solche Wissensverhältnisse die klassische, etwa technikhistorische Erzählung die passende Darstellungsweise, ohne hier gerade den wesentlichen Punkt, die medienontologische Wendung zum Digitalen als dem diskret Zählenden, zu verharmlosen? Sache ist jetzt das, was zählt, nicht mehr das, was erzählt werden kann. Jenes Netz an impliziten und expliziten Verweisungen *qua* Fußnoten, jenem Ur-Moment von Hypertextualität (im Sinne von Vannevar Bush ebenso wie von Ted Nelson), denen Dennhardt so erfolgreich nachjagt, vollzieht bereits einen anderen, non-narrativen Modus dessen, was bislang Erzählung hießt, eher auf Seiten des Archivs denn der Historie, die hier so offensichtlich als Modell versagt, um jene Lücken zu füllen, die sich zwischen 1919 und 1942 in der (Begriffs-)Geschichte des Flipflop auftun. Von den Lücken her zu denken, ja geradezu mit ihnen als Diskontinuitäten zu rechnen (wie mit der Null) ist eine medienarchäologische Tugend.

Damit ist die Frage aufgeworfen, ob eine sogenannte „Wissensgeschichte“ die angemessene Methode ist, solche Verhältnisse und Dynamiken zu beschreiben. „Nicht nur die Schaltungen nebst ihrer Entdecker sind für eine Wissensgeschichte des elektronischen Digitalcomputers von Interesse, sondern die unter und zwischen ihnen verschütteten mythenbildenden Artefakte und apparativen Reste“ (Dennhardt).

Die Agenten dieser Nicht-Geschichte sind also *non-human agencies* des Wissens, wie sie Bruno Latour ansatzweise formuliert, dann aber nicht in ihrer Konsequenz zu Ende zu denken wagt. „Die Hauptrolle einer derartigen Wissensgeschichte des Digitalcomputers müssen die Apparate und Schaltungen spielen“⁴⁰³ - vor allem auch die (im Sinne des Archivs und der Medienarchäologie) „verschütteten“ Monumente, seien es die symbolischen (Dokumente), seien es die medienarchäologisch realen (apparative Reste).

Die Akteure einer Geschichte des Flipflop sind neben den handelnden Personen (Erfinder, Akademiker und Ingenieure) ebenso technisch handelnde Apparate, deren Beschreibungen in Bild und Schrift sowie das in ihnen gespeicherte und durch sie kommunizierte technologische

403 Robert Dennhardt, *Die Flipflop-Legende und das Digitale. Eine Vorgeschichte des Digitalcomputers vom Unterbrecherkontakt zur Röhrenelektronik 1837-1945*, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2009, 8

Wissen. „Als dritte Art treten sowohl administrative Strukturen der Wissenschaft, Industrie und Militär, wie beispielsweise Labore und Institute, als auch kommunikative Strukturen, zuvorderst wissenschaftlich-technische Journale auf. Zu den drei genannten Akteuren quer steht eine vierte Art – technische Begriffe, Namen und Termini. Zwar werden diese von Personen geprägt und wissenschaftsadministrativ kommuniziert, zugleich führen sie jedoch auch ein Eigenleben. Danach kann der Name einer Schaltung ebenso unter einer ähnlichen stehen oder die gleiche Schaltung kann vermittels verschiedener Namen gänzlich unterschiedliche Technologien anschreiben und somit verschiedenes Wissen transportieren.“⁴⁰⁴

Daneben aber gibt es ein Wissen des Flipflop nach eigenem Recht – das sich mithin der Historie (und damit einer Wissensgeschichte) entzieht. Bereits Turing schreibt 1936, daß seine symbolische Maschine in jedem Moment ein Bewußtsein (“conscient”) ihres Zustands besitzt. Dies gilt zugespitzt für das Relais: „Ein Kippschalter ist der vielleicht einfachste nicht triviale endliche Automat. Dieses Gerät weiß [sic], wann es sich in im Zustand *Ein* oder *Aus* befindet, und es ermöglicht dem Benutzer, einen Schalter zu drücken, der, abhängig vom Zustand des Kippschalters, eine unterschiedliche Wirkung hat. Wenn sich der Kippschalter im Zustand *Aus* befindet, dann wird er durch das Drücken des Schalters in den Zustand *Ein* versetzt“⁴⁰⁵ – und umgekehrt. Claude Shannon hat dies als die ultimatische Maschine, das sich selbst ausschaltendes *on / off*-Spielzeug gebaut. Das unvorhersehbare Phänomen des *bit flipping*, also der Selbstumschaltung vom Spannungswert Null in Eins *vice versa* auf der grundlegendsten elektrophysikalischen Ebene, unterläuft selbst dieses logische Spiel der symbolischen Ordnung im Zeit-Realen.

Bonch-Bujevitch und die Frage nach dem Ursprung

Dennhardt untertitel seine Genealogie der *Flipflop-Legende* ausdrücklich als „Vorgeschichte des Digitalcomputers“. Vorgeschichte aber fällt im Fächerkanon der Universität nicht ins Reich von Historikern (auch nicht von Technik- und von Kulturhistorikern), sondern von Archäologie, genauer: die sogenannte Prähistorische Archäologie. Medienarchäologie widmet sich der Prähistorie des Digitalen. Damit ist nicht schlicht eine chronologisch vorauslaufende Epoche gemeint, sondern – epistemologisch brisanter – eine alternative Weise, die Zeitweisen sogenannter Digitalcomputer zu schreiben.

404 Dennhardt 2009: 8

405 John E. Hopcroft / Rajeev Motwani / Jeffrey D. Ullman, Einführung in die Automatentheorie, Formale Sprachen und Komplexitätstheorie, 2. überarb. Aufl. München (Pearson Education) 2002, 13

Die Chronik von Technik verzeichnet die Koemergenz des Eccles-Jordan-Trigger und von Bonch-Bujevitchs Schaltung.⁴⁰⁶ Am 27. April 1918 berichtet Michail Alexandrovich Bonch-Bruyewitch vor der Russischen Gesellschaft der Radio-Ingenieure über den von ihm (erstmalig) erfundenen vollelektronischen „Flip-Flop“ *avant la lettre*; im Oktober des gleichen Jahres publiziert er den Befund im monatlichen Fachorgan *Wireless Telegraph and Telephone Engineering* (russisch, St. Petersburg). Was besagt diese Gleichzeitigkeit? Pendelt Wissen synchron? Hier ist vielmehr der Begriff von Gleichursprünglichkeit angebracht. Umgangssprachlich gilt hier, daß ein Wissen „in der Luft liegt“, weil ein Wissen um elektronische Vollzugsweisen neu entdeckt und in den internationalen Zeitschriften heftig (und weitgehend offen) verhandelt wird. Ein Netz neuen Wissens verdichtet sich und zeitigt so an verschiedenen Orten ähnliche Entdeckungen und Erfindungen. Medienepistemische Dinge finden sich also mit gleichursprünglicher Notwendigkeit.

Gibt es eine Geschichte der digitalen Kippschaltung? Beschreibbar sind entscheidende Knotenpunkte in der Geschichte der Elektromathematik, etwa Bonch-Bujewitschs, Eccles / Jordans der auch Tuners Entdeckung des *trigger relay*; ebenso beschreibbar ist die nachträglichen Erklärung solcher Wissensmomente zur Vorgeschichte des Digitalcomputers. Sofern Mediengeschichte einen nicht-akzidentiellen Zufallsbegriff nicht kennen will, stellt sich die Frage, nach welcher verborgenen Logik hier ein alternativer Schaltplan der Geschichte sich entfaltet.

Eccles und Jordan wollten mit ihrem Trigger Relay die in der Meißner-Schaltung realisierte Rückkopplung verbessern; das damit zwangsläufig einhergehende Ein- und Ausschalten der gegenseitigen Elektronenröhren stellte vielmehr einen „intrinsic Neben effekt“ (Dennhardt) dar. Auch in der Triggerschaltung des Ingenieurs Michail Bonch-Brujewitch von 1918 war dies auf der Basis von Kathoden-Relais *impizit* realisiert, aber nicht explizit artikuliert als das Umschalten zwischen den beiden Zuständen, die später (computer-)logisch Null und Eins heißen werden.

Damit sucht der medienarchäologische Blick zu resonieren, der die ahistorische Logik elektrophysikalischer und technomathematischer Verhältnisse am Werk der Medien sieht, invariant gegenüber einer diskursiv relativierenden Mediengeschichtsschreibung. Die medienarchäologische Perspektive ist hier ganz und gar naturwissenschaftlich im Sinne der gegenüber kulturhistorischen Kontexten weitgehend invarianten Replizierbarkeit der technischen Ereignisse.

⁴⁰⁶ Dazu Georg Trogemann / Alexander Nitussov / W. E. (Hg.), *Computing in Russia. The history of computer devices and information technology revealed*, Braunschweig (Vieweg) 2001

Die Skripte für Darsteller im Medientheater sind Schaltpläne und technische Zeichnungen. Diese lassen sich nicht auf eine Funktion kultureller diskurse oder gar (Bild-)Rhetoriken reduzieren, denn so beliebig diskursiv verfügbar sind sie nicht. Der Test darauf ist ihre Funktion.

Eine Frage der Wissensgeschichte lautet: Wie abhängig ist Wissen vom wissenschaftlichen Zitiertwerden? Darauf antwortet Infometrie; dem gegenüber steht die Auffassung von Wissen als impliziter Welt quer zur menschlichen Kultur: Es ist ein physikalisches Wissen, das gewußt werden will. Infometrie macht die Inkubationszeit von Erfindungen, nicht aber die Eigenlogik ihres impliziten Wissens berechenbar.

Medienarchäologie lässt sich quasi techno-hermeneutisch auf die Perspektive aus Sicht der Medien selbst ein. Charles R. Gibson verfaßte Anfang des 20. Jahrhunderts die *Autobiography of an electron*. Er läßt darin ein Elektron die Wissensgeschichte der Elektronen erzählen, indem es zunächst an das vernehmende Gehör eines Menschen appelliert. Gleich eingangs von Kapitel 1 heißt es hier: „Es gibt Menschen, die erzählen, wir seien erst seit wenigen Jahren auf der Erde. Diese Behauptung ist natürlich recht töricht. Entdeckt wurden wir allerdings erst vor ganz kurzer Zeit, vorhanden waren wir jedoch schon immer.“⁴⁰⁷ Wieder scheint hier das *double-bind* von historischem Index und ahistorischer Vorgänglichkeit (Gleichursprünglichkeit) auf. Thales von Milet experimentiert mit dem durch Reibung eines trockenen Textils an Bernstein entspringenden – und damit elektromagnetische Wellen „sendenden“ - Funken; lange aber bleiben die Instrumente mangelhaft, um auf die mikrophysikalische Ebene der Elektronen vorzudringen. Anhand von Kathodenstrahlphänomenen im evakuierten Rohr werden sie manifest. Doch die Erzählung klingt aus mit der Warnung, dem Appell des Elektrons an die Menschen (was auch Heinrich Hertz beherrschte (mit seinem Exkurs über die „Scheinbilder“) - zugleich eine Antwort auf Jan-Peter Sonntags forschungskünstlerischer Erkundung des „Wesens der Elektrizität“: „Ein grobes Bild und nie das Wesen der Dinge, das ist die Tragödie der menschlichen Wissenschaft, und darüber kommt ihr nimmer hinaus, weil ihr nur in Bildern zu denken, zu fassen vermögt.“⁴⁰⁸ Alternativ dazu aber gibt es das unanschauliche Werkzeug der (Techno-)Mathematik.

Solch ungeahntes Wissen inkubiert die Eccles / Jordan-Schaltung, die unversehens eine eigenartige Nebenfunktion zeitigen wird – das Flipflop *avant la lettre*. Denn plötzlich kann die Röhre, zu zweit gekreuzt in einem

407 Charles R. Gibson, Was ist Elektrizität? Erzählungen eines Elektrons, autorisierte dt. Bearb. v. Hanns Günther, Stuttgart (Kosmos Franckh) 1911, 11

408 Gibson 1911: 99

Eccles-Jordan-Schaltkreis – vormals Durchgangsmedium für Elektronen- und Radioströme – selbst als Speicher für eine Binärstelle dienen.⁴⁰⁹

Der bistabile Kippspeicher als der Technologos der Digitalisierung

Es ist der bistabile Kippspeicher, in dem sich der *Technológos* der Digitalisierung als technomathematische Kernereignis konkretisiert. Am Ende der Erkundung dieses aktiven elektronischen Bauteils der "Digitalisierung" aber stellt sich die Frage, in welchem Verhältnis das Symbolische der logischen Kodierung zum Realen seiner technologischen MateRealisierung steht - mithin die Frage nach dem *Technológos* der Digitalisierung. Wird hier der physikalischen Welt ein ihr Uneigentliches aufgezwungen, oder ihr nicht vielmehr umgekehrt durch technische Erkundung eine ihrer möglichen Existenziale entlockt? Dann wäre die Rede von der "Digitalisierung" schon an der Wurzel und im Ansatz (*en arché*) verfehlt, da sie eine Metaphysik des Analogen überhaupt erst hervorbringt.

DIGITALES *COMPUTING* ALS (ZEIT-)FUNKTION BINÄRER SCHALTUNG

"Treat time as discrete" (Turing)

Radikale Medienarchäologie sucht die Frage nach der „Zeit“ nicht mehr schlicht medientechnisch zu „erden“, sondern geht durch Infragestellung der „Zeit“ selbst auf's Ganze. So setzte Kittler „immer dort, wo bei Heidegger die Etymologie Auskunft über Ursprung und Wesen geben sollte, die Mathematik ein – bis es zumindest so aussah, als müsse ‚Sein und Zeit‘ durch die Turingmaschine vollendet werden“⁴¹⁰. Zeitrechnung und Rechenzeit verschränken sich im Computer.

Während "Temporalität" als Zeitlichkeit in der existenzialen philosophischen Analyse den Fluchtpunkt darstellt⁴¹¹, wird sie in der Turingmaschine temporeal. Damit verwunden ist in der Theoretischen Informatik das sogenannte Halteproblem: Zu einem beliebigen Programm und einem Satz von Eingabedaten soll entschieden werden, ob dieses

409 Johannes Arnold, Abenteuer mit Flipflop, Halle 1970, 16

410 Thomas Steinfeld [18/10/11], Nachruf auf Friedrich Kittler: Spekulant über die Zeichen, sueddeutsche.de, Abruf: 18/06/20

411 Siehe

https://de.wikibooks.org/wiki/Martin_Heidegger/_Sein_und_Zeit/_Zweites_Kapitel_%C2%A7%C2%A7_5%E2%80%9338#cite_note-4, Zugriff 3.

Oktober 2015

Programm mit diesen Daten nach *endlicher* Zeit stoppt oder nicht. Diese Frage ist nachweislich unentscheidbar.⁴¹²

Durch die Hintertür kommen dabei genau jene Materie und Energie wieder ins Spiel, die durch den Informationsbegriff theoretisch eskamotiert worden waren und im "Bitcoin" zur Währung selbst wurde. Diese Kryptowährung bezieht ihre Macht gerade daraus, dass ihre "Blockchain"-Verkettungen nicht in polynomaler Zeit nachrechenbar sind. Dennoch verkündet der "grüne" Autokonzern Tesla am 13. Mai 2021 den Ausstieg aus der Option, seine e-Automobile per Bitcoin zahlen zu lassen, mit der Begründung, dass das *mining*, d. h. eine neue "Münze" einen ökologisch nicht vertretbaren Rechenenergieaufwand bedeutet. Der Gewinn an übertragungssicherer, negentropischer Zeit-Währung ist also um den Preis einer energetischen Entropie erkaufte. Die Macy-Konferenzen zur Kybernetik hatten die Plausibilität der Digitalisierung gegenüber dem Analogcomputer gerade damit begründet, dass die "time of non-reality" zwischen binären Schaltzuständen buchstäblich nicht zählt. Unter den Bedingungen massiver "big data" aber schlägt selbst dieses räumliche Dazwischen, und zeitliche Inzwischen, zu Buche.

Symptomatisch für ein TempoReal in Programmiersprachen ist der treffend so benannte „Sprungbefehl“ (if/then, for/while), graphisch ablesbar durch Pfeile im Flußdiagramm. Diese nonlineare Adressierung im Quellcode, welche die auf-zählende Adressensequenz überspringt, ist im Symbolischen das Äquivalent zum „Wurmloch“ im physikalisch Realen. Der Computer vermag solche *unzeitlichen* Anweisungen zu operationalisieren.⁴¹³

Der Theorie des Vierdimensionalismus zufolge existieren analog zu Objekten, welche Abschnitte im dreidimensionalen Raum einnehmen, auch solche, welche dies ergänzend für äquivalente Zeitabschnitte realisieren, "also 'Zeitscheiben' besitzen oder als 'Zeitwürmer' vorstellbar sind"⁴¹⁴.

412 Siehe Juraj Hromkovič, Theoretische Informatik. Formale Sprachen, Berechenbarkeit, Komplexitätstheorie, Algorithmik, Kommunikation und Kryptographie [2001], 4., aktualisierte Auflage Wiesbaden (Vieweg + Teubner) 2011, 259

413 Siehe Stefan Höltgen, JUMPs durch exotische Zonen. Portale, Hyperräume und Teleportationen in Computern und Computerspielen. In: Thomas Hensel, Britta Neitzel und Rolf Nohr (Hg.), "The Cake is a Lie!" Polyperspektivische Betrachtungen des Computerspiels am Beispiel von "Portal", Münster (LIT) 2015, 107-134

414 https://de.wikipedia.org/wiki/Schiff_des_Theseus, Abruf 31. Juli 2020, unter Bezug auf: Theodore Sider: Four-dimensionalism. An Ontology of Persistence and Time, Oxford (Oxford University Press) 2005

Für logisch (wenn nicht energetisch) abgeschlossene Systeme wie den Digitalcomputer existiert eine *interne* Tempoealität. Diese eigentlich innertechnische, technologisch immanente Chronopoetik ist eine *Unzeit*, denn „[d]ie *individuelle, subjektive* Zeit weicht davon [...] stark ab“⁴¹⁵.

Technologische Zeitlichkeit unterscheidet sich von der phänomenologischen Zeitlichkeit. Die „Geworfenheit“ (Heidegger) des bewußt reflektierten menschlichen Daseins, nicht eine vorgegebene physikalische Zeit, ist der Grund dafür, daß sich ein Zeitbegriff ausbildete. „Zeit gibt es immer nur *im Bezug* zu uns, die wir wesenhaft zeitlich sind, wir entdecken sie nicht erst in der Welt als von uns unabhängig, wohl aber messen wir sie mit in der Welt Vorhandenem [...]“⁴¹⁶

Dem gegenüber lautet die Ambition techniknaher Medienwissenschaft, die philosophische und ästhetische Begrifflichkeit der „Zeit“ mit einer medienarchäologisch scharfen Analyse dessen zu flankieren, was sich signaltechnisch tatsächlich ereignet. Kittlers Formulierung der Identifizierung einer V2-Rakete im Flug durch Radar nimmt die Frage nach der Zeit in Augustins *Confessiones* auf, verbunden mit dem Vorschlag, die Zeitlichkeit des Raketenfluges mit mathematischer Infinitesimalrechnung zu fassen.⁴¹⁷ Kittlers Frage nach der Zeit ist angeregt durch Heidegger, seine Antwort jedoch meß- und rechentechnisch (wogegen Heidegger wiederholt anschieb)

Nachdem Bewegung als „verfließende“ durch getaktete Räderuhrwerke bislang durch diskrete Messung überhaupt erst zur „Zeit“ (im Sinne ihrer aristotelischen Definition) wurde, indem der Takt die numerische Abzählbarkeit automatisierte, verlangt es Alan Turing zufolge der symbolverarbeitende Computer, im Unterschied zum Analogcomputer Diskretheit aktiv in die (Rechen-)Zeit einzuführen: „Treat time as discrete.“⁴¹⁸ Damit aber wird ein transzendenter Zeitbegriff durch eine Form der Operativität abgelöst, durch die Unzeit des Digitalen. Algorithmus, Daten und Takt konvergieren zum „Algorhythmus“

415 Völz 2019: "Vorwort"

416 So summiert Wikibooks das sechstes Kapitel (§§ 78–83) in Martin Heideggers *Sein und Zeit*,

https://de.wikibooks.org/wiki/Martin_Heidegger_%E2%80%9ESein_und_Zeit%E2%80%9C/_Sechstes_Kapitel_%C2%A7%C2%A7_78%E2%80%9383#cite_ref-11; Abruf 21. August 2020

417 Friedrich Kittler, *Real Time Analysis, Time Axis Manipulation*, in: ders., *Draculas Vermächtnis. Technische Schriften*, Leipzig (Reclam) 1993, 182-209 (205 f.)

418 Alan Turing, *Proposal for Development in the Mathematical Division of an Automatic Computing Engine (ACE)*, in: B. E. Carpenter / R. W. Doran (eds.), *A. M. Turing's ACE Report of 1946 and other Papers*, Cambridge, Mass., et al. (MIT Press) 1986, 20-105 (23)

(Miyazaki). Turing diskutiert dies im Zusammenhang den Acoustic Delay-Speicher, der ganze Datenworte zu verzögern und damit zwischenzuspeichern erlaubt.

Erst die technisch erzwungene Synchronisation, also symbolisch geordnete Zeit (im Unterschied zum entropischen Zeitpfeil thermodynamischer Irreversibilität), erlaubt als Möglichkeitsbedingung die Zuverlässigkeit komplexer digitaler Datenverarbeitung - bis an die Grenzen des Energieverbrauchs immer höher getakteter Computerzyklen. Die Ordnung der Zeit durch den Takt ist ein entscheidendes Kriterium (mithin also „zeitkritisch“) für die Stabilität der diskreten Rechentechnik. Norbert Wieners Begriff einer „time of non-reality“ zwischen binären (Um-)Schaltzuständen wird damit verkehrt, denn „[g]enau genommen wird in den Zwischenzeiten des Taktes gerechnet. Da viele winzige Recheneinheiten (z.B. digitale Gatter) gleichzeitig und nebenläufig (engl. *Concurrent*) aber unterschiedlich schnell arbeiten, gäbe es ohne den Takt, der die Zeit ordnet, unbeherrschbares Chaos. Die Zeit wird durch den Takt mikroskopisch in Rechenzeit und Ruhezeit quantisiert, die Ruhezeit wird aus Zeit-ökonomischen Gründen [...] zwar möglichst minimiert, ist jedoch zum sicheren Austausch der Informationen unabdingbar. Mehr noch, man kann sie auch beliebig verlängern, da in heutiger Halbleitertechnologie in der Ruhezeit keine elektrische Leistung aufgenommen wird, dient sie der Leistungs-Ökonomie, z.B. der Akkulaufzeit“ (Frank Winkler ebd.).

„Noch tiefer“ - mithin also radikal medienarchäologisch - „in die digitale Schaltungstechnik geschaut: Vor jedem Taktwechsel, z. B. 0 -> 1 wird eine ‚setup‘ Zeit definiert, bis zu der alle Gatter fertig sein müssen - und bei korrektem Design auch werden“ (Winkler ebd.).

Der binäre Schalter und das Zeitmomentum

Elektronisches Rechnen im digitalen Modus ist buchstäblich zeitkritisch; Zeit kommt hier zurück auf ihren etymologischen Ursinn: die (als artikulierte Sprache dann noch einmal operativierte) „(Ab-)Teilung“. Kritisch ist hier die Implosion der Zeit zwischen den Pegelzuständen Null und Eins. So führte die Schottky-Diode, "bei der eine Sperrschicht zwischen einer Halbleiterschicht und einer Metallschicht erzeugt wird", zu einer "deutlich schnelleren Schaltzeit gegenüber normalen Halbleiterdioden"⁴¹⁹. Diese Schnitte im Mikrosekundenbereich bilden gegenüber der weitgehenden Hardwarevergessenheit algorithmenfixierter Informatik die tatsächliche Ereignisebene des binär

419 Eintrag "Schottky-Kontakt", in: Hans Herbert Schulze, Computer Enzyklopädie. Lexikon und Fachwörterbuch für Datenverarbeitung und Telekommunikation, Bd. 6, Reinbek bei Hamburg (Rowohlt), 1989, 2350-2352 (2354)

kodierten Computers, wo durch entsprechende Schaltungen aus einer sanften Schwingungen harte binäre Schnitte werden. Für die prozessierende Apparatur müssen zwei Signalpegel nur hinreichend unterscheidbar sein. Dieser Unterschied aber ist nicht absolut, sondern eingebettet in ein zeitliches Feld – die von Norbert Wiener so definierte *time of non-reality* als konkreteste Unzeit des Digitalen: „Eine gewisse Zeit der Unwirklichkeit macht, wenn es genügend forciert wird, jedes Gerät digital“, so Wiener.⁴²⁰ Wird nicht nur die symbolische Logik, sondern der physikalische Zeitverbrauch ihrer konkreten Implementierung berücksichtigt, erweist sich jedes digitale Gerät als Grenzfall des Analogen. In dieser elektronischen Zeitfalte liegt ein dramatischer Moment geborgen, der vom Informationsbegriff zunächst zum Verschwinden gebracht wird – ebenso wie jeder binäre Schalter in seiner konkreten technischen Realisation immer nur die Näherungen eines Rechteckpulses darstellt. Allein in der digitalen Abstraktion ist die Fourier-Synthese einer Rechteck*schwingung* kein Oxymoron.

In der techniknahen Analyse wird das Hybrid des „Digitalen“ konkret. So wurde etwa der Operationsverstärker als Rechenelement zur Ermittlung binärer Ausgänge (als Spannungskomparator in Analog-zu-digital-Wandlern) zunächst für den Analogrechner entwickelt. Und durch den Vergleich des gemessenen Signals mit einem intern generierten Sägezahn ergibt sich in Digital-Verstärkern aus den Schaltpunkten eine Pulslängenmodulation.⁴²¹

[Abb. 2 D-Verstärker mit Pulslängenmodulation, in: Völz 2019: 128]

Digitale Röhrenschaltungen, aus denen die vollelektronische Computertechnik entstand, gründen in vormalig „analogen“ Schaltungen, in die Rückkopplungspfade eingeführt wurden. „Durch deren Wirken können die Schaltungen dann nur noch bestimmte, diskrete (= abzählbare) stabile Zustände annehmen.“ An dieser Stelle wird die medienanalytische Differenzierung zwischen „digital“ und „binär“ entscheidend: „‘digital‘ heißt ja schlicht und einfach: Mit den Fingern abzählbar, ‚digitus‘ = Finger, also diskrete, voneinander abgegrenzte Zustände.“⁴²² Die mithin zur Metonymie der „digitalen Medien“ bekannt gewordene binäre Schaltungstechnik mit ihren zwei Zuständen, die es erlaubt, für die logischen, bislang rein philosophischen (Boolschen) Aussagewerte „wahr“/ „falsch“ ein funktionales Äquivalent in der technischen Welt zu finden (Shannon 1937), nämlich die Stromspannungswerte „high“ / „low“ (materIALIZED etwa im Flipflop, der seit 1919 bekannten Eccles-Jordan-Schaltung, ist nur ein Sonderfall

420 Zitiert nach Pias 2004: 304 f.

421 Horst Völz, Verstärken und Vermindern, in: Hiller / Höltgen (Hg.) 2019: 127-134 (129)

422 Henry Westphal (TIGRIS Elektronik, Berlin), elektronische Nachricht vom 27. November 2007

anderer technischer Varianten des Digitalen, etwa das Rechnen mit dem dezimalen Zahlensystem, also entsprechenden 10 Zuständen, die durch 10 unterschiedliche Spannungen repräsentiert werden. „Das System ist [...] nur bei diesen diskreten Spannungswerten stabil, Zwischenwerte sind nicht möglich. Dies geschieht durch Ablenkung eines Elektronenstrahls auf eine gestanzte Struktur“ (Westphal ebd.), also die materiell implementierte symbolische Ordnung. Die Rückkopplung geschieht über die Verbindung der Auffangelektrode mit einer der Ablenkplatten eines sehr komplexen Systems aus Elektronenröhren. „[D]erartige Röhren wurden bis in die mittleren 1960's hergestellt, heute ist diese Art der Digitaltechnik zugunsten der binären Technik vollständig verschwunden“ (Westphal ebd.).

Zeitkritische Signale: Sägezähne, Kippspannungen

Elektronisch erzeugte Kippschwingungen bilden den Grenzfall des Analogen zum Digitalen. Oszillationen in Sägezahnform resultieren daraus, dass ein Kondensator periodisch bis zu einer bestimmten Spannung geladen wird und sich dann schlagartig entlädt – nicht makroelektrische, sondern mikroelektronische Blitze. Keine metaphoprische, sondern eine analytische Sonifizierung oder Audifikation ist es (als Akt medienakustischer Wissensarchäologie, als die Herstellung akustischen Wissens), wenn ein Kondensator, der mit einem Ohmschen Widerstand zu solch blitzschnellen Wiederauf- und Entladungen gekoppelt ist, durch einen Piezo-Schallwandler ersetzt wird, der selbst bekanntlich bereits einen Kondensator darstellt. Wegen dessen geringerer Kapazität ergibt sich dabei zunächst eine höhere Frequenz der Kippschwingung, *hörbar* als gleichmäßiger Ton. Um die Frequenz zu verkleinern, wird er mit mehreren Kondensatoren parallel geschaltet, bis die Frequenz auf unter einen *Impuls* pro Sekunde sinkt – nicht Ton, nicht Signal, und damit – gleich dem klassischen Metronom – zum Chronometer wird. Dies ist ein kleiner Schritt in elektrotechnischer Hinsicht, ein großer hinsichtlich der Medienepistemologie von Rhythmus, Takt, und Uhr.

Aufge(sc)hobene Zeit: Für eine Theorie technischer Zwischenspeicher

Im bistabilen Kippschalter – dem Flipflop in seiner zunächst elektromechanischen, dann vollelektronischen Form – wird das technomathematisch abstrakte *computing* konkret, als Kopplung des digitalen Speichers an das binär-diskrete Takten als Technik zu seiner Synchronisation. Medienepistemisch entscheidend ist hierbei die Praxis der Zwischenspeicherung. Dynamische Datenverarbeitung in elektronischer Geschwindigkeit wurde erst möglich durch die Zwischenspeicherung von Rechen- wie Programmdateien als Nullen und Einsen (symbolisch) respektive binären Stromspannungen (real) in

systeminternen Arbeitsspeichern in Form beliebig vieler Binärspeicher aus verschalteten Elektronenröhren⁴²³ - ein Konzept, das seit John von Neumanns First Draft Report on the EDVAC von 1945 nachhaltig wirksam blieb.

Kippschaltungen dienen im Computer sowohl der logischen Verknüpfung wie als Taktgeber wie als Speicherelement - je nachdem, ob es sich um monostabile, astabile oder bistabile Schaltungen handelt.

"Genaugenommen existieren in der binären Technik zwei Grundschaltungen, die kombinatorische Schaltung und der Speicher, aus denen sich dann alle weiteren ableiten lassen."⁴²⁴ Dieses Verhältnis ist gegenseitig: So lassen sich Speicher und kombinatorische Schaltungen mit Bauteilen der jeweils anderen Klasse erzeugen.

423 Diese technologische Archäographie leistet Robert Dennhardt, Die Flipflop-Legende und das Digitale. Eine Vorgeschichte des Digitalcomputers vom Unterbrecherkontakt zur Röhrenelektronik 1837-1945, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2009; hier bes. Kapitel 1 "Von elektromagnetischer zu elektronischer Synchronisation", 37-84

424 Horst Völz, Binäre Schaltungen und Mikroprozessoren, in: Nachrichtentechnik, Elektronik 27.8 (1977), 324-327 (324)