

["ÜBER ZEIT, UHR, TAKT: CHRONO-TECHNOLOGIEN"]

ZEIT, UHR, TAKT

Der aristotelische Zeitbegriff

Zeit, vermessen

Verfließt die Zeit?

Die Uhr ahnt das Ende

Pendel, Schwingung

Frequenzkontrolle durch Quarz (Shaul Katzir)

"Spontane Synchronisation": Huygens' Doppel-Pendeluhr

Korrelation Räderuhr / Buchdruck

Vom Ritual und von der Liturgie zur Räderuhr

Musik und Zeit im Takt

Zahl und Zeit

Analoge Zeitzeige: der Gnomon

Die Uhrzeit und andere Medien der Zeitmessung

Zwischen Astrolab und Räderuhr: die kosmische Uhr

Oresme / Räderuhr

Ostertafeln: Geburt der Geschichtsschreibung aus der Berechnung

Chronologie, Uhr, Takt

Das Ende(n) des Mittelalters im Medium

Rhythmen, Taktungen und Uhren

Die (zyklische) Uhrzeit

Kontinuierliche vs. gequantelte Zeit

Flüchtiger vs. diskreter Zeiger

Mechanische Uhren

Die Räderuhr

Akustische Zeitsignale: Glocken

Abstraktion der Zeit: Klosterwelten

Geschichtliches über Turmuhren

Kernelemente der Räderuhr

Vorschrift und Programm: Alphabet und Sukzessivität

Uhr, Takt, Alphabet, Buchdruck

Der Anachronismus der Räderuhr

Periodizität und Zeitung

Makrozeitkritik: die Langzeituhr (LongNow)

Die Stimmgabeluhr

Atomzeit: Die Loslösung der Zeit vom astronomischen Maßstab der natürlichen Zeit

Dilatorische Zeit (Einsteins Uhren)

Ultrapräzise Uhren (Ultrakurzzeitmessung)

"The Speaking Clock" (Cayley)

ZUM BEGRIFF DES "RHYTHMUS"

Metrum, Takt und Rhythmus

Rhythmen im eigentlichen Sinn

DEFINITION: ALGORITHMEN

Rhythmen im eigentlichen Sinn

Algorithmen im mathematischen Sinn

Indizien des Begriffs: Algorhythmen

Zeitmaße

GETAKTETE UHR, SCHWINGENDE SAITE: Vibrierender Zeitsinn zwischen Liturgie und Maschine

Von der Kulturtechnik zur Medientechnologie

Abstraktion der Zeit: Klosterwelten

Chronologie, Uhr, Takt: Monastische Zeitplanung

Ostertafeln: Zeit aus Berechnung

Uhren und Oszillationen

Zwischen Astrolab und Räderuhr: die kosmische Uhr

Takt und Taktilität

Die Hemmung an der Räderuhr

Das epistemogene Artefakt

Anonyme Geschichten der Hemmung

Schlüsselemente der Räderuhr

Glockenklänge, -schläge

Von der antiken Proportion zur Identifizierung der Tonhöhe mit der Schwingungsfrequenz

Oszillation und Schwingkreis

Disharmonia

Zeit und Zahl

Zeit, Takt und Alphabet

Vorschrift und Programm: Alphabet und Sukzessivität (Aristoteles, Augustin)

Uhr, Takt, Alphabet, Buchdruck

Computer- und Klosterzeit

Die Dekonstruktion der planetarischen Zeit

Zeitreihen mit Norbert Wiener

ZEIT, UHR, TAKT

Der aristotelische Zeitbegriff

- aristotelische Zeitdefinition in Buch IV seiner *Physik* eine philosophische; Betrachtung der Verdinglichung (und Aufhebung) dieser Definition; Räderuhr und elektronischer Uhr macht "die Zeit" zum Gegenstand des medienarchäologischen Blicks

- Aristoteles Buch IV *Physik* (219b 1-2): "touto gar estin ho chronos, arithmos kineseos kata to proteron kai hysteron" - "das also ist die Zeit, die Zahl der Bewegung unterschieden nach Vorher und Später". Ist Bewegung abzählbar, läßt sich Zeit frequentativ berechnen. Digitale Medienverhältnisse *generieren* "Zeit(en)", im Sampling als zeitdiskreter *Abtastung* des welthaftigen, kontinuierlichen Signals

- zählt solch ein Vorgang "sonisch"; Frequenz als Bedingung der Tonerzeugung; *quasi* mathematisch, aber nicht in einem arithmetischen oder geometrischen Sinn, sondern als Oszillation ohne Zahlbegriff

- Frequenz von Uhrwerken: 4Hz gilt für moderne mechanische Uhrwerke;

typische handaufzugswerke etwa aus den 30ern bis 60ern liegen sogar bei nur 2,5Hz (Information J. C. van Treeck); Quarzuhr: 32 kHz. Vgl. mit "Megahertz"-Angabe für PCs: bezieht sich gerade nicht auf den Taktgeber, sondern die Frequenzteilung; verlagerte Zeitökonomie im Computertakt

- "Wenn also der Eindruck, es vergehe keine Zeit, sich uns dann ergibt, wenn wir keine Veränderung bestimmend erfassen können, sondern das Bewußtsein einem einzigen, unmittelbaren (Jetzt) zu bleiben scheint, wenn andererseits wir (Veränderung) wahrnehmen und abgrenzend bestimmen und dann sagen, es sei Zeit vergangen, so ist offenkundig, dass ohne Bewegung und Veränderung Zeit nicht ist. <...> Zeit ist die Messzahl von Bewegung hinsichtlich des 'davor' und des 'danach'"¹

- wie das Facettenauge eines Insekts keine Farben, aber Kontraste (und damit Bewegung) diskret wahrnimmt, im Unterschied zur Orientierung anderer Lebewesen durch Echolokation und elektromagnetische Felder.²

- teilt Musik demnach Eigenschaften der Zeit selbst: "Musica est de numero relato ad sonos", definiert Johannes de Muris 1321 in seiner *Notitia artis musicae*³

- altgriechische Eleaten (Zeno) (v)erkennen die Natur der Bewegung, indem sie dieselbe vom dauerhafter Zeit in diskreten Raum verwandeln; deshalb kann Achill die Schildkröte (bis zu Leibniz' Infinitesimalrechnung und die Einführung der *limes*-Werte) nicht einholen. Demgegenüber insistiert Henri Bergsons Phänomenologie auf der *durée réelle* als "ce que l'on a toujours appelé le TEMPS", und zwar als unteilbare.⁴ Eine Melodie etwa ist der denkbar reinste Aus- oder Eindruck einer Folge, doch "pourtant c'est la continuité même de la mélodie et l'impossibilité de la décomposer qui font sur nous cette impression" <ebd.>; kritisiert er das analytische, messende, mithin medienarchäologische Verständnis von Zeit in einer Weise, die analog zu Goethes Kritik (*Farbenlehre*) an Newtons Spektralanalysen (und Heideggers Bemerkung, daß Spektralanalyse das Wesen der Farbe verkennt) sich äußert: "Les photographies que nous prenons du galop d'un cheval ne sont pas, en réalité, des éléments du galop dont on les a pourtant tirées; et le cinématographe qui, avec la série de ces vues, recompose la course, ne nous donne l'illusion du mouvement qu'en ajoutant à ces vues, sous la forme d'une certain mode de

¹ Aristoteles' Physik-vorlesungen über Natur, hg. v. Hans Günter Zekl, Hamburg 1987, 209 u. 213

² Siehe Jürgen Meier-Wichmann, Was war Wirklichkeit? Anmerkungen zu Medienphänomenen unter biologischen Aspekten, in: Josef Fürnkäs u. a. (Hg.), Das Verstehen von Hören und Sehen. Aspekte der Medienästhetik, Bielefeld (Aisthesis) 1993, 73-89

³ Johannes de Muris, *Notitia artis musicae*, hg. v. Ulrich Michels, American Institute of Musicology 1972, 49

⁴ Henri Bergson, *La Perception du Changement* [zwei Vorträge an der Universität Oxford, Mai 1911], in: ders., *Mélanges*, Paris (Presses universitaires de France) 1972, 888-914 (907)

succession, le mouvement qu'en elles-mêmes elles ne peuvent contenir."⁵

Zeit, vermessen

- wird Meßakt zur getakteten Uhr im digitalen Datenlogger, Meßgerät, welches physikalische Meßdaten wie Temperatur, Spannung oder elektromagnetische Wellen über eine bestimmte Zeit hinweg erfaßt, über Sensor. Durch analog-digital-Umsetzer werden Meßdaten in speicherbare Daten gewandelt; Funktion ultrakurzer und längerfristiger Zwischenspeicher

Verfließt die Zeit?

- steht Zeit ohne Erzählung der Zahl näher als der Geschichte; allen phänomenologischen Empfindungen von Zeit zum Trotz definiert Aristoteles in seiner *Physik* die Zeit als eine, die erst als gezählte in Erscheinung zu treten vermag. Während chinesische Kultur lange den Wasserfluß der Zeit zuordnete (analog), erlaubt Taktung Zeitmessung⁶ - Wasser / Wellen, *versus* Frequenz

Die Uhr ahnt das Ende

- Uhr mit Hemmung schlägt (Entropie der Federspannung) zum Ende hin; intermittierende *hindrance* ein Begriff, den Shannon reilaistechisch ins binär-Digitale kehrt, im Prinzip neg-entropisch, praktisch durch Endlichkeit der Energiezufuhr kontaminiert; Uhrzeiger: kein Sein, sondern ein Vektor

- differenzieren "Hemmung" und "Zeitnormal" (etwa Pendel); das Zeitnormal steuert die Hemmung, sorgt für Quantelung der Energie; Normal "ein metrologischer/s Vergleichsgegenstand, ein Vergleichsmaterial oder präzises Messgerät, der bzw. das zur Kalibrierung anderer Messgeräte dient" = Wikipedia

- Heideggers Kritik an der "vulgären Zeit" der getakteten Uhren; seine in der Todtnauburger Hütte hängende Schwarzwalduhr als blinder Fleck von Heideggers Zeitkritik gedeutet, als "nicht-zeitlichkeitsfundiertes Phänomen" (Diss. Umfahrer S. 138) und Zeug einer "detemporalisierten Präsenz" (ebd.). Unter Bemühung von Kassungs Studie über das Pendel dieses Uhrwerk nicht nur einer technischen Beschreibung unterziehen, sondern auch in eine wirklich epistemologische Deutung überführen, wie es der Isochronismus, die Unruh, die Spindelhemmung verdienen

⁵ Henri Bergson, *Théories de la Volonté* [Reümé in den Worten von Paul Fontana eines Kurses am Collège de France 1907], in: ders., *Mélanges*, Paris (Presses universitaires de France) 1972, 685-704 (687)

⁶ Siehe Herbert Ohlman, *Information. Timekeeping, Computing, Telecommunications and Audiovisual Technologies*, in: Ian McNeil (Hg.), *An Encyclopedia of the History of Technology*, London 1990

- ahnt in rädergetriebenen Uhren mit Federantrieb die gespannte Feder schon ihre endliche Entspannung (der Stillstand der Uhr); physikalisch-mechanische Verschränkung von Pro- und Retention; Sekundenintervalle wären damit nicht völlig identisch, sondern sukzessive Spannungsabfall. Kraft hier gegen Zeit "verrechnet" (in Taktschritten). Transmechanische Uhrwerke bewegen keine Zeiger mehr, sondern generieren numerische Werte; damit der von Aristoteles bemerkte Zusammenhang von Zeit und Bewegung im diskreten Zahlbegriff selbst aufgehoben

- besteht "Uhrwerk" von Arthur Ganson unter dem Titel *Beholding the Big Bang* (2000) aus einem motorbewegten Räderwerk. Das erste Zahnrad in Rotation überträgt sich dekadisch auf das zweite, u. s. f.; das letzte Zahnrad ist mit einem Betonblock verbunden. Es dauert Milliarden von Jahren, bis daß eine volle Gesamttrotation des Systems nahezu vollzogen ist und das letzte Rad ein Weiterdrehen blockiert

- Pentatonic Permutations by Benjamin Heidersberger, algorithmic piano composition that started 14 billion years ago and will continue another 16 trillion years, tagging every moment of time. After the last permutation the piece will stop; also the standalone Pentatonic Permutations Player (PPP); what it sounds like:

https://soundcloud.com/benjamin_heidersberger/ppv_20161019mp3

- John Cage-Kunstprojekt Halberstadt *Organ² ASLSP*

Pendel, Schwingung

- Galileis Befund: einmal angestoßener Pendel benötigt diegleiche Zeit für jede Schwingung, wobei die Zeit von der Länge des Pendels abhängig ist und nicht von der Weite der Schwingung. Spindelhemmung schwang zunächst sehr weit aus. Huyghens' Befund: Pendel schwingen dann isochron, "wenn der Schwerpunkt des Pendels (Linse) nicht auf einem Halbkreis, sondern auf einer zykliden Kurve (etwa ein an den Enden nach innen gebogener Halbkreis) schwingt"⁷; führt zu einer Verbesserung der Aufhängung des Pendels zwischen den Zykloidenbacken. Ein angestoßenes Pendel hat die Eigenschaft, für jede Schwingung immer dieselbe Zeit zu benötigen, unabhängig von der Weite der Schwingung; Zeit nur von der Länge des Pendels abhängig

- mißt Galileo Galilei 1636 Zeiteinheiten mit Pendelausschlägen als Meßgerät; Gerät fehlt mechanischer Antrieb; erfindet er die Stiftnockenradhemmung, um damit den Gang der Turmuhr des Palazzo Vecchio in Florenz zu regeln; damit erreicht er die Drehzahlstabilisierung beim Anlauf des Federwerks; <http://de.wikipedia.org/wiki/Uhrenhemmung>; zieht oder dehnt sich jedoch mit der Temperatur; die Zeitangaben schwanken also "temperiert" (Anspielung an den musikalischen Begriff)

⁷Ebd. S. 112.

- kommen mit Ankerhemmung gleichgetaktete Schwingungen ins Bewußtsein der technischen Kultur, was epistemologisch untergründig eine Sensibilität für Oszillationen als Grundlage von Dynamik (theoretisch) induziert. Seitdem gibt es nicht mehr nur passive Zeitmesser (wie die Sonnenuhr), sondern (nahe an der Klepsydra) auch Zeitgeber, mit deren Hilfe sich Intervalle wählbarer Länge einmalig oder wiederholt definieren lassen. Grundlage für elektronische Zeitgeber können die Schwingungen eines Oszillators sein, die nach Umformung in Impulse oder Frequenzteilung) einem Zählgerät zugeführt werden, das seinerseits etwa Meßvorgänge auslöst. Einsetzbar ist als Zeitgeber etwa der Lade- oder Entladevorgang eines Kondensators (siehe Schwingkreis). "Elektronische Zeitgeber werden eingesetzt, wenn Zeitabschnitte genau und frei von subjektiven Fehlern oder selbsttätig in häufiger Wiederholung abgegrenzt werden müssen"⁸

- genau gehende Uhr erst seit der Zeit, als es Huyghens 1659 gelang, das erste vollkommen isochrone Pendel zu verfertigen, "indem er so das *Universum der Präzision* inaugurierte - um einen Ausdruck Alexandre Koyrés zu verwenden -, ohne das es gar keine Möglichkeit wirklich exakter Wissenschaft gäbe" = Jacques Lacan, Psychoanalyse und Kybernetik oder Von der Natur der Sprache, in: Seminar, Buch 2: Das Ich in der Theorie Freuds und in der Technik der Psychoanalyse, Weinheim / Berlin 1991, 373-390, Kurzversion Engell et al. (Hg.) 1999: 409 - gekoppelt an die Präzision des wissenschaftlichen Buchdrucks für die Notierung und exakte Reproduktion solcher Information. Seit Präzisionsuhr das Reale auch an seinem zeitlichen Ort: nie wirklich darstellbar, immer am Werk. "Die exakten Wissenschaften haben sicherlich die stärkste Beziehung zu dieser Funktion des Realen" = Lacan ebd.: 408; das *Zeitreal*. "Der Druck führt zur Vorliebe für genaues Messen und für Wiederholbarkeit; Eigenschaften, die wir heute noch mit der Naturwissenschaft und Mathematik verbinden" = McLuhan 1968: 346

Frequenzkontrolle durch Quarz (Shaul Katzir)

- Shaul Katzir, War and peacetime research in the road to crystal frequency control, in: Technology and Culture 51 (2010), 99-125; <http://humanities.tau.ac.il/segel/skatzir/files/2012/03/TC-Cady-published3.pdf>

- Quarzkristalle das wesensverschiedene Äquivalent zur mechanischen "Unruh" im elektronischen System; Quarzuhr 1927-/28 autonomisiert die Zeit noch nicht vollständig gegenüber der bisherigen Ableitung von der astronomischen (Natur-)Zeit, sondern bezieht sich in ihrer Präzision darauf als absolute Referenz. Nutzt Eigenschwingung des Kristalls zur Zeitmessung / Höchsthfrequenzen. Zählwerk nicht Zahnräder, sondern elektronische Bauteile

⁸ Walter Conrad, Elektronik - Funktechnik, Leipzig (VEB Bibliographisches Institut) 1982, Eintrag "Zeitgeber, elektronischer", 397f (398)

"Spontane Synchronisation": Huygens' Doppel-Pendeluhr

- benutzt Huygens 1656 die Pendelbewegung als Antrieb für eine Zahnradbetriebe Uhr mit Ankerhemmung; Konstruktion beschreibt er im 1658 in dem Buch 'Horologium'; folgt ein weiteres Buch über Pendeluhren: Christiaan Huygens, *Horologium oscillatorium*, 1673: die mechanische Konstruktion, vor allem aber die damit verbundene Mathematik und Graphen der "Zykloide"; dt. Christian Huygens, Die Pendeluhr (Horologium oscillatorium), hg. v. A. Heckscher / A. v. Oetingen, Leipzig 1913. "Isochron mögen Pendel heißen, wenn ihre Schwingungen durch ähnliche Bogen in gleicher Zeit vollbracht werden" = Huygens 1913: 111; dazu Anm. d. Hg.: "d. h. bei gleicher Amplitude"

- dient Christiaan Huygens' Doppelpendel-Uhr zur Lösung des (für die Schifffahrt wichtige) Problems der Längengradbestimmung; beobachtet an seiner Uhr: wenn beide Pendel anfangs nicht im Gleichtakt sind oder sogar gestört werden, schwingen sie nach einer guten halben Stunde synchron gegeneinander; mit mathematischen Modellen, die auf nichtlinearer Dynamik und Chaostheorie beruhen, die Bedingungen rekonstruieren, die zur Pendel-Synchronisation (Huyghens) führen

- Schrift *Horologium oscillatorium*; Huygens' Bedingungen zur Kopplung und damit Synchronisation der Pendel ideal: Masse eines Pendels steht in einem ganz bestimmten Verhältnis zur Gesamtmasse der Uhren. *Jedes der beiden schwingenden Pendel gibt an die Aufhängung Energie ab*, und ein Teil dieser Energie wird auf das andere Pendel übertragen; Schaltung "Schwingkreis" / "gekoppelte Schwingung" = Übertragung von Schwingungsenergie, phasenverschoben, fortgesetzt bis zum Verlust der Reibungsenergie - eine extrem verlangsamte Form der gedämpften Schwingung; damit es zur Synchronisation der Pendel kommt, müssen die Schwingungsdauern der Pendel nahezu gleich groß sein. Doppelpendeluhr beispielhaft für spontane Synchronisation, wie sie auch in Zellen bei der Epilepsie oder im Sonnensystem auftritt; Synchronisation eine Möglichkeitsbedingung für technologische und biologische Prozesse

Korrelation Räderuhr / Buchdruck

- analog zum Buchdruck im Unterschied zur Hand(ab)schrift gilt für die Räderuhr, daß sie als mechanisch getaktetes Werk zentrales Kriterium technischer Medien erfüllt: nahezu identische Reproduzierbarkeit ihrer elementaren Maßeinheiten und Bausteine

- Medien „materielle oder energetische (elektrische, elektronische, opto-elektronische) Träger und Übermittler von Daten bzw. Informationseinheiten“, also ausdrücklich nicht jede Prothese des Menschen = Hans H. Hiebel, Kleine Medienchronik. Von den ersten Schriftzeichen zum Mikrochip, München 1997, 8; "ist ein Medium jeweils ein System von Mitteln für die Produktion, Distribution und Rezeption von Zeichen, das den in ihm erzeugten Zeichenprozessen bestimmte

gleichbleibende Beschränkungen auferlegt.“⁹ Was Gutenbergs Letterngießverfahren für die Buchstaben und ihre Lektüre leistet, leistet die Räderuhr für die Zeit; ist es in den Zentren liturgischer Algorithmisierung von Lebensformen, den mittelalterlichen Klöstern, daß der technische Grund für die Überwindung des Mittelalters durch Medientechniken gesetzt

- unter Bezug auf Walter Ong [Ong wiederum unterscheidet bewußt zwischen der Kulturtechnik der „Technologisierung des Wortes“ im Kontext verbaler Kommunikation unter Menschen und den „Medien“ der Kommunikation]: "The use of printing moved the word from its original association with sound and treated it more as a 'thing' in space" = Marshall McLuhan, *The Gutenberg Galaxy*, Toronto 1962, 104; wird der Text vom transitiven Medium zur intransitiven Form, und nicht nur der Raum, auch die Temporalität der Texthermeneutik ändert sich damit: "The auditory field is simultaneous, the visual mode is successive. <...> the very notion of 'levels of exegesis', whether literal, figurative, topological, or analogic, is strongly visual, a clumsy sort of metaphor" <ebd., 111>

Vom Ritual und von der Liturgie zur Räderuhr

- frühmittelalterliche Annalen als Schauplatz einer diskreten Prozessierung von Zeit- und Wirklichkeitswahrnehmung; Mechanik der Räderuhr als "Papiermaschine" schon in der Zeitästhetik der Listenform als Kulturtechnik angelegt; wird zur Technologie aber ist mit dem medienepistemischen Ding der Hemmung. Uhrwerk = Abstraktion von der empirisch erfahrenen kosmischen Zeit

- *Lexikon der Liturgie* 1967: 326: *ritus* = „durch Tradition und Gesetz geregelte Form der Liturgie“, mithin: kybernetisch; von Kulturtechniken der „Verstetigung von Zeit“ in Zeremoniell, Ritus, Rhythmus, Wiederholung schreibt Hartmut Böhme¹⁰; tatsächlich praktiziert Kultur einen negentropische Energieaufwand zur Aufrechterhaltung von Ordnung wider den 2. Hauptsatz der Thermodynamik; *erst* mit der Räderuhr aber beginnt die Medienzeit im wohldefinierten Sinne

- Ritual als Oberbegriff zu Ritus und Zeremoniell stellt eine Form von Vor-Schrift, aber nicht von Programm im Sinne der Informatik dar; soll die Identität eines Kollektivs „durch kontinuierliche Gedächtnispraktiken“

⁹ Roland Posner, Zur Systematik und Beschreibung verbaler und nonverbaler Kommunikation. Semiotik als Propädeutik der Medienanalyse, in: *Perspektiven auf Sprache. Interdisziplinäre Beiträge zum Gedenken ans Hans Hörmann*, hg. v. Hans-Georg Bosshardt, Berlin / New York 1968, 267-313 (293f). Dazu Horst Wenzel, Medien- und Kommunikationstheorie, in: Benthien / Velten (Hg.) 2001: 125-151 (129)

¹⁰ Hartmut Böhme, Vom Cultus zur Kultur(wissenschaft). Zur historischen Semantik des Kulturbegriffs, in: Renate Glaser / Matthias Luserke (Hg.), *Literaturwissenschaft - Kulturwissenschaft. Positionen, Themen, Perspektiven*, Opladen (Westdeutscher Verlag) 1996, 48-68 (55)

sichern = Burckhardt Dücker, Eintrag „Ritual“, ebd., 502 f. (502); seiner Natur nach Automat, nicht algorithmisch, nämlich festgelegter Ablauf, gekoppelt an einen regelmäßigen Vollzug (Kalender)

- Rituale symbolische / kulturtechnische Akte, aber keine symbolischen Maschinen (vs. Deleuze); unterscheiden sich von techno-mathematischen Prozessen durch ihre Toleranz für Unschärfe, ihre Un-Eindeutigkeit.¹¹ Zermenoniell, Ritus, Rhythmus und Wiederholung sind Kulturtechniken der „Verstetigung von Zeit“¹²; tatsächlich praktiziert Kultur einen negentropische Energieaufwand zur Aufrechterhaltung von Ordnung wider den Zweiten Hauptsatz der Thermodynamik

- emanzipiert mechanische Reproduzierbarkeit der Zeit diese (in Abwandlung eines Gedankens von Walter Benjamin, Das Kunstwerk im Zeitalter seiner technischen Reproduzierbarkeit, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1963, 17) erstmals von ihrem "parasitären Dasein am" mithin klösterlichen "Ritual"; meint *Ritus* die durch Tradition und Gesetz geregelte kulturelle Form im Unterschied zum Gesetz der Maschine

- bezeichnet Routine (frz. „Gewohnheitsweg“) „eine mechanische Wiederholung von Tätigkeiten, deren Vollzug zur Gewohnheit geworden ist“ = Gloria Meynen, Eintrag „Routine“, ebd., 505 f. (505). „Zerlegung der Arbeit in einfachere motorische Funktionen, die langsam kombiniert werden können“ Hugo Münsterberg, Grundzüge der Psychotechnik, Leipzig 1914, 559). Damit werden Routinen technisch implementierbar. In technischen Wissenschaften meint die Routine Befehlslisten und das formalisierte „Anschreiben“ von Maschinenprozessen: Kodierung; so etwa die standardisierten Zeichenoperationen Löschen, Schreiben und Zeichenvorschub in der Turing-Maschine

- in Manovichs *Language New Media* die Turing-Maschine als Zeichnung mit "Memory Dial" gezeichnet; Gedächtnis selbst in diskreten Schritten verziffert; Taktung des Speichers

- „Während J. v. Neumann die Analogie von Computer und Nervensystem verwendet, also diskursiv medienanthropologisch argumentiert, „setzt der Mathematiker A. M. Turing nicht auf eine Strukturähnlichkeit von Gedächtnis und R.n. Turingmaschinen referieren auf Geisteszustände (*states of mind*)“, welche die Maschine simuliert (oder so erst generiert, wie erst die alphabetische Schrift die Idee sprachlicher Phoneme getriggert hat, als diskrete Einheiten, die gar nicht diskret gehört werden = ebd., 506

¹¹ Wolfgang Coy, Der diskrete Takt der Maschine, in: Georg Christoph Tholen u. a. (Hg.), *Zeitreise. Bilder, Maschinen, Strategien, Rätsel*, Frankfurt/M. (Stroemfeld / Roter Stern) 1993, 367-378

¹² Hartmut Böhme, Vom Cultus zur Kultur(wissenschaft). Zur historischen Semantik des Kulturbegriffs, in: Renate Glaser / Matthias Luserke (Hg.), *Literaturwissenschaft - Kulturwissenschaft. Positionen, Themen, Perspektiven*, Opladen (Westdeutscher Verlag) 1996, 48-68 (55)

- beschreibt John von Neumann, *First Draft*, § 4.1. funktionale Bestandteile der Computerarchitektur: "Any such device may time itself autonomously, by the successive reaction times of its elements. In this case all stimuli must ultimately originate in the input. Alternatively, they may have their timing impressed by a fixed clock, which provides certain stimuli that are necessary for its functioning at de nite periodically recurrent moments. This clock may be a rotating axis in a mechanical or a mixed, mechanico-electrical device; and it may be an electrical oscillator (possibly crystal controlled) in a purely electrical device. If reliance is to be placed on synchronisms of several distinct sequences of operations performed simultaneously by the device, the clock impressed timing is obviously preferable. We will use the term element in the above de ned technical sense, and call the device synchronous or asynchronous, according to whether its timing is impressed by a clock or autonomous, as described above."

- beginnt mit Räderuhr Medienzeit im wohldefinierten Sinne, analog dazu, wie erst Gutenbergs Technologie der Produktion identischer Lettern den Buchdruck als Medientechnik gegenüber der Kulturtechnik Schrift generierte. In Standesregeln (ritterliche Kämpfe und Spiele) herrscht „die rituelle Gesetzmäßigkeit, die dem Vorgange innewohnt“. In der Arbeitswelt der Moderne dagegen "wird der Ritus durch den präzisen, in gleichem Maße amoralischen und unritterlichen technischen Ablauf ersetzt"¹³. Ritus und Zeremoniell stellen eine Form von Schrift, von Vorschrift, also Programm dar - kontinuierliche Gedächtnispraktiken (Burckhardt Dücker) als algorithmischer, nämlich festgelegter Ablauf (Kalender), gekoppelt an einen regelmäßigen Vollzug. Aber diese Vorschrift ist noch Handschrift: variabel in ihrer konkreten theatralischen Manifestation. Die technologische Routine dagegen (aus dem Französischen „Gewohnheitsweg“) bezeichnet die „Zerlegung der Arbeit in einfachere motorische Funktionen, die langsam kombiniert werden können.“¹⁴ In Kultur als etwas, das regelmäßig getan wird, wird jeder Akt sofort sinnhaft interpretiert und ist fehlertolerant. Anders operieren diskrete, digitale Systeme: „Für eine Rechenmaschine gibt es keine derartige Regel. Jeder Schritt ist <...> genauso wichtig wie das Gesamtergebnis“¹⁵

Musik und Zeit im Takt

- algo/rhythmus (Miyazaki); Rituale = symbolische Notationen, unterscheiden sich von mathematischen Zeichen jedoch durch ihre Un-Eindeutigkeit.¹⁶ Übernehmen Algorithmen nun die Funktion von Ritualen,

¹³ Ernst Jünger, Über den Schmerz, in: ders., Blätter und Steine [*Hamburg 1934], 2. Auflage Hamburg (Hanseat. Verlagsanstalt) 1941, 157-216 (208)

¹⁴ Hugo Münsterberg, Grundzüge der Psychotechnik, Leipzig 1914, 559

¹⁵ John von Neumann, Allgemeine und logische Theorie der Automaten [*1951], in: Kursbuch (März 1967), 139-175 (143)

¹⁶ Vgl. Wolfgang Coy, Der diskrete Takt der Maschine, in: Georg Christoph Tholen u. a. (Hg.), Zeitreise. Bilder, Maschinen, Strategien, Rätsel, Frankfurt/M. (Stroemfeld / Roter Stern) 1993, 367-378

aber jenseits von deren gesellschaftlicher Einbettung? Doch nicht jede Form von Kodierung ist schon Medientechnik, bestenfalls "medial" i. S. von Kulturtechnik

- Takt = gleichmäßiger Ablauf von Zeiteinheiten beim Musizieren.¹⁷ In Straßburg um 1550 - wo Gutenberg die Lettern findet - taucht der Begriff *tactus* (von lat. *tangere*, mit dem Stock Fläche berühren) auf „zur Kennzeichnung des gleichmäßigen Niederschlagens und Wiederhochführens der Hand beim Dirigieren einer Musik“ <ebd., 39> - Kriterium für genuine Medialität, d. h. identisch wiederholbare Übertragung.

- wird in menschlich-kultischen Regelabläufen a) jeder Akt sofort sinnhaft interpretiert und ist b) fehlertolerant. Anders diskrete, digitale Systeme: „Für eine Rechenmaschine gibt es keine derartige Regel. Jeder Schritt ist <...> genauso wichtig wie das Gesamtergebnis; jeder Fehler kann das Ergebnis völlig entstellen.“¹⁸

- schreibt Schickard für seine Rechenmaschine von "Rechenuhr", antizipiert TM

Zahl und Zeit

- folgt (Edisonscher) Börsenticker dem Dispositiv der getakteten Räderuhr, nur rhythmisch statt simpler strikter Takt; Unterbrechung ist der Einbruch des Symbolischen in die Welt der Signale; Zeit als Ab/teilung dementsprechend symbolisch

- Was der geometrisierenden *theoría* entgeht, ist der zeitkonsekutive Charakter der Zählung, also die Dynamik der Zahl: "Wenn ich eine Anzahl akustisch vollkommen gleicher Glockenschläge höre, untescheide ich den ersten, zweiten, dritten u. s. w.", unterstreicht Ernst Mach, und vor allem das Phänomen, daß bei Aufmerksamkeit auf andere Dinge der erste Glockenschlag erst nachträglich supponiert wird: "Nachdem sie <sc. die Uhr> ausgeschlagen hat, kann es mich interessieren, die Glockenschläge zu zählen", wobei es objektiv (verklungen) für den ersten Glockenschlag schon zu spät ist. "Wodurch unterscheide ich also den *zweiten* Schlag vom *ersten*?" Durch die zeitliche Sukzession als Akkumulation von Sinneserfahrung¹⁹

¹⁷ Grete Wehmeyer, *Prestissimo. Die Wiederentdeckung der Langsamkeit in der Musik*, Reinbek b. Hamburg (Rowohlt) 1993, 28

¹⁸ John von Neumann, *Allgemeine und logische Theorie der Automaten* [*1951], in: *Kursbuch* (März 1967), 139-175 (143)

¹⁹ Ernst Mach, *Die Analyse der Empfindungen und der Verhältnis des Physischen zum Psychischen*, Jena (Gustav Fischer) 9. Aufl. 1922, Kap. XII "Die Zeitempfindung", 200-213 (203); siehe ders., *Untersuchungen über den Zeitsinn des Ohres*, in: *Sitzungsberichte der Wiener Akademie*, Bd. 51 (1865)

- subjektives Zeitauflösungsvermögen liegt bei etwa 1/16 Sek., "so daß uns höchstens 16 aufeinanderfolgende Ereignisse pro Sekunden als aufeinanderfolgend bewußt werden. (Rascher aufeinanderfolgende, diskrete optische Reize - Filmbilder! - verschmelzen zu einer scheinbaren flimmernden Bewegung. Rascher aufeinanderfolgende, diskrete akustische Reize verschmelzen zu einem Ton.)"; Frank nennt diese Rasterung subjektiver Zeit "Zeitquanten"²⁰.

- das äquidistante Zählen bedingt durch die wesentliche Zeitgebundenheit des Computers, zeitkritisch und problematisch im Kampf um paralleles *versus* prozessuales Datenverarbeiten. Kant hat die Zahl auf die Zeit zurückgeführt, d. h. auf eine nach ihm spezifisch menschliche Anschauungsform. Folgt ein Beispiel aus der Stochastik: "Daß etwa eine Wahlfolge Schritt für Schritt in der Zeit wird und nicht mit einem Blick in ihrer ganzen unendlichen Ausdehnung übersehen werden kann, ist eine unmittelbare Folge unserer Zeitgebundenheit. Es entsteht also die Aufgabe, die Stellung der mathematischen Gegenstände zur Zeitlichkeit, diesem exquisit menschlichen Moment des Daseins, zu untersuchen" = Becker 1927 / 1973: 197

- Kymograph: „Un mouvement d’horlogerie d’une vitesse uniforme conduit une feuille de papier audevant d’un style qui trace la courbe du phénomène.“ (Marey, 1878, S. 109) Oder, wie Martin Burckhardt 1994, S. 43, 53 ff., 58 ff. schreibt: Durch „Erfindung der Mechanischen Uhr“ wird die Zeit „in gleichgroße und gleichmäßige Impulse zerlegt“. Zählbarkeit ist die Folge, bzw. „[D]ie Zeit wird arithmetisch“. Ihr Paradigma ist das Zahnrad, die „von Zeitpunkt zu Zeitpunkt vorrückende Bewegung“, „unabhängig von aller Periodizität, von Tag und Nacht, Ebbe und Flut, von Sternenhimmel und Sonnenstand“

Analoge Zeitzeige: der Gnomon

- Sonnenstab (der *gnomon* an der Sonnenuhr) ein analoges, diagrammatisches Instrument zur Messung von Tageszeit

- favorisiert Heidegger gegenüber der getakteten "vulgären" Zeit der Uhr - parallel, wenngleich anders als Bergson - die Sonnenuhr, den Gnomon. Im Kern ist dies der schattenwerfende Stab; Diskretheit in der Zeitablesung wird erst durch die gekerbte Projektionsfläche eingeführt, also äußerlich - "ein schattenwerfendes Ding, das in nächster Nachbarschaft zur Zeit des Daseins operiert".²¹ Bei Heidegger selbst heißt dies: "Diese Uhr braucht das Dasein nicht einmal bei sich zu tragen, es ist sie in gewisser Weise selbst."²²

²⁰ Helmar Frank, Kybernetische Grundlagen der Pädagogik. Eine Einführung in die Informationspsychologie und ihre philosophischen, mathematischen und physiologischen Grundlagen, Baden-Baden (Agis) / Paris (Gauthier) 1962, 85

²¹ Christina Vagt, Geschickte Sprünge. Physik und Medium bei Martin Heidegger, Zürich (diaphanes) 2012, 82

²² Martin Heidegger, Sein und Zeit (1927), 416

- nennt Benjamin den Vorgang, "an einem Sommernachmittag ruhend einem Gebirgszug am Horizont oder einem Zweige folgen, der seinen Schatten auf den Betrachter wirft, bis der Augenblick oder die Stunde Teil an ihrer Erscheinung hat - das heißt die Aura dieser Berge, dieses Zweiges atmen."²³

- "Die Zeit wird nicht erst mit dem Raum verkoppelt" - Anspielung an Bergsons Kritik der mathematischen (Uhr-)Zeit -, sondern das vermeintlich zu verkoppelnde 'Raum' begegnet nur auf dem Grunde der zeitbesorgenden Zeitlichkeit. gemäß der Fundierung der Uhr und der Zeitrechnung in der *Zeitlichkeit* des Daseins, die dieses Seiendes als geschichtliches konstituiert, läßt sich zeigen, inwiefern der Uhrgebrauch ontologisch selbst geschichtlich ist und jede Uhr als solche eine Geschichte hat" = Heidegger 1927: 417; weist Kittler mit medienarchäologisch geschärftem Blick in seiner *Kulturgeschichte der Kulturwissenschaft* darauf hin, daß Heideggers Kritik der Uhrzeit ihrerseits nicht schlicht in eine Geschichte der Chronometrie eingebettet werden kann, sondern diese herausfordert (Kittler 2000: 236). Kann etwas, das die Geschichte (Zeit) überhaupt erst begründet, ihrerseits in der Geschichte (Zeit) sein? Frage rührt an die Doppelbindung aller Medienarchäologie, zugleich den historischen Index einer konkreten Verortung der Technologie, und den demgegenüber invarianten physikalisch-mathematischen Sinn zu denken

Die Uhrzeit und andere Medien der Zeitmessung

- läßt getaktete Uhr in ihrer diskreten Zeitigung / Tempor(e)alität der Oszillationen "die Zeit selbst vergessen" = Vagt 2012: 82

- temporallogisch formuliert: Industrielle Revolution *nicht erst* mit Dampfmaschine, *sondern bereits* mit der getakteten Uhr (Lewis Mumford); setzt Marshall McLuhan grundsätzlicher die Alphabetisierung voraus, dem aristotelischen Zeitbegriff vorausgehende Praxis diskreter Symbolketten

- Bettina Heitz, *Herrschaft der Mechanisierung*

- Räderuhren mit Hemmung zunächst nicht um Zeit anzuzeigen, sondern zu verkünden: „Zeit hat geschlagen“ (engl. *clock* von „Glocke“). Nicht mehr kontinuierliche Messung, sondern Diskretisierung

- Breitengrade nach Sonnenstand gemessen, daher Zeitsynchronisierung notwendig

- Pendeluhr mit Galilei; 18. Jh. in Transportwesen Problem der Ortszeit; 187xxx Weltzeitzonen; Differenz Orts- und Eisenbahnzeit

- GPS in der Kartographie; Chronometer in der Navigation

²³ Walter Benjamin, *Kleine Geschichte der Photographie*, in: ders., *Medienästhetische Schriften*, Frankfurt/M. 2002, 309

- hat Zeitmessung Diskurse hervorgebracht, oder ist sie Effekt derselben
- vs. Soziologie / Begriff der sozialen Zeit: "Zeitrechnung war und ist nicht schlicht eine Selbstbeobachtung der Gesellschaft, sondern ebenso ein technisches Geschick "und das heißt Zeitlichkeit, die andere oder menschenzugewandte Zeitmaße allererst vergibt" (Kittler)

Zwischen Astrolab und Räderuhr: die kosmische Uhr

- Bewegung (als Erscheinung der Zeit gemäß Aristoteles) anhand der Planetenumläufe gemessen, also im Takt von 0,0000...1 Hz; diese Zeitmessung noch anthropozentrisch, von menschlichen Sinnen und der biologischen "inneren Uhr" nachvollziehbar, insofern Extension des Menschen, mithin: Kulturtechniken. Mit der neuzeitlichen Mechanik der Unterteilung der Uhrskalen in Minuten seit 1675 gar Sekunden seit 1720 herrscht ein Sampling von Tages- und Nachtzeit, welche die menschliche Intuition unterläuft, die aktuelle Kommunikations- und Verkehrskultur vollständig ihrem Mikrozeitregime unterwirft
- nachdem die natürlichen Pendel (die Zyklen der Astronomie und des Tages und der Jahreszeiten) durch künstliche ersetzt sind, wird die *time base* als Takt selbst gesetzt (Metronom, Chronometer)
- in Konkurrenz mit dem Ziffernblatt der Uhr das Astrolab zur Regulierung der Uhr nach Maßgabe kosmischer Zeit, als Gesetz des temporal Sagbaren; antike Astronomen gerieten durch ihre empirische Vermessung der Sternbewegung zunehmend in Konflikt mit dem gültigen kosmisch-harmonischen Weltbild. Nikolaus Oresme in seinem *Traité du ciel*, rhetorisch inszeniert als Streitgespräch zwischen Arithmetik und Geometrie: "Denn wenn jemand vorhätte, eine mechanische Uhr zu bauen, würde dann nicht alle Räder so harmonisch wie möglich bewegen?" = implizite Orientierung an pythagoreischer *mousiké*; E. Grant, Nicole Oresme and the Kinematics of Circular Motion, Madison: Univ. of Wisconsin Press 1971. "Zur Festlegung einer *Zeitlichkeit* ist jeder periodisch verlaufende Vorgang geeignet. Diese Bedingung wird mit größter Annäherung durch die Erdrotation erfüllt"²⁴ - womit die pythagoreische These, alles sei Zahl, in der Zeit (Frequenz, Schwingung) *geerdet*
- Johannes von Sacrobosco; Zeitrechnung steht über der Zeitmessung, technische Experimente kaum durchgeführt, eine Ausnahme ist die Skizzierung einer Räderuhr von Robertus Anglicus 1271
- versank nach 82 v. Chr. Räderwerk im Wrack vor Antikythera; auf astronomisches Instrument deutet Räderkonstruktion, deren feste Übersetzung medienarchäologisch zurückrechnen läßt, daß es sich hier um die Mechanisierung des Metonischen Zyklus handelte, in dem 19

²⁴ Lehrbuch der Physik für die Oberschule (Mechanik / Wärmelehre), Berlin (Volk & Wissen) 1953, 16

Sonnenjahre 235 Mondmonaten entsprechen.²⁵ In der kinetischen Verzahnungslehre ist jene Mechanisierung von Mathematik angelegt, die später aus *computus* den Computer zu generieren vermag

- zählt die Uhr des Betriebssystems vor Unix Version 6 in Hundertstelsekunden; seitdem aber zählt die Unixzeit die vergangenen Sekunden seit [1. Januar 1970, 00:00 Uhr UTC; Schaltsekunden nicht mitgezählt. "Dieses Startdatum wird auch als The Epoch [...] bezeichnet"²⁶

Chronologie, Uhr, Takt

- künden Glocken acht kanonischen Horen an; Zeitorientierung der Benediktiner trägt dazu bei, "dem menschlichen Tun die regulären kollektiven Taktschläge und Rythmen der Maschine zu geben" (Eviatar Zerubavel, *Hidden Rhythms*). Umso schärfter soll die Differenz zwischen solcher Kulturtechniken und dem Automatismus der Räderuhr mit Hemmung gefaßt werden

- "Die erste automatische Maschine der Geschichte lief mit einem Mechanismus namens 'Hemmung', der 'regelmäßig die Kraft eines fallenden Gewichtes unterbrach' und so die Freisetzung von Energie und die Bewegung der Zahnräder kontrollierte."²⁷ / "Die Uhr, nicht die Dampfmaschine, ist der Schlüsselmechanismus der Moderne" (Lewis Mumford); Norbert Wiener: gegenwärtige Epoche als die der Servomechanismen, "wie das 19. Jahrhundert der Zeitalter der Dampfmaschinen oder das 18. Jahrhundert das Zeitalter der Uhren war"²⁸

- Thomas Mead patentiert 1787 sein Zentrifugalpendel zur Drehzahlregelung an *Mühlen*; durch das Zahnradgetriebe wird hier die kontinuierliche Bewegung der Kugeln mit den diskreten Zahnrädern verkoppelt, differentiell²⁹

- einmal intuitive Vorstellung einer kontinuierlichen Zeit (wie sie in Stockhausens Begriff der „Phasen“ mitschwingt), als Funktion analoger elektroakustischer Medien, andererseits zeitdiskrete Operation, welche Zeit erst meßbar (Definition des Aristoteles: Zeit als Zahl der Bewegung hinsichtlich des Früher und Später), damit auch berechenbar: die mathematische Zeit. Mit dem quantisierenden Sampling-Theorem und dem Digital Signal Processing aber erreicht die diskrete Zeit den Anschein des

²⁵ Gerald J. Whitrow, *Die Erfindung der Zeit*, Hamburg (Junius) 1991, 158

²⁶ <https://de.wikipedia.org/wiki/Unixzeit> (3-XI-2016)

²⁷ Jeremy Rifkin, *Uhrwerk Universum. Die Zeit als Grundkonflikt des Menschen*, München (Kindler) 1988, 110, unter Bezug auf: Daniel J. Boorstin, *The Discoverers*, 38

²⁸ Norbert Wiener, *Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung im Lebewesen und in der Maschine*, Düsseldorf/Wien (Econ) 1992, Kapitel "Newtonscher und Bergsonscher Zeitbegriff", 63-83 (Schlußsatz)

²⁹ Siehe Otto Mayr, *Zur Frühgeschichte der technischen Regelungen*, München / Wien (Oldenbourg) 1969, 100, Bild 64

Kontinuierlichen selbst

- zwischen relativer und absoluter Zeit: altägyptische Klepsydra (Wasseruhr) i. U. zur Sonnenuhr setzt ihre eigene Zeitbasis, in Griechenland etwa zur Befristung von Gerichtsreden, das pure Intervall, *epoché*
- "Um eine ungedämpfte Schwingung zu erhalten, muß der schwingenden Masse während einer Periode gerade die Energie wieder zugeführt werden, die sie in einer Periode durch Reibung verliert. Man erreicht das durch *Selbsteuerung* oder *Rückkoppelung*; durch das schwingende System werden in geeigneter Phase Kräfte ausgelöst, die den Energieverlust bei jeder Periode wieder wettmachen" = Gerthsen 9.1966: 89
- Hemmungsmechanismus in der Räderuhr mithin das vorgängige Dispositiv dieses Begriffs (die Praxis als die Bedingung der epistemischen Denkbarekeit) solcher gleichschwingenden Prozesse, anders als etwa das astronomische Vorbild der gleichförmigen Planetenbahnen, die das Dämpfungsproblem als Frage nicht stellen
- scheinbar gleichförmige Schwingung (Takt) tatsächlich ein entropischer, energieverzehrender Akt (weil Bewegung durch Energiezufuhr). So wird Information gegen Energie verrechnet: Zeit
- Sinusschwingung als Kreislauf trigonometrisch diagrammatisierbar. Dieser Kreislauf ist - graphisch - eine Uhr mit Zeiger, der im Uhrzeigersinn einmal herumschreitet; insofern eine Minute mit 60 Sekunden = extrem verlangsamte Sinusschwingung.
- Uhr (die Hemmung) wird zeitkritisch als Basis exakter Signal-Laufzeitmessung im Wheatstoneschen, von Hipp verbesserten Chronoskop. Vom getakteten Pendel zum Begriff der Schwingung: "Hier ist die Sperrklinke eine Feder, welche dadurch aus- und eingelegt wird, dass man sie veranlasst, in Schwingung zu gerathen. Sie ist so abgefasst, dass sie in der Sekunde 1000 Doppelschwingungen vollzieht <1000 oder 2000 Hz?>. Bei jeder derselben lässt sie einen Zahn des Steigrades durchschlüpfen, um alsbald den nächstfolgenden wieder aufzufangen. Wir sehen somit bei den delikatesten Maschinen <...> eine Eigenschaft des Zahngesperres erfolgreich angewandt" = Franz Reuleaux, Theoretische Kinematik. Grundzüge einer Theorie des Maschinenwesens, Braunschweig (Vieweg) 1875, 449; dazu Fig. 339. Chronometer wird zur zentralen Referenzzeit in Experimentalsystemen; *second order observation cybernetics*-Problem: blinder Fleck ist die Frage, wer das Chronometer eicht: das implizit Sonische. Hinzugezogen wurden Klavierstimmer; damit kommt es zu einem (Wieder-?)Eintritt von musikalischem Wissen in die (Hoch-)Technologie
- basiert Reuleaux' Beschreibung diskontinuierlicher Maschinenbewegung auf der Analyse von Schlössern einerseits, der Uhrhemmung andererseits. "Beide sind nicht bloß Anwendungen der Theorie, sondern treiben Theorie" = Berz 2002: 143

- Franz Reuleaux, Theoretische Kinematik. Grundzüge einer Theorie des Maschinenwesens, Braunschweig (Vieweg) 1875, 448 (Hemmung der Uhrwerke) "beruhen [...] auf dem [...] Auslösen eines Sperrades, welches durch die Betriebskraft stets vorwärts gedrängt wird. Indem das Loslassen und Auffangen in möglichst gleich gross gemachten Zeitabschnitten bewirkt wird, regelt die Hemmung den Gang des Uhrwerkes dergestalt, dass deren Räder in gleichen angebbaren Zeiten gleich große endliche Winkel durchlaufen" - kybernetischer Mechanismus; § 121 "Schaltungen" bzw. Schaltwerke; 446: "Wenn die Betreibung eines Maschinenorgans zwar fortschreitend, aber nicht stetig, sondern periodisch absetzender Weise geschieht, so wird sie Schaltung genannt"; ebd. 449; ebd. auch Zitat periodische Unterbrechung eines Werks = "Schaltung" (S. 446)

- "Wenn die Betreibung eines Maschinenorganes zwar fortschreitend, aber nicht stetig, sondern periodisch absetzender Weise geschieht, so wird sie Schaltung genannt" = Reuleaux a.a.O., 446

Wiederholung, Räderuhr, *spatium*

- das Spatium im mechanisch Realen längst praktiziert durch die mit Hemmung versehene Räderuhr (oder Pendeluhr) seit der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts - im Dienste der klösterlichen (später fabrikmäßigen) Gebets- und Arbeitsdisziplin

- tritt an die Stelle der stetigen, analogen Sonnenuhranzeige Taktung: die Ausbalancierung der gespannten (also gespeicherten, potentiellen) Energie von Gewicht oder Feder durch gleichmäßige Intervalle. Durch die Spindelhemmung zur gleichmäßigen Verausgabung gezwungen, wird die scheinbar kontinuierliche Zeit in gleiche Abschnitte unterteilt, eine Verschränkung von analog und digital, eine frühe Form von Relais als mechanischer Umsetzung binärer Schaltprozesse. Als wesentlich unterstreicht Gendolla, "daß die Regulation auf einem Bruch, der Unterbrechung einer Bewegung beruht" <1984: 49> - eine Art Eindringen der Null auf temporalem Niveau, wie es später die Kinematographie als optisches Medium der Erzeugung von Bewegungsillusion leistet. Mit fortschreitender Genauigkeit tendieren die zeitlichen Intervalle geradezu infinitesimal gegen Null; hier wird eine Zeitwahrnehmung maschinell vorgegeben, welche Newton und Leibniz in Mathematik gießen

- vollzieht die Räderuhr für die Zeit, was (Marshall McLuhan zufolge) das Vokalalphabet für den phonetischen Sprachfluß leistet: eine radikale Diskretisierung, Kern abendländischer kombinatorischer Rationalität. Das Bauelement der Spindelhemmung ist im altgriechischen Sinne *techné* als *poiesis*, ein Entbergen von Zeit; "das ursprünglich Poietische aber ist die Natur selbst" = Eugen Fink, Zur Ontologischen Frühgeschichte von Raum - Zeit - Bewegung, Den Haag (Nijhoff) 1957, 185; gibt es nicht getaktete Uhren, weil es Uhrmacher gibt, sondern weil solche Uhren möglich sind

- geht mit der filmtechnischen Unterscheidung fortlaufender Frames durch

einen schmalen Steg (korrespondierend mit dem Malteserkreuz im Projektionsapparat) Einführung der Uhrwerke mit Hemmung seit dem 13. Jahrhundert einher; tritt an die Stelle der kontinuierlichen Entspannung einer Feder die Hemmung: „Ein diskontinuierlicher Ablauf wird in einen kontinuierlichen überführt, indem seine Zeit in gleiche Abschnitte unterteilt wird.“³⁰

- "Dies so isolierte Potential wird durch eine zweite, hemmende Kraft zur gleichmäßigen Verausgabung gezwungen, die mit einem Zwischenraum, einer Leerstelle operiert. Hierin liegt die ganze Revolution, <...> in der Kontrolle der eigenen Bewegung durch die Einschaltung von Haltepunkten, Leerstellen. <...> Die durch die Hemmung abgeschnittenen und aneinandergereihten Zeitstücke sind zunächst noch ungenau. Nur indem sie, kleiner und kleiner werdend wie die Unterbrechung selbst, tendenziell gegen Null gehen, werden Abweichungen unerheblich" = Gendolla, Zeit, 41f, zitiert nach: Kirchmann 1998: 185 f. - diskrete Zeit

- Uhr erlöst die Zeit von den menschlichen Ereigniswelten³¹ - ein genuin medienarchäologischer Moment, analog zum Buchdruck, der - wie die Räderuhr die Hemmung - das *spatium* einführt; leistete die Form der Annalistik (freigesetzt durch neue Formen der Chronik und der Geschichtsschreibung) hier epistemischen Vorschub, das Denkmodell für eine Zeitästhetik diskreter Schritte. Annalistik deutet auf eine alternative Form der Wirklichkeitswahrnehmung, worin das, was vorfällt, als das, was wahrgenommen wird, was gegeben ist, also: als *Daten*, oder auch das, was nicht geschieht, als *voids*, in serieller Form aufgeschrieben werden. Jedes Jahr ein Speicherplatz, der auf seine Variablen wartet; von daher der Name; gerade die Anonymität der Annalistik markiert also deren Freiheit zur non-narrativen Zeitverarbeitung. "Der Historiograph des Mittelalters beispielsweise war selbst kein Menschmedium mehr, sondern hatte <...> nur noch mediale Funktion, war zum bloßen Instrument zurückgeschnitten"³² - auf Seiten einer *écriture automatique*.

- entstand Shannons mathematisches Maß für Information „eigens zu dem Zweck, die Neuigkeit und d. h. Unwahrscheinlichkeit einer Nachricht von der Menge der in jedem Code ja notwendig implizierten Wiederholungen abzutrennen und angebar zu machen" = Friedrich Kittler, Optische Medien. Berliner Vorlesungen, Berlin (Merve) 2002 <???, xxx

- Ernst Jünger, Das Sanduhrbuch, 2. Aufl. Frankfurt/M. (Vittorio Klostermann) 1954 (bes. Kapitel "Uhren und Zeit", 17-118; darin u. a. zum

³⁰ Peter Gendolla, Die Einrichtung der Zeit. Gedanken über ein Prinzip der Räderuhr, in: Christian W. Thomsen / Hans Holländer (Hg.), Augenblick und Zeitpunkt, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1984, 47-58 (49)

³¹ Lewis Mumford, Technics and Civilisation, zitiert nach: Peter Gendolla, Die Einrichtung der Zeit. Gedanken über ein Prinzip der Räderuhr, in: Christian W. Thomsen / Hans Holländer (Hg.), Augenblick und Zeitpunkt, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1984, 47-58 (54)

³² Werner Faulstich, Das Medium als Kult. Von den Anfängen bis zur Spätantike, Göttingen (Vandenhoeck & Ruprecht) 1997, 297

Mechanismus der Hemmung, ihre anonyme Er/Findung, über den Maschinenbegriff und die Automatisierung)

- Gerhard Dohrn-van Rossum, Die Geschichte der Stunde, München (dtv) 1992

- kommen mit dem Buchdruck Zeit und Takt zu sich: "Die Wiederholbarkeit ist der Kern des mechanischen Prinzips, das unsere Welt beherrscht hat, und zwar besonders seit der Technik Gutenbergs. Die Botschaft des Drucks und der Typographie ist in erster Linie die der Wiederholbarkeit. Mit der Typographie brachte das Prinzip der beweglichen Typen die Möglichkeit, jede beliebige Handschrift durch den Prozeß der Zerlegung in Abschnitte und Aufteilung einer ganzen Handlung zu mechanisieren. Was mit dem Alphabet als Aufspaltung der vielfältigen Gesten, Blicke und Klänge des gesprochenen Wortes begonnen hatte, erreichte einen neuen Intensitätsgrad zuerst mit dem Holzschnitt und später mit dem Buchdruck" = Marshall McLuhan, Die magischen Kanäle. "Understanding Media", Düsseldorf / Wien (Econ) 1968, 174

- wird das techno-mediale Gedächtnis entmonumentalisiert - ein Prozeß, den Erasmus von Rotterdam am Buchdruck rühmte, da er es ihm ermöglichte, noch während der Drucklegung der sukzessiven Auflagen seiner kommentierten Sprichwörtersammlung *Adagiorum Collectanea* nach 1500 Wörter hinzuzufügen, bis zu seinem Tod 1536 - die Option der beweglichen Letter. Demgegenüber geht das Internet noch einen Schritt weiter, da es keine endgültige Drucklegung mehr kennt, sondern nur noch permanente Redaktion (J. F. Lyotards Traum der Postmoderne als konstante Neuschreibung der Moderne). "What Erasmus had was the new technology of print. What he already knew he needed was a computer."³³ An dieser Stelle schaut Medienarchäologie eher auf Differenzen denn auf Analogien, in die auch Giesecke verfällt, wenn er die Deklaration des jeweils neuen Mediums zum kulturellen Wunschmaschine kritisiert: "Statt 'Buchkultur' nun 'digitale Kultur', das wäre kulturgeschichtliche wirklich nichts Neues"³⁴

Das Ende(n) des Mittelalters im Medium

- stimuliert durch die technologische Lage der Gegenwart, entdeckt Kulturhistorie den Anteil sog. *medialer* Funktionen in vornezeitlichen Gesellschaften - d. h. vor der Epoche der von Marshall McLuhan so getauften *Gutenberg-Galaxis*. Medienarchäologie aber hinterfragt, inwieweit der moderne diskursstiftende, also technische Medienbegriff heuristisch rückübertragbar ist (bis hin zum unglücklichen Begriff der „Menschmedien“, der nur im Sinne der Kybernetik der 1960er Jahre

³³ Jonathan Sawday, Towards the Renaissance Computer, in: ders. / Rhodes (Hg.) 2000: 29-44 (41)

³⁴ Michael Giesecke, Die Maus und der Griff ins Regal, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 155 v. 7. Juli 2001, I

haltbar ist³⁵). Handelt es sich bei antiken und nach-antiken Aufschreibesystemen, Rhetoriken, Ritualen und Liturgien um Praktiken, die sinnvollerweise als medial *avant la lettre* zu bezeichnen sind, oder ist die Rede plausibler von Kulturtechniken - um die Radikalität der Medienwirklichkeit der Gegenwart umso schärfer davon abzusetzen; ist der Bezug zu den *Medien-Gesellschaften* der Vergangenheit diskontinuierlicher, als historischer Sinn es wahrnehmen will

- Unterschied zu Ritualen und Liturgie: mechanisierte Zeit nicht mehr nur performativ, sondern technisch operativ. Doch nicht die operative Zeit ist das Medium, sondern ihre Implementierung im materiellen Artefakt³⁶

- Trogemann / Viehoff 2005: 239, unter Bezug auf Lewis Mumford, *Mythos der Maschine*, 483: "Merkwürdigerweise lasen die Gelehrten, die als erste die Vorstellung von der Rückständigkeit des Mittelalters verbreiteten, ihre Dokumente mit Brillen, die im dreizehnten Jahrhundert erfunden worden waren." Tatsächlich aber benennt Mumford bereits das Spätmittelalter und die Frühmoderne (Brille, Druckerpresse, Windmühlen, mechanische Uhr, Astrolabium, magnetischer Kompaß, Schießpulver, Papier) - ein Kriterium für die (Unter)Scheidung von Mittelalter und Neuzeit selbst, die schließlich auch die Zeitung zeitigt. In der Umbruchphase vom Hochmittelalter in das, was später selbstredend die Neuzeit genannt wird, wird die Uhr selbst das zentrale Modell für geordnete, sich selbst regulierende Prozesse - das Apriori aller Geschichte³⁷

- Diskontinuität als Subjekt wie als Objekt der Fragestellung. Denn eine mediale Instanz von Diskontinuität ist der vermessende Zeitabstand. Ein Kriterium für Medialität (wenn dieses Unwort denn unumgänglich ist) ist der Moment, wo sich Zeitmessung von der natürlichen Zeitempfindung löst und Zeitmessung zur abstrakten Zeitsetzung wird.

- benutzt Huygens zur Konstruktion von Taschenuhren erstmalig Spiralfedern mit Unruhe; Modell eines Planetariums

- welches Wissen und welche Details am Uhrwerk die wesentlichen in dem Sinne sind, daß sie die medienarchäologischen und -theoretischen Schlußfolgerungen selbst ins Wanken bringen, sollten sie sich als *historische* Fehlinformation erweisen? *Zählt* hier (buchstäblich) Genesis oder Geltung? Die genaueste Rekonstruktion der historischen Begleitumstände oder gar Ursachen sind vonnöten, um zu beschreiben,

³⁵ Siehe Norbert Wiener, *Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung im Lebewesen und in der Maschine*, Düsseldorf/Wien 1992 (orig. *Cybernetics*, 1948)

³⁶ Siehe Kay Kirchmann, *Verdichtung, Weltverlust und Zeitdruck. Grundzüge einer Theorie der Interdependenzen von Medien, Zeit und Geschwindigkeit im neuzeitlichen Zivilisationsprozeß*, Opladen (Leske & Budrich) 1998, 138f

³⁷ Siehe Peter Gendolla, *Die Einrichtung der Zeit*, in: Christian W. Thomsen / Hans Holländer (Hg.), *Augenblick und Zeitpunkt*, Darmstadt (Wiss. Buchgesellschaft) 1984, 47-58

wie ein technisches Werk sich von der menschlichen Handhabung, mithin: Kulturtechniken der Zeitordnung löst. Von dem (bezeichnenderweise anonymen) Moment jedoch, wo diese qualitative Eskalation hin zur Autoreferenz des Mechanismus ereignet hat, vergißt das Werk seine kulturhistorische Genese. Das medientechnische Tun wird zum Gegenstand nach eigenem Fug (technologische Fügung) und Recht auf epistemologische Einsicht

- unterscheidet sich medienarchäologischer Zugang zur Genealogie von Chrono-Techniken in methodischer Hinsicht von der bisherigen Kultur- und Technikgeschichte, aber gerade deshalb ist Medienarchäologie auf das durch historisches Quellenstudium gewonnene Fachwissen angewiesen; Balanceakt einer ebenso techniknahen wie erkenntnisphilosophisch orientierten Medienwissenschaft

- Uhrwerkhemmung nicht unmittelbar aus dem monastischen Kontext ableitbar, der vielmehr eine relative Zeittoleranz erlaubte wie der musikalische Takt

- *chronoi* bei Aristoxenos; ist gerade das diskontinuierende (eher als: -liche) Momentum faßbar, in dem technische Zeit gegenüber kulturtechnischer Zeit eskaliert

- hemmungsgesteuerte Chronophotographie: der "Revolver" in der Photographie des Venus-Durchgangs durch Jansen

- Zerlegung (alphabetische Zeit"analyse") des monastischen Exerzitiums bzw. der militärischen Exerzitien in genaueste Zeit- und Bewegungsmomente = Normalisierung / Standardisierung: Zeitplanung (Foucault, Überwachen und Strafen); implizit wurde damit die signaltechnische Diskretisierung (Analog-zu-Digital-Wandlung) kulturtechnisch eintrainiert; wurde das medienepistemologische Feld für Sampling bestellt

Rhythmen, Taktungen und Uhren

[Notizen zu Gastvortrag Dohrn-van Rossum *Rhythmen, Taktungen und Uhren. Moderne Missverständnisse*, 3. Februar 2016, Medientheater HU]

- Einführung der mechanischen Uhr *epochaler* Vorgang an der Schwelle vom Mittelalter zur Moderne; Unterwerfung der Uhrzeit an den historischen Diskurs / der geschichtswissenschaftlichen Kritik? "Nun haben sich in modernen Beschreibungen des damit verbundenen Wandels der Zeitmesstechniken und des Zeitbewusstseins bei prominenten Autoren (Max Weber, Werner Sombart, Marshall McLuhan, Michel Foucault) in einer Art Abschreibesystem Irrtümer und Fehleinschätzungen verfestigt, die erklärt und entwirrt werden sollten, um medienwissenschaftlichen Analysen der Genealogie von Rhythmen und Taktungen historisch solidere Grundlagen zu geben" = *abstract* Gastvortrag Dohrn-van Rossum; Unschärfen hinsichtlich des *tactus*-Begriffs bei Musiktheoretikern des 15. / 16. Jahrhunderts

- S. Krakauer, "Girls und Krise", in: Frankfurter Zeitung 27. 5. 1931, über die Jackson Girls in Pariser Show: nicht etwa 16 Mädchen, sondern 32 Frauenbeine als Teil einer exakt getakteten Maschinerie

- Werner Sombart: Schlaguhren in den Klöstern

- Diagramm über Tages- und Nachteinteilung in benediktinischen Klöstern: Hubert Treiber / Hans Steinert, Die Fabrikation des zuverlässigen Menschen. Über die "Wahlverwandtschaft" von Kloster- und Fabrikdisziplin, München 1980 (Buchumschlag)

- Benediktinerklöster als "clocked community" synchronisiert

- zur 8. Stunde der Nacht aufstehen: im Winter dafür eine technische Uhr notwendig (i. U. zu anderen Mitteln der *horologia*). Basteln am Wecksignal; daraus hervorgegangen: Mechanismus für Glockenhammer. Dieser eignet sich auch als Zeitnormal: Waagbalkenhemmung mit Palettenspinde und Kronrad (Verge scapement, or: crown-whellescapement). Dieser Erfindung blieb anonym und unbemerkt; sofort diskutiert hingegen: Glockenschlagwerk

- teilweise rekonstruierte Turmuhr mit Waagbalkenhemmung Salisbury Cathedral 1386. Schlag weniger als 1 Hz. Schloßscheibenschlagwerk: Schlagzahl der Glocke läßt sich programmieren "count wheel"; damalige Quelle: "ein Instrument, das sich selber schlägt" <= Automat>. Man hört nur die Zahl der Glockenschläge, müssen mitgezählt werden <Argument Bergson>. Mechanismus verborgen. Entscheidend: Zeit, die man braucht, um mitzuzählen; *nicht* der Takt; medienarchäologisch entscheidend hingegen nicht die phänomenologische Seite der Zeitwahrnehmung, sondern der (nicht buchstäblich, sondern technisch elementar entscheidende) "kritische" Mechanismus; *governor* = Fliehkraftregler in der Dampfmaschine: Mechanismus, der die Mechanik steuert; gerade dieser bleibt anonym in Sinne Giedeons

- Mensuralnotation erlaubt mehrstimmige Kompositionen; Traktat *Ars nova notandi*. Hier Frage nach der kleinsten Zeiteinheit; "mensurae". Neologismus *tactus* (markierte gleichmäßige Zeiteinheiten: Klopfen). *Keine gemessene Zeit, sondern Grundeinheit für Pulse*; Aristoxenos' "chronoi"

- Suche nach ,tempo musicale und ,tempo armonico'; uhrenmechanisch kompetenter Ingenieur Leonardo nicht auf abstrakte kleine Zeitmaße gekommen (Hinweis G. Dohrn-van-Rossum, Februar 2016)

- Oszillation auf Glockenschlag, nicht Hemmung bezogen

- Differenz: musikalische / außermusikalische Prozesse quantifizieren. Leonardo nimmt später musikalisches Zeitmaß für Bemessung von Arbeitsabläufen Ende 15. Jahrhundert. Da noch keine Minuten Sekunden, Rückgriff auf "tempo musicale"

- echte Taktangaben frühes 17. Jahrhundert in militärischen Kontext;
temps als Einheiten für Drill

- Praetorius nicht an Standardzeit für Musik interessiert, sondern gottesdienstlicher Koordinationsbedarf im Klosterkontext wie auch in der musikalischen Mensur (Michael Praetorius, *Syntagma Musicum*, Wolfenbüttel 1619, t. 3 Abschnitt "De Tactiu, seu Notarum Mensura <...> & Signis" bzw. Lorenz Mitzler, *Musicalische Bibliothek*, Bd. 4, Leipzig 1754): adaptive "Tempora". Keine gleichen Zeitquanten, sondern variabel je nach Winter- und Sommerzeit, individueller Dauer des Gottesdienstes, angepaßt an menschlichen Rhythmus; Waaghemmung hat sich nicht aus Gründen der exakten Zeittaktung aus dem Glocken- und Weckwerk der Klöster entwickelt (Dohrn-van Rossum), sondern eher unwillkürlich. Genau damit aber ist die Differenz zwischen dem medienarchäologischen und dem kulturhistorischen Interesse definiert; liegt das spannende techno-(chrono-)logische Momentum darin, daß es sich nicht linear aus dem kulturhistorischen Kontext ableiten läßt, sondern eher schlagartig und anonym (Giedion) entspringt ein Artefakt gleich Athene aus dem Kopf des Zeus. Damit erlischt auch das medienarchäologische Interesse an der Epistemologie des Artefakts an der historischen Ableitung, zugunsten der fortwährenden Geltung. Die Aufmerksamkeit gilt nicht dem Mechanismus von *horologiae* insgesamt und in ihrer "variantologischen" Vielfalt, sondern der Möglichkeitsbedingung, dem entscheidenden Kriterium: dem Fliehkraftregler an der Dampfmaschine (oder dem Edison-Phonograph), und der Hemmung im Werk der Räderuhr

- medienarchäologische Argumentation gegenüber Anspruch des historischen Diskurses asymmetrisch; medienarchäologisches Argument verfängt in der Sprache der Geschichtswissenschaft; es spürt vielmehr einer anderen Zeitlichkeit ("Geschichtlichkeit") nach

- medienarchäologische Impulse nicht vorschnell mit historischer Argumentation vermengen; führt zu Mißverständnissen und Fehldeutungen; "historisches Archiv" das Eine, das erkenntniswissenschaftliche Momentum (*l'archive*) das Andere; zwar Räderuhr, aber nicht die gleichgetaktete Hemmung historisch unmittelbar (sondern eher indirekt) aus dem eher relativen Zeitbedarf der Benediktinerregel ableitbar; bleibt die Hemmung der epistemologische Einschnitt, der das (früh-)neuzeitliche technische Zeitempfinden von den Rhythmen der vorherigen Zeitkultur trennt

Die (zyklische) Uhrzeit

- interessant am Ziffernblatt der Uhr aus medienarchäologischer Sicht: nicht schlicht ein Interface, sondern ein Spiegel des inneren Uhrwerks selbst - ein Zeitdiagramm eher denn ein "Bild"; geplantes Forschungsprojekt *Visuelle Zeitgestaltung* (Claudia Blümle, Christoph Windgätter)

- erhöht sich die Frequenz kulturell gemessener Zeit in einer Weise, die

Heinz von Foerster als logarithmisch bezeichnen würde: von der Folge natürlicher Rhythmen, abgeschaut der planetarischen Natur selbst (Tag und Nacht, Monat, Sonnenjahr), über mechanische Taktung (Räderuhr) bis hin zur hochfrequenten elektronischen Zeit. Unter Rekurs auf den Millennium-Bug, der die Eigenzeit von Computerwelten als Einbruch in die sonstigen Zeithaushalt der Kultur drastisch in seiner Asymmetrie verdeutlicht hat, weist Kittler in einem Anfluß von Zeitphilosophie der Medien darauf hin: "Zeitrechnung war und ist mithin keine Selbstbeobachtung der Gesellschaft, sondern eine technische Geschichtlichkeit und das heißt Zeitlichkeit, die andere oder menschenzugewandte Zeitmaße allererst vergibt. Die Frequenz dieser maschinellen Zeit ist in den letzten zwanzig Jahren von einem Megahertz auf fast ein Gigahertz gestiegen."³⁸

- analoge Bewegung (etwa Kurvenverlauf eines Signals) wird zeitdiskret abgetastet / gemessen

- getaktete Uhr eine kulturtechnische, also willkürlich der Natur angetragene Zeit/messung, oder tritt sie vielmehr auf das der Natur inhärente Zeitmaß (im Sinne Aristoteles´)? Biologisch-energetische Prozesse unterliegen im hohen Maße der Periodizität - ob die Gangbewegung beim Spazierengehen, ob das Kauen von Nahrung (materielle Zerkleinerung analog zum Begriff der Analyse im epistemischen Feld), das Hacken des Spechtes 16mal/Sek.; fortgesetzt im Maschinischen, endlich auch im Elektrischen (Schwingungen), final im Digitalen (das Binäre kommt erst als Taktung zum Vollzug in der von-Neumann-Architektur des Computers).

- "Auf die Platine eines PC von 1980 ist ein 'Timer-Chip' montiert, das ist: ein oszillierender Quarz, der pro Sekunde 1 193 180 Signale aussendet. Doch solange der Computer ausgeschaltet ist, sendet die Quantenphysik des Quarzes ihre Signale ins Nichts. Erst nach dem Starten oder Booten des Systems empfängt (durch Aufruf des Interruptprogramms 08h) ein Zähler die Signale und macht aus Physik eine Uhr. Der Zähler einer digitalen Maschine aber zählt nur, wenn die Maschine läuft <...>, und steht darum nach Ausschalten oder beim Einschalten auf dem letzten Endwert oder wird beim nächsten Start auf Null gesetzt. Der "Computeranwender" stellt also (über Funktion 01h des Interruptprogramms 08h) die aktuelle oder irgendeine Zeit ein" = Berz, a.a.O.; Digitalcomputer rechnet mit Taktfrequenzen als Grundlage / Grenzen seiner Berechenbarkeiten

- erstreckt sich Aristoteles´ Identifizierung von Zeit als (Maß)Zahl der Bewegung (in seiner *Physik*) auf quasi-zyklische Zeitprozesse, insofern diese Definition auch für die Umkehrung dieser Bewegung gilt (im Sinne

³⁸ Friedrich Kittler, Von der Zukunft des Wissens, in: Wissen. Verarbeiten, Speichern, Weitergeben. Von der Gelehrtenrepublik zur Wissensgesellschaft, hg. v. Gereon Sievernich / Hendrik Budde (= Bd. VI des Katalogs der Ausstellung *7 Hügel. Bilder und Zeichen des 21. Jahrhunderts*), Berlin (Henschel) 2000, 59-61 (59)

Newtons)

- "Wenn wir selbst in unserem Denken keine Veränderung vollziehen oder nicht merken, dass wir eine vollzogen haben, dann scheint uns keine Zeit vergangen zu sein. [...] Wenn also der Eindruck, es vergehe keine Zeit, sich uns dann ergibt, wenn wir keine Veränderung bestimmend erfassen können, sondern das Bewusstsein in einem einzigen, unmittelbaren (Jetzt) zu bleiben scheint, wenn andererseits wir (Veränderung) wahrnehmen und abgrenzend bestimmen und dann sagen, es sei Zeit vergangen, so ist offenkundig, dass ohne Bewegung und Veränderung Zeit nicht ist. [...] *Zeit ist die Messzahl von Bewegung hinsichtlich des „davor“ und des „danach“*"
= Aristoteles: Aristoteles' Physik - Vorlesungen über Natur, hrsg. v. Hans Günter Zekl, Hamburg 1987, S. 209, 213;
Zeitdemnach etwas „gezähltes“; umgekehrt gilt die Operation des Computers: Er erzeugt aus der Zahl (hier nicht als analytisches, sondern synthetisches Werkzeug) ein Zählen von "davor" und "danach" (die von-Neumannsche Sequentialität von Null/Eins-Folgen) und erzeugt damit alle möglichen Formen von Bewegung

- arithmetische Zeit (in der Kritik Bergsons) entspricht dem "vulgären Zeitbegriff", genannt von Martin Heidegger, *Sein und Zeit*, 17. Aufl., Tübingen 1993 (1927), 420 ff.

Kontinuierliche vs. gequantelte Zeit

- neigt physikalische "Natur" zur periodischen Schwingung, d. h. (in Bandbreiten) zu identischen Oszillationen. Mathematisch betrachtet stellen solche Prozesse einen invarianten Vorgang, doch physikalisch betrachtet stellen sie einen entropisch fortschreitenden Vorgang dar; insofern verwandt dem Ziffernblatt einer Räderuhr: Überkreuzung einer Wiederholung des Gleichen mit entropischer Irreversibilität. Der Zahlbegriff in der Mathematik vernachlässigt den zeitlichen Charakter des Abzählens: Hier sind nicht schlicht Proportionen im Spiel, sondern zeitliche Unterschiede. Insofern "zählt" die Natur in periodischen Schwingungen, doch als qualitativ differierende Mathematik

- Kolbenmechanismus von Maschinen setzt Takt in Kreisbewegung um oder umgekehrt (Ziffernblatt der Räderuhr; Dampfmaschine): keine schlichte Wiederkehr des Gleichen in der jeweilig vollendeten Periode, sondern eine energetische Differenz. Otto-Motor (PKW) und Dampfmaschine (Watt) basieren also bereits auf einer genuinen Wandlung analoger in diskrete (getaktete) Bewegungen (und umgekehrt). Der Filmprojektor ist ein Hybrid aus analogem und digitalem Zeitprozeß: Mit Hilfe des Malteserkreuzes stellt er apparateseitig und mit der Perforation zelluloidseitig für einen Moment die scheinbar kontinuierliche Spule still, damit der Nachbildeffekt des Auges pro- und evoziert werden kann

Flüchtiger vs. diskreter Zeiger

- Kopplung von Zeit und Vergehen als Nicht-Rückkehr ist a) christlich theologisch: Eschatologie; b) physikalisch: 2. Hauptsatz der Thermodynamik / Entropie)

- Paradox der Uhr: zyklisches Ziffernblatt, insofern immer Wiederkehr des Gleichen - bei gleichzeitigem Fortschritt der zyklisch gemessenen Zeit, faßbar an der physikalischen (mechanischen) Entropie der Uhr selbst und der Notwendigkeit, ihr Energie zuzuführen, damit sie (dann gleichmäßig) tickt

- erfindet Anaximander von Milet Gnomon-Stab zur exakten, stundenweisen Umrechnung des kontinuierlichen Sonnenstandes in diskontinuierliche Zeitwerte; Zwölftelung selbst der babylonischen Astronomie entlehnt. Die Skala, eine symbolische Operation, macht Zeit relativ exakt ablesbar. Vom relativen Zeitbezug zur Sonne löst sich die Uhr erst im Akt der Abstraktion; die Zeitmessung durch Klepsydran, also Wasseruhren, nimmt der Zeitanzeige ihren Abbildcharakter und wird selbst zur *time base*. Nicht mehr die Natur des Lichts gibt den Tag an, sondern eine Technik erobert sich auch die Möglichkeit der Zeitmessung in der Nacht - ein negentropischer Akt, der Kulturmomente setzt; negentropisch schon deshalb, weil etwa im Öllicht die vergehende Zeit sich am Verbrauch, dem Verzehr des Öls selbst mißt:

- bei Feueruhren ist die Verflüchtigung der Zeit bildhaft, da sich der Brennstoff scheinbar ganz verflüchtigt und durch diesen Prozeß das Vergehen von Zeit anzeigt. Das Begrenzende hier ist genau die Geschwindigkeit, mit der dieser Verbrennungsprozeß abläuft. Es findet eine endotherme Reaktion statt; es wird also bei der chemischen Umsetzung der Stoffe Wärmeenergie und Licht frei, die für die Zeitmessung allerdings nur nebengeordneten Charakter besitzen. Der Punkt, auf den es ankommt, ist der Verbrauch des Brennstoffes pro Zeiteinheit³⁹

- was Norbert Wiener später (in Anlehnung an Szilard) zur Unterscheidung von Information gegenüber Energie und Materie bewegt und was für die Operationen des Computers bestimmend ist: nicht mehr der Energiehaushalt entscheidend für den Ablauf des Prozesses, sondern die Zeit-Information

- wird im Vorderen Orient und am Mittelmeer noch mit Licht und Wasser gemessen; Kulturen in kühleren und dunkleren Breiten zur Entwicklung alternativer Zeitmeßtechnologien genötigt. Gefrorenes Wasser läßt keine kontinuierliche Zeitmessung zu, sondern hebt sie auf. Das Mittelalter setzt auf die Sanduhr zur Messung kurzer Zeitabschnitte, etwa die 30 Minuten für die Seefahrt zur Wachablösung und zur Messung durchfahrener Strecken. Der medienepistemische Moment der Sanduhr liegt im Verhältnis

³⁹ Julian Röder, Die Zeitmaschine. Seminararbeit zur Lehrveranstaltung *Zeitkritische Medien*, Seminar für Medienwissenschaft, Humboldt-Universität zu Berlin, Wintersemester 2004/05

der Sandkorngröße zum Durchmesser der Verengung im Verhältnis zur Schwerkraft als Antrieb des Ablaufs; erst daraus errechnet sich die bestimmte Menge Sand pro Zeiteinheit. Es handelt sich um einen stetigen Vorgang, der dennoch aus kleinsten Partikeln und Quantensprüngen besteht. Schrieb Archimedes von Syrakus einst ein Sandbuch, um sich der Frage der Berechenbarkeit von Sandkörnern auf der Welt zu stellen, so bietet die Sanduhr ein Medium der Messung von Sand durch die Zeit. Am Flaschenhals der Sanduhr aber sitzt unverhofft Maxwells Dämon

Mechanische Uhren

- in drei arabischen Handschriften sogenannte "Uhr des Archimedes" überliefert. Zwischen analog und digital: "Die Zeit wurde einerseits kontinuierlich auf einer Skala angezeigt, andererseits wurde zu jeder vollen Stunde eine Anzahl von Mechanismen in Bewegung gesetzt."⁴⁰ So gaben etwa künstliche Vögel einen durch Wasser- und Luftdruck hydraulisch erzeugten Pfeifton von sich, wenn sie eine ebenfalls künstliche Schläge sich zeigen sahen. Dergleiche wasserbasierte Mechanismus, der die Zeit anzeigt, zeitigt auch Bewegung und Töne <exakt im arabischen Text beschrieben in Wiedemann / Hauser 1918: 190ff>: Womit deutlich ist, daß Zeit nur eine Form, ein Phänomen von Differential-Dynamik ist, die sich gleichursprünglich (hier als Uhrwerk konkret) in anderen Phänomenen manifestiert. Ebenso wird etwa durch ein Fadenwerk marionettenartig eine Handlung ausgelöst, eine diskrete: Das Kopfabschlagen eines Mannes durch das Schwert eines anderen. Hier wird die Diskretheit von Zeit als Takt zum dramatischen Moment <die arabische Beschreibung dazu ebd., 183f>: "Diese Vorrichtungen, deren Beschreibung wir abgeschlossen haben, werden ebenso wie die Dinge, die sich aus ihnen ableiten lassen und ihnen ähnlich sind, alle an der großen Rolle, d. h. der Rolle des Schwimmers, der die Bewegungen in Gang setzt, und an dem Zahnrad befestigt" = 189

- beschreiben Wiedemann / Hauser am Ende zwei zusätzliche Anordnungen in der Oxforder Handschrift, in der ein Mechanismus zwischen Zeitbestimmung und mechanischem Spiel unentschieden oszilliert, darunter eine "Herstellung eines *Maidân* <= große Ebene, freier Platz, Rennbahn - Schauplatz also, Medientheater> der Stunden (der Uhr) mit den Kugeln, dem Falken und dem Raben" <200ff>. Finaler Kommentar: "Da dies <sc. Medientheater> nur kurze Zeit andauern kann, so haben wir es auch hier mit einer Uhr zur Messung kurzer Zeiträume zu tun. Möglich wäre es auch, daß diese Vorrichtung ein mechanisches Spielzeug ist, das mit einer Uhr in Verbindung steht" <202>. Beschreibung und Zeichnung dieser Vorrichtung im Manuskript sind im Detail weitgehend unklar: "Erst eine wirkliche Rekonstruktion dürfte es ermöglichen, die Einzelheiten wenigstens zu einem großen Teil zu klären" <200> - ein Medium ist Medium erst im Vollzug, auch heuristisch (im Unterschied zur

⁴⁰ Mayr 1969, 34, unter Bezug auf: E. Wiedemann / F. Hauser, Uhr des Archimedes und zwei andere Vorrichtungen, Halle (Abh. der Kaiserl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher, Bd. CIII, Nr. 2) 1918

philologischen Hermeneutik, die rein symbolisch zu verifizieren vermag)

- markant Mayrs Nebensatz über die Autoren der Übersetzung der mittelalterlich-arabischen Beschreibung und (symbolischen) Rekonstruktion der "Uhr des Archimedes": "Als Naturwissenschaftler haben sie <sc. E. Wiedemann / F. Hauser> auf eine textkritische Analyse verzichtet, und so fehlen bis heute fachmännische Urteile über das Alter der Handschriften wie über Alter und Ursprung des Werkes selbst" <Mayr 1969: 34>. Auf der anderen Seite gilt: "Die Beschreibung der komplizierten Uhr ist so gründlich, daß Wiedemann und Hauser sie nahezu vollständig rekonstruieren konnten" <ebd.>. Es herrschen also zwei Regime der Übertragung: die medienarchäologische Ebene von Prozessen wie dem Uhrtakt, die prinzipiell invariant gegenüber der historischen Zeit gleichursprünglich immer wieder bestimmte mechanische, elektro-mechanische, elektrische und elektronische Vorgänge zeitigt, und der historische Kontext (Kulturgeschichte). Die technische Übersetzbarkeit ist das Dementi der historischen Zeit, und so herrscht ein Doublebind oder eine Dichotomie

- von Peter Szondi definiertes Programm der deutschen Klassik: "Die Individualität des Kunstwerks, die Umstände seiner Repräsentation mögen historisch bedingt und historisch einmalig sein. Der Geschichtlichkeit" quasi musikalisch, i. S. Anders 1930 - "enthoben erscheint in dieser Sicht hingegen die Idee, die sich im Kunstwerk verwirklicht, und die Gattung, der es zugehört."⁴¹

- arabische Übermittlung altgriechischer Texte (an Europa) geht mit einer Verschiebung des *logos*- zum Intensionsbegriff einher, wird also im arabischen Umdenken mit einem Zeitvektor im doppelten Sinne (nämlich einem Sinn für Zeitdilationen) versehen. Was am Ende dann aus dem Arabischen ins Lateinische gelangt und zum scholastischen Wissen des Spätmittelalters wird, ist bereits eine Brechung der altgriechischen Epistemé; die Uhr wird hier epistemologisch integriert: Seit der Hochscholastik (Nicolaus von Oresme u. a.) widmet sich die Naturwissenschaft den Problemen der Näherung und des Grenzwerts (*intensio* sowie *latitudo formarum*), die den Altgriechen als Grenze ihres Denkhorizonts ansatzweise bekannt war⁴²

- eine Mathematik, die letztendlich ebenso wie ursprünglich (als pythagoreische Philosophie, als Computer) mit Mediensystemen konvergiert

⁴¹ Peter Szondi, Von der normativen zur spekulativen Gattungspoetik, in: ders., Poetik und Geschichtsphilosophie II, Frankfurt/M. 1974, 78

⁴² Johannes Lohmann, Die arabische Wissenschaft und die Entstehung des neuzeitlichen Wissenschaftsbewußtseins, in: Heinrich Rombach (Hg.), Wissenschaftstheorie, Bd. I, Freiburg / Basel / Wien 1976, 121f (122); siehe ferner Jürgen Mittelstraß, Von der griechischen Wissenschaft zur Kopernikanischen Wende (ein Abriß), in: ebd., 122ff (123)

Die Räderuhr

- mechanische Hemmung "Erfindung, die die Entwicklung der Räderuhr in Gang gesetzt hat <...>. Sie machte die Uhr zu einer Maschine, die, unabhängig von äußeren Einflüssen und astronomischen Gegebenheiten, nur den Gesetzen der Physik folgend, den Ablauf der Zeit in gleichmäßige Stücke zerhackt" = xxx, in: Igor A. Jenzen (Hg.), *Uhrzeiten. Die Geschichte der Uhr und ihres Gebrauches*, Frankfurt /M. 1989, 219

- mehrere Zahnräder; miteinander so verbunden sind, daß das größte und erste Zahnrad die langsamste Bewegung ausführt, das letzte Rad sich am schnellsten dreht

- "See time in motion as gears turn in this <...> timepiece", steht gedruckt auf der Verpackung der *Gear-Up Retro-Alarm Clock* (verkauft im Shop des Deutschen Museums München). Über eine vertikale Verkettung von Rädern wird hier die Zeitanzeige betrieben und enthüllt die Zeitählung als Differential

- Gedicht Seidel (19. Jh.) "Ich trag', wohin ich gehe, stets eine Uhr bei mir"; bedeutet die synchronisierte Uhrzeit bereits eine temporale Eintaktung des *ubiquitous computing*, insofern alles diesem Takt unterworfen ist als Richtwert; analog zum Bild des *homme machine* (Automaten) als gleichursprüngliche Fügung des maschinellen Wissens

- Bulova 2467 *Thermatron* (Schweiz, ab 1982): elektrische Energie durch Temperaturdifferenz zwischen Handrücken und Uhroberseite erzeugt

- getaktete Uhr (Räderuhr) vollzieht Zeit als Information, d. h. ihre energetische Bedingung (Federspannung, Gewicht) sinkt unterhalb der Schwelle der funktionalen Relevanz, durch den Mechanismus der Unruh, welche Energie in gleichmäßigem Takt wandelt. Diese Uhr wird nicht "mit der Zeit" langsamer (das entspräche dem Energie-Paradigma), sondern läuft entweder, oder sie steht abrupt still: eine binäre Existenzweise.

- von Henri de Vick in der Kathedrale von Straßburg zwischen 1362-70 konstruierte gewichtsbetriebene Uhr. Galileo Galilei macht den Schritt zur Pendeluhr

- gleichmäßige Schwingungen des Horizontalpendels, der Spindelhemmung mit Waag, in erster Linie von dem präzise gearbeiteten Räderwerk der Uhr abhängig; Schwingbalken besitzt im Gegensatz zum Pendel keine eigene natürliche Schwingungsperiode <Whitrow 1991: 163>

- zum Hemmwerk der Uhren "irgendwo zwischen der Uhrmacherei und Schwingungsfragen aus physikalischen Lehrbüchern" = Berz 0815, 143: Franz Reuleux, Lehrbuch der Kinematik, Bd. II: Die praktischen Beziehungen der Kinematik zu Geometrie und Mechanik, Braunschweig 1900, 558; eine Form von diskontinuierlicher Steuerung, im Unterschied etwa zum Fliehkraftregler von Watts (kontinuierliche Steuerung)

- Entdeckung der Pendelgesetze durch *Galileo Galilei* 1641 und deren Nutzung durch das freie, vertikal schwingende Pendel durch *Christian Huygens* 1656

- eröffnet aktuelle Medienkultur - nach Maßgabe des modellbildenden Mediums Computer - affine Fragen und Formen der Wahrnehmung, die sich an das Mittelalter rückadressieren; widmet sich Horst Wenzel der "digitalen" (Zähl-)Hand, und der Kunsthistoriker xxx Berns prä-kinematographischen Zeitreihen; tun sich von der Gegenwart getriggerte Fragehorizonte auf: sie helfen, neue Aspekte wahrzunehmen, erfordern aber umso deutlicher, die Unterschiede zu konturieren. Kulturtechniken sind noch nicht gleich technische Medien. Gegen mediengeschichtlich versöhnliche Kontinuität setzt Borst die medienarchäologische Diskontinuität = Borst 1999: 104 f.

- leisten Computer Prozeßsteuerung zumeist in einem zeitkritischen Fenster namens Echtzeit, in welcher Zeit als Erstreckung für menschliche Wahrnehmung im Eindruck des Nu, des Momentanen, der Jetztzeit verschwindet. Tatsächlich aber operiert auch die Räderuhr schon minimal diskret - Zerhackung einer Bewegung, die in anderen Zeitmeßsystemen kontinuierlich abläuft. Diese Unterbrechung fungiert sozusagen als Differenzial, ebenso wie Leibniz später das Unendliche durch endlos kleinste Schritte zu integrieren vermag. Die Spindelhemmung teilt eine unaufhörliche Bewegung in zwei gegenläufige Bewegungen, die durch Transformation auf das gezahnte Gangrad einen Takt erzeugt, dessen buchstäblich augenblickliche Chronostasis (das Stillstehen zwischen zwei Schwingungen) gegen Null tendiert

- beschreibt Kirchmann Uhrenhemmung in Anlehnung an Panofskys Begriff der Perspektive als symbolischer Form als "symbolische Funktion" = Kirchmann 1998: 185; entbirgt sich diese Funktion erst im medialen Vollzug. Eine Funktion aber ist eine mathematische wohldefinierte Größe, kein Symbol; in der Räderuhr materialisiert sich kein Symbol, sondern Hardware; Metaphorik von "leerer Zeit" zerschellt an Praxis

- verlangte Synchronisation der Elektronik-Architektur weit ab von Turings logischer Maschine nach diskreter Sequentialität, unter Preisgabe der Parallelarchitekturen, wie sie ENIAC repräsentiert = Wolfgang Hagen, Der Stil der Sourcen. Anmerkungen zur Theorie und Geschichte der Programmiersprachen, in: Martin Warnke u. a. (Hg.), HyperKult: Geschichte, Theorie und Kontext digitaler Medien, Basel / Frankfurt a. M. (Stroemfeld) 1997, 33-68 (51); Devise lautet fortan: „One thing at a time, down to the last bit!“ = Burcks 1980: 338, zitiert ebd.; single instruction / single data

- Taktung von Computern durch Quarzimpulse: "Ohne diesen Taktgeber hätte der Computer keinen Sinn dafür, Schritt für Schritt die ihm gegebenen Probleme mit Hilfe ihm verfügbarer Informationen bearbeiten zu können. Der Taktgeber setzt ihm Anfang, Ende sowie Sequenz und

Frequenz seiner Rechenschritte⁴³ - frequent wie Töne, Schwingungen; macht die Analogie zur Akustik analytisch Sinn

- werden im Mikroprozessor die einzelnen Stromwege "immer nur für ganz kurze Zeit geschaltet, wobei die Zeit, in der wirklich jeweils Strom fließt, durch den zu jedem Mikroprozessor-System gehörigen *Taktgeber* bestimmt wird. Dieser sendet <...> einen Taktimpuls an den Mikroprozessor. In diesem wird dann <...> eine ganz bestimmte Schalterkombination aufgebaut, die eine gewünschte Tätigkeit des Systems auslöst" = Hans-Joachim Sacht, Mikroprozessoren. Kleincomputer für alle, München 1978, 33 f. = zitiert nach Gendolla 1984: 53

- protokybernetischer (Rück-)Kopplungsmechanismus in Jost Bürgis' *Remontoir* von ca. 1600: „ein Uhrwerk, das das eigentliche Uhrwerk in kleinen Abständen immer wieder aufzieht und so dessen Federspannung auf dem gleichen Potential hält, eine regelrechte Automatik also“⁴⁴

Akustische Zeitsignale: Glocken

- Bergson zur temporalen Botschaft von Glockentönen

- kulturelle Bedarf an der Uhr "viel eher auf das Spielwerk als auf das Uhrwerk bezogen. Letzteres der Motor für Ersteres, welches allein den Menschen direkt anzusprechen vermag. Die exakte Zeitmessung wäre dann weniger als Antwort auf ein praktisches Bedürfnis zu verstehen, sondern eher als Nebeneffekt des Versuchs, das sonische Interface der Glocken an die theologisch-kosmologische Maschine anzuschließen, als 'Chronifizierung des Sonischen'; verlegt Kirche liturgischen Sonocodes (Geläut) und Chronometrie (Glockenschlag) in das gleiche Spielwerk (Kommunikation Hans Kroier, März 2013)

- "De quibus ego horologiis non loquor que et vetera sunt nec tantopere admiranda, et que ipsum per se experimentum docuit. Loquor de eo quod vere est horologium, in quo non tantum ratio horarum, sed etiam, ut sic dicam, sermo agnoscitur; utrunque enim logos significant, rationem et sermonem; quod quodammodo vita habet, cum sponte sua cietur, et dies ac noctes pro homine opus facit. Nec solum horam oculis ostendit ac praescribit, sed etiam auribus procul et domi manentium nuntiat, campana, que superimposita est, numerum distinguente: quo nihil neque utilius neque iocundius" = Lorenzo Valla: *Gesta Ferdinandi regis Aragonum*, ed. Ottavio Besomi (Padua: Antenore 1973), 159-196, hier zitiert nach Anthony Grafton: "Renaissance Histories of Art and Nature." In: Bensaudet-Vincent et al. (Hg.): *The Artificial and the Natural*, Cambridge 2007, 207

⁴³ Dirk Baecker, *Wozu Systeme?*, Berlin (Kadmos) 2002, 27

⁴⁴ Peter Gendolla, *Die Einrichtung der Zeit. Gedanken über ein Prinzip der Räderuhr*, in: Christian W. Thomsen / Hans Holländer (Hg.), *Augenblick und Zeitpunkt*, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1984, 47-58 (49)

- zentral für System Räderuhr Spindel-Waag-Hemmung mit einem Schwingsystem (oder der Radunrast, der "Unruh") zwischen Antrieb (bewegt durch ein Gewicht) und Übertragungs-Räderwerk samt Indikation (optisch durch Zifferblatt oder akustisch durch Schlagwerke); seit Spätantike ist die liturgische Zeitnachricht zunächst eine akustische: der Glockenschlag

- Rhythmus des klösterlichen / kirchlichen Lebens durch das Läuten der Kirchenglocken funktional intern / öffentlich gemacht; im 7. Jahrhundert nachweislich die sieben kanonischen Stunden ausgeläutet; Kirchenglocken unwillkürlich zu akustisch wahrnehmbaren Zeitsignalen für Umgebung; kulturtechnische Asymmetrie: Landbevölkerung vorerst nicht dafür gestimmt, nach agrarischen Zyklen der Natur; anders die kulturelle Autopoiesis im urbanen Raum; notwendig Bedarf nach autonomer *Abstimmung*; verschiedene Glocken für diverse Funktionen; ständige akustische Präsenz der Glocke, temporaler Vielklang; bislang unmenschlicher Instinkt implemetiert: Zeitwachheit; ca. 1250 von Zünften Werkglocken eingeführt, Beginn und Ende der Arbeitszeit signalisierend; ca.1330; Erfindung der mechanischen Uhrwerkhemmung "läutet" buchstäblich das Zeitalter der Räderuhr ein; "Geschichtliches über Turmuhren" = http://www.uhrenstube-aschau.at/sammlung_turm_geschichte.htm

Schlüsselemente der Räderuhr

- mag Spindelhemmung - das miniaturisierte Prinzip der Umlenkung von Kräften - technisch der Mühlenbautechnik oder der Schmiedekunst entsprungen sein; theoretisch die mikrophysikalische Nutzung dieser Kräfte als Information (nämlich zur Zeitanzeige) rückgekoppelt an die astronomische Definition von Aristoteles von Zeit als gleichmäßiger Bewegung. Erst mit der Erfindung der Pendel-Hemmung durch Christiaan Huygens 1657 (wird die Räderuhr auf eine neue Basis gesetzt - die periodische Schwingung selbst, die als Maßeinheit bis zur Atomuhr gilt und den oszillatorischen Vorgängen der Sinnesdatenverarbeitung im menschlichen Hirn selbst nahekومت⁴⁵

- "innere Organe" der Rostocker Monumentaluhr = Schukoswski 2004: 21 eine Maschine. Gerade weil sie dem Blick des Betrachters verborgen bleiben (die *dissimulatio artis*, also das Verbergen der Technik ist die Grundlage aller Medieneffekte), bedarf sie der medienarchäologischen Aufmerksamkeit. Das Hauptwerk trägt den vielsagenden *terminus technicus* "Zeitwerk"; von hier aus werden diskret (oder digital), nämlich stündlich das Stundenschlagwerk (samt vormals der Stundenglocke im Kirchturm) und davon abgeleitet das mit Stiften auf einer Walze programmierte Musikwerk gesteuert, wie auch andererseits kontinuierliche (analog) das Zeiger- und das Kalenderwerk

⁴⁵ Ernst Pöppel, Die Rekonstruktion der Zeit, in: Das Phänomen Zeit in Kunst und Wissenschaft, hg. v. Hannelore Paflik, Weinheim (VCH) 1987, 25-38 (29f)

- xxx Fried, heute Leiter des Technikmuseums in Silicon Valley, gelernter Uhrmacher, ehemaliger Leiter der Uhren-Abteilung im Deutschen Museum München, nennt im Interview mit Radio Berlin-Brandenburg (November 2007) Schritt vom Uhrwerk zum Programmieren von Computern konsequent

- läßt sich, in Form einer kinetischen Notation (nach Monge und Charles Babbage die Bedingung aller symbolischen Steuervorschriften, bis hin zu Reuleaux' *Theoretische Kinematik*) und eines Blockschemas der Werke, Uhrwerk bereits in diagrammatischen Begriffen der Programmierung darstellen; Abb. = Umschlaginnenseite aus: Schukowski 2004; freilich ohne physikalisch materialisierte Zeitprozesse in Form von Bewegung darstellen zu können; bloße optische Orientierungshilfe, oder bereits Anstoß zum diagrammatischen (kognitiven) Vollzug (*diagrammatic reasoning* i. S. Peirce)

- Herzstück der Räderuhr die Spindel-Waag-Hemmung (in Rostock 1710 durch eine Pendel-Haken-Hemmung erneuert), von der aus das Zeigerwerk bewegt; stellt sich umso unerbittlicher die Frage, wer diese mechanische Differenz aus welchem Willen durchsetzte; kam dieser Sprung gerade nicht aus den Klöstern, wo die Temporalstunden keinen mechanisch reproduzierbaren Gleichtakt erfordern, sondern ihren weltlichen Brüder- und Schwesteröffentlichkeiten: Handel und Stadt, mit einem anderen Bedürfnis nach standardisierter Zeit. Bis zur Frühneuzeit im christlichen Ritus vor allem das Prinzip der Temporalstunden, also die ungleichen Längen je nach Maßgabe der Tageslichtzeit zu den vier Jahreszeiten. Nicht von ungefähr hält sich dieses System am Längsten in Klöstern und im liturgischen Bereich; die Benediktregel seit 540 schreibt die Regelmäßigkeit des Gotteslobs, für die monastischen Stundengebete (Horen) die alte temporale Tageseinteilung nach Sonnentagsviertels bzw. den zwölf Sonnenswtunden zwischen Sonnenauf- und untergang vor.⁴⁶ Diese "primär nach innen" gerichtete Zeitästhetik (Schukowski) entspricht weitgehend der agrarischen Zeitempfindung. Erst 1429 belegt der Generalkapitelsbeschluß Nr. 69, daß bei den Zisterzienser-Mönchen nicht mehr nach Temporalstunden gezählt; für die Außenbeziehungen in nichtgeistlichen Zusammenhängen richtet sich Monastik fortan auch nach Äquinoktialstunden = Schukowski 1992: 8; Schizophrenie einer Zeit, die in der Zweigesichtigkeit der älteren astronomischen Uhren evident wird; zwei Zeitblöcke stehen mit aktualistischer und prognostischer Zeit neben- / gegeneinander

- setzen sich die astronomischen Bedürfnisse der exakten Zeitmessung durch gleichlange Stunden (Äquinoktialstunden), also die medialisierte Zeit, gegen die monastische Zeitästhetik durch

- Weltalterlehren (Augustin); "die biblische Zeitgliederung <...> hieß in der frühen Neuzeit 'Ökonomie der Zeit'" = Dohrn-van Rossum 1992: 13; Karl

⁴⁶ Manfred Schukowski, Die Astronomische Uhr in St. Marien zu Rostock, Königstein i. T. (Langewiesche) 1992, 5 u. 7

Marx: "Ökonomie der Zeit, darin löst sich schließlich alle Ökonomie auf" = an F. Engels, 28. Januar 1863, in: ders. / F. Engels, Werke (MEW), Bd. 30, Berlin 1964, 321, zitiert ebd.: 18

Abstraktion der Zeit: Klosterwelten

- bildet sich im Mittelalter die Auffassung, daß Zeit nicht nur agrarisch / atronimisch / zyklisch gesehen werden kann; teleologisch Erlösung erlangen; Zeit untechnologisch als von Gott gegeben betrachtet; Auffassung von Linearität

- tatsächliche Erfindung der Räderuhr in der Klostersgemeinschaft nicht belegt. "Tatsache aber ist, daß die abstrakte Zeit, wenn auch in einer ungewöhnlichen Form der Berechnung (so z. B. im 20-Minuten-Rhythmus), erstmals im Kloster Anwendung fand" = xxx; medienepistemologisch entscheidende Differenz: erst mit innovativer Modifikation der / zur Räderuhr "konstituierte sich vermutlich der entscheidende Impuls für eine gesamte Apperzeption der ‚Uhrenzeit‘ in den Klöstern als Basis für den Übergang der neuen Zeitrechnung in säkuläre Bereiche" = xxx

Vorschrift und Programm: Alphabet und Sukzessivität

- nicht erst die getaktete Uhr, schon Erfindung des (Vokal-)Alphabets führt zur *zeitlich geordneten Analyse* von (Sprach-)Vorgängen

- bekennt Augustin in seinen *Confessiones*, daß er durchaus nicht der Meinung ist, Zeit sei schlicht die Bewegung der Planeten um die Erde: "Wie, wenn die Himmelslichter stille stünden, doch die Scheibe eines Töpfers drehte sich, gäb es dann keine Zeit mehr, diese Drehungen zu messen <...>? Oder wenn wir dieses sagten, sprächen wir dann nicht schon in der Zeit? Und wären nicht in unsern Worten die einen Silben lang, die andern kurz, weil diese mehr, die andern weniger an Zeit gebrauchen zu erklingen?" = Augustin, Bekenntnisse, dt. v. Herman Hefele; Sprechen *in der Zeit* also.

- Alphabet / Sukzessivität; alphabetische Ordnung / Schriftzeile privilegiert „die Vormachtstellung der Sukzessivität vor der Ikonizität“⁴⁷; Bewußtsein sucht damit stärker nach Zeitlichkeit; diese Zeit jedoch als irreversibel begriffen, um 1900 infragegestellt. „Bei dieser Verunsicherung könnte sich möglicherweise um einen der Effekte der Elektrifizierung der Erfahrung handeln“ = ebd., unter Bezug auf: Stephen Kern, *The Culture of Space and Time*; Zeitkultur des Feedback in Echtzeit als Funktion von Elektrizität i. U. zur Mechanik

- Kurzschluß von christlicher Eschatologie und medienarchäologischer

⁴⁷ Derrick de Kerckhove, Das Alphabet, die Zeit und der Raum, in: ders., Schriftgeburten. Vom Alphabet zum Computer, München (Fink) 1995, 45-70, bes. 57ff (59)

Praxis: markiert Augustinus Beginn einer linearen, in der göttlichen Vorsehung begründeten Zeitauffassung, die mit der heidnisch-antiken Vorstellung einer zyklischen Zeit, in der sich dieselbe Geschichte in regelmässigen Kreislaufen ewig wiederholt, bricht. Und: Zeit wird als 'Eigenzeit des Menschen definiert. "In dir also, mein Geist, messe ich die Zeiten", so Augustinus im 11. Buch der 'Confessiones'. Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft sind nichts anderes als eine Dreiheit in der Seele, vergegenwärtigt durch Erinnerung (memoria), Augenschein (contuitus) und Erwartung (expectatio); Zeit als Ausdehnung des Geistes (distentio animae)

Uhr, Takt, Alphabet, Buchdruck

- nennt Neil Postman Jahr 1370, als der französische König Karl V. anordnet, daß alle Bürger von Paris ihre Privat-, ihr Geschäfts- und Arbeitsleben nach den Glocken des Königlichen Palastes ausrichten sollen, die alle 60 Minuten schlugen; Kirchenglocken von Paris sollen, unabhängig von kanonischen Stunden, sich danach neu stellen - "ein anschauliches Beispiel dafür, wie ein Werkzeug dazu beiträgt, die Autorität der zentralen Institution in der mittelalterlichen Gesellschaft aufzulösen"⁴⁸, mithin ein medienarchäologisches Datum für das Ende des Mittelalters. Lewis Mumford sieht in der mechanischen Uhr das Dispositiv der regelmäßigen Produktion und Arbeitszeit und des standardisierten Produkt - Kriterien, die z. T. auch für den Buchdruck zutreffen und das technischen Medium überhaupt erst definieren⁴⁹

- "The clock, not the steam engine, is the key-machine of the modern industrial age."⁵⁰ Doch im Unterschied zu diesem kulturtechnischen Argument hat Marshall McLuhan 1964 genuin medienwissenschaftlich in *Understanding Media* darauf hingewiesen, daß Uhr/Zeit als getaktete letztendlich erst mit dem Vokal/alphabet denkbar war, welche Sprache in kleinste, die semantische Schwelle unterlaufende Einheiten vokalischer Längen und Kürzen teilt, und das mit seinen Buchstaben ebenso standardisierend wie analysierend operiert: "Mumford berücksichtigt das Alphabet nicht als die Technik, welche die visuelle und einheitliche Zerlegung der Zeit möglich gemacht hatte. Mumford ist sich letztlich nicht im klaren darüber, daß das Alphabet die Quelle der westlichen Mechanisierung ist" = McLuhan 1964/1968: 160

- nennt Heidegger 1942/43 den "mit der Schreibmaschine gewandelte<n> neuzeitliche<n> Bezug der Hand zur Schrift, d. h. zum Wort, d. h. zur Unverborgenheit des Seins"; an die Stelle semiotischer Transfers treten Übertragungen im Realen: "In der `Schreibmaschine´ erscheint die Maschine, d. h. die Technik, in einem fast alltäglichen und daher

⁴⁸ Neil Postman, *Das Technopol. Die Macht der Technologien und die Entmündigung der Gesellschaft*, Frankfurt/M. (Fischer) 1992: 35

⁴⁹ Lewis Mumford, *Technics and Civilization*, New York (Harcourt, Brace Jovanovich) 1963

⁵⁰ Lewis Mumford, *Technics and Civilization*, London 1934, 14

unbemerkt und daher zeichenlos Bezug zur Schrift, d. h. zum Wort, d. h. zur Wesensauszeichnung des Menschen."⁵¹ Sich dem Thema Buchdruck von der Schreibmaschine aus zu nähern ist eine genuin medienarchäologische Herangehensweise, da sie nicht der Chronologie, der Medienhistoriographie folgt, sondern der Ordnung des Medienarchivs: Archäologie der Hardware

- von McLuhan erinnerte Elementarisierung von Arbeitsschritten als Effekt des Alphabets eine Geburt aus der Prosodie

Der Anachronismus der Räderuhr

- tickt in Rostock spätmittelalterliche (oder besser frühneuzeitliche) Räderuhr noch heute, die astronomische Uhr in der Kirche St. Marien; somit die älteste funktionale Räderuhr überhaupt, in dieser Form so ursprünglich erhalten seit spätestens 1472; Teile der Mechanik inkorporieren gar noch eine Vorgängeruhr von 1379.⁵² Uhr zeigt im oberen Uhr Gesicht die seit Ptolemaios gültig formulierte kosmischen Zeitordnungen, die Stellung des Mondes und den Stand der Sonne im Tierkreiszeichen, ferner die 24 Stunden in einem großen Kreis und die Temporalstunden. In der unteren Hälfte dann die wichtigsten Kalenderdaten, "erdgebunden" (Schukowski)

- welchen technik(a)historischen Status dieses Objekt hat, insofern noch funktionstüchtig

- "Nicht eigentlich läßt sich sagen, es seien drei Zeiten, Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Vielmehr sollte man genauer sagen, Zeiten sind drei: eine Gegenwart von Vergangenen, eine Gegenwart von Gegenwärtigem, eine Gegenwart von Künftigem." Augustinus beschreibt in *Confessiones* damit den Zustand einer intakten Uhr aus medienarchäologischer Herkunft = Otto F. Lachmann, Die Bekenntnisse des heiligen Augustinus, Leipzig (Reclam) 1888, 20. Kapitel

- gehört es zu den Eigentümlichkeiten technischer Medien, daß sie sich negentropisch verhalten; "Volksempfänger" Radio von 1940 vermag heute Mittelwellensender zu übertragen, die reine Gegenwart sind. Ist das Radiogerät in diesen Momenten ein historisches oder ein aktuelles? Technische Medien enthüllen ihr Wesen erst im Vollzug; hebt sich das Mittelalter im Takt der Räderuhr bis in die heutige Zeit (ja, Zeit) auf, insofern sie sich vollzieht

- steht Ticken dieser Uhr in einem (paradox formuliert) asynchronen

⁵¹ Martin Heidegger, Parmenides, in: M. H., Gesamtausgabe, Abt. 2, Bd. 54, Frankfurt/M. 1982, 119. Siehe Peter Paul Schneider u. a., Literatur im Industriezeitalter Bd. 2, Ausstellungskatalog Schiller Nationalmuseum Marbach am Neckar 1987, Kapitel 36, 1000

⁵² Manfred Schukowski, Die astronomische Uhr der St.-Marien-Kirche zu Rostock, Rostock 2004, 4

Verhältnis zur "historischen" Zeit, indem der Takt sich wiederholt, nicht linear verläuft. Diese Uhr *sampelt* historische Zeit. Die materiale Zeitebene steht hier quer zur imaginierten historischen Zeit, fügt sich ihr nicht. Natürlich läßt sich innerhalb der historischen Zeit diese Uhr beschreiben: ihre Herkunft, ihr Geschick; ihre Eigenzeit entzieht sich aktiv dem historischen Diskurs

- technischer Vollzug immer ein gegenwärtiger; alle *arché*, aller Ursprung im Vollzug aufgehoben. Eine Deutung der aristotelischen Bewegungslehre liest sich daher wie die Beschreibung eines Uhrwerks - als *kyklophoría* <siehe Fink 1957: 243>. So hebt sich das Mittelalter im Takt der Räderuhr bis in die heutige Zeit (ja, Zeit) auf, insofern sie sich vollzieht

Periodizität und Zeitung

- können als Maß der Zeit nur periodische, sich dauernd auf gleiche Weise wiederholende Vorgänge dienen.⁵³ Wenn es dabei um die Uhr geht, fällt die Periodizität des Umlaufs von Stunden auf dem Ziffernblatt (zyklisch, immergleiche Wiederholung) fortwährend asymmetrisch auseinander mit dem nicht-zyklischen, sondern zeitpfeiligen physikalischen Vergehen der Uhr selbst, ihrer Eigen-Entropie, ihrer (mechanischen, materiellen) Verfallszeit

- Charakteristik der Zeitung nicht die Aktualität, sondern Periodizität: Ihre Publikation ist nicht ereignisbezogen, sondern geschieht periodisch; Ereignisse fügen sich in dieses Zeitraster ein. Nicht mehr die ("historische") Zeit der Ereignisse dominiert (unperiodisch), sondern die Frequenz der Publikation, *Zeytung*

Makrozeitkritik: die Langzeituhr (LongNow)

- Long Now Foundation seit 1996; began with an observation and idea by computer scientist Daniel Hillis: "[...] it is time for us to start a long-term project that gets people thinking past the mental barrier of an ever-shortening future. I would like to propose a large (think Stonehenge) mechanical clock, powered by seasonal temperature changes. It ticks once a year, bongs once a century, and the cuckoo comes out every millennium"

Die Stimmgabeluhr

- inkorporiert Kinematograph selbst die Logik des Uhrwerks: "The Maltese cross motion is one employed for many years past in horology under the

⁵³ *Peter Janich, Die Protophysik der Zeit, Mannheim / Wien / Zürich (Bibliographisches Institut) 1969, 26, unter Bezug auf xxx Dingler*

name of the Geneva stop."⁵⁴ Kommentiert Zielinski: "The regular rhythm of stop and go, the interpleay of the energetic thrust of continuous movement with dissection of the same, goes back to the primitive, universal machine of the Age of Mechanism: clock-work"⁵⁵

- wird diese Vorstellung bei hohen Frequenzen sonisch; funktionierten noch in 1950er Jahren sämtliche Armbanduhrn mechanisch, besaßen eine Unruh zur Schwingungserzeugung, die nur mit 2,5 bis 5 Hz liefen. "Von der Genauigkeit, mit der diese Frequenz eingehalten wurde, hing die Gangabweichung der Uhr ab, wobei eine hohe Frequenz zu einer geringeren Abweichung führt. Nun ließ sich die Frequenz einer Unruh nicht erheblich steigern, so dass man auf andere Systeme überging. Bei Stimmgabeluhren schwang hierzu eine winzige Stimmgabel mit 300 bis 720 Hz" = <http://de.wikipedia.org/wiki/Stimmgabeluhr>; Zugriff 28. Juli 2008

- "Die Elektronik kommt mit nur drei Bauteilen aus. Der Transistor dient als elektronischer Schalter. Die beiden (feststehenden) Spulen dienen dem Antrieb der Stimmgabel. Die linke Spulenseite hat noch einen weiteren Anschluß, das ist die Anzapfung für die gleich mit aufgewickelte Phasenmeßspule. Diese bestimmt zusammen mit dem Widerstand und dem Kondensator (R + C) den Zeitpunkt an dem die Antriebsspulen ihren Stromstoß bekommen. Nur einmal pro Schwingungsperiode kommt ein kleiner Stromstoß der die Stimmgabel mit ihrer Resonanzfrequenz schwingen läßt. Andererseits erzeugen die Antriebsspulen durch das zurückschwingen der Stimmgabel ihrerseits eine Spannung, die bestimmt wie groß der Stromstoß für die Antriebsspulen wird. Diese sogenannte Amplitudenregelung bewirkt, das sich äußere Einflüsse möglichst gering auf die Stimmgabelschwingung auswirken"⁵⁶

- "Um auch den Ton einzufangen, habe ich zwei kleine Elektret-Mikrofonkapseln jeweils ganz dicht auf den Resonator und auf die Quarz-Einheit gehalten. Links hört man das 256 Hz-Resonator Geräusch, während rechts der Quarz mit 8192 Hz pfeift. Allerdings mit einer überbetonung vom Quarzgeräusch, dies ist in Wirklichkeit sehr leise und wird kaum wahrgenommen. Im Film hört man nur bei etwas lauter aufgedrehtem Ton das hohe Pfeifen"⁵⁷

- "bewahrheitet sich die antihistorische zeitlichkeit der medien qua wiederaufruf"; mit dem diskretisierenden *stepping-motor* Stimmgabeluhr als Paradigma wieder eingekehrt, für Uhren und Mikrodrohnen" (Kommunikation Jan Claas van Treeck, Juni 2017); diskontinuierlicher, damit energiesparender Antrieb mikroelekromechanischer Motoren = Jack Forster, "Technical Perspective", June 23, 2017: <https://www.hodinkee.com/articles/timex-to-partner-with-nanotech-firm-silmach-to-produce-revolutionary-micromotor-for-quartz-watches>; Abruf 26.

⁵⁴ Henry V. Hopwood, Living Pictures [*1899], Reprint New York 1970, 116

⁵⁵ Siegfried Zielinski, Towards an Archeology of the Audiovisual ..., in: Balkanmedia vol IV / 1 / 1995, 20-37 (36)

⁵⁶ <http://www.richardkunze.de> = *Richards Hobbywelt*, Eintrag "Faszination Stimmgabeluhren"

⁵⁷ <http://www.richardkunze.de>, "Faszination Stimmgabeluhren"

Juni 2017

Atomzeit: Die Loslösung der Zeit vom astronomischen Maßstab der natürlichen Zeit

- ermöglicht Taktgeber dem Computer, mit Alan Turing, „Diskretheit in die Zeit einzuführen, so daß die Zeit zu bestimmten Zwecken als eine Aufeinanderfolge von Augenblicken anstatt als kontinuierlicher Fluß betrachtet werden kann“⁵⁸

- dauert Zeit aus der Sicht eines Atoms bis zum nächsten kommenden Energiezustand, dessen Wechsel dann Photonen zeitigt. Frequenz der Cäsium-Atomuhr bestimmend; 1964 auf 12. Generalkonferenz für Maß und Gewicht die Sekunde festgelegt

- http://www.deutschlandfunk.de/neuzeit-im-takt-der-atomuhr.740.de.html?dram:article_id=373623 = Sendung "Im Takt der Atomuhr" von Frank Grotelüschen, Deutschlandfunk, 1. Januar 2017. Ekkehard Peik, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig: "Man strahlt Mikrowellenstrahlung auf die Cäsiumatome ein, guckt: Wie reagiert das Cäsium darauf? Trifft man dessen Resonanzfrequenz? Sodass die Uhr nachher bei der Frequenz des Cäsiumatoms oszilliert"; Ausgangssignal "für die Zeitdienste, die wir verbreiten. Insgesamt tragen knapp 500 Uhren zur Weltzeit bei"

- Bundesgesetzblatt, Jg. 1978, Teil I, S. 1110-1111: *Gesetz über die Zeitbestimmung (Zeitgesetz - ZeitG)* vom 25. Juli 1978; zuletzt geändert durch Gesetz vom 13. September 1994 (Bundesgesetzblatt, Teil I, S. 2322); § 2 "Darstellung und Verbreitung der gesetzlichen Zeit": "Die gesetzliche Zeit wird von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt dargestellt und verbreitet"

- hat Atomuhr in Braunschweig - hochgerrechnet auf die Zukunft - minimale Gangabweichung; damit "exakter als die Instanz, aus der wir unsere Zeit ableiten: die Drehung der Erde um sich selbst und um die Sonne"⁵⁹. Maßstab der Zeitmessung vielmehr die Schwingung der Atome; eine Sekunde damit erstmals präzise ("sonisch") definiert: genau 9.192.631.770 Schwingungen des Oszillators der Atomuhr

Dilatorische Zeit (Einsteins Uhren)

- Isaac Newtons Begriff der absoluten, mathematischen Zeit eine medienepistemologische Funktion der (idealen) Uhr, der gleichmäßig getakteten Zeit; demgegenüber ist Hermann Minkowskis Begriff einer

⁵⁸ Turing, Alan M.: „The State of the Art“ [Vortrag London 1947], in: ders., Intelligence Service. Schriften, hg. v. Bernhard Dotzler / Friedrich Kittler, Berlin (Brinkmann & Bose) 1987, 183-208 (192)

⁵⁹ Igor A. Jenzen (Hrsg.), Uhrzeiten. Die Geschichte der Uhr und ihres Gebrauches, Frankfurt/M. 1989, 100

verschränkten Raumzeit ihrerseits Funktion von (quasi-)immediaten Übertragungsmedien (von Raum und Zeit): Telegraphie, Phonograph, Eisenbahn⁶⁰

- beschreibt Georg Wilhelm Friedrich Hegel in seiner *Phänomenologie des Geistes* (Ausgabe Leipzig 1937) den medialen Charakter der "Aufhebung" als "ein Negieren und Aufbewahren zugleich" = 90 ff.

- "Die Zeit, die nicht von der Art der Bahnhofsuhren ist, deren großer Zeiger ruckweise, von fünf zu fünf Minuten fällt, sondern eher von der jener ganz kleinen Uhren, deren Zeigerbewegung überhaupt untersichtig <sic> bleibt, oder wie das Gras, das kein Auge wachsen sieht, ob es gleich heimlich wächst, was denn auch eines Tages nicht mehr zu verkennen ist; die Zeit, eine Linie, die sich aus lautender ausdehnungslosen Punkten zusammensetzt (wobei <...> Naphta wahrscheinlich fragen würde, wie lauter Ausdehnungslosigkeiten es anfangen, eine Linie hervorzubringen)" = Thomas Mann, *Der Zauberberg*. Roman, [1925*?], Ausgabe Berlin (Aufbau) 1953, 1007

- *zeitigen* (Meß)Medien Epistemologie: Bergson über das Experiment von Michelson-Morley (1881, 1887) zur apparativen Messung der Lichtgeschwindigkeit (im Kontext der Äther-Debatte): Wenn sich ein System in Bewegung kontrahiert, "son Temps se dilate" und würde, wenn es als Uhr betrachtet wird, die Sekunde elongieren⁶¹

"The Speaking Clock" (Cayley)

- *online* Video Johannes Maibaum von The Speaking Clock, welches das Programm in Funktion zeigt und die Codierung der Uhrzeit erläutert. Beim Anblick der Mac-Oberfläche auf aktuellem Bildschirm im Sinne des *déjà vu* ganz melancholisch; Versuchung, mit der videographierten Maus mitzuspielen; Aufzeichnung *per definitionem* nicht interaktiv; massiv die Erfahrung, dass gerade die "speaking" clock schweigt - "Tick-Tack" zu unterlegen wäre unzulässiger Eingriff in die algorithmische Poesie von Cayley

ZUM BEGRIFF DES "RHYTHMUS"

Metrum, Takt und Rhythmus

- "Rhythmus ist das Gelingen von Form unter der (erschwerenden) Bedingung von Zeitlichkeit" = Hans Ulrich Gumbrecht, *Rhythmus und Sinn*, in: ders. / Karl-Ludwig Pfeifer (Hg.), *Materialität der Kommunikation*,

⁶⁰ Siehe Peter Eisenhardt, *Der Webstuhl der Zeit. Warum es die Welt gibt*, Reinbek (Rowohlt) 2006, 18

⁶¹ Henri Bergson, *Durée et Simultanéité (à propos de la théorie d'Einstein)* [Erstveröffentlichung Paris (Alcan) 1922], in: ders., *Mélanges*, Paris (Presses universitaires de France) 1972, 57-244 (69)

Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1988, 714-729 (717), als kulturtechnische Ästhetik; radikale Differenz zur Hemmung im Uhrwerk; Sebastian Klotz, Rhythm and Consensuality. Extending Gumbrecht's Model to Music, Cognition and Action Studies, in: Wahrnehmung - Erkenntnis - Vermittlung. Musikwissenschaftliche Brückenschläge (Festschrift für Wolfgang Auhagen), hg. v. Veronika Busch / Kathrin Schlemmer / Clemens Wöllner, Hildesheim / Zürich / New York (Olms) 2013, 104-111

- photographische "Rhythmogramme" Heinrich Heidersbergers

- Rhythmus nicht unbedingt an den zeitlichen Verlauf gebunden; in der Tat nistet in ihm der mathematische Kehrwert von Zeit gemäß der Schwingungslehre: die Frequenz (numerische Abzählbarkeit)

- Rhythmus ein "Zeitobjekt" im Sinne Husserls dar: "Unter *Zeitobjekten* im *speziellen Sinn* verstehen wir Objekte, die nicht nur Einheiten in der Zeit, sondern die Zeitextension auch in sich enthalten" = Edmund Husserl, Die Vorlesungen über das innere Zeitbewußtsein aus dem Jahre 1905, in: ders., Zur Phänomenologie des inneren Zeitbewußtseins (1893-1917), Den Haag 1966, 3-98 (23)

- (hoch-)technische Konfigurationen, *im Vollzug* als "Medien" definiert, sind nicht schlicht "zeitbasiert" (die sogenannten *time-based media*) in der aristotelischen oder newtonischen Zeit; vielmehr stellen sie selbst Protagonisten der Zeit dar, mithin: chrono-poietisch

- Husserls "Zeitextension" meint Ausdehnung der scheinbar punktförmigen Jetzt-Zeit von Gegenwart auf das Re- und Protention umfassende Gegenwartsfenster = phänomenologische, anthropozentrische Perspektive; demgegenüber: Neurophysiologie und Signalverarbeitung definieren gar keine "Zeit"

- bezieht sich Husserl auf das Tonereignis, womit zugleich auch hochtechnische, elektronische Medienprozesse als implizit sonisch erwiesen sind: "Wenn ein Ton erklingt, so kann meine objektivierende Auffassung sich den Ton, welcher da daudert und verklingt, zum Gegenstand machen, und doch nicht die Dauer des Tons oder den Ton in seiner Dauer. Dieser als solcher ist ein Zeitobjekt."⁶² ; auch Habilitation Günther Stern ca. 1930 *Die musikalische Situation*

- wird (und gilt), knapper "formuliert": $f = t$; Frequenz als Kehrwert von Zeit
- die mathematische Operation der *Fourier-Transformation* - eine *Transsubstantiation* im technischen (nicht theologischen) Sinn. "In der Verdichtung wird jegliches zeitliche Nacheinander in die Gleichzeitigkeit eines Spektrums verwandelt. Etwas, das als Klang-Folge ('Palette') eingespielt wird, kehrt als Klang-Farbe wieder. Nicht nur die Tonhöhe, sondern *jeder* Bestandteil eines Klanges einschließlich aller Ein- und Ausschwingungsvorgänge wird bestimmend für die resultierende Farbe. Der zeitliche Verlauf ist vom spektralen nicht mehr unterschieden. Zeit

⁶²Husserl 1905 / 1966: 23

selbst ist mit Farbe identisch geworden. f (Frequenz) = t (Zeit)" = Peter Ablinger, in: Musikprotokolle Graz, 2xxx, 452 = Sabine Sanio / Christian Scheib (Hg.), Übertragung - Transfer - Metapher. Kulturtechniken, ihre Visionen und Obsessionen, Bielefeld (Kerber) 2004 <?>

- Rhythmus umfaßt "Ordnung, Gliederung und sinnfällige Gestaltung des Verlaufs von Klangereignissen. Trotz der im Rhythmischen angelegten Tendenz zur Wiederkehr von Gleichem und Ähnlichen darf der R. nicht mit dem Metrum oder dem Takt verwechselt werden."⁶³ Takt: „[D]ie Einteilung eines Ablaufs von Tönen in meist eine regelmäßig wechselnde Folge betonter (schwerer) und unbetonter (leichter), i. d. R. gleichlanger Zeiteinheiten (T.-Teile) und ihre Zusammenfassung in Gruppen gleichlanger Dauer. [...] Der Takt gibt nur die Maßeinheit, den leeren Rahmen, den erst die vielen Möglichkeiten der rhythmischen Gestaltung mit konkretem musikal. Inhalt erfüllen" = Brockhaus-Enzyklopädie, Bd. 21, Mannheim 1993, 592

- Metronom 1814 Johan Nepomuk Maelzel; Loslösung des Takts vom Körper, Angleichung an das Prinzip der mechanischen Zeitmessung; Patrick Primavesi, Simone Mahrenholz (Hrsg.), Geteilte Zeit. Zur Kritik des Rhythmus in den Künsten, Schliengen 2005; Grete Wehmeyer, Prestißißimo. Die Wiederentdeckung der Langsamkeit in der Musik, Hamburg 1989

- das "innere Spiel" der Maschine "eine ständige, getaktete Umformung von Symbolen. Die rhythmischen Muster der Zustandsübergänge folgen dabei streng formalen Regeln. <...> Die Vergangenheit eines Prozesses muß, wenn sie erinnert werden soll, als Teil des Zustands der Maschine gespeichert werden. Die inneren Systemzustände, d. h. die Menge der Werte in den Speichern und Registern der Maschine, fungieren somit sowohl als Gedächtnis der Maschine als auch als Abbildungsfläche für die Repräsentationen der Außenwelt. <...> Diese Erinnerungsfetzen (z. B. Bilder) werden durch Programmierung auf ein zu bestimmendes *Ziel* hin schrittweisen *Veränderungen* unterworfen werden" = Georg Fleischmann / Ursula Damm, Innere Zustände, in: Der telematische Raum, hg. NGBK Berlin 1997, 73-77 (74 f.), i. U. zu gedächtnislosen (*memoryless*) Operationen

Rhythmen im eigentlichen Sinn

- "Chronotechnik" im Sinne der von Musiktheoretiker Aristoxenos definierten *chronoi* als kleinsten Zeiteinheiten des Rhythmus: Längen, Kürzen, Intervalle. Diese Definition ist von Aristoxenos zwar auf Prosodie und Musik (im altgriechischen Sinne damit auch inklusive Tanz und Poesie umfassend) im Speziellen gemünzt, gilt aber für ihn ausdrücklich in einem umfassenden Begriff von Rhythmus; dazu die Einleitung von Lionel Pearson, zu: Aristoxenus, Elementa Rhythmica. The Fragment of Book II and the Additional Evidence for Aristoxenian

⁶³ Brockhaus-Enzyklopädie, Bd. 18, Mannheim 1992, S. 381

Rhythmic Theory, Oxford (Clarendon Press) 1990. Denkaufgabe für medientheoretische Begriffsfindung ist also, diesen Ansatz für die Rhythmen des Digitalen zu reaktualisieren. Von den *Elementa Rhythmica* des Aristoxenos ist ein Exzerpt aus Buch II erhalten; ferner ein Papyrus-Fragment seiner Schrift *Über die Zeit-Einheit*. Aristoxenos sucht spezifisch musikalische Rhythmen von anderen rhythmischen Artikulationen zu unterscheiden (wie sie heute etwa in hochtechnischer Form im Computer am Werk sind): "As a good Aristotelian he distinguished the object shaped by rhythm - language, melody, or bodily movement - from the rhythmic form shaping it" = West 1994: 244. Er weist die Messung von Rhythmen durch phonetische Silben zurück: "Rhythm was an organization of time, and to be measured by time-units. The minimal unit, the "primary duration" (*protos chronos*), was not a physical constant, it was whatever served as the smallest indivisible unit in a given piece of music. In the case of vocal music it normally corresponded to the time occupied by a short syllable, since at Aristoxenus' period short syllables were never divided between more than one note. But in a piece in spondaic tempo the primary duration would be significantly longer. Besides the primary duration there are other durations that are multiples of it <...> or else irrational <Kursivierung W. E.>. <...> Hence we get feet of various shapes and sizes. But the abstract scheme is only realized when time is actually divided up by rhythmicization of a text. <...> A syllable is flexible, and a particular sequence of syllables may fit more than one rhythmic scheme." = West 1994: 245

- "Ein für eine gewisse Zeit konstantes Signal wird vom Analog-Digital-Wandler benötigt, um die diskreten digitalen Werte zu berechnen" = http://de.wikipedia.org/wiki/Digitale_Signalverarbeitung; Bearbeitungsstand: 7. November 2009. In diesem Zwischenspeicher ist das derart alphabetisierte Signal ("Elementarsignale") für einen Moment der Zeit enthoben, also invariant gegenüber der historisch-entropisch verfließenden Zeit; diese Zwangsalphabetisierung führt vielmehr eine andere, medientechnisch induzierte Zeitform ein: die Rhythmisierung des quasi-melodischen Signals im diskreten Sinne. "So wird zum Beispiel Schall über die Auslenkung einer Membran oder Verbiegung eines Piezo-Kristalls in eine elektrische Spannung umgewandelt und diese Spannung mittels eines AD-Wandlers zeitperiodisch wiederholt in digitale Daten konvertiert" = Wikipedia ebd. Diese Rhythmisierung aber ist keine Funktion von Algorithmen, sondern des Samplings, als des Kernakts von Digitalisierung

- liegt in der Exaktheit zeitkritischer *chronoi* - wie Aristoxenos anhand altgriechischer Prosodie identifiziert - Unterschied zwischen Takt und Rhythmus - und zugleich der Unterschied zwischen Mensch und Maschine als signalverarbeitende Wesen. Der Rhythmus ist das Unschärfe, wie es auch dem Rechnen mit Analogcomputern im Unterschied zum Digitalrechner anhaftet: "No analogy machine exists which will really form the product of two numbers. What it will form is this product, plus a small mechanism and the physical processes involved."⁶⁴ Und daher ergänzt Turing in seiner Definition von *clocking* im Fall seines ACE-Rechners: "All

⁶⁴ John von Neumann, The General and Logical Theory of Automata [Vortrag 1948], in: Abraham H. Taub (Hg.), John von Neumann. Collected Works, Bd. V, Oxford (Pergamon Press) 1963, 292-294 (293)

other digital computing machines except for human and other brains that I know of do the same" = a.a.O.; unterscheiden sich neuronale Oszillatoren von ihren technischen Äquivalenten in Digitalcomputern durch interne Phasenverschiebungen

DEFINITION: ALGORITHMEN

Algorithmen im mathematischen Sinn

- meint "algorhythmisch" im rechnenden Raum angeeignete *Signalmusik* (Carlé)

- altgriechische Axiomatik + altorientalisches Rezeptwissen (Al Chwarizmi) verschmelzen in (früher) Neuzeit zum Algorithmischen

- Kann eine TM über eine andere entscheiden, ob sie ein Problem in endlicher Zeit lösen kann? nicht das mathematische Problem der Berechnung, ein abstrakter Algorithmus, hier gefragt, sondern der tatsächliche Vollzug, das in-der-Welt-Sein des mathematischen Vorgangs: "Weil zeichenverarbeitende Prozesse nur durch ihre Ausführung möglicherweise erweisen, daß sie zu einem Ende kommen, reicht es nicht, nur die Turingmaschine zu imaginieren, man muß sie laufen lassen"⁶⁵

- gibt Algorithmus zeitliche Ordnung vor (Folge), aber keine Angabe über Dauer / Geschwindigkeit dieses Prozesses

- einmal Programmcode (etwa JAVA), der aber in verschiedenen Maschinen verschieden (zeitlich) abläuft

- nur als reale Verwirklichung als Computer wird der Algorithmus Medium

- *Algorhythmen*; Neologismus definiert die werdende Dissertation von Shintaro Miyazaki, *algorhythmisiert*. Medien- und Maschinengefüge 1300/2000 (Arbeitstitel), Humboldt-Universität zu Berlin, Philosophische Fakultät III. Reproduktive *versus* algorithmische Wiedergabe von Musik"

- werden algorithmische Sprachen zu Programmiersprachen "unter dem Eindruck der Probleme der maschinellen Übersetzung von algorithmischen Sprachen in Maschinensprachen" = Bauer 2009: 88, im Moment der Implementierung symbolischer Operationen im physikalischen Feld, sprich: in maschnellen Zeitabläufen. Hier werden sie zu Algorhythmen. Während sich die problemorientierte Informatik eher den Algorithmen widmet, ist die maschinenorientierte Informatik

⁶⁵ Philipp von Hilgers, *Kriegsspiele. Eine Geschichte der Ausnahmezustände und Unberechenbarkeiten*, München (Wilhelm Fink) 2008, 171, unter Bezug auf: Gregory J. Chaitin, *The Limits of Mathematics. A Course on Information, Theory and the Limits of Formal Reasoning*, Singapore 1998, 11

auf der Seite operativer Medien (u. a.) mit Fragen der Echtzeitinformationsverarbeitung befaßt⁶⁶

- erfolgt im Gegensatz zum Analogcomputer Bearbeitung digitaler Signale durch Signalprozessoren; theoretisches Modell der elektronischen Schaltung der Algorithmus. *In der digitalen Signalverarbeitung werden Algorithmen wie Mischer, Filter, Diskrete Fourier-Transformation, Diskrete Wavelet-Transformation, PID-Regelung eingesetzt.* Der Algorithmus ist aus elementaren Operationen zusammengesetzt; solche sind zum Beispiel die gliedweise Addition von Signalwerten, die gliedweise Multiplikation von Signalwerten mit einer Konstanten, die Verzögerung, das heißt Zeitverschiebung, eines Signals, sowie weitere mathematische Operationen, die periodisch aus einem Ausschnitt eines (oder mehrerer) Signals(e) einen neuen Wert generieren und aus diesen Werten ein neues Signal" - schrittweise, aber nicht: rhythmisch

Indizien des Begriffs: Algorhythmen

- "Zeitachsenveränderung ist das entscheidende Merkmal aller nachrichtentechnischen Medien"⁶⁷

- Kommunikation zwischen Eingabe-, Rechen und Ausgabeeinheiten im Computer (System Whirlwind) wurde durch Einführung des Interrupt-Signals zu einer zeitkritischen Frage: "Innerhalb eines Systems herrscht also nicht mehr ein gemeinsamer Rhythmus, sondern eine Vielzahl von rhythmischen Unterbrechungen. Was an einer bestimmten Systemstelle zum Zeitpunkt der Abfrage nicht vorliegt oder nicht zwischenzeitlich gebuffert wurde, existiert folglich nicht. Kontinuitäten wie etwa das Tracking eines beweglichen Ziels sind daher nur Effekt einer besonders hohen, aber unhintergebar diskontinuierlichen Auslösung."⁶⁸ Rechenzeit wird im Interrupt des Computers zur (Techno-)Musik

- "When algorithms are defined rigorously in Computer Science literature (which only happens rarely), they are generally identified with abstract machines, mathematical models of computers, sometimes idealized by allowing access to "unbounded memory".¹ My aims here are to argue that this does not square with our intuitions about algorithms and the way we interpret and apply results about them; to promote the problem of defining algorithms correctly; and to describe briefly a plausible solution, by which algorithms are recursive definitions while machines model implementations, a special kind of algorithms" = Yiannis N. Moschovakis, "What Is an Algorithm?", in: Mathematics Unlimited --- 2001 and beyond, edited

⁶⁶ Friedrich L. Bauer, Kurze Geschichte der Informatik, München (Fink) 2. verb. Aufl. 2009, 114

⁶⁷ Alan Fabian, Digitale Algorithmische Komposition. Mediale Bedingungen und ihre Bedeutung in der Computermusik, Projektexposé Köln 2006, hier unter Bezug auf: Friedrich Kittler, Real Time Analysis, Time Axis Manipulation, in: ders., Draculas Vermächtnis. Technische Schriften, Leipzig 1993, 182-209

⁶⁸ Diss. Claus Pias (Weimar), Computer Spiel Welten, 54 = Claus Pias, Computer Spiel Welten, Wien (Sonderzahl) 2002, xxx

by B. Engquist / W. Schmid, Springer, 2001, 919-936 (Part II). Autor fragt: "What is the basic relation between an algorithm and its implementations—and, for that matter, what are implementations? <...> it is assumed that implementations are abstract machines, which is natural enough for algorithms which compute partial functions"

- D. E. Knuth, *The Art of Computer Programming. Fundamental Algorithms*, Bd. 1, 2. Aufl. (Addison-Wesley) 1973

- entscheidend Positionierung der These: wird im strengen informatischen Sinn an computerimplementierten Algorithmen eine Rhythmik nachgewiesen, oder kommt hier eine epistemologische Unterstellung methodisch zum Zug?

- das Zeitbasierte in Programmierung und Algorithmen; lassen sich mithilfe der Akustik Zeitstrukturen besser herausarbeiten als am Bild; interessiert *time-reversed acoustics* deshalb, "weil es ein Wellenmodell des Rechnens (im Gegensatz zum Teilchenmodell des Digitalen) sein kann" (Kommunikation Georg Trogemann, September 2003, zu seiner Vorlesung *Schall und Rauch*, KHM Köln)

- Begriff des "Algorithmus" historisch das Verfahren von Al Chwarizmi: Einführung des numerischen Rechnens im Stellenwertsystem, eine Übersetzung aus dem Indischen über das Arabische ins Abendland. "Algorithmus" in diesem Sinne ist ein historistischer Begriff. Es handelt sich aber ebenso um eine falsche Etymologie, einen Freudschen Versprecher: "Algorithmus" läßt ebenso den Begriff der Arithmetik mitschwingen, also das Rechnen mit Zahlen; subjektivierende Etymologie des Wortes "Algorithmus" verschleiert dessen neuzeitliche Praxis eher, als daß sie aufklärt: siehe Friedrich L. Bauer, *Kurze Geschichte der Informatik*, München (Fink) 2. verb. Aufl. 2009, 39 u. 86

Zeitmaße

- lateinisch *temperare* "ins rechte Maß setzen"; Allegorie: *Temperantia* (Selbstbeherrschung); ihre Verkörperung: die Uhr, negentropisch im Unterschied zur physikalischen Zeit = Peter Gendolla, *Die Einrichtung der Zeit*, in: Christian W. Thomsen / Hans Holländer (Hg.), *Augenblick und Zeitpunkt*, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1984, 47-58 (51), unter Bezug auf Otto Mayr, *Die Uhr als Symbol für Ordnung, Autorität und Determinismus*, in: Klaus Maurice (Hg.), *Die Welt als Uhr. Deutsche Uhren und Automaten 1550-1650*, Ausstellungskatalog München/Berlin 1980; Begriff des "wohltemperierten Klaviers" = Aufteilung der Tonskala in gleichwertige Intervalle (gegen harmonischen Eindruck)

- Gary Lee Nelsons Projekt *Sonomorphs* (1995) "genetic algorithms to evolve rhythmic patterns. In this case, the binary-string method is used to

represent a series of equally spaced pulses whereby a note is articulated if the bit is switched on"⁶⁹

- ändert AM / FM; Amplitudenmodulation Lautstärke während des zeitlichen Ablaufs eines Tons oder Klangs, resultierend in der Hüllkurve: "Man kann während des zeitlichen Ablaufes eines Tones, Klanges oder Geräusches zunächst deren Amplitude und damit deren Lautstärke rhythmisch ändern." Zwei Formen von Rhythmus sind hier am Werk, einmal quer zur Zeit, einmal im Medium der Zeit selbst: "Hält man die Amplitude konstant und ändert <...> die Frequenz rhythmisch, so erhält man eine *Frequenzmodulation*"⁷⁰

- Einführung des Interrupt im Whirlwind-Rechner des Raketenfrühwarnsystems SAGE in den USA (Interface / Radarbildschirm / Lightgun): "Die Kommunikation zwischen Eingabe-, Rechen und Ausgabeeinheiten wurde damit zu einer zeitkritischen Frage, zur Angelegenheit eines gemeinsamen systemischen Rhythmus. Das Triggern der Kommunikation durch einen Interrupt hat dabei nichts mit dem Takt der zentralen Recheneinheit zu tun, sondern ist der ökonomischste gemeinsame Nenner für jeweilige Peripherie mit unterschiedlichen Datenmengen. Innerhalb eines Systems herrscht also nicht mehr ein gemeinsamer Rhythmus, sondern eine Vielzahl von rhythmischen Unterbrechnungen. Was an einer bestimmten Systemstelle zum Zeitpunkt der Abfrage nicht vorliegt oder nicht zwischenzeitliche gebuffert wurde, existierte folglich nicht" = Pias 2002, Kapitel "Action", *Computer - Spiel - Welten*

GETAKTETE UHR, SCHWINGENDE SAITE

Von der Kulturtechnik zur Medientechnologie

- insistiert Medienarchäologie auf entscheidenden Diskontinuitäten; legt Veto gegen die heuristische Rückübertragung technologischer Medienbegriff auf prämediale Epochen ein. Kulturelle Rhetoriken, Rituale und Liturgien sind Praktiken, die weniger mediale Performanzen *avant la lettre* darstellen, sondern Kulturtechniken, von denen sich die Eskalation und Radikalität der hochelektronischen, technomathematischen Medienwirklichkeit der Gegenwart umso schärfer absetzt; Unterscheidung zwischen Religion und Medien, also Kulturtechniken und Medientechnologien, wird konkret anhand eines epistemogenen Artefakts, der getakteten Uhr. Zeit ist hier Subjekt und Objekt eines medienarchäologischen Moments, verdinglicht in der Räderuhr an der

⁶⁹ Steve Goodman, Sonic Algorithm, in: Matthew Fuller (Hg.), *Software Studies*, xxx 2008, 229-235 (233)

⁷⁰ Helmut Klein, Einrichtungen des Siemens-Studios für elektronische Musik, in: *Konzerte mit Neuer Musik des Bayerischen Rundfunks*, Sonderdruck, 13. Jg., 50. Folge, 4/5/6 (1962), hier zitiert nach der gekürzten Fassung im Booklet zur CD Siemens-Studio für elektronische Musik, ediert vom Siemens Kulturprogramm, audiocom multimedia 1998

Umschaltstelle von Mittelalter zur treffend so genannten "Neuzeit"; auf technisch induzierte Weise kommt eine andere Zeit überhaupt erst zustande, eher qualitativer denn chronologischer Begriff

- Reinhard Glasemann, Die Uhr als Maschine. Zur Technikgeschichte der Räderuhr, in: Igor A. Jenzen (Hg.), Uhrzeiten. Die Geschichte der Uhr und ihres Gebrauches, Frankfurt/M. 1989, 218-237

- Rhythmus, Taktung / falsche Schreibweise "Algorhythmus": die ganze Differenz zwischen Kulturtechnik und technologischen Medien. "Rhythmus ist das Gelingen von Form unter der (erschwerenden) Bedingung von Zeitlichkeit."⁷¹ Im *clocking* des Computers wird dies (hoch-)technisch; Frequenz bildet den Kehrwert von Zeitsignalen und macht diese erst numerisch adressierbar, als die mathematische Operation der Fourier-Transformation - keine *Transsubstantiation* im epistemologischen Sinne. In dieser analytischen Verdichtung "wird jegliches zeitliche Nacheinander in die Gleichzeitigkeit eines Spektrums verwandelt. [...] Der zeitliche Verlauf ist vom spektralen nicht mehr unterschieden [...] f (Frequenz) = t (Zeit)."⁷²

- buchstäblich zeitkritisches Kriterium für das Umschlagen von Kulturtechniken in Technologie Moment, wo sich Zeitmessung von der natürlichen Zeitempfindung löst und zur automatisierten Zeitsetzung wird, deren Numerik sich von allegorischen Deutungen befreit; gilt analog zum Buchdruck im Unterschied zur Handschrift für Räderuhr, daß sie als mechanisch getaktetes Werk ein zentrales Merkmal technischer Medien erfüllt: die nahezu identische Reproduzierbarkeit ihrer elementaren Maßeinheiten und Bausteine. Im Unterschied zu Ritualen und zur Liturgie ist die mechanisierte Zeit nicht mehr nur performativ, sondern technisch operativ. Doch nicht die operative Zeit ist das Medium, sondern ihre Implementierung im materiellen Artefakt.⁷³ Räderuhr, also Einführung der getakteten Zeit, epistemologisch fundamentales Erbe klösterlicher Kultur - und zugleich ihr Ende. Denn die getaktete Zeit ist buchstäblich ein Kriterium für die (Unter)Scheidung von Mittelalter und Neuzeit. Die Neuzeit ist es, welche schließlich auch die Zeitung zeitigt. In der Umbruchphase vom Hochmittela/ter in das, was später selbstredend die Neuzeit genannt wird, wird die Uhr selbst das zentrale Modell für geordnete, sich selbst regulierende Prozesse - das Apriori aller Geschichte⁷⁴

⁷¹ Hans Ulrich Gumbrecht, Rhythmus und Sinn, in: ders. / Karl-Ludwig Pfeifer (Hg.), Materialität der Kommunikatin, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1988, 714-729 (717)

⁷² Peter Ablinger, in: Musikprotokolle Graz, 2xxx, 452 [= Sabine Sanio / Christian Scheib (Hg.), Übertragung - Transfer - Metapher. Kulturtechniken, ihre Visionen und Obsessionen, Bielefeld (Kerber) 2004 ???]

⁷³ Kay Kirchmann, Verdichtung, Weltverlust und Zeitdruck. Grundzüge einer Theorie der Interdependenzen von Medien, Zeit und Geschwindigkeit im neuzeitlichen Zivilisationsprozeß, Opladen (Leske & Budrich) 1998, 138f

⁷⁴ Peter Gendolla, Die Einrichtung der Zeit, in: Christian W. Thomsen / Hans Holländer (Hg.), Augenblick und Zeitpunkt, Darmstadt (Wiss. Buchgesellschaft) 1984, 47-58

- technologisches System zur Signalverarbeitung, das die in ihm gerechneten, gespeicherten und übertragenen Prozesse standardisiert. Was Gutenbergs Letterngießverfahren für die Standardisierung von Buchstaben und ihrer Lektüren leistet, leistet die Räderuhr für die Automatisierung von Zeit. Es war in den Zentren liturgischer Algorithmisierung von Lebensformen, den mittelalterlichen Klöstern, daß der technische Grund für die Überwindung des Mittelalters durch Medientechniken gesetzt wurde. Ausgerichtet auf den jüngsten Tag mußte die irdische Zeit ökonomisch genutzt werden = Werner Sulzgruber, Zeiterfahrung und Zeitordnung vom frühen Mittelalter bis ins 16. Jahrhundert, Hamburg (Kovac) 1995, 46; Bedürfnis der exakten Zeitmessung durch gleichlange Stunden (Äquinoktialstunden), also technisch vermittelte Zeit, setzt sich gegen philosophische und monastische Zeitästhetik durch

Abstraktion der Zeit: Klosterwelten

- was mechanische Differenz der Spindel-Waag-Hemmung, von der aus das Zeigerwerk bewegt wird, willentlich - oder eben techno-logisch unwillkürlich, technikimplizit denknötwendig - durchsetzte; herrscht in Klöstern zunächst kein zwingendes Interesse am mechanisch reproduzierbaren Gleichtakt, also standardisierter Zeit. Bis zur Frühneuzeit gilt im christlichen Ritus vor allem das Prinzip der Temporalstunden, also ungleiche Längen je nach Maßgabe der Tageslichtzeit zu den vier Jahreszeiten. Benediktregel seit 540 schreibt die Regelmäßigkeit des Gotteslobs vor, doch nicht den Gleichtakt; für die monastischen Stundengebete (Horen) gilt weiter die alte temporale Tageseinteilung nach Sonnentagsvierteln bzw. zwölf Stunden zwischen Sonnenauf- und untergang; im Gegensatz zum buchstäblich natürlichen Rhythmus der Landbevölkerung stand das Leben im Kloster, das auch in der Dunkelheit nach Zeiteinteilung rief. Dort fanden Wasseruhren Verwendung, deren Äquinoktialstunden lange Zeit noch in Temporalstunden umgerechnet wurden. Erst 1429 belegt der Generalkapitelsbeschluß Nr. 69, daß bei den Zisterzienser-Mönchen nicht mehr nach Temporalstunden gezählt wurde; für die Außenbeziehungen in nichtgeistlichen Zusammenhängen muß sich die Monastik fortan auch nach Äquinoktialstunden richten = Schukowski 1992: 8

Chronologie, Uhr, Takt: Monastische Zeitplanung

- Illustration "Anchor escapement" in William L. Gilbert Clock Company, Winsted, Conn., engraved stamp: "28 April 1896", Nachweis der Labels: <http://www.anticlockprices.com/datingtrademarks.php>

- praktiziert negentropische Zergliederung des Zeitflusses, das *spatium* im mechanisch Realen, durch die mit Hemmung versehene Räderuhr (später Pendeluhr) seit der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts - im Dienste der klösterlichen Gebets- und Arbeitsdisziplin. An die Stelle der stetigen, analogen Sonnenuhranzeige tritt die Taktung: die Ausbalancierung der

gespannten (also gespeicherten, potentiellen) Energie von Gewicht oder Feder durch gleichmäßige Intervalle. Durch die Spindelhemmung zur gleichmäßigen Verausgabung gezwungen, wird die scheinbar kontinuierliche Zeit in gleiche Abschnitte unterteilt, eine Verschränkung von analog und digital, eine frühe Form von Relais als mechanischer Umsetzung binärer Schaltprozesse; wesentlich Regulation auf der Unterbrechung einer Bewegung = Gendolla 1984: 49; Eindringen der Null auf temporalem Niveau, wie es später die Kinematographie als optisches Medium der Erzeugung von Bewegungsillusion leistet

- tickt auf die Uhr in gleichförmigen Intervallen, seitdem mit der Lücke als Null gerechnet werden kann (die Bedingung des Stellenwertsystems)

- sensibilisierte christliche Theologie für Begriffe wie das Unendliche und den Fluchtpunkt, oder direkter Effekt der Kulturtechnik des Alphabets? "Erst als der Buchdruck das Sehvermögen zur sehr großen Genauigkeit, Einheitlichkeit und Intensität einer spezialisierten Ordnung erweiterte hatte, konnten die anderen Sinne hinreichend eingeschränkt und unterdrückt werden, um erst den Begriff Unendlich bewußt werden zu lassen" <McLuhan 1992: 138>. Erst die eigentlich medientechnische Erfindung Gutenbergs, das Gieß-Verfahren identischer Lettern, ermöglicht jene exakte Reproduzierbarkeit von visueller Information, die mit der Idee des forschenden Experiments ebenso einher geht wie mit dem "Begriff unbegrenzter Wiederholbarkeit, der für den mathematischen Begriff Unendlich so notwendig ist" <McLuhan 1992: 139>, als Infinitesimalrechnung

- spekuliert Aristoteles über den Zusammenhang von Zeit und Zahl; erst gleichmäßig getaktete Zeitmessung (also die Kopplung von Uhrwerk und Photographie, wie in der Chronophotographie) erlaubt jene Form medientechnischer Analyse von Bewegung, die dann eine Resynthesierung namens Kino induziert; Jonathan Crary, Aufmerksamkeit. Wahrnehmung und moderne Kultur, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2002 (AO: Suspensions of Perception, Cambridge, Mass. / London: MIT Press, 1999)

- tendieren mit fortschreitender Genauigkeit die zeitlichen Intervalle geradezu infinitesimal gegen Null; wird eine Zeitwahrnehmung maschinell vorgegeben, welche Newton und Leibniz in Mathematik gießen. Der Computer wird von den ultraschnellen Schwingungen eines elektrisch erregten Quarzkristalls getaktet - teilbar bis zu Einheiten, die menschlicher Vorstellung entgehen und das Unendliche im unendlich Kleinen wiederaufscheinen lassen

- "Wir könnten sagen, daß der Taktgeber uns erlaubt, Diskretheit in die Zeit einzuführen, so daß die Zeit zu bestimmten Zwecken als eine Aufeinanderfolge von Augenblicken anstatt als kontinuierlicher Fluß betrachtet werden kann. Eine digitale Maschine muß prinzipiell mit diskreten Objekten operieren, und im Falle von ACE wird dies durch die Verwendung eines Taktgebers ermöglicht" = Alan M. Turing, The State of the Art, in: Alan Turing, Intelligence Service, hg. v. Bernhard Dotzler /

Friedrich Kittler, Berlin (Brinkmann & Bose) 1987, 183-208 (192)

Ostertafeln: Zeit aus Berechnung

- geht numerische Zeit(be)rechnung der Mechanisierung, der eigentlichen Medien-Werdung von getakteten Uhren, voraus; buchstäblich "elementare", zur mathematischen Berechnung geradezu zwingenden Herausforderung an das mittelalterliche liturgische Verständnis Berechnung des Ostertermins; leistet die Form der Annalistik hier epistemischen Vorschub, Denkmodell für eine Zeitästhetik diskreter Schritte; Annalistik deutet auf eine alternative Form der Wirklichkeitswahrnehmung, worin das, was vorfällt, als das, was wahrgenommen wird, was gegeben ist, also: als *Daten*, oder auch das, was nicht geschieht, als *voids*, in serieller Form aufgeschrieben werden. Jedes Jahr ein Speicherplatz, der auf seine Variablen wartet; von daher der Name. Das christliche Osterfest hatte seine geradezu mediale Bestimmung darin, jährlich rituell wiederholt zu werden, wobei im Namen des Evangeliums lange vor Marshall McLuhan "das Medium die Botschaft" ist, indem diese Botschaft als prämediale Kulturtechnik zu sich kommt; hiermit liegt noch kein Medium im nachrichtentechnischen Sinne vor; demgegenüber entstand Claude Shannons mathematisches Maß für Information „eigens zu dem Zweck, die Neuigkeit und d. h. Unwahrscheinlichkeit einer Nachricht von der Menge der in jedem Code ja notwendig implizierten Wiederholungen abzutrennen und angebar zu machen“⁷⁵ - das schiere Gegenteil der Osterbotschaft. Bekanntlich haben sich die frühmittelalterlichen Annalen aus den Berechnungen der Ostertermine ergeben, nämlich als Randnotizen zu den jeweiligen Tafeln: ein Spiel von Redundanz und Information. Am Rande der rituellen, also endlos sich wiederholenden Frohen Botschaft (Ostern) entwickelt sich also die Notation des Singulären, des Unwahrscheinlichen

- Anonymität der Annalistik markiert also deren Freiheit zur non-narrativen Zeitverarbeitung. "Der Historiograph des Mittelalters beispielsweise war selbst kein Menschmedium mehr, sondern hatte <...> nur noch mediale Funktion, war zum bloßen Instrument zurückgeschnitten"⁷⁶ - auf Seiten einer *écriture automatique*. Wie für den Ursprung der Räderuhr aus dem benediktinischen Klosterkontext gilt, daß auch die prä-historiographischen Aufschreibesysteme von Annalistik und Chronik "its origins in the Benedictine preoccupation with the careful regulation of time" hatten.⁷⁷ Frühmittelalterliche Annalen bilden den Schauplatz einer diskreten, tabellarischen Prozessierung von Zeit- und Wirklichkeitswahrnehmung; Mechanik der Räderuhr kulturtechnisch, nicht aber als technologische Lösung Zeitästhetik der Listenform angelegt

⁷⁵ Friedrich Kittler, *Optische Medien*. Berliner Vorlesung 1999, Berlin (Merve) 2002, 47

⁷⁶ Werner Faulstich, *Das Medium als Kult. Von den Anfängen bis zur Spätantike*, Göttingen (Vandenhoeck & Ruprecht) 1997, 297

⁷⁷ M. T. Clanchy, *From memory to written record*, London (Arnold) 1979, 78

- distinguiert Gervase of Canterbury 1188 Funktion des Historikers von der des Chronisten: "The historian proceeds diffusely and elegantly, whereas the chronicler proceeds simply, gradually and briefly"⁷⁸ - eine mathematische Ästhetik, eine genuine Datenästhetik, die keinen Unterschied zwischen menschlichen (historischen) und Naturereignissen macht. Gervasius möchte lieber kompilieren als schreiben: "compilare potius quam scribere cupio". Annalen sind eine "dated series of events recorded for the guidance of a monastic house" <Clanchy ebd.> - keine Interpretation der Vergangenheit, sondern eine Funktion von Gegenwart; Räderuhr transformiert diese annalistische Makrozeit in eine Mikrophysik der Zeit

- "The clock's origins in Europe were largely religious: the need of monks to observe (in both senses) the canonical hours of prayer" (John Durham Peters)

- führt ein Zeiger der astronomischen Uhr in Rostock (St. Marien) auch Osterterminaten in Vorausberechnung bis zum Jahr 2017 an. Was mit Komputistik begann und Annalistik zeitigte, nämlich die komplizierte Berechnung des Osterdatums, das seit dem Konzil zu Nicäa 325 auf den ersten Sonntag nach dem ersten Vollmond im Frühling festgelegt wurde und durch die Differenz von ca. fünf Stunden zwischen liturgischem und astronomischem Tag zu Verschiebungen von bis zu 29 Tagen führen konnte, wird zur mechanischen Berechnung; permutative Ästhetik erlaubt Präemption von Zukunft als *futurum exactum*

- wird im 19. Jahrhundert Vorstellung einer absoluten, überall verbindlichen Zeit aus ganz praktischen Erwägungen heraus handfeste Wirklichkeit. Um die Eisenbahnfahrpläne aufeinander abzustimmen, reifen in Amerika, wo um 1871 insgesamt 71 verschiedene regionale Eisenbahnzeiten gezählt wurden, die Pläne zu einer "standard time"; Serie von Zeitkonferenzen zum Bezugspunkt dieser Universalzeit, bis die internationale Meridiankonferenz 1884 den Erdball in das noch heute gültige Raster von 24 Zeitzonen einteilte; benediktinische Zeitästhetik von Temporal- vs. Aquinoktaltstunden Welt geworden

Uhren und Oszillationen

- gelingt die Verschränkung von Zahl und Zeit erst im Verbund von exakter, experimenteller Wissenschaft und Maschine; Maschinenbegriff entstammt altgriechischer Antike als eigenständige Form von Praxis, von *physis* gewordener Praxis; "griechische Wissenschaft war niemals exakt und zwar deshalb, weil sie ihrem Wesen nach nicht exakt sein konnte und nicht exakt zu sein brauchte" = Heidegger 1950: 70; hängt epistemologischer Begriff der Exaktheit an der Uhr, wenn Zeit zum Thema wird. Die altgriechische Mathematik (*tà mathémata*) ist nicht primär, erst sekundär von den Zahlen bestimmt. "Physik ist allgemein die Erkenntnis der Natur, im besonderen dann die Erkenntnis des stofflich Körperhaften in

⁷⁸ V. H. Galbraith, *Historical Research in the Middle Ages* (1951), 2

seiner Bewegung" <Heidegger ebd., 72>; zwar setzt Aristoteles ansatzweise Zeit und Zahl gleich, die wird die Bewegung nicht in exakte Zahlverhältnisse aufgelöst; hier bleibt die Zeitmessung bei der Dichtung (Prosodie), der *poiesis*, und nicht im zahlengewordenen Mathem; Taktung bei den Griechen eine Funktion von Prosodie und Alphabet

- ereignet sich mit der Räderuhr eine tatsächliche Maschinenwerdung der Zahl (oder Zahlenwerdung der Maschine), und stellt seitdem ein Training für den Begriff der Turing-Maschine, den Computer, dar. Altgriechenland begreift durchaus zwar Bewegung als Ortsveränderung und vermag diese mit Zahlenwerten zu versehen, doch "keine Bewegung und Bewegungsrichtung ist vor der anderen ausgezeichnet" <Heidegger 72>. Hier setzt die christliche Teleologie einen anderen Begriff der Zeitwertigkeit, einen bewertenden Fluchtpunkt, der - in Allianz mit der Null - eine zeitliche Perspektive ergibt

- verblaßt mit Scholastik (Bonaventura, Thomas von Aquin) Berufung auf pythagoreische Zahlentheorie der Musik. "Neben der Zahl ist - von Augustinus her - der Begriff der Bewegung in den Vordergrund gerückt", um die Differenz zwischen Mathematik und beobachteter Planetenumlaufbahn zu überbrücken = Max Bense, Die Mathematik in der Kunst [1949], in: ders., Ausgewählte Schriften Bd. 2, Stuttgart/Weimar (Metzler) 1998, 233-428 (406); werden nicht mehr primär harmonische Zahlenverhältnisse, sondern der Zeitprozeß erhört

- beginnt Räderuhr technologisch den menschlichen Zeitsinn subliminar zu *massieren* (Begriff McLuhans); ihre Botschaft wird die Wahrnehmbarkeit einer Welt in Frequenzen; exakte Abzählbarkeit von Zeit als Bewegung (die getaktete Uhr) *zeitigt* ihrerseits Weltbilder vom Typus Film und elektronisches Fernsehen. Basierend auf Frequenzen tastet der Kathodenstrahl "pausenlos Konturen von Dingen mit einem Abtastsystem ab" = Marshall McLuhan, Die Magischen Kanäle. "Understanding Media", Düsseldorf et al. (Econ) 1992, 357; kommt ein mathematischer Zeitsinn ins Spiel, den McLuhan zurecht mit dem Infinitesimalkalkül assoziiert, der ansatzweise bei Oresme aufscheint, bei Leibniz/Newton auf den rechnenden Begriff kommt und von Norbert Wiener am Ende in seiner *Kybernetik* 1948 ausdrücklich auf das elektronische Fernsehbild bezogen wird. Hier eskaliert, was in der Kinematographie angelegt war: "Wie die Infinitesimalrechnung, die *vorgibt*, durch Zerlegung in kleine Teilchen Bewegung und Wandel zu erfassen, *tut* das der Film, indem er die Bewegung und den Wandel in eine Reihe von Stehbildern auflöst. Der Buchdruck *tut* etwas Ähnliches, wenn er *vorgibt*, den ganzen geistigen Prozeß zu erfassen" = McLuhan 1992: 338, ein Bewußtseinsstrom, erzeugt (im Akt der Lektüre) durch diskrete Symbolreihen

- Uhrwerk mit Ankerhemmung un/mittelbar aus monastischem Rhythmus entwickelt, wird dann zu deren Provokation.

- obsiegt abstrakte, quantitative Zeit der Uhren: "This homogeneous and desacralised time has emerged victorious since it supplied the measure of

the time of work"⁷⁹, culminating in chronophotography (the precursor of cinema) and Gilbreth's media-technical measurements of smallest temporal units in working processes to optimize production

- Deplazierung des kontinuierlichen Zeitmodells durch ein diskretes Modell der Taktung; mehr als ein Wortspiel: "This time <sc. watches, clocks> was introduced bit by bit in the west" = ebd.

- vollzieht die Räderuhr für die Zeit, was das Vokalalphabet für den phonetischen Sprachfluß leistet: radikale Diskretisierung, Kern abendländischer kombinatorischer Rationalität. Dies führt am Ende zum Sampling-Theorem der Nachrichtentechnik; hier meint Diskretisierung "die Ersetzung eines Signals, zum Beispiel einer Unendlichkeit aufeinander folgender Werte, die unendlich einer dem anderen benachbart sein können, durch eine endliche Zahl von Werten, die nur einer endlichen Zahl von Möglichkeiten entnommen werden können"⁸⁰ - *computable numbers*, eine Möglichkeitsbedingung der Turing-Maschine

- Mechanisierung der Uhr Verschränkung einer antiken Technik (das Zahnrad, evident im Mechanismus von Antikythera) mit einem modernen Begriff von Zeit nicht als Vorgefundener, sondern als machbarer (zum Zweck der Synchronisation von Klosterleben). "Die Bereitschaft zur Aufspaltung des Lebens in Minuten und Stunden war in jeder anderen Gemeinschaft außer einer alphabetischen undenkbar" <McLuhan 1992: 179>; erst damit wird Zeit radikal diskret und zugleich als visuell ablesbar begreifbar; entscheidenden Moment / Momentum benennt McLuhan quasi als Differential: erste mechanischen Uhren behalten das Prinzip der kontinuierlichen Wirkung einer treibenden Kraft, wie sie etwa in Wasseruhr und beim Wasserrad Anwendung fand, noch bei. "Ungefähr um 1300 wurde der Schritt getan, die Drehbewegung durch einen Balken und ein Steigrad momentan zu unterbrechen. Diese Funktion wurde 'Hemmung' genannt und macht es buchstäblich möglich, die stetige Kraft des Rades in das visuelle Prinzip der gleichförmigen, aber unterteilten Abfolge zu übertragen" = McLuhan 1992: 180

- zählt Zeit? Das Digitale: "At any given time either $X = 0$ or $X = 1$."⁸¹ "Die Zeit ist nicht. Es gibt die Zeit. Das Geben, das Zeit gibt, bestimmt sich aus der verweigern-voorenthaltenden Nähe."⁸² Siegert erinnert daran, daß die unendliche oder nichtige Impedanz zwischen den zwei Polen einer Schaltung technisch *hinderance* heißt; "aber zwischen = und 1 *gibt es* keine Zeit. Deswegen gibt es die Welt des Symbolischen. Es ist der Entzug des Realen, durch das es das Symbolische gibt. Es ist die *hinderance*, die

⁷⁹ Henri Lefebvre, *Rhythmanalysis. Space, Time, and Everyday Life*, London / New York 2004 [* 1992], 73

⁸⁰ Claude Cadoz, *Les réalités virtuelles*, Paris (Flammarion) 1994, 85

⁸¹ Claude Elwood Shannon, *A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits*, Magisterarbeit, Typoskript, MIT 1936, 6; hier zitiert nach: Siegert 2003: 9

⁸² Heidegger, *Zeit und Sein*, in: ders., *Zur Sache des Denkens*, Tübingen 2. Aufl. 1976, 16

die diskretisierte Zeit gibt" = 9; kehrt der Takt der Uhr im Digitalcomputer zurück

- since thermionic valves substituted mechanical components for flip-flop circuits in computers, parallelism to gain speed no longer mandatory; decision to store and process numbers serially. The guiding principle of the EDVAC (the so-called von Neumann architecture) design: "One thing at a time, down to the last bit!" = William Aspray / Arthur Burks, *Computer Architecture and Logical Design*, in: *Papers of John von Neumann on Computing and Computer Theory*, hg. v. William Aspray / Arthur Burks, Cambridge, Mass. / London / Los Angeles / San Francisco 1987, 5 f.

- war Elementarisierung im Fall des Vokalalphabets noch ein Dienst an der Musikalität mündlicher Poesie⁸³, dient diese sekundäre Diskretisierung von Zeit nun dem Algorithmus (also geregelten Abläufen) selbst

- "Die Hemmung als eine Übertragung einer Art von radbedingtem Raum" - nahe der zyklischen Kosmos-Vorstellung der Antike - "in einen gleichförmigen und visuellen Raum" (Oresme beschäftigt das Verhältnis von Gleichförmiger und Ungleichförmiger Bewegung ausdrücklich) "ist somit eine direkte Vorwegnahme der Infinitesimalrechnung, die jede Art von Raum oder Bewegung in einen gleichförmigen, stetigen und visuellen Raum überträgt" = McLuhan 1992: 180

Zwischen Astrolab und Räderuhr: die kosmische Uhr

- kosmisch-harmonische Zeitrechnung in Differenz zur empirisch exakten Zeitmessung, technische Experimente wurden kaum durchgeführt.⁸⁴ Von Robertus Anglicus Skizze einer Räderuhr von 1271 erhalten. Hat sie Vorbilder? Möglicherweise kurz nach 82 v. Chr. versank ein Räderwerk im Wrack von Antikythera, von dem bislang ungeklärt ist, ob es sich tatsächlich um ein astronomisches Instrument handelte. Darauf deutet die Konstruktion, aus deren fester Übersetzung sich medienarchäologisch zurückrechnen läßt, daß es sich dabei um die Mechanisierung des Metonischen Zyklus handelte, in dem 19 Sonnenjahre 235 Mondmonaten entsprechen.⁸⁵ In kinetischer Verzahnungslehre jene Mechanisierung von Mathematik angelegt, die später aus *computus* den Computer zu generieren vermag

- Wilhelm Schickard, 1623: Entwicklung eines Handplanetariums (Freund von Johannes Kepler in Linz) und der *Rechenuhr* mit automatischem Zehnerübertrag; Begriff verschränkt *computus* und Uhrzeit. "Takt" im Computer etwas Anderes als in der Uhr. Multiplizieren / Division in Schickards Rechenuhr nur unter externer Beteiligung / Mitdenken, Mitrechnen des Benutzers, "cool medium" im Sinne McLuhans; Teilprodukte mit Hilfe von Neperschen Rechenstäben zu bestimmen und

⁸³ Hierzu Barry Powell, *Homer and the Origin of Writing*, Cambridge 1990

⁸⁴ Siehe <http://www.sbg.ac.at/hai/neuzeit/zeitrechnung.htm>

⁸⁵ Gerald J. Whitrow, *Die Erfindung der Zeit*, Hamburg (Junius) 1991, 158

dann in das sechsstellige Summierwerk einbaubar zum Addieren. Eine Rechenuhr für Johannes Keplers zur Berechnung der Planetenbahnen in Auftrag, durch Brand vernichtet; rekonstruiert anhand von Zeichnungen und Beschreibungen aus Nachlaß Kepler und Schickards, 1957-60 rekonstruiert von B. v. Freytag-Löringhoff; Exemplar im Konrad-Zuse-Computermuseum Hoyerswerda; Nachbau im Zuseum e. V., Bautzen

- als "musikalisch" eine regelmäßige Bewegung empfunden, wie schon für Platon auf den Planeten Sirenen singen und die Sphärenmusik ergeben; Räderuhr mit Hemmung erzeugt eine solche Bewegung als abrupten Takt, Oszillator gleicher Zeitabschnitte

- von Helmholtz nennt als Beispiele zur Erzeugung regelmäßiger, buchstäblich isochroner Schwingungsdauern "die Bewegung des Pendels einer Uhr, die Bewegung eines Steins, der an einem Faden befestigt mit gleichbleibender Geschwindigkeit im Kreise herumgeschwungen wird, die Bewegung eines Hammers, der von dem Räderwerk einer Wassermühle nach regelmäßigen Zwischenzeiten gehoben wird und wieder fällt" = Hermann von Helmholtz, Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik, Braunschweig 1863; Nachdruck Frankfurt/M. (Minerva) 1981, 15; später gibt er eine Versuchsanordnung an "reine pendelartige Schwingungen der Luft" durch eine Saite zu erzeugen = H. v. Helmholtz, Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik, Ausgabe Braunschweig (Vieweg) 1913 (= Nachdruck Hildesheim / Zürich / New York (Olms) 1983, 96

- konzipiert Gottfried Wilhelm Leibniz seine "Monaden" als von Gott aufgezugene Uhren; „continued to keep time with one another like separate clocks, so that they appeared to communicate with one another; but this appearance is merely a deceptive consequence of their synchrony“⁸⁶, wie sie erst mit der Räderuhr denkbar sind, als standardisiertem und standardisierendem Meßinstrument, das Vergleichbarkeit auch in der Zeit herstellt. „As a matter of fact, the automata made in the 17th and 18th centuries were run by clockwork“ <ebd.>; "prästabile Harmonie"

- Unter dem Titel "On the Permanent Impression of Our Words and Actions on the Globe We Inhabit" kalkuliert das 9. Kapitel in Babbages *Ninth Bridgewater Treatise* den Zeitpfeil des Universums "in reverse as a sort of check sum verification of the progress of the God program"⁸⁷.

Takt und Taktilität

⁸⁶ Norbert Wiener, Time, Communication, and the Nervous System, in: Annals of the New York Academy of Sciences, Bd. 50, 1948/50, 197-219 (207)

⁸⁷ Alan Liu, Escaping History, Textvorlage (28. August 28 2004) zur Konferenz *Digital Retroaction*, University of California, Santa Barbara, xxx

- "spaltet sich die Zahl von der visuellen Vorstellung oder die Takttilität von der Netzhauterfahrung gänzlich ab" = McLuhan 1995: 102; "diese Auseinanderbewegung, die in der griechischen Kultur einen so eindrucksvollen Anfang genommen hatte, blieb noch unwirksam, bis mit Gutenberg das Stadium des Aufstiegs erreicht war" = ebd.

Die Hemmung an der Räderuhr

- "Mit der Einteilung des Tages in distinkte Einzelteile, die jeweils innerhalb eines festen Ordnungsrasters von Arbeit und Gebet stehen, ist die Ordnung des klösterlichen Lebens möglicherweise einer der Punkte, an dem das Raster des Rhythmischen etabliert wird" = Rolf F. Nohr, Rhythmusarbeit, in: Britta Neitzel / ders. (Hg.), Das Spiel mit dem Medium, Marburg (Schüren) 2006, 223-243 (225); mit Überführung dieses Rasters in eine technologische, d. h. nicht nur symbolische, sondern auch verdinglichte Fügung (die getaktete Räderuhr) schlägt der überkommenen kosmischen Ordnung selbst die Zeit; an dieser Stelle technisch präzise Ausführungen von epistemologischem Gewicht; handelt es sich beim mechanischen Uhrwerk zunächst um aufgespeicherte Energie: Federspannung erzeugt einen Druck (vergleichbar der akustischen Auslösung von Schallwellen) auf den Mechanismus der Hemmung, der die Energie in gleichmäßige Schwingungen distribuiert, die sich dann mechanisch als Takt umsetzen läßt. Besonders "Grashüpfer-Mechanismus", fast reibungslos, minimalster Energieverbrauch, an der Grenzen zur reinen Information; jeder physikalische Meßakt irreversibel; jede erworbene Information über einen physikalischen Zustand mit einer unvermeidlichen Entropiezunahme im Universum verbunden⁸⁸

- wird in batteriebetriebenen Uhren die Federspannung durch einen Elektromagneten ersetzt, der (als Kondensator? als Mechanismus von Wechselstrom?) zu jeweils positiven und negativen Anziehungen eines winzigen lockeren Magneten führt, der damit seinerseits den Takt an den (nach wie vor Rädern) auslöst. An die Stelle der Hemmung (Energiezerkleinerung / -aufteilung) tritt damit der elektro-generative Takt, ein epistemischer Wechsel, unbemerkt von denen, die nur von außen das analoge Ziffernblatt betrachten (macht es keinen Unterschied, wie die Sekunden erzeugt werden)

- manifestieren Christiaan Huygens' konkrete Pendelversuche buchstäblich neu-zeitliche Sensibilität für dynamische Prozesse, für Schwingungen; Zeitmessung bis auf Sekundenebene elementarisiert; eine Welt mikrozeitlicher Ökonomien der Synchronisation eröffnet; Arkady Pikorsky ete al., Synchronization. A universal concept in non-linear sciences, Cambridge (UP) 2003

- registriert Friedrich Kittler in seiner *Kulturgeschichte der Kulturwissenschaft*, daß Martins Heidegger in *Sein und Zeit* (1927) nicht

⁸⁸ Dazu O. Costa de Beauregard, *Le Second Principe de la Science du Temps*, Paris 1963, 65 (unter Bezug auf die Arbeiten John von Neumanns)

von ungefähr ausgerechnet im Uhren-Kapitel von fundamentalontologische auf positivistisch-kulturhistorische Beschreibung umschaltet, in Paragraph 80. Heideggers Dilemma: "Eine Geschichte, die ja wesentlich Zeit ist, überkreuzt sich mit jener anderen Geschichte, die die Maschinen der Zeitmessung selber durchlaufen. Uhren sind ontische, also der Fundamentalontologie unterworfenen Apparate, die gleichwohl geschichtlich unterschiedene Ontologien zeitigen" = Kittler 2000: 235 f.

- Waaghemmung der Räderuhr angetan, das Wesen eines Medienelements als epistemogenes Ding zu erhellen; Beschreibung ihres medienhistorischen Moments zugleich dazu geeignet, methodische Implikationen der Medienarchäologie an ihr zu reflektieren

- zeitgebendes (taktendes) Objekt des mechanischen, durch die Hemmung betriebenen Uhrwerks fügt sich primordial nicht dem anderen Zeithaushalt der (technik-)historischen Erzählung: "Kein Eintrag in einer Chronik, kein erzählender Bericht, keine Konstruktionsbeschreibung machen die Erfindung zu einem datier- oder lokalisierbaren Ereignis" <Dohr-van Rossum: 50>, also nicht eintragbar in den Zeit/Raum der Historie. Denn hier wird eine andere Zeitordnung durchgesetzt, die asymmetrisch zur Zeitökonomie der Historie sich verhält. Womit plastisch wird, daß Medienarchäologie nur bedingt einer historischen Erzählung unterworfen werden kann; sie steht einer Taktung des Archivs näher, insofern beide Bereiche (die Zeit der Räderuhr, der Raum der Akten) dem Diskreten zugehören, nicht dem Kontinuierlichen. Digitales Taktieren der Uhrwerke, diskrete Buchstabenserien der Archive. Faßbar ist die Räderuhr als Schnittstelle von Analogem und Diskretem in der wundersamen A/D-Umsetzung einer energetischen Federspannung des aufgezogenen Uhrwerks in den diskreten Takt der Sekunden und Minuten, reine Information

- entscheidendes Bauelement der Räderuhr im Unterschied zu vertrauten Uhrmechanismen Waagbalkenhemmung, "kommt in der zeitgenössischen Wahrnehmung gar nicht vor. Allenfalls rückblickend wird sie als bedeutsam, aber rätselhaft beschrieben" = 50 - gerade weil ihr Mechanismus am Interface des Ziffernblatts auch nicht wahrgenommen wird. Technische Medien erzielen ihren Effekt durch die Dissimulation ihrer Mechanismen. "Das Auftauchen der Schlaguhren dagegen ist sofort registriert und als technisch sensationell <...> empfunden worden" = 50: Wahrgenommen wird nur, was sich den Sinnen unmittelbar darbietet - der Effekt einer fortschreitenden Zeit, obgleich der Blick in die Hemmung gerade keine Linearität, sondern vielmehr ein Pendeln suggeriert, ein erster binärer Mechanismus! vor aller Elektrotechnischen +/- Polung; sogleich die Frage nach dem Energieverbrauch, der Entropie / "Maxwellscher Dämon"

- beschreibt Pater Alexandre, Verfasser eines uhrentechnischen Handbuchs (1738), Findungsmoment analog zu Barry Powell (oder Wilamowitz-Mollendorff) hinsichtlich des "unknown adaptors", des unbekannteren Wundertäters, bei der Modifikation des phönizischen Silben- zum Vokalalphabet: "Es ist gewiß, daß derjenige, welcher zuerst das Mittel

erfunden, die Zeit durch die Bewegung gezählter Räder, welche dadurch gemildert wird" - temperiert -, "daß die hin und herschlagende Unruhe solcher Wechselsweise wiedersteht, abzumessen, wenn er uns bekannt wäre, alle unsere Lob-Sprüche verdienete, allein die Geschichte lehren <Kollektivsingular, sic> uns hievon nichts gewisses" = zitiert nach Dohrn-van Rossum xxx: 49

- erlaubt Mechanismus der Waagbalkenhemmung, daß "der Ablauf einer gewichtsgetriebenen Welle so gebremste und reguliert wird, daß sich deren gleichmäßige Drehung als Zeitnormal, z. B. für eine Äquinoktialstunde, eignet" = Dohrn-van Rossum xxx: 52; wird Räderuhr zum *zeitgebenden* Instrument und setzt eine von der Natur abstrahierte Zeit; damit das Gegenstück zu Gedächtnismedien: aufgespeicherte Energie (die aufgezoogene, gehemmte Metallfeder) ist ein physikalisch-energetischer Speicher, der taktweise in Information ("Zeitangabe") verwandelt wird - vergleichbar dem elektromagnetischen Relais im Einsatz für binäre Digitalspeicher. Zeitangabe wiederum - als Datierung - dient der Bestimmung von historischem Gedächtnis (oder Geschichte überhaupt), etwa in Archiven; deren Dokumente tragen die historische Zeit an sich ja nur durch Zuschreibung / Datierung, also extern (oder aber in der intrinsischen Materialität ihrer Beschreibstoffe und in der Software ihrer jeweiligen Sprachlichkeit, Archaismen, Schriftbilder)

- Kunst der medienarchäologischen oder besser archäographischen Ekphrasis: "Ohne eine solche Bremse würde sich die Drehung der Welle ständig beschleunigen. Die Hemmung wird dadurch bewirkt, daß ein auf der Welle festmontiertes oder mittels <...> Übersetzungen mit ihr verbundenes Steigrad mit einer ungeraden Zahl sägeförmiger Zähne in eine Spindel mit zwei gegenwinklig angeordneten Lappen eingreift. <...> Die Dauer der Schwingung der trägen Masse von Spindel und Waag läßt sich durch die Verschiebung von Reguliergewichten auf / dem Waagbalken verändern. <...> Die hin- und herschwingende, oszillierende Bewegung hat verschiedene bildhafte Namen für die Vorrichtung inspiriert: "Unruhe", "foliot" (von einem zitternden Blatt, zuerst bei J. Froissart, um 1370), seltener auch "frouwen gemuete" = Dohrn-van Rossum xxx: 52 f.; zeigt sich anhand zeitgenössischer Beschreibungsversuche der Uhrwerkshemmung, wie die Kultur der Frühneuzeit um eine neue Sprache zur Beschreibung neuer Dinge ringen mußte. Die klassische Beschreibungskunst entstammt der Rhetorik, beruht also auf linguistischen Figuren. Demgegenüber forderte der neue Typus technologischer Gegenstände auch einen neuen Darstellungstypus - die Sprache der Mathematik oder die technische Zeichnung (das Diagramm). Die Geschichte der Literatur ist auch eine Geschichte des Scheiterns in der Beschreibung technischer Dinge; allerdings ist allein der medientheoretische Text die Ausdrucksform, diese Grenzen seinerseits zu reflektieren; Hanno Möbius / Jörg Jochen Berns (Hg.), Die Mechanik in den Künsten. Studien zur ästhetischen Bedeutung von Naturwissenschaft und Technologie, Marburg (Jonas) 1990

- Erkenntnis aus der philologischen Interpretation auf das *close reading* technischer Objekte übertragbar; eine "Grundregel der Interpretation

besagt, daß die Interpretation genau ihrem Gegenstand angepaßt werden muß, so daß ihre Methoden wechseln je nach der Eigenart der Texte mit denen sie es zu tun hat" = Hermann Fränkel, Über philologische Interpretation, in: ders., Wege und Formen frühgriechischen Denkens, München (Beck) 1960, 294-312 (294); Wechsel ist bei technischen Medien umso dramatischer, wo nicht nur die Formate, sondern auch die Technologien grundlegend wechseln

Das epistemogene Artefakt

- tickten vormaligen Räderuhren eher ungenau; Gleichmäßigkeit der Schwingungen des Horizontalpendels (die Spindelhemmung mit Waag) war von der Präzision des Räderwerks abhängig. Der Schwingbalken besitzt im Gegensatz zum Pendel keine eigene natürliche Schwingungsperiode = Whitrow 1991: 163; nach Entdeckung der Pendelgesetze durch Galilei 1641 und deren Nutzung durch das freie, vertikal schwingende Pendel durch Christian Huygens 1656 Verbesserung der Genauigkeit der Zeitmessung⁸⁹

- angewandte Theorie; technische Medien wie ihre Wissenschaft kein rein diskursives Ereignis, sondern haben ein materiales *fundamentum in re*; medienepistemische Dinge eben (im Unterschied zu Objekten der Klassischen Archäologie) nicht nur materielle, sondern auch logische Artefakte. Medien treten erst im Vollzug in Erscheinung, was vollends die Logik neben die Hardware treten läßt, wenn es um den - in jeder Hinsicht modellbildenden - Computer geht: Mathematik

- Hemmung an der Räderuhr macht sie zum epistemischen, kulturerzeugenden Artefakt; mit Uhrwerk wird Kontrolle der Zeit den Automaten verschrieben, wie sie mit der Abstraktion von der an natürlichen Lichtverhältnissen orientierten Temporalzeit (Sonnenuhr) durch die antiken Klepsyden - im Hochmittelalter auch noch in Klöstern verwendet - bereits praktiziert wurde. Der entscheidende Unterschied: "Was fehlte, was ein Element, das die gespeicherte Energie, z. B. eine gehobene Masse, nicht rasch und progressiv verbrauchte - die Hemmung" = Manfred Schukowski, Die Astronomische Uhr in St. Marien zu Rostock, Königstein i. T. (Langewiesche) 1992, 6, ein energetischer Verzögerungsspeicher

- zentral für Räderuhr die Spindel-Waag-Hemmung mit einem Schwingsystem (oder der Radunrast, der "Unruh"), zwischen Antrieb (bewegt durch ein Gewicht) und Übertragungs-Räderwerk samt Indikation (optisch durch Zifferblatt oder akustisch durch Schlagwerke). Seit der Spätantike ist die liturgische Zeitnachricht zunächst eine akustische: der Glockenschlag

⁸⁹ Geschichtliches über Turmuhren (http://www.uhrenstube-aschau.at/sammlung_turm_geschichte.htm)

Anonyme Geschichten der Hemmung

- Räderuhr mit mechanischer Hemmung; (Er)Findung Teil dessen, was Siegfried Giedion als *anonyme Geschichte* beschrieben hat⁹⁰ - nur aus der Überlieferungslücke selbst läßt sich als Zeitraum das letzte Viertel des 13. Jahrhunderts, also das (damit?) ausgehende Mittelalter, definieren

- wengleich für das Jahr 1092 aus China eine astronomische Uhr überliefert, die über einen Hemmungsmechanismus verfügt, hält Dohrn-van Rossum Spindelhemmung für "höchstwahrscheinlich eine unabhängige europäische Entwicklung" = Gerhard Dohrn-van Rossum, *Die Geschichte der Stunde. Uhren und moderne Zeitordnungen*, München / Wien (Hanser) 1992, 103 u. 88; engl. Gerhard Dohrn-van Rossum, *History of the Hour*, Chicago (University of Chicago Press) 1996; Argument ist ein strikt medienarchäologisches: Die chinesische *Himmliche Waage* beruht auf einer Hemmung aus kippenden "Waagbalken, die eine stop-and-go-Bewegung verstetigen. Das Prinzip der europäischen Hemmung, das die Fliehkraft einer oszillierenden trägen Masse nutzt, hat damit nicht die geringste Ähnlichkeit" = ebd., 88; mit technischem *close reading* gerät diese Differenz in den Blick

- bleibt die von Joseph Needham aufgeworfene Frage, ob es sich bei solch naheliegenden Erscheinungen in Ost und West um Transfer von Kulturtechniken handelte oder um die Ko-Emergenz logisch konsequent verwandter Artefakte in unabhängigen Kultursystemen. So wäre es "ein Fehler anzunehmen, daß jede Entwicklung nur eine Ursprung habe. Wir können die Möglichkeit nicht ausschließen, daß es vollkommen unabhängige, parallele Linien des Denkens gibt, die in weit voneinander getrennten Teilen der Welt auftreten"⁹¹

Schlüsselemente der Räderuhr

- mag die Technik der Spindelhemmung als das miniaturisierte Prinzip der Umlenkung von Kräften der Mühlenbautechnik entsprungen sein; Innovation arbeitssparender Maschinen im asketischen wie zeitökonomischen Interesse der Klöster. Theoretisch mikrophysikalische Nutzung dieser Kräfte als Information (nämlich zur Zeitanzeige) rückgekoppelt an die aristotelische Definition von astronomischer Zeit als gleichmäßiger Bewegung. Erst mit der Erfindung der Pendel-Hemmung durch Christiaan Huygens 1657 wird die Räderuhr auf eine neue Basis gesetzt - die periodische Schwingung selbst, die als Maßeinheit bis zur Atomuhr gilt und den oszillatorischen Vorgängen der Sinnesdatenverarbeitung im menschlichen Hirn selbst nahekommt⁹²

⁹⁰ Siegfried Giedion, *Mechanization Takes Command*, Oxford University Press 1948; dt. *Die Herrschaft der Mechanisierung: ein Beitrag zur anonymen Geschichte*, Frankfurt/M. (Athenäum) 1987

⁹¹ Joseph Needham, *Wissenschaft und Zivilisation in China*, von Colin A. Ronan bearbeitete Ausgabe, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1984, 80

⁹² Ernst Pöppel, *Die Rekonstruktion der Zeit*, in: *Das Phänomen Zeit* in

- getaktete Räderuhr keine Allegorie der Zeit, sondern eine Maschine. Gerade weil sie dem Blick des Betrachters verborgen bleibt (die *dissimulatio artis*, also das Verbergen der Technik ist die Grundlage aller Medieneffekte), bedarf sie der medienarchäologischen Aufmerksamkeit. Das Hauptwerk einer solchen Uhr heißt mit einem vielsagenden *terminus technicus* "Zeitwerk". Von hier aus werden diskret (oder digital) das Stundenschlagwerk und davon abgeleitet oftmals auch das mit Stiften auf einer Walze programmierte Musikwerk gesteuert; andererseits kontinuierlich (analog) das Zeiger- und das Kalenderwerk. In Form einer kinetischen Notation und eines Blockschemas der Werke (nach Monge und Charles Babbage die Bedingung aller symbolischen Steuervorschriften) läßt sich das Uhrwerk in diagrammatischen Begriffen der Programmierung darstellen; Prozeß selbst, die physikalische Zeit in Form von mechanischer Bewegung, auf Papier notierbar; Schukowski 2004

Glockenklänge, -schläge

- kündigt Glockenschlag / frz. *cloche* (von daher Begriff "o'clock" selbst) sonisch das Metrum der Zeit, metronomisch. Gegenüber dieser Makrozeit entdeckt dann, in einer Eskalation dieses neuen Vernehmens, die Neuzeit die mikrozeitliche Schwingung (also eine um ein vielfaches erhöhte Frequenz des Glockenschlags) an der schwingenden Saite; elektrotechnisch: Oszillator generiert Ton

- Mechanik der Glocke in den Klöstern generiert unter der Hand - erst vom akustischen Läuten her, dann aber losgelöst davon in eine un-akustische Vorverlagerung der kybernetischen Regelung dieses Glockenschlags durch genaue Uhrzeit auch Nachts, in den Klöstern den Mechanismus der Waaghemmung - der wieder unerwartet epistemologische Folgen zeitigt, nämlich Frequenzen erst meßbar macht, dafür sensibilisiert. Also unterhalb der Akustik eine Zeitdimension, die zwar aus einem kulturell-diskursiven Zusammenhang geboren wurde, aber eine andere Energie entwickelt, die allerdings immer wieder Kurzschlüsse mit der Kultur zurück bildet

- vermutet Gerhard Dohrn-van Rossum, daß die mechanische Uhrwerkhemmung aus Repetiervorrichtungen des Glockenschlags weiterentwickelt wurde, wie sie - lange vor dem Einsatz von Werkglocken in den Handwerkszünften zur Indikation von Beginn und Ende der Arbeitszeit⁹³ - in Klöstern als Wecksignal zum Einsatz kam und dann als Zeitnormal umgedacht wurde. Zunächst dienten Kloster- und Kirchenglocken als akustisch wahrnehmbaren Zeitsignale für ihre jeweilige Umwelt; Stunden wurden zumeist von einem Türmer mit dem Hammer angeschlagen, Mensch als Medium zwischen Zeitablesung und Zeitsignal = http://www.uhrenstube-aschau.at/sammlung_turm_geschichte.htm; erste Turmuhren waren reine Schlaguhren; gegen 1500 wird die optische

Kunst und Wissenschaft, hg. v. Hannelore Paflik, Weinheim (VCH) 1987, 25-38 (29f)

⁹³ <http://www.kontrolluhren.de/zeit.html>

Zeitindikation auf einem Zifferblatt mit Zeiger gebräuchlich; beständige akustische Präsenz des Glockenschlags ein kulturtechnisches Training, das überhaupt erst die Denkbarekeit einer künstlich gesetzten Zeitwelt ermöglichte

- plädiert Astronom Wilhelm Foerster statt 24 Zonenzeiten für einheitliche "Weltzeit"; 1928 als UTC eingeführt (Universal Time Coordinated); heute Sendezeit für E-mails in UTC angegeben; 1998 führt Swatch die "Internet Time" ein: nicht mehr Stunden / Minuten, sondern 1 Tag = 1000 Beatskurz nach Erfindung drahtloser Telegraphie 1904 US Naval Observatory Ausstrahlung von Zeitsignalen; Funkuhr (Patent Wolfgang Hilberg) seit 1973; Radioempfänger setzt EM-Wellen vom Langwellensender Mainflingen minutenweise in Zeitsignale um; Zeitbasis = Atomuhr Braunschweig; Reichweite 1000 km; heute Weltzeit: Multifrequenzfunk-Armbanduhren

Von der antiken Proportion zur Identifizierung der Tonhöhe mit der Schwingungsfrequenz

- mit getakteter Uhr ein Interesse an (hoch-)frequenten Medienprozessen: die schwingende Saite, von Mersenne anders wahrgenommen als von Pythagoras. Dasgleiche Monochord, dergleiche Appell des Dings: Die "sich von selbst" ergebenden Obertöne einer schwingenden Saite sind die ganzzahligen Vielfachen ihrer Grundschwingung = Heinz von Förster <sic>, Von Pythagoras zu Josef Matthias Hauer, in: xxx, 1. Jahrgang Nr. 1 (1. August 1947), 55-58 (55); Wiederabdruck in: Heinz von Foerster <sic>, KybernEthik, Berlin (Merve) 1993; Mersenne hält am Erbe des Pythagoras, dem Harmoniebegriff, fest, lokalisiert diese jedoch in der Dynamik von Frequenzen statt in statischen Proportionen

- "[...] die Musik fängt an, den Raum der griechischen Mathematik zu verlassen, um in die ereignishaft Dimension der Zeit einzutauchen."⁹⁴ Diese Dimension heißt Medienzeit; der Organist Michael Praetorius bezieht in seinem *Syntagma Musicum* (1614-1620) die symbolische Ordnung der Notendauern auf den mechanischen Takt der Räderuhr.⁹⁵ Mit dem Metronom des Johann Nepomuk Maelzel (Wien 1814) findet der musikalische Takt dann sein eigenes Medium, bis daß am Ende eine nur noch mit elektrotechnischen Meßmedien faßbare Mikrozeit der physikalischen Akustik die Musik selbst einholt = Scherer 1990: 362. Um etwa die akustische Zusammensetzung der Vokale mit Hilfe von Stimmgabeln zu untersuchen, reicht es nicht mehr hin, sie nach dem Gehör und einem Klavier zu stimmen; vielmehr "erreicht man die erforderliche größere Genauigkeit mittels der elektrischen Ströme selbst"⁹⁶; "einige Mühe hat es mir gemacht, das Geräusch des Funkens an

⁹⁴ Wolfgang Scherer, Musik und Echtzeit. Zu John Cages *4'33''*, in: Tholen / Scholl (Hg.) 1990, 351-362 (356)

⁹⁵ Dazu Grete Wehmeyer, *Prestigiöso. Die Wiederentdeckung der Langsamkeit in der Musik*, Hamburg 1989, 15

⁹⁶ Hermann von Helmholtz, *Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik*, Braunschweig 1863;

der Unterbrechungsstelle zu beseitigen" <ebd.>. "Schlagen die Zinken der Gabel auseinander, so wird der Strom <...> geöffnet und nach kurzer Unterbrechnung wieder <...> geschlossen. <...> Im Moment der Unterbrechnung des Stromes <...> entstehen durch die Induktion in den acht Elektromagneten der Stimmgabel kräftige Extrakurrents, welche glänzende und lärmende Funken an den Unterbechnungsstellen geben würden, wenn nicht die herandrängenden Elektrizitätsmassen sich zum Teil in den Kondensator <...> für den Moment aufspeichern, zum Teil durch den sehr großen Widerstand <...> entladen könnten" <631>. "Was die Theorie der Bewegung der Gabeln betrifft, so ist zunächst klar, daß die Stärke des Stromes in den Elektromagneten eine periodische Funktion der Zeit sein muß" = 632

- Sensibilität für mikrotemporalen Quanten an die lautanalytische Logik des Vokalalphabets gebunden; erst, wenn Spektrogramme an die Stelle von kruden Buchstaben treten, wird Sprache in differenzierter / präziser technischer Analyse ihrer phonetischen Bestandteile aufzeichnenbar; technisch übertragbar (also buchstäblich *telephonisch*); vor Alexander Graham Bells Telephon propagiert Alexander Melville Bell 1864 eine *visible speech*; wenn nicht die Motivation (Beschleunigung der Telegraphie), so doch Konsequenz von Thomas Alva Edisons Phonographen von 1877 war Entwicklung einer technischen Lautschrift, nicht mehr aus dem symbolischen Reich der Codes allein, sondern aus der vibrierenden Materie des Klangs selbst entwickelt

Oszillation und Schwingkreis

- taktet spätmittelalterliche Räderuhr die Zeit; unter der Hand (und unchristlich) damit kulturtechnische Gewöhnung an Schwingungen / Oszillationen, kulminierend in der Pendeluhr (Galilei, Huygens). Hemmung in der Räderuhr seit dem Spätmittelalter setzt eine nicht-prosodische, sondern mechanische und non-diskursive Taktung in die Welt, die unter der Hand sensibilisiert für Schwingungen, Sinuskurven, und am Ende auch Wechselstrom, unter der Hand eine Sensibilität für Oszillationen, die in Sinustongeneratoren der Elektroakustik fortschwingt

- Unterschied, den die getaktete Räderuhr gegenüber anderen Methoden der Zeitmessung macht, ihre Kombination aus fortlaufender Zählung und periodischer Wiederholung (eine Urform des Oszillators)

- beschreibt Jacques Lacans Bild der kybernetischen "Tür" - unvollständig, weil das Spiel von Spule und Kondensator nicht berücksichtigend - einen geschlossenen Schwingkreis, bzw. eine astabile Kippstufe (FlipFlop) zur Erzeugung (hoch-)frequenter Schwingungen: "Dank dem elektrischen Stromkreis und dem mit sich selbst verschalteten Induktionskreis, d. h.

Nachdruck Frankfurt/M. (Minerva) 1981; Nachdruck der 6. Ausgabe (Braunschweig: Vieweg, 1913): Hildesheim / Zürich / Newe York (Olms) 1983, Beilage VIII ("Praktische Anweisungen für die Versuche über Zusammensetzung der Vokale"), 629-632 (629)

dank dem, was man ein feed-back nennt, genügt es, dass die Tür sich schließt, damit sie sogleich durch einen Elektromagneten wieder in den Zustand der Öffnung versetzt wird, und das ist von neuem ihre Schließung und von neuem ihre Öffnung. Sie erzeugen so das, was man eine Oszillation nennt. Die Oszillation ist die Skansion" = Jacques Lacan, Psychoanalyse und Kybernetik oder Von der Natur der Sprache, in: Seminar, Buch 2: Das Ich in der Theorie Freuds und in der Technik der Psychoanalyse, Weinheim / Berlin 1991, 373-390; Wiederabdruck in: Pias et al. (Hg.), Kursbuch Medienkultur, 4. Aufl. 2002, 405-420 (416 f.)

- elektronischer Schwingkreis, der selbst zum Zähler, zur elektronischen Uhr wird; nicht mehr Mechanik, sondern Physik selbst zählt; in bistabilen Kippschaltungen wird Hemmung des Uhrwerks zur Operation des Binären

- C. E. Wynn-Williams, The Use of Thyatrons for High speed Automatic Counting of Physical Phenomena, in: Proceedings of the Royal Society of London, ser. A, 132 (1931). "Bereits Hull hatte realisiert, daß das Thyatron als Zählwerk verwendet werden konnte, wenn man ein Relais in seinen Anodenkreis einschaltete, das dafür sorgte, daß der Anodenstrom sich selbst unterbricht" = Bernhard Siegert, Passage des Digitalen. Zeichenpraktiken der neuzeitlichen Wissenschaften 1500-1900, Berlin (Brinkmann & Bose) 2003, 409; ebd., 576, Abb. LXXVI = Albert W. Hull, Hot-cathode Thyatrons. Part II: Operation, in: General Electric Review 32 (1929) No. 7, 397 = Schaltkreis; Flipflop von Eccles / Jordan (1919) als Schaltung verwendet, um Spannungsimpulse zu zählen = ebd., 517, Anm. 160, unter Bezug auf: J. A. Ratcliffe, William Henry Eccles 1875-1966, Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society 17 (1971), 195-214 (198)

Metahistorie von Mathematik, (historisch) geerdet in Physik

- "Even the most abstract ideas of the present time have something of a physical history" = Norbert Wiener, The historical background of harmonic analysis, in: American Mathematical Society Semicentennial Publications Bd. II, Semicentennial Adresses, Amer. Math. Soc., Providence, R. I., 1938, 513-522, hier zitiert nach: ders., Collected Works with Commentaries, Bd. II, hg. v. P. Masani, Cambridge, Mass. / London (M. I. T. Press) 1979, darin Seitenzählung 56-68; erst als technologisch implementierte Mathematik zeigt sich an ihr etwas im medialen Vollzug, wird dadurch evoziert (wie schon das elektromagnetische "Feld" durch mechanische Induktion oder durch Maxwells Gleichungen). Diese Zeitebene ist weder die rein historische noch die rein ahistorische, sondern in einer anderen Zeitwelt - der des Vollzugs

- fragt Medienarchäologie weniger nach dem Sein der Zeit, sondern nach deren Funktion, die operative, medientechnische oder techno-logische Ebene - chrono-*logos* im operativen Vollzug; entbirgt sich hier das Wesen der Meßmedien als Vollzugswe(i)sen, mithin: Zeitweisen, eine Mikroebene von Temporalität

- haben Pythagoreer an Akustik die Beziehungen zwischen Tonhöhen und Saitenlängen am Monochord untersucht und in Zahlenproportionen fixiert; "sie sahen den Schall aber nicht als eine Bewegungserscheinung an und kümmerten sich nicht um seine Fortpflanzung im Raum" = ebd., 145

Disharmonia

- "Die Uhr entriß den Menschen der Welt des Rhythmus und Kreislaufs der Jahreszeiten so nachhaltig, wie das Alphabet ihn vom magischen Nachhall des gesprochenen Wortes <...> befreite" = McLuhan 1992: 182; "die Uhr und das Alphabet brachten durch das Zerhacken der Welt in lauter visuelle Abschnitte die Harmonie der Wechselbeziehungen zum Verstummen" = ebd.

- while the statues of gods in Greek and Roman antiquity often were animated by hidden mechanisms to impress the audience, here - in reverse - god turns into *automaton*. Im proto kybernetischen (Rück-)Kopplungsmechanismus von Jost Bürgis' *Remontoir* von ca. 1600 kommt diese Absolutierung auf den Punkt: „ein Uhrwerk, das das eigentliche Uhrwerk in kleinen Abständen immer wieder aufzieht und so dessen Federspannung auf dem gleichen Potential hält, eine regelrechte Automatik also" = Gendolla 1984: 49

Zeit und Zahl

- Die eine Sache ist <...> die Bewegung eines Körpers, die andere, wodurch wir messen, wie lange sie ist. Wer wollte da nicht bemerken, was von beiden eher Zeit ist? Wenn ein Körper sich nämlich im Wechsel mal bewegt, man stillsteht, messen wir nicht nur / seine Bewegung, sondern auch seinen Stillstand durch die Zeit.⁹⁷

- Augustin noch ganz in der Spur von Aristoteles' *Physik* Buch IV (219b 1-2): *touto gar estin ho chronos, arithmos kineseos kata to proteron kai hysteron* - "das also ist die Zeit, die Zahl der Bewegung unterschieden nach Vorher und Später. Ist das Sein einmal (auch) als Bewegung definiert (Arist. Phys. II, 192 b 21) und diese Bewegung abzählbar, läßt sich Zeit frequentativ berechnen

- Bruchstelle zwischen dem antiken und modernen Vernehmen der Saite ist eine buchstäblich neu-zeitliche

Zeit, Takt und Alphabet

- trainiert altgriechisches Vokalalphabet Ästhetik kleinste, asemantische Einheiten; diese Ästhetik auf Zeitmessung und -gebung übertragen: das getaktete Uhrwerk; ist es (im Sinne McLuhans) ein *law of media*, daß ein

⁹⁷ Aurelius Augustinus, Was ist Zeit? Confessiones XI, lat./dt., übers. v. Norbert Fischer, Hamburg (Meiner) 2000, § 31

Kulturtechnik, die (wie das Vokalalphabet) zu anderen (in diesem Falle: poetischen) Zwecken erfunden wurde, unter der Hand den epistemologischen Boden bereitet für einen Umschwung in der Wahrnehmung und ihrer praktischen Reproduktion; Kodierung von Zeit; Räderuhr bewirkte eine doppelte Diskontinuität und war damit technisch wie epochal *diskret*: "Die ersten mechanischen Uhren hatten das alte Prinzip der kontinuierlichen Wirkung einer treibenden Kraft, wie sie etwa in der Wasseruhr und beim Wasserad Anwendung fand, noch beibehalten. Ungefähr um 1300 wurde der Schritt getan, die Drehbewegung durch einen Balken und ein Steigrad momentan zu unterbrechen. Diese Funktion wurde 'Hemmung' genannt und machte es buchstäblich möglich, die stetige Kraft des Rades in das visuelle Prinzip der gleichförmigen, aber unterteilten Abfolge zu übertragen" <McLuhan 1964/1968: 167> - quasi eine Alphabetisierung von Zeit; zeitkritisches Moment operiert eher im visuell Verborgenen, im technisch entscheidenden, buchstäblich zeitkritischen Detail der Spindel-Waag-Hemmung⁹⁸

- "Code" eine Vorschrift für die eindeutige Zuordnung der Zeichen eines Zeichenvorrats zu denjenigen eines anderen Zeichenvorrats; Codierung von Zeit und durch Zeit Zuweisung eines symbolischen Alphabets (Zahlen, Buchstaben) zu einem mechanischen Alphabet, der getakteten Uhr. Daten werden Zeitlinien zugeordnet - im Prozeß der Maschine selbst. Hier liegt aber gleichzeitig auch die Grenze des Mechanischen. "Aber Mumford berücksichtigt das Alphabet nicht als die Technik, welche die visuelle und einheitliche Zerlegung", mithin Analyse, "der Zeit möglich gemacht hatte. Mumford ist sich letztlich nicht im klaren darüber, daß das Alphabet die Quelle der wesentlichen Mechanisierung ist" = McLuhan 1964/1968: 160; getaktete Zeit / Arbeitsorganisation / Algorithmus erst vor dem Hintergrund des Trainings durch oszillatorischen Mechanismus denkbar

- David Landes, *Revolution in Time: Clocks and the Making of the Modern World*, xxx (Harvard University Press) 1983, 2000; Lewis Mumford, *Technics and Civilization*, New York (Harcourt, Brace, Jovanovich) *1934, 1962

- "The clock, unlike the sundial, ticks away regardless of sun or cloud, human want or need. Instead of the old pattern, in which the twelve hours of the day vary in length depending on the season, the clock institutes a new abstract order of equal hours (whence our saying "o'clock" to indicate use of clock time rather than astronomical time)" (John Durham-Peters)

Vorschrift und Programm: Alphabet und Sukzessivität (Aristoteles, Augustin)

- nicht erst getaktete Uhr, Erfindung des (Vokal-)Alphabets induziert *zeitlich geordneten Analyse* von (Sprach-)Vorgängen. Alphabetschrift privilegiert „die Vormachtstellung der Sukzessivität vor der Ikonizität“ =

⁹⁸ Detailliert dazu Gerhard Dohrn-van Rossum, *Die Geschichte der Stunde. Uhren und moderne Zeitordnungen*, München / Wien (Hanser) 1992

Derrick de Kerckhove, Das Alphabet, die Zeit und der Raum, in: ders., Schriftgeburten. Vom Alphabet zum Computer, München (Fink) 1995, 45-70 (59); Bewußtsein sucht nach Zeitlichkeit

Uhr, Takt, Alphabet, Buchdruck

- Buchdruck als Kriterium für die medienarchäologische Differenz der Frühneuzeit zum Mittelalter; nicht auf seine technologische Komponente reduziert, sondern in seiner epistemischen Dimension gelesen, auf dieser Ebene parallel zur Entwicklung der Räderuhr; mit Einführung der Minutenanzeige rutscht Zeitökonomie unter die für Klöster gebetskritische Schwelle

- Bauelement der Spindelhemmung im altgriechischen Sinne *techné* als *poiesis*, ein Entbergen von Zeit; "das ursprünglich Poietische aber ist die Natur selbst" = Eugen Fink, Zur Ontologischen Frühgeschichte von Raum - Zeit - Bewegung, Den Haag (Nijhoff) 1957, 185; gibt es nicht getaktete Uhren, weil es Uhrmacher gibt, sondern weil solche Uhren möglich sind. Die Räderuhr steht für die Nahtstelle von Ritual und Medium; Astrolab ersetzt das Ritual durch Technik; Uhr löst die Zeit von den menschlichen Ereignissen ab, genuin technologischer Moment, analog zum Buchdruck, der - wie die Räderuhr die Hemmung - das *spatium* einführt

- kommen parallel zur Räderuhr mit dem Buchdruck Zeit und Takt zu sich: "Die Wiederholbarkeit ist der Kern des mechanischen Prinzips, das unsere Welt beherrscht hat, und zwar besonders seit der Technik Gutenbergs. Die Botschaft des Drucks und der Typographie ist in erster Linie die der Wiederholbarkeit. Mit der Typographie brachte das Prinzip der beweglichen Typen die Möglichkeit, jede beliebige Handschrift durch den Prozeß der Zerlegung in Abschnitte und Aufteilung einer ganzen Handlung zu mechanisieren. Was mit dem Alphabet als Aufspaltung der vielfältigen Gesten, Blicke und Klänge des gesprochenen Wortes begonnen hatte, erreichte einen neuen Intensitätsgrad zuerst mit dem Holzschnitt und später mit dem Buchdruck"⁹⁹

Computer- und Klosterzeit

- "Fragwürdig ist die <...> versuchte Einordnung des Computers in die Kontinuität der mittelalterlichen Räderuhr. <...> von Uhren unter/scheiden sich Computer gründlich. Sie bringen dank ihrer Kapazität, die alles auf einmal zu erledigen scheint, Zeit eher zum Verschwinden als ins Bewußtsein. Die Symbole, mit denen sie Zeit ausdrücken, sind nicht wie bei Räderuhren 'analoge', stufenlos vorrückende Zeiger 'rund um die Uhr', sondern wechselnde 'digitale' Signale, die auf Abruf in abgehackten Zeilen aufleuchten" = Borst 1999: 104 f. Richtig ist hieran, daß Computer Prozeßsteuerung zumeist in einem zeitkritischen Fenster namens Echtzeit leisten, in welcher Zeit als Erstreckung für menschliche Wahrnehmung im Eindruck des Nu, des Momentanen, der Jetztzeit verschwindet. Tatsächlich

⁹⁹ Marshall McLuhan, Die magischen Kanäle. "Understanding Media", Düsseldorf / Wien (Econ) 1968, 174

aber operiert auch die Räderuhr schon minimal diskret - Zerhackung einer Bewegung, die in anderen Zeitmeßsystemen kontinuierlich abläuft. Diese Unterbrechung fungiert sozusagen als Differenzial, ebenso wie Leibniz später das Unendliche durch endlos kleinste Schritte zu integrieren vermag. Die Spindelhemmung teilt eine unaufhörliche Bewegung in zwei gegenläufige Bewegungen, die durch Transformation auf das gezahnte Gangrad einen Takt erzeugt, dessen buchstäblich augenblickliche Chronostasis (das Stillstehen zwischen zwei Schwingungen) gegen Null tendiert

- wird Alan Turings Entwurf einer logischen Maschine in der realen Welt (also Hardware) implementiert, verlangt die Synchronisation der Elektronik nach der diskreten Sequentialität, wie sie unter dem Namen der von Neumann-Architektur seitdem gültig ist, "unter Preisgabe der so großzügig ausgerüstete Parallelarchitekturen, wie sie der ENIAC noch repräsentierte"¹⁰⁰. Die Devise lautet fortan: jeder Instruktion ein singuläres Datum zuzuordnen. Die Taktung von Computern geschieht durch Quarzimpulse, und der Grund dafür hätte benediktinischen Mönchen eingeleuchtet: "Ohne diesen Taktgeber hätte der Computer keinen Sinn dafür, Schritt für Schritt die ihm gegebenen Probleme mit Hilfe ihm verfügbarer Informationen bearbeiten zu können. Der Taktgeber setzt ihm Anfang, Ende sowie Sequenz und Frequenz seiner Rechenschritte"¹⁰¹ - frequent wie Töne; Analogie zur Akustik analytisch plausibel

- hat Rechner einen anderer Begriff von Zeit als es der anthropologische Maßstab suggeriert; muß Zeit hier zu bestimmten Zwecken als eine Aufeinanderfolge von Augenblicken statt als kontinuierlicher Fluß betrachtet werden. Eine digitale Maschine muß prinzipiell mit diskreten Objekten operieren, und so suggeriert er, "die Zeit als diskret zu behandeln"¹⁰². Synchronisation heißt das Zauberwort. Atomuhren geben in der postindustriellen Informationsgesellschaft den Takt vor. Damit ist klar: Elektronische Kommunikation ist extrem zeitkritisch, eine Eskalation der Kybernetik. Zeit wird hier aus der Welt, der *physis* selbst gewonnen; Computerprozessoren messen die Zeit durch das Zählen periodischer Schwingungen angeregter Atome eines externen Quarzes

- stellen diskrete, periodisch getatete Sprünge das grundlegende Funktionsprinzip eines jeden Digitalcomputes dar. Fouriers Einsicht, daß sich auch sprunghafte Funktionen wie Rechteckwellen mit Hilfe von kontinuierlichen Schwingungen approximieren lassen, überführt Welt der periodischen Schwingungen in eine Welt der Pulse; spielen diese Rechteckwellen in elektronischen Binärrechnern entscheidende Rolle, "da

¹⁰⁰ Wolfgang Hagen, Der Stil der Sourcen. Anmerkungen zur Theorie und Geschichte der Programmiersprachen, in: Martin Warnke u. a. (Hg.), HyperKult: Geschichte, Theorie und Kontext digitaler Medien, Basel / Frankfurt a. M. (Stroemfeld) 1997, 33-68 (51)

¹⁰¹ Dirk Baecker, Wozu Systeme?, Berlin (Kadmos) 2002, 27

¹⁰² Alan M. Turing, The State of the Art, in: ders., Intelligence Service. Ausgewählte Schriften, hg. v. Bernhard Dotzler / Friedrich Kittler, Berlin (Brinkmann & Bose) 1986, 192

sich in ihnen zum einen bequem zwei diskrete Werte *in der Zeit kodieren lassen (0/1)* und sie zum anderen auch als Synchronisationspulse eingesetzt werden können" = Martin Donner, Medienepistemologische Konsequenzen der Fourier-Analyse, 2006: 11, *online* www.medientheorien.hu-berlin.de ("Hausarbeiten")

Die Dekonstruktion der planetarischen Zeit

- löst sich mit Cäsium- Atomuhr (Zeit wird mittel elektrischer Impulse und Wechselspannungen *abgegeben*) Zeitmessung aus der Orientierung an Planetenumlaufbahn; wird von der makro- (altgriechisch) auf die mikroskopische Ebene geholt; die aber steht der Alternative zur klassischen Physik (Planetenumlauf) näher: dem Wetter (Norbert Wiener, Newtonsche und Bergsonsche Zeit)

- Deutsches Museum München: Quarzuhr mit Elektronenröhre, Rohde & Schwarz, München 1938

- Technologie im trans-kulturtechnischen Sinn wird Zeit (temporal-logisch formuliert: "erst") mit dem Ersatz der Orientierung an astronomischer Zeit durch die chrono-technische Autopoiesis der Quarzuhr

- 1928 Prinzip einer Uhr mit Schwingquarz (W. A. Morrison, Bell Laboratories); 1934 weisen Udo Adelsberger und Adolf Scheibe in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt Berlin (Modell 1935, mit Röhren und Antennen, Spulen, Kondensatoren wie Radio) nach, daß sich die Erde in unregelmäßigen Abständen, also nicht absolut gleichmäßig dreht; Quarzuhren messen Zeit genauer als Astronomie; Ablösung von Götter-Kosmos durch von Menschenwissen durchwirkte Techno-Physik; Ablösung von Kulturtechnik; Heideggers *Sein und Zeit* 1927 damit schon überholt

- rüttelte an den Grundfesten der Zeitmessung, seit jeher an sichtbarer Bewegung der Gestirne orientiert. "Erstmals maßen die Physiker mit ihren Quarzuhren die Zeit genauer als die Astronomen. Doch sollte es noch Jahrzehnte dauern, bis man die amtliche Zeit nicht mehr von den Sternen ablas, sondern in einem von Menschen geschaffenen Apparat" = Ankündigung zur Tagung *Die Quarzrevolution. 75 Jahre Quarzuhr in Deutschland*, Deutsches Uhrenmuseum Furtwangen, 20./21. August 2007 (Johannes Graf)

- Technikwerden der Zeit nicht nur als kulturtechnische Rechenoperation, sondern als in Maschinen implementierte Rechnung

- kommt *Das Sanduhrbuch* von Ernst Jünger (Frankfurt/M: Vittorio Klostermann 1954) letztendlich auf Uhren jenseits der hemmwerkgetakteten Räderuhr zu sprechen, auf Quarz- und Atomuhren. "Diese Einheiten sind neu, aber sie sind zugleich uralte <...>. Sie beruhen nicht auf willkürlicher Setzung, sondern auf der Entdeckung kosmischer Rhythmen und Maßstäbe" = Jünger 1954: 202; "Pulsar"

- kulturtechnisch angeeignete elementare Zeit. "Der Sand, der durch das Zeitglas rieselt, und der Quarz, der in der Atomuhr elektromagnetische Wellen steuert" - wie er nun den hochgetakteten Computern ihre Zeitbasis gibt -, "sind ein und desselben Stoffes - hier vor, dort nach der neuen Vermählung des Geistes mit der Materie" <201>. Tatsächlich konvergieren Sanduhr und Elementarzeit im Silizium (das Jünger nichtwissend damit vorweg ahnte)

Zeitreihen mit Norbert Wiener

- vergleicht Wiener astronomische Zeit mit der Rücklaufoption (Zeitachsenmanipulation) im Kino, im Unterschied zum irreversiblen thermodynamischen Wetter, dem wiederum der Computer nähersteht, der dies statistisch, stochastisch zu rechnen vermag. "Die Funktion der Autokorrelation ist tatsächlich null für ein vollkommen ungeordnetes Phänomen und tendiert gegen Eins für ein vollständig geordnetes, d. h. unbegrenzt vorhersagbares Phänomen"¹⁰³

- von der Hemmung in der Räderuhr in die phänomenale Welt gesetzter Sinn für regelmäßigen Takt / technische Oszillation

- "Vorhersagbarkeit" = Fähigkeit des Empfängers, im Ablauf einer (zeitlichen oder räumlichen) Nachricht auf Grund dessen, was schon übermittelt worden ist, zu wissen, was noch kommen wird, bzw. die zeitliche oder räumliche Elementenfolge zu extrapolieren (Wiener) oder sich die Zukunft des Phänomens auf Grund seiner Vergangenheit vorzustellen. Da diese Vorhersehbarkeit natürlich nur statistischer Art sein kann, hat sie keinen absoluten, sondern einen quantitativen Aspekt. Es gibt einen *Grad der Vorhersehbarkeit*, der nichts anderes als der *Grad des Zusammenhanges* des Phänomens, ein Maß für seine *Regelmäßigkeit* ist. <...> wenn wir die Übermittlung einer Nachricht an einen menschlichen Empfänger unterbrechen, dann stellt sich im Vorhandensein einer Form oder einer Struktur die Fähigkeit des Empfängers dar, wenigstens annäherungsweise das, was noch fehlt, zu rekonstruieren, den weiteren Verlauf einer Nachricht zu *extrapolieren*" = Moles 1971: 99

- unterstellt Theorem der vollkommenen Periodizität implizit, "daß musikalische Töne weder Anfang noch Ende hätten, der Tag weder Morgen noch Abend, daß sich Meeresweogen niemals ändern und Ereignisse unbegrenzt stabil bleiben" = Moles 1971: 102; Ästhetik der getakteten Uhr seit der benediktinischen Klosterzeit; lassen sich damit weder Einschwingvorgänge beschreiben noch Übergänge; "was einen musikalischen Ton in erster Linie charakterisiert und ihn vom Pfeifen des Oszillators in gleicher Höhe unterscheidet, ist gerade, daß er Anfang und Ende hat. Was die verständliche Substanz der Sprache ausmacht, sind die Modulationen der fast periodischen Phänomene <...>. Die *zeitliche Form* dieser Fluktuationen trägt die Nachricht durch die Konsonanten oder die

¹⁰³ Abraham A. Moles, Informationstheorie und ästhetische Wahrnehmung, Köln (DuMont) 1971 [frz. Orig. 1958], 101

Phoneme"

- wird mikroskopische Periodizität ebensowenig unmittelbar durch das Gehör bewußt, wie wir keine direkte Vorstellung von der Tatsache haben, daß das Licht ein Wellenphänomen ist" <Moles 1971: 102> - Leibniz' *petits perceptions*; kommt Zeitkritik zum Zug: "Der Maßstab macht das Phänomen, und das Schwingungsvermögen eines musikalischen Tons ist entschieden zu kurz <...>, um in unseren Wahrnehmungsbereich zu gelangen; allein die Aufnahmetechnik, die Oszillographie oder die mathematische Theorie können uns diese im Verborgenen vorhandene Periodizität aufdecken" = Moles 1971: 102 f. - was mit der getakteten Uhr beginnt. Periodizität macht sich nur in den Erscheinungen der menschlichen Zeitskala bemerkbar, "sie verschwindet unterhalb der Gegenwartsdichte, wenn die Rythmen schneller werden als 16 bis 20 pro Sekunde (Film, `musikalische´ Töne), genau dort, wo die exakten Wissenschaften sie aus technologischen und historischen Gründen auftauchen sahen. Für uns ist das Wesentliche des Filmbildes seine *Kontinuität* und nicht die Periodizität, die nur den Ingenieur oder den Techniker interessiert" <Moles 1971: 103>

- Norbert Wiener, Generalized Harmonic Analysis, Acta Mathematica, V. 55, 1930: Auftritt der "ergodic property"; Fourier methods in order to take advantage of the way in which the immediate past and the immediate future enter into the translation group in time

- Korrelierbarkeit von zeitkritischen und makrohistorischen Zeitserien: "By coding, or the use of the voice, or scanning, the message to be transmitted is developed into a time series. This time series is then subjected to transmission by an apparatus which carries it through a succession of stages, at each of which the time series appears by transformation as a new time series. These operations, although carried out by electrical or mechanical or other such means, are in no way essentially different from the operations computationally carried out by the time series statistician with slide-rule and computing machine" = ebd., 3. Wieners *prediction of time-series* versagt angesichts der klassischen Variable namens Geschichte, schon wenn es um Luftkrieg geht, an dem Wiener sein Modell entwickelte: "A short-time type 1 policy involves type 1 feedback: the deviation of shell from bomber (type 0 entries). For a long-time policy to succeed, it must involve type n feedback: the deviation of the $(n-1)$ type policy from its goal" <ebd., 329>. "Short-time planning may be based on a reasonably accurate forecast, deterministic or stochastic. When it is the latter, only the linear extrapolation of a short segment of a fairly stationary time series is usually involved. Such prediction would be futile for long-term purposes, say planning for a city like Athens with its 2,500-year history. The extrapolation has now to take into account a much larger past-segment of the time-series. The latter is non-stationary, and the prediction to be useful, must be non-linear" = ebd.; O-Ton Wiener: "The use of this long-time information is so different from the one of short-time information that it is not economical to trust them to the same instruments

and the same computation"¹⁰⁴ *Not economica?* Ausgerechnet Ökonometrie aber wendet *path dependence* und Ergodik als Theoreme des Wiener-Vokabulars an, um Wirtschaftszyklen über lange Zeit hinweg berechnen- und vorhersagbar zu machen. "The courses of long-time series are profoundly affected by events of very low probability but very high import: natural or man-made catastrophes - 'acts of God' in insurance parlance" = Masani 1990: 330. "The behavior of a teleological mechanism, whether organic or metallic, is anti-entropic (even if it is designed, like a nuclear missile, to explode and increase entropy); it attempts "to control entropy through feedback"¹⁰⁵ Wiener schreibt von "a device which locally and temporarily seems to resist the general tendency for the increase of entropy" = a. a. O., 34; generell die "negentropische" Definition von Kultur durch Vilém Flusser

¹⁰⁴ Norbert Wiener, Short-time and long-time planning, originally presented at 1954 ASPO National Planning Conference. Jersey Plans, An ASPO Anthology (1962), 29-36 (32)

¹⁰⁵ Masani 1990: 331, unter Bezug auf: Norbert Wiener, The Human Use of Human Beings, Houghton Mifflin, Boston 1950, 34; paperback edition by Doubleday, Anchor, Garden City, N.Y., 1954