

MEDIENGESCHICHTE ALS MEDIENARCHÄOLOGIE. Mo(nu)mente von
Materie, Technik und Logik in der Zeit, Teil III:
KOMBINATORISCHE UND ANALYTISCHE MASCHINEN

Kombinatorik als Theorie-Maschine

Arifmometr

Exkurs(ion): Rechenmaschinen

Lochkartenmaschinen (Hollerith)

Ähnlichkeit versus kalkulierbare Differenz (Descartes)

Lulls Kombinatorik, Descartes' Maschinen und Leibniz'

Apokatastasis panton

Logische Maschinen (Leibniz, Condillac, Peirce)

Künstliche Intelligenz 1832: Karsakovs "Ideenmaschine"

Analytische Maschinen (Charles Babbage)

Klaviaturen der Logik

Noch k/ein Computer: Die Turing-Maschine

Medienarchäologie als Techno-Mathematik

Die techno-logische Einsichtigkeit des Mechanismus von
Antikythera

Medienarchäologie der akustischen Kommunikation

Die Rechenmaschine

Zwischen Natur und Digitalität

Foucaults mathematische *Archäologie*

Gebote der Medienarchäologie: Medienumbrüche diskontinuierlich
denken

Der Computer: modellbildend für Medienwissenschaft

Antike *theoría* und die Krise der mathematischen Anschauung
(Hilbert)

Anschauungskrisen zum Zweiten: Signalwelten

Zur Materialität der mathematisierten Medien

Zahlen, Maschinen, Tafeln: Mediale Architekturen aus
Mathematik und Geometrie

Von der *universitas litterarum* zur Alphanumerik: Kalkulieren
mit Altphilologie

Die *arché* des Archivs: Zahl, Physik und Weltbezug

Kombinatorik als Theorie-Maschinen

Es war im Zusammenhang mit dem Buchdruck schon die Rede davon,
daß sich aus medienarchäologischer Perspektive zwischen Bücher
und Computer eine "tiefe Gemeinsamkeit, diskrete Medien zu
sein" (Kittler) auftut. Beide sind kombinatorische
Mechanismen; Archytas von Tarent prägte (in seinem dorischen
Dialekt) einst den Begriff der *machané* als Logik eines Dings
plus Logik der Mathematik.¹ Doch Medienarchäologie lehrt ebenso
unerbittlich, die Unterschiede zu achten. Zwischen Buch und
Computer liegt der mediale Wesensunterschied, daß Bücher mit
Festwertspeichern zu Passivität verdammt sind, Computer jedoch
- im unterschied zu trivialen Maschinen - das Lesen wie das

¹ Freundlicher Hinweis von Friedrich Kittler

Schreiben auch gleichzeitig zu verarbeiten vermögen, inter(n)aktiv durch Feedback und Modifikation der laufenden Programme durch die aktuellen Daten selbst.

Auf der medienarchäologisch relevanten Ebene der beweglichen Lettern hatte der Buchdruck vor allem eine epistemologische, also erkenntnistheoretische Konsequenz; er forcierte Formen der kulturtechnischen Erkenntnis wie etwa die Kombinatorik, die zwar schon im diskreten antiken griechischen Vokalalphabet privilegiert und kulturtechnisch angeregt wurde, doch erst in Kopplung an eine Mechanik zu dem eskalierte, was uns als Computer vertraut ist. Bewegliche, also diagrammatisch verschiebbare, mechanisierbare Symbole nicht damit nicht nur der Ausgangs-, sondern auch der Endpunkt dieser Lage. Die beweglichen Lettern des Buchdrucks machen medientechnisch wahr, was symbolisch in Lukrez' Lehrgedicht *De rerum natura* angelegt ist - die von der epikureischen Philosophie angedachte "Existenz haltgebender, von allen Qualitäten gereinigter, in mechanischen und geometrischen Bestimmungen gefaßter Basiselemente, denen die Seinsprädikate des Parmenides zukommen: die Atome sind fest, ewig, unveränderlich, unteilbar"². Was sich in mechanischen Bestimmungen (mithin logisch-rhetorisch) fassen läßt, läßt sich - im nächsten Schritt - zum Einen auch mechanisieren, zum Anderen auch mathematisch formalisieren; so leitet Bernoulli seine Wahrscheinlichkeitsrechnung (*ars coniectanti*) von *stoicheia* ab.

Der Buchdruck ist damit als entscheidender medienarchäologischer Einschnitt angesprochen. Macht es Sinn, mit Blick auf die mediale Revolution des Buchdrucks Mitte des 15. Jahrhunderts von Vorgeschichten des Computers zu reden - wo die Programmierbarkeit des Computers doch alle Differenzen macht?³ Mithin ist dann auch nicht mehr von Historie, sondern vom Archiv als Differenzmaschine die Rede.

Unter dem Titel *The Renaissance Computer* werden in symbolischen Maschinen der frühen Neuzeit ständig Pendant zum aktuellen Rechner gesucht.⁴ Solchen Analogien setzt Medienarchäologie den Hinweis auf die Differenzen gegenüber, denn im Unterschied zur universalen diskreten Maschine namens Computer vermag die *ars combinatoria* nicht selbständig zu rechnen, schon gar nicht zwischenspeichern. Die Kopplung von Maschine und Mathematik gilt hier noch nicht im Sinne der Mathematisierung der Maschine, sondern erst als

² Michael Franz, *Von Epikur bis Lukrez*, xxx, 1999, 595

³ So auch Lev Manovich in seinem Vortrag auf dem Providence-Kolloquium *Archeology of Multi-Media*, November 2000; siehe seine Publikation *The Language of New Media*, MIT Press 2000, und seine Webpage: www.manovich.net

⁴ Neil Rhodes / Jonathan Sawday (Hg.), *The Renaissance computer. Knowledge technology in the first age of print*, London / New York (Routledge) 2000

Maschinisierung der Mathematik.

"Die Vernunft, also die Ratio, entfaltet sich im Denken", heißt es bei Martin Heidegger in seinem Vortrag *Was heißt Denken* (Bayerischer Rundfunk, Mai 1952). Aus kartesischer Perspektive hieße dies noch: Denken ist prinzipiell mechanisierbar; zugleich aber ist mit dem Begriff der Entfaltung der Wesenszug genannt, der operativen Medien im Vergleich zu trivialen Maschinen benannt: daß sie sich immer erst im Vollzug entbergen. Die Erinnerung an den antik-lateinischen Doppelsinn von "com/putare" ist damit mehr als ein Wortspiel; das oszilloskopische *double-bind* von Denken und Rechnen ist die Aufgabe, die der abendländischen Medienkultur zu denken aufgegeben wurde.

Heidegger greift das kartesische Denkmodell auf, um es zu verwerfen. In seinem Universitätsvortrag *Der Satz der Identität* vom 27. Juni 1957 fordert er seine Zuhörer auf, nicht denken, die technische Welt sei von der Art, daß ein Absprung aus ihr nicht möglich sei. Wir registrieren, wie Heideggers Philosophie am Computer sich bricht:

Die Zeit des Denkens, die eine andere ist als diejenige des Rechnens, die heute überall an unserem Denken herrscht. Heute rechnet die Denkmaschine in einer Sekunde tausende von Beziehungen. Sie ist aber, trotz ihres technischen Nutzens, wesenlos. <Ebd., Bandmitschnitt>

Hier trifft sich Heideggers Diagnose des Zeitgeists mit Leibniz' Bedenken gegenüber René Descartes' "seelenlosem" Maschinenbegriff - ein Begriff, der unter verschobener Perspektive als Kybernetik wiederauferstand. Es gehört zu den grundlegenden Einsichten der Medienarchäologie, daß sich der emphatische Begriff des menschlichen Subjekts (von Descartes über Kant bis Wiener) zugleich mit der Einsicht in seine Irritierbarkeit durch Menschmaschinen entwickelt. Abraham Moles forcierte:

Die Kybernetik kann nicht so sehr eine Wissenschaft der Maschinen <...> sein. Sie ist vielmehr und vor allem die *Wissenschaft der Organismen* und ihrer Wirkung auf die Umwelt. <...> Sie können aus dem biologischen, mechanischen oder soziologischen Bereich stammen. Mit voller Absicht läßt die Kybernetik die Frage offen, ob der untersuchte Mechanismus aus 'lebenden Zellen' besteht, aus einer Gesamtheit chemischer Reaktionen, aus einer Gruppe kollektiv handelnder Individuen, aus Verzahnungen oder Relais. Sie ist auf die Analogie solcher Organismen gerichtet, nicht auf ihre Unterschiede <...>. Das 19. Jahrhundert bemühte sich, die Welt so zu beschreiben, wie sie tatsächlich ist. <...> Die Wissenschaft des 20. Jahrhunderts wird vor allem die Wissenschaft der Modelle sein.⁵

⁵ Abraham A. Moles, *Die Kybernetik, eine Revolution in der Stille*, in: *Epoche Atom und Automation. Enzyklopädie des technischen Zeitalters*, Genf 1959, Bd. VII, Einleitung (8). Siehe Claus Pias, *Zeit der Kybernetik. Eine Einstimmung*, in: *Cybernetics / Kybernetik. The Macy-Conferences 1946-1953*, hg. v. Claus Pias, Bd. II: *Documents / Dokumente*, Zürich / Berlin (diaphanes) 2004, 9-41

Mit Figuren wie Ivan Sutherland und Joseph Licklider werden dann solche Modelle wirklichkeitsmächtig, sobald sie als Simulation im Computer und als seine Mensch-Maschine-Interfaces implementiert sind.⁶

Kritisch schließt Heidegger also an jenes Denken an, das mit Descartes formalisiert worden ist: das *cogito*.

Zwischen der technischen Materialität von Theorie und der Philosophie als Funktion von Maschinen bildet das Denken von Descartes am Beginn der abendländischen Neuzeit ein Scharnier. Descartes weiß, daß *computare* (ebenso wie *computing*) der Implementierung in *physis* bedarf - Körper respektive Maschinen. Er treibt die Frage nach der Materialität von Denkmöglichkeit weiter bis hin zur eigenen biologischen Existenz, zu der denkbaren Annahme,

"[...] daß wir selbst weder Hände noch Füße, überhaupt keinen Körper haben; aber wir können nicht annehmen, daß wir, die wir solches denken, nichts sind; denn es ist ein Widerspruch, daß das, was denkt, zu dem Zeitpunkt, wo es denkt, nicht existiert. Demnach ist der Satz: Ich denke, also bin ich (*ego cogito, ergo sum*) die allererste / und gewisseste aller Erkenntnisse, die sich jedem ordnungsgemäß Philosophierenden darbietet" <Descartes 1644: § 7>.

Vor diesem Hintergrund erschließt sich ein Satz, den Heidegger im zitierten Vortrag artikuliert: "Das Gedächtnis ist die Versammlung des Denkens." Lesen wir diesen Satz in zwei Hinsichten; einmal methodisch: Heidegger schreibt Versammlung - und nicht *story*. Diese Versammlung ist als Sammlung immer eine gegenwärtige. Medienarchäologie als Alternative zur mediengeschichtlichen Erzählung einer linearen Abfolge ist der methodische Blick auf die *gegenwärtige Vergangenheit* von Medien. Denn was uns tatsächlich vor Augen liegt, ist die reale Präsenz der Artefakte und des Archivs. Die medienarchäologische Rückbesinnung angesichts der Gegenwart des Computers führt einen wesentlichen Zug dieses (im Sinne von Descartes rationalen) Denkens selbst auf ein kulturtechnisches Training in Kombinatorik und Analyse zurück, als medienepistemische Folge von Alphabet und Buchdruck. Zu einem genuin medialen Zusammenhang aber wird dieses kulturtechnische Verhältnis erst als Verschränkung von logischer, symbolischer und maschineller Operation.

Versuchen wir zum Anderen nun eine Deutung von Heideggers Aussage als medienarchäologisches *fundamentum in re*: Denn was uns tatsächlich vor Augen liegt, ist die Versammlung der Buchstaben, die in der *Lese* - als wörtliche Übersetzung von altgriechisch *logos* (Heidegger) - zum Vollzug kommt. *Word* ist

⁶ Ivan Sutherland, Sketchpad. A Man-Machine Graphical Communication System, Diss. MIT, Cambridge/Mass. 1963; J. C. R. Licklider, Interactive dynamic modeling, in: Prospects for Simulation and Simulators of Dynamic Systems, hg. v. George Shapiro / Milron Rogers, New York / London 1967, 281-289

vor allem eine 8-Byte-Verknüpfung in Computerregistern. Die aber ist radikal zeitkritisch - eine Dimension, die Heidegger, der Denker der großen seynsgeschichtlichen Verhältnisse, übersieht.

Benno Erdmann entnahm dem *Handbuch der physiologischen Optik* seines Lehrers Hermann von Helmholtz einen Forschungsgegenstand, den er auf besondere, höchst medienreflexive Weise entwickelte:

Er registrierte, daß er mit dem Buch selbst schon ein Teil eines optischen Experimentalsystems in Händen hielt. Erste Experimente, die er zusammen mit seinem jungen amerikanischen Kollegen Raymond Dodge ausgerechnet an Helmholtz' Handbuch unternahm, zeigten, daß dieser die sprunghaften Augenbewegungen beim Lesen übersehen hatte und statt dessen von kontinuierlichen Augenbewegungen ausging. Der Befund, daß sowohl der äußerlichen Beobachtung wie auch der Introspektion bestimmte Sehvorgänge entgehen, führte Erdmann und Dodge zu zunehmend komplexeren Versuchsvorrichtungen, die auf die Erfassung des Blicks abzielten, und zur Begründung einer experimentellen Leseforschung und zur Erschütterung gängiger Sehtheorien.⁷

Somit kommt die Lektüre auf das zurück, das die Kulturtechnik des Vokalalphabets schon angelegt hatte: die Analyse des scheinbaren Sprachflusses in seine diskreten phonetischen Bestandteile vermittelt der Visualisierung / der Schrift - eine Visualisierung, die jedoch lange Zeit auch eine Artikulation stimmlicher Natur blieb (Svenbro).

Was stattfindet, ist eine "Quantisierung" des scheinbar kontinuierlichen Lesevorgangs - in Analogie zu dem, was Albert Einstein dann für den Lichtstrahl in Photonen andenkt, quantenmechanisch.

Solange Sehtheorien anhand von Okularen und Strahlensätzen zu ihren Modellen fanden, gingen sie von simultanen und ununterbrochenen Bildübertragungen aus und schienen unhinterfragt dem Eindruck der kontinuierlichen visuellen Wahrnehmung zu entsprechen. An die Stelle jener Modelle treten seit 1900 die Apparaturen Erdmanns und Dodges, die den Wahrnehmungsprozeß in unterschiedliche Zeiteinheiten auflösen. Experimentalsysteme haben fortan die apparative Bewegung beschrifteter Vorlagen und die motorische Ausrichtung der Netzhaut durch das Auge zu orchestrieren und gleichzeitig das Zusammenspiel multipler Bewegungen aufzuzeichnen. <Exposé von Hilgers>

Arifmometr

Die Hardware von Werkzeugen und Apparaten soll medienarchäologisch ebenso zur Sprache kommen wie die Software von Instruktionen und Programmen. Nehmen wir, um das Verhältnis von Hard- und Software der Mediengeschichte zu

⁷ Exposé Philipp von Hilgers, Von der experimentellen Leseforschung zur Mustererkennung 1860-1960, Exposé eines Forschungsprojekts am Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, Berlin

thematisieren, die ehemalige Sowjetunion.

Die sowjetische Bürokratie war bekanntlich dem öffentlichen Zugang zur Information gegenüber mißtrauisch gewesen, wodurch sich die Einführung von Geräten zur Multiplikation und Übertragung von Information, von Kopierern über Videorekorder bis schließlich zu Computern, verzögerte.⁸ Doch die Anfänge, die Höhepunkte und das Scheitern eines eigenständigen Computers in der vergangenen Sowjetunion lassen sich unter dem - auch den Streit der universitären Fakultäten anderenorts betreffenden - Strukturaspekt der wechselnden Konfigurationen zwischen Mathematik, Informatik und Ingenieurskunst rekonstruieren. Als Kantorovic in Leningrad sich mit der Programmierung digitaler Rechner befaßt, identifiziert er genau diese Asymmetrie:

For my opinion the difference between the existing machine language and the descriptive mathematical one (algorithmic) was the biggest disadvantage of programming. Mathematics uses integrated operations and various notions but the machine program needs the standard operations with simple numbers.⁹

Jede Archäologie des Computers und seiner Programmierung oszilliert zwischen diesen Polen Mathematisierung der Maschinen und Mechanisierung der Mathematik: „*The logic of engineering is one aspect of technical logic and another one is the engineering of logic that is logical modelling or the building of logical machines.*“¹⁰ Ein solcher Ansatz könnte den Anspruch anmelden, sowohl geisteswissenschaftliche als auch natur- und ingenieurwissenschaftliche Aspekte der Computerarchäologie zu integrieren.

Exkurs (ion): Rechenmaschinen

Logik vermag auch in Rechenprozessen operativ zu werden, verkörpert in der arithmisch-logischen Zentrale (ALU) des vertrauten Computers. An die Verbindung von theoretischer Schau und maschinellem Vollzug erinnert schon der Titel von J. Leupolds *Theatrum arithmetico -geometricum, das ist: Schauplatz der Rechen- und Meßkunst* (Leipzig 1727).

⁸ Mark Poster, Die Kultur der Digitalisierung und ihre Intellektuellen. Von der Television über die Audiovision zum Internet, in: Utz Riese (Hg.), Kontaktzone Amerika. Literarische Verkehrsformen kultureller Übersetzung, Heidelberg (Winter) 2000, 55-69 (64), unter Bezug auf: Manuel Castells, *The Rise of the Network Society*. Information Age, Bd. 1, Cambridge (Blackwell) 1996

⁹ Zitiert nach: Pospelov / Fet, in: Georg Trogemann u. a. (Hg.), *Computing in Russia*, xxx, Braunschweig (Vieweg) 2xxx, xxx

¹⁰ Gellius N. Povarov, *Logic, automation and computing*, in: Trogemann u. a. (Hg.) xxx: xxx

Computing ereignet sich ansatzweise im Menschen, effektiv aber im technischen Ding. Die Mechanisierung von Mathematik ist nicht nur eine Frage des Kalküls und der Programme, sondern auch der Hardware - das große Thema der Medienarchäologie als Strukturgeschichte des Verhältnisses von Logik und Maschinen. Daraus resultiert ein Ausblick auf die Fortführung dieser Mechanik in elektronischen Rechnern, die nämlich nicht das ganz Neue darstellen, sondern - hinsichtlich der Speicherung - vor allem eine elektronische Implementierung der Mechanik selbst.

Die Hardware-Abhängigkeit von Rechnern wird am Beispiel des Übertrags beim Addieren evident, erschließt sich jedoch erst vor einem kulturtechnischen Hintergrund. Denn dieses Problem trat erst auf, nachdem die (römische) Bündelung von Zahlen durch das indische Stellenwertsystem ersetzt wurde (nur mit Nullen, dem Wort für "Ziffer", realisierbar). Der Abakus ist keine Rechenmaschine, da er keinen Übertrag leistet, im Unterschied zur Maschine Schickards, die - so schreibt er 1623 an Kepler - "ganz von selbst" überträgt (mithin ein präziser Begriff des *Rechenautomaten*). Schon hier ist Taktung entscheidend, die "Rechenuhr".

Den mathematischen Zehnerübertrag in Rechenmaschinen umzusetzen ist also kein triviales Problem. Die Rechenmaschine des Philosophen Blaise Pascal etwa scheiterte an der Form der damaligen Zahnräder, die nur einen begrenzten fehlerfreien Übertrag erlaubten, so daß er ein anderes System erfinden mußte, das Energie durch Gewichte in diskrete Einheiten spaltet und erst so den Übertrag als mechanische Übertragung möglich macht. Leibniz konzipierte in einer Aufzeichnung von 1679 eine radikale Alternative: die duale Rechenmaschine, welche jedoch ungebaut blieb. Der Übertrag wird später in der Tat elektronisch-binär implementiert, als Schaltung mit Halbleitern.

Lochkartenmaschinen (Hollerith)

Basile Bouchon steuert 1725 einen Webstuhl durch Lochstreifen; 1728 entwickelt Falcon dies zur Lochkarte fort, bis daß 1801 Joseph Maria Jacquard das Verfahren massenproduktiv machte. Das Loch als Eingabemedium ist so alt wie Maschinen selbst; die antike Flöte (der Aulos) beruht auf einem Durchlaß geblasener Luft durch eine definierte Serie von Löchern. Information und Ereignis sind hier jedoch noch getrennt; auf der Flöte läßt sich keine logische Operation abspielen. Dem entspricht vielmehr die Entwicklung einer "programmierbaren" Trompete mit gelochten Streifen, die durch den pneumatischen Apparat hindurchgezogen werden. Die Helmholtzsche Sirene schließlich verkehrt die gelochte Scheibe zum akustischen Meßinstrument.

Es gibt Momente, in denen solches medienhistorisches Wissen die Medienwissenschaft zu Kommentaren aus aktuellem Anlaß aufruft. So war es der Fall bei der verzögerten Präsidentenwahl in den USA im Jahr 2000. Im Bundesstaat Florida wurden die Stimmen der Wähler auf Stimmzetteln damals noch direkt in Lochkarten gestanzt. Die Entscheidung zwischen den Präsidentschaftskandidaten Al Gore versus George W. Bush spitzte sich dabei auf eine Funktion der Hardware zu; Richter entschieden darüber, welche Rolle jene automatisierten Stimmauszählungen spielen, in denen Lochkarten figurieren und der Zählstift nicht immer das richtige Loch gefunden hat. Was hier durchscheint, ist ein Verfahren, das ein Jahrhundert zuvor der aus einer schwäbischen Einwandererfamilie stammende Herman Hollerith für die aus den Fugen geratenen amerikanischen Volkszählungen entwickelt hatte. Am Ende des 19. Jahrhunderts nämlich drohte die Handauswertung der individuellen Formulare länger zu dauern als der Zeitraum bis zur nächsten Volkszählung. An dieser Stelle führte Hollerith die Lochkartenmaschine ein, inspiriert vom Ticketknipser in amerikanischen Zügen, wo die Entwertung der Fahrkarte aus Mangel an identifizierenden Photos zugleich mit einer internen Datenerhebung über das zugfahrende Publikum verbunden war (in diesem Sinne "intelligence").

Die Lochkartenverarbeitung gehört zur Archäologie mechanischer Formen der Informationsspeicherung, auch unter dem Aspekt von Multimedia. Es wurden nämlich nicht nur statistische Daten, sondern etwa auch Töne auf diese Art gespeichert, und Bewegungen, etwa für jenen mechanischen Vogel im Käfig, der singt und nickt.

Cagniard de la Tours und Helmholtz' technische Sirenen bilden fokussiert auf ihr entscheidendes Bauteil, die gelöcherte Scheibe, eine Analogie zur Steuerung von Webmustern durch Lochkarten. Auf einer Drehscheibe ist am äußeren Rand eine Reihe von leicht schrägt eingebohrten Löchern in gleichem Abstand angebracht; ein Preßlufttröhrchen ist mit leichtem Winkel auf die Lochreihe gerichtet und setzt sie damit nicht nur in Bewegung, sondern in den Klang der Bewegung, durch kurzfristig, mithin zeitkritisch auftretende periodische Luftstöße, die durch die Löcher gepreßt werden. Und dies auch unter Wasser: "Les mêmes nombres de chocs produisent les mêmes notes que par l'air."¹¹ Von daher begründet de la Tours die Namensgebung seines Geräts: in Anlehnung an den mittelalterlichen (und nicht den antiken homerischen) Begriff von Sirenen als amphibischen Wesen, näher der mediterranen Mönchsrobbe denn an weiblichen Gestalten.

Lochkarten aber dienten auch als Schreibfläche, als Eingabemedium für die ersten Programmierer von Computern. Und

¹¹ Sur la Sirène, nouvelle machine d'acoustique destinée à mesurer les vibrations de l'air qui constituent le son, in: Annales de Chimie et de Physique Bd. 12 (1819), 168

das geschah mit höchster Sorgfalt, denn im Unterschied zur Fehlertoleranz amerikanischer Wahlen im Bundesstaats Florida führt schon ein fehlerhaft gestanztes Bit zum Scheitern des ganzen Programms, hat damit also katastrophale Konsequenzen - auch für die Technologie selbst. Die 5000 Volmatic-Wahlmaschinen aus Florida wurden nach dem Desaster über das Internet-Aktionshaus eBay versteigert, um inzwischen durch Computer ersetzt zu werden.¹²

Ähnlichkeit versus kalkulierbare Differenz (Descartes)

Mit Beginn des 17. Jahrhunderts hört das Denken auf, sich im Element des Ähnlichen zu bewegen.¹³ Das klassische Denken denunziert die Ähnlichkeit als konfuse Mischung, die man vielmehr "in Termini der Identität und des Unterschieds, des Maßes und der Ordnung analysieren muß"¹⁴.

Descartes kritisierte die Kategorie der Ähnlichkeit als primäre Form des Wissens für ihre konfuse Ungenauigkeit; an ihre Stelle setzt er analytische Begriffe der Identität, der Differenz, des Maßes und der Ordnung; erst als arithmetisierte Beziehung werden Identität und Differenz als Form *kalkulierbar*.¹⁵

Damit wird auch Ähnlichkeit plötzlich berechenbar - resultierend in neuen Optionen des *similarity-based image retrieval* jenseits des Alphabets. So läßt sich multi-mediales Wissen re-philologisieren, oder auch: re-alphabetisieren - nur daß dieses Bild auf einen zweiwertigen Code, auf ein Alphabet mit nur zwei Buchstaben (on / off) konzentriert wird:

"Trotz aller Filmphilologie <...> kann in Zelluloid oder Vinyl niemand so blättern wie im Buch der Philologen. Daher hat gerade die Tat, das optische und akustische Wissen Europas in Maschinen zu implementieren, maßloses Unwissen bewirkt. Im selben historischen Augenblick, als die Nationalstaaten ihren Bevölkerungen mit der allgemeinen Schulpflicht die demokratische Gesetzeskenntnis schenkten, sind sie selber der langsamen Schrift entlaufen und hochtechnische Arkana geworden"¹⁶

- also unleserliche (weil nicht mehr alphabetisch kodierte), den Bevölkerungen (oder nennen wir sie

¹² Meldung in: Die Zeit Nr. 20 v. 10. Mai 2001, 35

¹³ Siehe etwa René Descartes, Philosophische Werke, Bd. 1: *Regeln zur Leitung des Geistes*, Leipzig (Philosophische Bibliothek) 1906, 3

¹⁴ Foucault 1974: 85

¹⁵ Foucault 1990: 85f

¹⁶ Friedrich Kittler, *Von der Implementierung des Wissens. Versuch einer Theorie der Hardware*, xxx

populärmassenmedienwissenschaftlich "Öffentlichkeit") systematisch abgewandte Macht. Genau in diesem Sinne hat Michel Foucault in *Überwachen und Strafen* das panoptische Paradigma moderner Herrschaft definiert: als Macht, deren Sichtbarkeit die Unsichtbarkeit ihrer tatsächlichen Mechanismen verbirgt.

Das kartesische Denken der kalkulierten Differenz, jene mathematische Absage an die analoge Welt von Ähnlichkeiten, schlägt die Brücke zum Sampling, zur digitalen Kultur der Gegenwart. Medienarchäologie (im Unterschied zu reiner Mediengeschichte) kultiviert solche Kurzschlüsse.

Descartes definiert die spezifisch wissenschaftliche Erkenntnis als die methodisch verfahrenende; die Stringenz des Verfahrens, ihre Operativität, wird damit entscheidender als der Wahrheitsgehalt der Aussagen.

Unter Methode versteht er "zuverlässige und leicht zu befolgende Regeln, so daß, wer sich pünktlich" - unter Computerbedingungen zeitkritisch - "an sich hält, niemals etwas Falsches für wahr unterstellt"¹⁷.

"Unter Denken verstehe ich alles, was derart in uns geschieht, daß wir uns seiner unmittelbar aus uns selbst bewußt sind" <Descartes ebd., § 9 = S. 3>. Ist der Computer also, weil er computiert? Das lateinische *computare* meint, gleichursprünglich, "rechnen" und "denken". So gibt es ein rechnendes Denken (die Geburt der neuzeitlichen Vernunft).

Demgegenüber meint die kartesische *res extensa* die bloße Vorhandenheit reiner Gegenwärtigkeit. Kartesische Räumlichkeit meint gemessene Entfernung; Heidegger definierte Ent-Fernung in der Alltäglichkeit am Beispiel von Brille, Radio und Fernsehen: "Das Entfernen ist zunächst und zumeist umsichtige Näherung, in die Nähe bringen <...>. Mit dem 'Rundfunk' z. B. vollzieht das Dasein heute eine in ihrem Daseinssinn noch nicht übersehbare Ent-fernung der 'Welt' auf dem Wege einer Erweiterung der alltäglichen Umwelt"¹⁸; dieses telekommunikative Medium war 1927 in Deutschland gerade einmal vier Jahre alt.

Lulls Kombinatorik, Descartes' Maschinen und Leibniz' Apokatastasis panton

Raimundus Lullus entwickelt um 1275 eine kombinatorische Prozedur und ein Artefakt, sie mechanisch durchzuführen: eine

¹⁷ Zitiert hier nach Krämer 1988: 91

¹⁸ In *Sein und Zeit* (1927/1931), 105; dazu Friedrich Kittler, *Eine Kulturgeschichte der Kulturwissenschaft*, München (Fink) 2000, 232ff

Auf sieben konzentrischen Kreisen, die je ein wissenschaftliches Feld wie Theologie oder Psychologie darstellen, zeichnet Lullus Symbole, Figuren und Graphiken ein. Eine vorgegebene Drehtechnik vermag kombinatorisch Verbindungen zwischen den Religionen herzustellen, um die Dreifaltigkeit oder die Wiedergeburt als Ausdruck christlicher Grundüberzeugungen zu legitimieren. Speicher- und symbolmanipulatorische Operationen werden so mechanisiert.²⁰ Diese kreisförmige Anordnung des Wissens läßt sich als Papiermaschine innerhalb eines Buches selbst realisieren. Bis zu den voluminösen buchförmigen Enzyklopädien seit dem 17. Jahrhundert meint der Begriff vor allem den operativen Modus ihrer Verbindung und Zuordnung, Gliederung und Klassifikation.²¹

Auch hier wieder die strukturgebende Frage: Mechanisierung der Kombinatorik oder Logifizierung der Mechanik? Neu gegenüber der antiken philosophisch-rhetorischen Kombinatorik ist sein Verfahren, aus einer begrenzten Menge von Grundtermini ungleich viele Aussagen automatisch herzuleiten. Im ersten Teil seiner *Ars Magna et Ultima* ordnet Lull eine Liste von 54 Termen (abgekürzt in Buchstabenzeichen, dem *alphabetum*) in neun Spalten zu je sechs Termini. Bei Satzbildungsprozeduren bedient Lull sich nicht der Termini selbst, sondern abkürzender Buchstabenzeichen, unter Einsatz geometrischer Figuren und Tafeln. Doch erst im vierten Teil schließlich nimmt einer der geometrischen Hilfsfiguren die Gestalt eines mechanischen Apparates an: "Drei Scheiben werden zusammengefügt, deren äußerste fixiert ist, während die inneren beiden beweglich bleiben. In den Manuskripten und alten Drucklegungen der *Ars Magna* sind die Scheiben (z. T. aus Pergament, z. T. aus Metall) tatsächlich konzentrisch zueinander verschiebbar und dabei in der Mitte verbunden - Papiermaschinen, buchstäblich. So wird Logik zu einer *ars inveniendi*. Mechanisierbarkeit heißt hier, etwas logisch-formal wie technisch *durchzuführen* - eine Theorie im medialen Vollzug. Eine fixierte Scheibe trägt die 16 Attribute Gottes (qualitativ), am Rand aufgeschrieben. Eine schmalere Scheibe rotiert um dasselbe Zentrum - als Verdopplung der festen Scheibe. Damit sind alle Kombinationen von Gottes-Eigenschaften sukzessive ablesbar aus einer potentiellen Menge

¹⁹ Als "ein geheimer Ursprung der modernen Computertheorie" interpretiert von Werner Künzel / Peter Bexte, Allwissen und Absturz. Der Ursprung des Computers, Frankfurt/M. u. Leipzig (Insel) 1993, 15-49

²⁰ Siehe Sybille Krämer, Symbolische Maschinen. Die Idee der Formalisierung in geschichtlichem Abriß, Darmstadt 1988, 88ff

²¹ Ulrich Dierse, Enzyklopädie. Zur Geschichte und eines philosophischen und wissenschaftstheoretischen Begriffs, Bonn 1977, 2f u. 177f

von Kombinationen. "Der formale Aspekt liegt darin, daß die Kombinationsverfahren die Elemente verknüpft - ohne 'Ansehen' ihres Inhalts" <Krämer 1988: 89>. Von daher ist auch alle techniknahe Medientheorie (wie die mathematische Theorie der Information) nicht-inhaltistisch. "Die kombinatorische Verknüpfungsregeln sind unabhängig von der Bedeutung der zu verknüpfenden Termini. Der technische Aspekt liegt darin, daß eine solche Art der Verknüpfungsoperation im Prinzip auch durch eine Maschine ausführbar ist - die altgriechische *techné* der "praktischen Logistik" <ebd.>.

Lullus entwickelte seine *Ars Magna* zum (später von David Hilberts Metamathematik analog dazu verfolgten) Zweck, alle Glaubenssätze zweifelsfrei demonstrieren zu können - als Konsequenz aus den Glaubenskriegen seiner Epoche (*Traité sur la manière de convertir les infidèles* (1292)). Dieser Mechanismus dient ihm nicht zur vokalalphabetischen Verschriftlichung menschlicher Sprache, sondern operiert mit Variablen, für die sich Begriffe aus jeweiligen Bedeutungstabellen einsetzen lassen, entwickelt für Medizin, Theologie, Rechtskunde - krude Programmierung. Der Beweis dafür ist die Tatsache, daß sich diese Maschine tatsächlich in Computerprogrammen übersetzen und darin zum Laufen gebracht werden kann (etwa Werner Künzels Cobol-Programm *Ars Magna*).²²

Logistik statt Logik verweist auf den Bereich maschineller Implementierung von Logik. Doch es geht nicht nur um logische Operationen, die *auch* von Maschinen durchführbar sind, sondern nicht minder um solche, die *nur*, alleine von Maschinen ausgeführt werden können, weil nur Maschinen es durchhalten, rein syntaktisch zu operieren, ohne Ansicht von Semantik oder jene ikonologischen Verführungen, denen Menschen unterliegen. Nur Maschinen arbeiten wirklich medienarchäologisch (wie beim *image-based image retrieval*) im Regime der reinen Äußerlichkeiten.

"Lull's contribution to atomism was to invent the first device for mechanically calculating combinations of a few basic terms" <Burks / Burks 1989: 327>. Möglichkeitsbedingung für die *Denkbarkeit* dieses Modells ist die antike Atomistik (Demokrit), und die buchstäblich stochastische und eingeübte, nämlich zur Kulturtechnik geronnene Praxis des Alphabets. Die altgriechische Kulturtechnik diskreter *stoicheia* (lateinische *elementa* bei Lukrez) generiert epistemologisch ein kombinatorisches Denken, worin Technik zu Wissen umschlägt. Lukrez' "Buchstabengleichnis" in seinem Werk *De rerum natura* induziert das Spiel mit den Signifikanten, wie es Fernand de Saunure später anhand von Anagrammen als verborgene Steuerung sprachlicher Bedeutungsmechanismen wiederentdeckte.

²² Dazu Peter Bexte, *Ars Combinatoria*. Zum Ursprung der Denkmaschine, in: Klaus Peter Dencker (Hg.), *Weltbilder / Bildwelten*. Computergestützte Visionen, Hamburg (Hans-Bredow-Institut) 1995, 126-xxx (128)

"Stoicheia" bedingen das Mechanische an der Sinnverarbeitung der Sprache; hier insistieren die Signifikanten (im Sinne Jacques Lacans) tatsächlich in Unbewußten. Buch I, Vers 63-65 spielt mit den Bedeutungen "religio" und "superstitio" (Glaube und Aberglaube, nie wirklich voneinander trennbar):

[...] gravi sub RELIGIONE
quae caput a caeli REGIONibus ostendebat
horribili *super* aspectu mortalibus *instans*.

Tatsächlich aber ist dieses Buchstabenspiel nicht arbiträr, sondern semantisch fundiert (Himmel / Religion).²³

Elementare Buchstäblichkeit - also eine kulturtechnische Operation an der Kippe zur medialen Operativität - setzt ganze Epistemologien in Gang (oder in die Welt). Das Paradigma der diskreten, ja digitalen Verrechnung von Welt in Buchstaben läßt Gottfried Wilhelm Leibniz bis zu seinem Tod 1716 das Modell einer Welt entwerfen, die durch und durch kalkulierbar ist. Diese Vorstellung basiert auf Raimund Lullus' Plan einer universalen Sprache, in der Ideen und Aussagen algebraisch ausgesagt werden können. Wenn ein solches Modell auf Primzahlen basiert, die nicht weiter dekomponiert werden können, lassen sich damit alle Basiskonzepte ausdrücken. In einer algebraisch-arithmetischen Sprache kann jede Aussage als Formel ausgedrückt werden; logisches Denken und seine Transformationen sind damit auf mechanisch rechenbaren Operationen reduzierbar.

An einer solchen "Formelsprache des reinen Denkens" hat sich später Gottlob Frege versucht, mit der er auch elektrische Schaltungen anschreibbar macht.²⁴ Bereits Leibniz sieht in den Operationen der Vernunft eine fortwährende Ersetzung von Symbolen - ob Worte, Zahlen oder Bilder. Lassen sich Charaktere finden, die alle Gedanken ebenso exakt auszudrücken vermögen wie Zahlen die Arithmetik und Linien die geometrische Analyse, läßt sich für alle der Vernunft zugänglichen Objekte (eine Turings Berechenbarkeitspostulat affine Einschränkung) das erzielen, was in Arithmetik und Geometrie schon praktiziert wird. Alle Fragen, die des Denkens bedürfen, können durch Transformationen dieser universalen Symbolschrift in einem Kalkül behandelt und eleganten Lösungen zugeführt werden. Auf Zweifel daran antwortet Leibniz mit seinem "calculemus"; es bedarf dazu lediglich einer Feder und der Tinte und Papier, um die Frage rechnend zu lösen - die Papiermaschine *avant la lettre*.

Lassen sich Begriffe einmal numerischen Werten zuordnen, wird

²³ Siehe Paul Friedländer, Pattern of Sound and Atomistic Theory in Lucretius, in: C. Joachim Classen (Hg.), Probleme der Lukrezforschung, Hildesheim - Zürich - New York 1986, 293f <dazu Franz 1999: 629>

²⁴ Gottlob Frege, Begriffsschrift. Eine der arithmetischen nachgebildete Formelsprache, Halle (Nebert) 1879, iv u. 33

eine Theorie operativ, die nicht schlicht Erweiterungen menschlicher Sinneswahrnehmung ist: ein neues *organon* "which will increase the power of the mind much more than the optic glass has aided the eyes, and will be as much superior to microscopes and telescopes as reason is superior to vision."²⁵ Hatte ein optisches Medium (das Teleskop) Galilei eine neue Welt erschlossen, wurde ihre anschauliche Erkenntnis zugleich durch die Mathematik unterlaufen - ein qualitativer Sprung von *theoría*. Eine mathematisierte Immergleichheit des Kulturinventars regelt bei Leibniz auch das Verhältnis zum Vergangenen. "Es ist, als hätte eine allgegenwärtige Instanz das Material gesichtet und den maßgebenden Katalog der kulturellen Güter aufgestellt, der die lieferbaren Serien bündig aufführt. Die Ideen sind an den Kulturhimmel geschrieben, in dem sie bei Platon schon gezählt, ja Zahlen selbst, unvermehrbar und unveränderlich beschlossen waren"²⁶ - *computus*.

Nicht erst George Perec aus der Gruppe mathematisch informierter Literaten im Paris der 1960er Jahre hat unter dem Titel *Das Leben. Eine Gebrauchsanweisung* die Berechenbarkeit des Analogon zum Romanthema erhoben. Leibniz' Versuch, ein virtuelles Gesamtprotokoll der Welt zu *kalkulieren*, d. h. aus einer *auf*, nicht erzählenden Kombinatorik aller verfügbaren Buchstaben hochzurechnen (Konrad Zuses *Rechnender Raum*) läßt sich als imaginärer Handschriftenfund von Annalen und Chroniken deuten; "ich habe dadurch alles was erzehlet werden soll, gefunden."²⁷ Denn erst als (Symbol-)Folge aufschreibbarer Ereignisse, also Schrift-Ereignisse, sind Prozesse als Geschichte faßbar, speicherbar, berechenbar, übertragbar; "die Form der Chronik ist ihrem Gegenstand gewachsen" <Blumenberg 1993: 133>. Diese narrative Konstruktion von Realität als kulturelles Sinnverarbeitungsmuster aber lenkt ab von Datenbankcharakter der Annalistik und erliegt der Versuchung ihrer semantischen Filterung durch das Gitter Historie. Der Verfasser einer Autobiographie entdeckt (im Sinne Schapps), daß er immer schon in Geschichten verstrickt ist - doch diese Entdeckung entpuppt sich als reine katalogistische Funktion: "Once I had discovered in the *New York Times Index* what else had been happening at the time of some personal event, I could scarcely resist connecting the lot into one coherent whole -

²⁵ Leibniz, zitiert nach: Alice R. Burks / Arthur W. Burks, *The First Electronic Computer. The Atanasoff Story*, Ann Arbor (University of Michigan Press) 1989, 329

²⁶ Max Horkheimer / Theodor W. Adorno, *Dialektik der Aufklärung. Philosophische Fragmente* (*1944), Frankfurt/M. (Fischer) 1988, Kapitel: Kulturindustrie, Aufklärung als Massenbetrug, 128-176 (142f)

²⁷ Leibniz an den Herzog Johann Friedrich von Braunschweig-Lüneburg, ca. 1671. Siehe Hans Blumenberg, *Die Lesbarkeit der Welt* [*1983], 3. Aufl. Frankfurt/M. 1993, 121-149 (128ff), über Leibniz' Bibliotheks- (vielmehr denn Archiv-)Phantasie *Apokatastatis* (Fragment von 1715)

connecting, not subsuming, not creating historical-causal entailments, but winding it into the story."²⁸

Was sich menschlichen Sinnen als kontinuierlicher Eindruck annähert, wird von digitalen Maschinen in diskreten Sprüngen prozessiert; überschreitet die maschinelle Quantisierung die psychophysische Auflösungsfähigkeit von Augen und Ohren, wird dieser Informationsstrom als Kontinuum wahrgenommen.²⁹ Unterschreitet die Quantelung die sinnesphysiologische Kanalkapazität, vernimmt der Mensch das Ereignis gar nicht mehr - wenn etwa eine Orgelpfeife zu weniger als 16 Frequenzen pro Sekunde angeblasen wird. In solchen Momenten findet zwar ein medialer Zeitverlauf statt, doch entgeht er der humanen *aisthesis*. Analoges gilt für die Wellenlänge des Lichts, das im Spiel mit Materie Photographie zu zeitigen vermag. Es handelt sich hier um einen photographischen Elementarvorgang, die mediennächste Form medienarchäologischer Analyse: die Wirkung von Licht auf das Bromsilber, was durch Ionisation die Ordnung von Brom- und Silberatomen zu einem Kristall auslöst. "In jedem beliebigen Kristall (nicht nur bei den Silberhalogeniden) sitzen Zehntausende von Ionen mit einer geradezu mathematischen Exaktheit an ihrem Platz" <v. Angerer 1956: 21>. Nun kommt es zu quantenmechanischen Tunneleffekten und anderen Prozessen der Transition von Medium und Materie. Je kürzer die Wellenlänge des Lichts, um so mehr tritt ihre quantentheoretisch andere Seite, nämlich die Quantennatur, buchstäblich nicht *ans Licht*. Faßbar ist diese Quantisierung beim Übergang in andere Energieformen, was nur in kleinsten Einheiten geschieht, proportional zur Frequenz (die kinetische Energie ausgelöster Elektronen). Der Proportionalitätsfaktor h ist hier das Plancksche Wirkungsquantum. Doch "es ist nicht möglich, die Quanten in der Welle zu lokalisieren, gleich den Schaumkämmen der Meerewellen erscheinen sie unerwartet, aber um so zahlreicher, je größer die Intensität"³⁰ - Leibniz am Strand, *petits perceptions*, wie sie das Ohr anders analysiert als das Auge mit seinen farbempfindlichen Sehstäbchen, den lichtempfindlichen Organen der Netzhaut: "Während das Ohr so eingerichtet ist, daß es die einzelnen Frequenzen getrennt wahrnimmt, sind in den Zapfen wahrscheinlich photochemisch veränderbare Stoffe enthalten, welche auf ganz breite Wellenlängendichte ansprechen" <v. Angerer 1956: 198>. Die Körnigkeit der Photographie korrespondiert hier mit der quantischen Ontologie selbst.

²⁸ Jerome Bruner, *The narrative construction of Reality*, *Critical Inquiry* (Autumn) 1991, hier: 19

²⁹ Abraham A. Moles, *Informationstheorie und ästhetische Wahrnehmung*, Köln 1971 [frz. Orig. 1958]. Dazu Rolf Großmann, *Zur Hybris von Mensch und Maschine in den Neuen Medien*, in: Christian W. Thomsen (Hg.), *Hybridkultur*, Siegen 1994 (Arbeitshefte Bildschirmmedien Nr. 46), 87f

³⁰ E. v. Angerer, *Wissenschaftliche Photographie. Eine Einführung in Theorie und Praxis*, 6. Aufl, bearb. v. Georg Joos, Leipzig (Akadem. Verlagsgesellsch.) 1956, 4

Die logischen Ja/Nein-Schaltkomponenten von Computern aber zahlen für ihre prinzipielle Zerlegung oder Diskretisierung von Signalflüssen einen Preis. Digitalrechner stehen "weiterhin einer kontinuierlichen Umwelt aus Wolken, Kriegen und Wellen gegenüber"³¹. Dahinter verbirgt sich das Ordnungspheasantma von Leibniz: "Wenn die Zahlen auf ihre einfachsten Prinzipien wie 0 und 1 reduziert werden, dann herrscht über all eine wunderbare Ordnung."³² So beginnt eine Denkepoche, die über literarische Phantasien (Jorge Luis Borges' *Bibliothek von Babel*) bis an Michel Foucaults *Archäologie des Wissens* reicht: "Eine völlig distincte Sprache würde eine gänzlich klare Rede gestatten. Die Sprache selbst wäre in sich selbst eine Ars Combinatoria."³³ Es ist jenes "clara et distincta", von der auch Descartes träumt; an dieser Stelle kommt auch Frege wieder ins Spiel, um zu begründen, weshalb er eine ans Auge adressierte Begriffsschrift einer die Ohren meinenden akustischen Signalkette vorzieht. Zunächst beschreibt er "die nähere Verwandtschaft der Klänge zu den innern Vorgängen" - und meint damit den Menschen. Tatsächlich aber gilt diese Verwandtschaft des Akustischen auch für die inneren Vorgänge (also Zustände) der Maschine namens Computer: "Schon die Form des Erscheinens ist für beide die zeitliche Folge; beide sind gleich vergänglich."³⁴ Insofern wäre auch die Botschaft von Martin Heideggers *Sein und Zeit* ein anderes Medium: die Musik. Gerade das signaltechnische und physiologische "enge Anschmiegen der hörbaren Zeichen an die leiblichen und seelischen Bedingungen der Vernunft" begibt sich in Abhängigkeit von denselben, gleich analogen Aufzeichnungsmedien in Signalverläufen; anders das Sichtbare, die Gestalten: "Sie sind im Allgemeinen scharf begrenzt und deutlich unterschieden. Diese Bestimmtheit des geschriebenen Zeichens wird dahin führen, auch das Bezeichnete schärfter auszuprägen" <ebd., 110f>.

Auch Descartes weiß um die Schwierigkeit, analoge Prozesse in digitale zu integrieren - worauf Leibniz' Differenzialrechnung eine Antwort findet. Ist die Welt kontinuierlich, "komplex und verwirrend, überwältigend vielfältig und in immerwährendem Fluß", während die Rechner "in all dem eine Insel der Ordnung zu sein" behaupten und gerade daher mit der Welt eigentlich nicht kompatibel?³⁵ Descartes findet dafür ein einschlägiges

³¹ Friedrich A. Kittler, *Es gibt keine Software*, in: ders., *Draculas Vermächtnis. Technische Schriften*, Leipzig 1993, 240ff, unter Bezug auf Neumann 1951

³² Leibniz, zitiert nach Werner Künzel u. Peter Bexte, *Gottfried Wilhelm Leibniz Barock Projekte*, Berlin 1990, 43

³³ Foucault, *Die Ordnung der Dinge*, xxx, 256

³⁴ Gottlob Frege, *Über die wissenschaftliche Berechtigung einer Begriffsschrift*, in: ders., *Begriffsschrift und andere Aufsätze*, hg. v. Ignacio Angelelli, 2. Aufl. Hildesheim (Olms) 1964, 106-114 (110)

³⁵ Hartmut Winkler, *Docuverse*, xxx, Einleitung zu Kapitel 6,

Bild:

Man bedenke nur, was dem langsam Wachsenden in einer einzelnen Stunde Zutritt und dem langsam Abnehmenden abgeht; der Baum wächst jeden Tag, und er kann nicht größer werden, ohne daß ein Körper zu ihm hinzukommt. Wer hat aber je diese einzelnen Körperchen wahrgenommen, die zu einem wachsenden Baume in einem Tage zutreten? Wenigstens die, welche die endlose Teilbarkeit der Masse annehmen, müssen anerkennen, dass die Teilchen so klein gemacht werden können, daß kein Sinn sie wahrnehmen kann. <Teil IV, § 201>

Und doch macht Descartes' Kritik am Atomismus Demokrits <§ 202> den ganzen Unterschied zur Quantenphysik. Wenn nicht atomistisch, so ist Descartes' Modell mechanistisch - ein medialer Nebeneffekt der beweglichen Lettern des Buchdrucks. Ganz im Sinne einer Medienpraxis ist Descartes hier buchstäblich zu lesen. Denn ihn erstaunt, wie ganz ähnliche körperliche Bewegungen - insofern es sich um Kulturtechniken handelt, zu denen er die Schrift zählt - innerhalb ein und desselben Körpers verschiedene Bewußtseinszustände hervorrufen kann. Praxis nicht der allgemeinen Schrift, sondern des diskreten, disjunktiven Alphabets. Winzigste Differenzen in der Wahrnehmung (Leibniz' *petits perceptions*) zählen hier: "Auf demselben Papier wird dieselbe Feder mit derselben Tinte, je nachdem das Ende der Feder geführt wird, Buchstaben einzeichnen, welche in der Seele des Lesers" - wie auch auf einer Wachstafel - "die Vorstellung von Schlachten, Stürmen, Furien und die Affekte des Unwills und Schmerzes erregen." Das Realste an dieser Symbolmanipulation in das Kratzen der Feder, grammophon.³⁶ Doch zur Medientheorie *avant la lettre* wird dieser Gedankenzug, wenn er nicht mehr auf die unmittelbar physiologischen Prozesse der Wahrnehmung, sondern ihre (neuro-)informatische Prozessierung zielt:

Man wird vielleicht erwidern, daß die Schrift und die Rede keine Empfindungen und keine Bilder von ihr verschiedener Dinge unmittelbar in der Seele erwecke, sondern nur verschiedene Gedanken, durch die veranlaßt die Seele die Bilder der verschiedenen Dinge in sich ausbilde. <Descartes 1922: 240f (§ 197)>

Solche Gedankenmodelle sind nur denkbar vor dem Hintergrund einer kulturtechnischen Einübung in mechanisches Denken, neben dem elementaren Vokalalphabet auch ein Effekt der Ende des 13. Jahrhunderts in Klöstern (also einem strengen Disziplinarregime) erfundenen Räderuhr, welche Zeitabläufe diskretisiert und damit den Gedanken einer wiederholbaren Ordnung affirmiert.³⁷ Descartes' Syllogismen formulieren sich entsprechend:

xxx

³⁶ Zu den Grenzen der literarischen Repräsentierbarkeit von Schlachten und Stürmen siehe Stendhal, Die Kartause von Parma. Roman, übertragen v. Arthur Schurig, Leipzig (Insel) 1951, "Nachwort und Anmerkungen des Übersetzers"

³⁷ Siehe Wilhelm Schmidt-Biggemann, Maschine, in: J. Ritter / K. Günther (Hg.), Historisches Wörterbuch der Philosophie, 790-802, Berlin u. a. (Wiss. Buchgesellschaft) 1980

Sowie nun die, welche in der Betrachtung der Automaten geübt sind, aus dem Gebrauche einer Maschine und einzelner ihrer Teile, die sie kennen, leicht abnehmen, wie die anderen Teile, die sie nicht sehen, gemacht sind, so habe auch ich versucht, aus den sichtbaren Wirkungen und Teilen der Naturkörper zu ermitteln, wie ihre Ursachen und unsichtbaren Teilchen beschaffen sind. <IV. Teil, § 203>

Folgt das Exempel des Uhrwerks für das Wirken des "Werkmeisters" Gott, des Technikers, des Ingenieurs. Auch Leibniz definiert das Mechanische über den Begriff der Operativität (im Unterschied zur humanen Performanz), findet aber einen anderen Ort der Programmierung.

Mit den Cartesianern sieht Leibniz sich einig, "daß alle äußerlichen Handlungen [*opérations*] der Tiere mechanisch [*machinalement*] erklärt werden können", insistiert aber nichtsdestoweniger, daß es "in ihnen etwas gibt, das <...> man Seele oder <...> substantielle Form nennen kann"³⁸. Descartes verbleibt demgegenüber streng kombinatorisch; von daher sein ganz "buchstäbliches" Exempel permutativer Kryptographie:

Wenn z. B. jemand einen Brief lesen will, der in lateinischen Buchstaben geschrieben ist, aber bei dem diese nicht in ihrer wahren Bedeutung hingestellt sind, und wenn er deshalb annimmt, daß überall, wo ein A stehe, ein B zu lesen sei, und wo B ein B, und daß so für jeden Buchstaben der nächstfolgende zu nehmen sei, und wenn er dann findet, daß auf diese Weise sich lateinische Worte daraus bilden lassen, wo wird er nicht zweifeln, daß der wahre Sinn des Briefes in diesen Worten enthalten sei. <Descartes 1922: § 205>

Damit rückt eine Mechanik an die Stelle biblischer Hermeneutik und die Lehre vom vier- oder gar vielfachen Schriftsinn - eine buchstäblich medienarchäologische statt hermeneutische Lektüre, die von der rein formalen, technischen Unterstellung ausgeht, "daß der Schreibende nicht die nächstfolgenden, sondern andere an Stelle der wahren gesetzt und so einen anderen Sinn darin verborgen hat" <ebd.>. Nicht als Vervollkommnung dieses Prinzips in der Nachrichtenkodierungsmaschine der Deutschen Wehrmacht namens Enigma, sondern als Antwort darauf, die diskontinuierlich ein neues medienarchäologisches Paradigma setzt, verwirklicht sich der Computer unter dem Namen Colossus in Bletchley Park auf der Höhe des Zweiten Weltkriegs.

Descartes' *Meditationen* sind also in der seinerzeitigen Medienpraxis verwurzelt - und auf dem Stand der Mathematik, die er als Beweis dafür aufführt, daß Gott nicht betrügerisch sei <§ 206; zweifelnder aber § 5>. Damit im Bunde stehen die Bürokratie und die kaufmännische Buchführung als soziales Äquivalent (wenn Soziologie, wie mit Siegfried Kracauer, die Untersuchung regelhaft wiederkehrender Prozesse im

³⁸ Gottfried Wilhelm Leibniz, Brief an Ehrenfried Walther von Tschirnhaus, November (?) 1684, in: ders., *Philosophische Schriften u. Briefe 1683-1687*, hg. v. Ursula Goldenbaum, Akademie-Verlag Berlin 1992, 59f (59)

menschlichen Raum meint):

Die unpersönliche bürokratische Ordnung des Kontors wetteiferte mit der klösterlichen und militärischen Ordnung in der Schaffung der Grundlagen für die starre Disziplin und die unpersönliche Regelmäßigkeit, die sich mit der Zeit auf alle Aspekte des institutionellen Lebens der westlichen Zivilisation ausdehnte. Diese Ordnung wurde ohne Schwierigkeiten auf automatische Maschinen und Computer übertragen.³⁹

Dieser unscharfen Übertragung gegenüber insistiert Medienarchäologie auf dem Nachweis der technischen und logischen Diskontinuitäten zwischen Klosterdisziplin und komputierenden Maschinen.

Nachdem die altgriechische Philosophie Seele und Körper trennt und damit einen abendländischen Diskurs präfiguriert, schreibt Descartes diese Spur fort, in seiner Unterscheidung zwischen *res cogitans* und *res extensa*. Das materielle Universum ist dabei reine Physik, Physik und Mechanik identisch: "und eine Uhr, die aus irgendwelchen Rädern zusammengesetzt ist, um die Zeit anzuzeigen, ist nicht weniger natürlich als ein Baum, der aus irgendeinem Samen entstanden ist, um bestimmte Früchte hervorzubringen" - nur daß sich die Uhr, anders als der Baum, nicht zielgerichtet, sondern iterativ verhält. Wenn auch der Leib ein Automat ist, gerinnt die Maschine zum "Platzhalter des verschwundenen Lebens" <Budde / Züllighoven 1990: 38> - ein Skelett. Descartes kann also auf die Seele verzichten⁴⁰, um sie an anderer Stelle als Differenzkriterium wieder einzuführen: "Wenn es Maschinen mit den Organen und der Gestalt eines Affen oder eines anderen vernunftlosen Tieres gäbe, so hätten wir kein Mittel, das uns nur den geringsten Unterschied erkennen ließe zwischen dem Mechanismus dieser Maschinen und dem Lebensprinzip dieser Tiere" - nahe dem Turing-Test in der KI-Forschung, der allerdings ganz der Seele entbehrt <Budde / Züllighoven 1990: 38f>.

Es ist dies die Epoche der mechanischen Schachspieler, Schriftsteller und Klavierspieler, gar verdauenden Enten-Artefakte Vaucancons, worin Deleuzes Begriff des "organlosen Körpers" ebenso schon Wirklichkeit ist wie in E. T. A. Hoffmanns Novelle *Der Sandmann* von 1816, worin die Figur der Olimpia, obgleich ein Automat, so anmutig zu tanzen vermag, daß sie die menschliche Intuition, Maschinen immer von Menschen unterscheiden zu können, ebenso verunsichert wie nachmals der Turing-Test. In der Sonosphäre stand das Sirenen-Motiv von Homers *Odyssee* immer schon für diese Verunsicherung der akustischen Distinktion zwischen artifizieller (medialer) und natürlicher Süße der Stimme.

La Mettrie hat im Umkehrschluß Lebewesen als Maschinen

³⁹ Lewis Mumford, *Mythos der Maschine*, Frankfurt/M. (Fischer) 1977 [*1964/66], 139

⁴⁰ Siehe Alex Sutter, *Göttliche Maschinen*, Frankfurt/M. (Athenäum) 1988, 65

entziffert (1747 unter dem Titel *L'Homme Machine*); auch Leibniz rekurriert schon ironisch auf dieses kartesische Modell von Körpern als Maschinen im Unterschied zur menschlichen Seele:

Mit einer großen Gleichgültigkeit teilten sie den Hunden Schläge aus <...>. Sie sagten, daß die Tiere Uhrwerke seien, daß die Schreie, die sie ausstießen, wenn sie geschlagen wurden, nur der Lärm einer kleinen Feder sei, die berührt worden wäre, und daß der ganze Körper ohne Gefühl sei. Sie nagelten arme Tiere an ihren vier Pfoten auf Bretter, um sie bei lebendigem Leibe zu sezieren und die Blutzirkulation zu beobachten. <Leibniz, zitiert nach Sutter 1988: 250>

In der Epoche der Kybernetik, die prinzipiell Kommunikations- und Kontrollmechanismen in Lebewesen und Maschinen gleichsetzt, werden solche Experimente selbstverständlich (so Norbert Wiensers *Cybernetics* von 1948). Was Menschen als Kurzschluß in Elektrounfällen erfahrbar wurde, kommt zu methodischen Ehren: der Mensch selbst wird selbst an den energetischen Schaltkreis angeschlossen. Was Jules-Étienne Marey 1868 als Beispiel für die *graphische Methode* anführt (die Übertragung elektisch gereizter Muskeltätigkeit eines seziierten Froschschenkels auf ein Schaubild), wird kybernetisch operativ. Folglich kehrt dieses Modell unter dem Begriff von Rückkopplung wieder. Norbert Wiener setzt Sensoren und Meßgeräte einerseits und menschliche und tierische Sinnesorgane andererseits gleich; so schreibt er über Experimente mit "lebenden Maschinen, die wir Tiere nennen" <Wiener 1968: 48>, in der Tradition der Froschschenkel-Elektrifizierungen (Forschung und Frosch fallen hier noch ineins):

Wir arbeiteten hauptsächlich mit Katzen, die zuerst durch Äther betäubt und später durch eine Durchtrennung des Rückenmarks in Brusthöhe gelähmt wurden. <...> Der Muskel wurde bis zu dem Punkt gespannt, an dem ein leichter Anstoß ihn in einen Zustand periodischer Kontraktionen zu versetzen pflegt <...>. Wir beobachteten dieses Kontraktionsmodell und konzentrierten unsere Aufmerksamkeit dabei auf die physiologische Kondition der Katze, die Spannung des Muskels, die Frequenz der Schwingung, den Mittelwert der Schwingung und ihre Amplitude. Diese versuchten wir zu analysieren, wie wir ein mechanisches oder elektrisches System analysieren würden, das das gleiche Schwingungsbild aufweist. <Wiener 1968: 41>

Ist der Frosch von Galvani und Volta bis DuBois-Reymond jedoch noch ein elektrophysiologisches Meßorgan, wird Wiensers Katze zum Untersuchungsobjekt von Informationsverarbeitung zwischen Nervenreizung und Gehirn - die ganze Differenz von Medien des 19. und des 20. Jahrhunderts. Was den Diskurs der aufgeklärten oder romantischen Vernunft mit ihrer Mensch-Maschine-Metaphorik von dem modellbildenden Medium der aktuellen Kultur unterscheidet, ist die techno-epistemologisch unerhörte Neuheit des Computers:

Es ist die Tatsache, dass Computer eben gerade weder Organersatz und schlichte Ausweitung des Körpers noch Werkzeuge sind, die intentional erfunden und dann lediglich Zwecken unterworfen und benutzt werden würden, die ihre Wirkung ausserhalb ihrer unmittelbaren Verwendung einbüßten. Sie sind die ersten Maschinen, die mit dem Menschen den Besitz von Sprache, den

Umgang mit Zeichen teilen, es markiert ihr Erscheinen eine epochale Zäsur, nach der es neben den mit Bewusstsein begabten Menschen und dem Rest der Welt noch etwas Drittes gibt, das materiell ganz der Kategorie des Realen angehört, eine unbelebte Maschine aus Kupfer, Silikon und Plastik, das aber dennoch, wie der Mensch, auch im Reich des Symbolischen zu operieren im Stande ist.⁴¹

Der Kulturinformatiker Martin Warnke verweist in diesem Zusammenhang auf das Denken Heideggers, das sich nach der "Kehre" (wenngleich nicht affirmativ) dem Technischen stellt. Zunächst einmal gilt für den Computer als ein Satz aus Heideggers Brief über den Humanismus: Das Denken hat keinen Zweck, sondern findet statt. Und fokussiert auf die Fähigkeit zur Rekursion:

Den technischen Prozeß der Rückkopplung, der durch den Reglerkreis gekennzeichnet ist, leistet eine Maschine ebenso gut - wenn nicht technisch überlegener - als das Meldesystem der menschlichen Sprache. Darum ist der letzte Schritt, wenn nicht gar der erste, aller technischen Theorien der Sprache zu erklären, "daß die Sprache nicht eine ausschließlich dem Menschen vorbehaltene Eigenschaft ist, sondern eine, die er bis zu einem gewissen Grade mit den von ihm entwickelten Maschinen teilt."⁴²

Aber diese Verunsicherung der Mensch-Maschine-Differenz ist vielleicht erst denkbar, nachdem die Sprache (so schon die These von Aristoteles) als diskrete Schrift sichtbar und damit ebenso schreibtechnisch manipulier- wie linguistisch analysierbar geworden war. Die typographische Implikation des kartesischen Rationalismus wird in einem kryptographischen Beispiel manifest, in welchem die *Lesbarkeit der Welt* (Hans Blumenberg) sich schreibt:

Wenn z. B. jemand einen Brief lesen will, der in lateinischen Buchstaben geschrieben ist, aber bei dem diese nicht in ihrer wahren Bedeutung hingestellt sind, und wenn er deshalb annimmt, daß überall, wo ein A stehe, ein B zu lesen sei, und wo B ein C, und daß so für jeden Buchstaben der nächstfolgende zu nehmen sei, und wenn er dann findet, daß auf diese Weise sich lateinische Worte daraus bilden lassen, so wird er nicht zweifeln, daß der wahre Sinn des Briefes in diesen Worten enthalten sei. <IV. Teil, § 205>

Nicht erst die kommerzielle Produktwerbung in TV-Medien weiß um die Wirkungsmechanismen sogenannter "subliminal images" (die bei Gottfried Wilhelm Leibniz noch französisch "pétits perceptions" heißen). Descartes hat offensichtlich die Wahrnehmungssensibilisierung während seiner militärischen Karriere als Volontär im Kriegsdienst (Holland und Deutschland, 1619/20) nicht vergessen. Dieselbe trainiert ihn auch für das Denken der Mathematik und der "mathematischen Beweise", die er analog autorisiert <§ 206>; in der

⁴¹ Martin Warnke, *Das Seufzen der Olimpia* <www.xxx>

⁴² Martin Heidegger, *Überlieferte Sprache und technische Sprache*, Erker 1989 26, unter Bezug auf: Norbert Wiener, *Mensch und Menschmaschine*, xxx, 1952, 78; siehe auch Jaques Lacan, *Psychoanalyse und Kybernetik oder von der Natur der Sprache*, in: *Das Ich in der Theorie Freuds und in der Technik der Psychoanalyse*, Olten / Freiburg i. Br. 1980, 373-390

militärischen Winterpause kam er zur Entdeckung der *mathesis universalis* als Grundwissenschaft aus Geometrie, Logik und Arithmetik.

Auch Claude Shannons *Mathematical Theory of Communication* entstand im militärisch-nachrichtentechnischen Kontext, nämlich des Zweiten Weltkriegs; der 0/1-Logik geheimer Archive entsprechend wurde eine spezifische Applikation dieser Theorie erst nach der Aufhebung der Geheimhaltung eines zunächst vertraulichen, auf den 1. September 1945 datierten Berichts bekannt: *A Mathematical Theory of Cryptography*.⁴³ Ebenso der Bau des ersten tatsächlich operativen Computers *Colossus* im englischen Bletchley Park - auf der Basis von Alan Turings theoretischem Aufsatz *On Computable Numbers* von 1936/37. Denn hier geschah die Berechnung von Codes durch Zahlen zum Zweck der Dechiffrierung kodierten Nachrichten der Deutschen Wehrmacht.

Der Philosoph Leibniz aber scheiterte bei der Suche nach einer universalen Metasprache.⁴⁴ „Es müßte sich <...> eine Art Alphabet der menschlichen Gedanken ersinnen und durch die Verknüpfung seiner Buchstaben und die Analysis der Worte, die sich aus ihnen zusammensetzen, alles andere entdecken und beurteilen lassen“ <zitiert nach: Steierwald 1995: 41>. Leibniz' Fragment *Apokatastasis panton* sucht eine imaginäre Bibliothek zu konstruieren, in der die gesamte zur Realität gekommene Geschichte der Menschheit als *beste aller möglichen Welten* (*virtualiter* also) gespeichert wäre. Die Texte kämen durch ein konsequentes Durchspielen aller möglichen Buchstabenkombinationen zustande. Gegeben seien Folianten von je 10.000 Seiten zu hundert Zeilen; damit wäre die Zahl der Bücher, die aus dem Material der Schrift durch alle möglichen Kombinationen entstehen würden, zwar groß, aber durchaus endlich - solange das Ereignis der Aussagen an ein finites Format, in dem Fall das paradigmatische Buch, gebunden bleibt.

Entsprechend dem prähistoristischen Zeitalter, sind für Leibniz Erlebbares und Protokollierbares, also "wirkliche" und "geschriebene" Geschichte - noch kongruent. Ein Benutzer dieser Bibliothek müßte die Exemplare mit sinnvollen Buchstabenkombinationen und damit entzifferbaren Geschichten herausfinden.⁴⁵

⁴³ Druckfassung in: Bell System Technical Journal 28 (1949), 656-715; übersetzt unter dem Titel "Die mathematische Kommunikationstheorie der Chiffriersysteme", in: Claude E. Shannon, Ein / Aus. Ausgewählte Schriften zur Kommunikations- und Nachrichtentheorie, hg. v. Friedrich Kittler, Peter Berz, David Hauptmann u. Axel Roch, Berlin (Brinkmann & Bose), 101-175

⁴⁴ Ulrike Steierwald, Wissen und System: zu Gottfried Wilhelm Leibniz' Theorie einer Universalbibliothek, Köln (Greven) 1995, 40

⁴⁵ Ulrike Steierwald, Wissen und System: zu Gottfried Wilhelm Leibniz' Theorie einer Universalbibliothek, Köln (Greven) 1995, 65

Der Filter heißt also Semantik. Auf dieser medientechnisch elementaren Basis definierte auch Jorge Luis Borges in seiner Erzählung *Die Bibliothek von Babel* „das Fundamentalgesetz der Bibliothek“: daß sämtliche Bücher, "wie verschieden sie auch sein mögen, aus den gleichen Elementen bestehen: dem Raum, dem Punkt, dem Komma, den zweiundzwanzig Lettern des Alphabets."⁴⁶ Hier spricht das Medium, in dem sich diese Sätze schrieben - egal, ob in Prosa oder als Poesie, als medienwissenschaftliches Werk oder als Roman. Tatsächlich schickt die börsennotierte Internet-Suchmaschine Google sich an, im Projekt *Google Print* zentrale Bestände amerikanischer Universitätsbibliotheken *online* zu stellen. Einmal dort, kann die Welt (der Bücher) im ASCII-Code kalkuliert werden.

Leibniz unternahm als Gedankenspiel den Versuch, ein virtuelles Gesamtprotokoll der Welt zu *kalkulieren*, d. h. aus einer *auf-*, nicht *erzählenden* Kombinatorik aller verfügbaren Buchstaben hochzurechnen. Denn erst als (Symbol-)Folge aufschreibbarer Ereignisse, also Schrift-Ereignisse, sind Prozesse als Geschichte faßbar, speicherbar, berechenbar, übertragbar. Für jede private Lebensstunde eines Individuums kalkuliert Leibniz 10.000 Lettern und hat damit Subjektivität finit berechenbar gemacht: "Also eine Seite von 100 Zeilen, jede zu 100 Buchstaben berechnet."⁴⁷ Zugleich ist damit festgesetzt, daß Individualität eine im Moment der symbolischen Aufzeichnung gesetzte Größe, nicht das Leben, nicht Physik und Biologie ist.

Ist die Welt einmal in Symbolen registriert (Phoneme, Buchstaben, Ziffern), gilt (medientheoretisch) und wird sie (medienoperativ), in jeweils endlichen Zeichenmengen, berechenbar (Alan Matthison Turings Begriff der *computable numbers*). Es gilt damit (als Daten) alles, was aufgeschrieben werden kann; *dagegen* steht das Kontinuierliche, das erst durch das mathematische, nicht mehr schlicht alphabetische Werkzeug der Differential- und Integralrechnung gemeistert wird. Leibniz' alphabetische Experimentalanordnung benennt diese Differenz: Auch wenn ein früheres Zeitalter sich wiederholt, soweit dies sinnlich wahrnehmbar ist oder in Büchern beschreibbar, wird es sich doch nicht gänzlich und in allen Einzelheiten wiederholen.

Denn immer werden doch Unterschiede, wenn auch unmerkliche und in Büchern nicht hinreichend bezeichnbare, vorhanden sein. Da das Kontinuum in faktisch unendliche Teile zerlegbar ist, existiert zumal in jedem Bruchstück der Materie eine Welt unendlicher Geschöpfe. Freilich wenn die Körper aus Atomen beständen, dann würde alles genau in der gleichen Vereinigung der Atome sich wiederholen <...>. Aber eine solche Welt würde dann eine Maschine sein

⁴⁶ Jorge Luis Borges, *Die Bibliothek von Babel. Erzählungen*, Stuttgart (Reclam) 1974, 51, zitiert nach: Steierwald 1995: 58

⁴⁷ Leibniz in Ettliger 1921: 29

- und somit als Archiv speicherbar; etwa das Internet *in toto*. Eine Maschine vermögen Geschöpfe von begrenzter Vollkommenheit - also der Mensch - restlos zu erkennen, "was aber in der wirklichen Welt nicht stattfindet" <ebd., 31>. Mit dem Human Genome Projekt allerdings, das die biogenetischen Bestandteile, die den Menschen ausmachen, bis auf die kleinsten Moleküle durchrechnet und damit universal archiviert, ist diese kritische Grenze erreicht.

Auch Descartes verweist auf jene kleinsten "Teilchen", die von keinem menschlichen Sinne wahrnehmbar, aber dennoch existent sind <Teil IV, § 201>. Ihre Wirkung erschließt sich im Reich der Apparate: "Die Regeln der Mechanik sind dieselben wie die der Natur", schreibt Descartes in seiner *Abhandlung über die Methode* <V, 14>; analog dazu sucht eine weitere Figur im Dreigestirn dieser diskursarchäologischen Konstellation, Galileo Galilei, das "Buch der Natur" als zusammengesetzt aus geometrischen Grundfiguren zu entziffern und damit die Natur als einen gewaltigen Mechanismus auffassen, dessen Gesetze der Mathematik zu entnehmen sind.⁴⁸ Galilei sah das jeweilige Objekt seiner Beobachtung strikt an seinem notwendigen Ort, "er hat es im Raum gesehen, in Zahl und Zeit: *pondere, mensura, numero* - er hat die Mechanik gegründet"⁴⁹. Dabei es macht eine medienarchäologisch entscheidende Differenz, ob Mathematik arithmetisch oder geometrisch betrieben wird; die Anschaulichkeit selbst (*theoría*) steht damit auf dem Spiel. Leibniz' Begriff einer prästabilen binären Harmonie tritt das Erbe der antiken Vorsokratiker (Heraklit, Pythagoras) an; sein Begriff der Monaden ist als *terminus technicus* in den Texten des Archytas von Tarent (bei Philolaos) schon existent. War diese *monas* Leibniz bewußt oder unbewußt? Leitet sich Leibniz' Dyadik aus dem parmenideischen Begriffspaar von *peras / apeiron* ab? Ist dieser Gedanke ein Produkt mathematischen Kalküls oder eine Manifestation diskursiver Gewalt, alle solche Denkmodelle auf eine letztlich theologische Kosmologie zurückführen zu müssen? Die binäre Notation wird von Leibniz 1703 veröffentlicht, doch seine Dyadik erläutert er bereits in einer Schrift von 1679, in der sich andeutet, daß das Rechnen im dualen Zahlensystem von einer Maschine übernommen werden kann:

Eine Dose soll mit Löchern versehen sein, die geöffnet oder geschlossen werden können. Die offenen Löcher seien gleichbedeutend mit einer 1, die geschlossenen mit einer Null. Eine 1 werde durch das Fallen einer Kugel gekennzeichnet, die 0 durch das Nichtfallen. In mehreren Ebenen aufgebaut könnten mit dieser Maschine durch das Verschieben von Spalte zu Spalte

⁴⁸ Galileo Galilei, *Il Saggiatore* (1623). Siehe Hans Blumenberg, *Die Lesbarkeit der Welt*, Frankfurt/M. 1981, 74; ferner Arthur Buchenau, Vorrede, zu: René Descartes, *Die Prinzipien der Philosophie*, übers. v. A. Buchenau, Leipzig (Meiner) 1922, iii

⁴⁹ Michel Serres, Rom, aus d. Frz. übers. v. Walter Seitter, in: *Tumult. Zeitschrift für Verkehrswissenschaft* Bd. 5 (1983), 83-87 (87)

Multiplikationen durchgeführt werden.⁵⁰

Öffnung und Schließung - das Wesen der kybernetischen "Tür" (Lacan); im Klartext: Schaltung und Relais.

Leibniz schildert den Aufbau des binären System zunächst dem Herzog von Braunschweig-Wolfenbüttel. Herzog Rudolf August sieht in der Entwicklung der Zahlen aus 0 und 1 eine Analogie mit der biblischen Schöpfungsgeschichte, woraufhin Leibniz ihm Anfang 1697 eine entsprechend bezifferte Medaille entwirft. Doch in dieser von Leibniz beschworene Analogie zwischen Dyadik und schriftlicher Glaubenslehre grenzt das System an Zahlenmystik <Trogemann / Viehoff 2005: 226>, wie sie der Kabbala nähersteht als der Turing-Maschine. In seinem sogenannten Neujahrsbrief vom 12. Januar 1697 beschreibt Leibniz die Schöpfung Gottes aus dem Nichts, um der kühlen Differenz von Null und Eins ein metaphysische Begründung geben zu können - ein Hemmnis des Denkens, eine diskursive Rücksicht, von der die Notlage des Zweiten Weltkriegs die praktischen Inswerksetzer der ersten Computer in England und den USA entlastete.

Indizien sprechen dafür, daß Leibniz von Nachrichten aus Korea oder aus China inspiriert war; sein Briefwechsel mit dem dort tätigen Jesuiten Bouvais nennt den expliziten Vergleich seiner Dyadik mit dem koreanischen Zeichenpaar der durchgezogenen und gebrochenen Linien. Das I-Ging figuriert noch heute im südkoreanischen Staatswappen, die durchgezogene und durchbrochene Linien als Orakel. Entwickelt aber war Leibniz' Dyadik schon vorab - und er rechnet damit, im Unterschied zu Fernasien.

Leibniz' Dyadik (als Reduktion der Dekadik) zeigt den Weg für binäres Rechnen, das später die Grundlage der Technifizierung mathematischer Operationen wird. Die "Apotheose des Stellenwertsystems" (Peter Berz) war seine Antwort auf die Hardware-Probleme seiner eigenen Rechenmaschine. Leibniz erfindet die Staffelwalze, um damit die Herausforderung des mathematischen Übertrags zu lösen; feinmechanisch aber stellt sich nach wie vor das Problem der Unschärfe einer Kalkulation, die eben nicht im Raum der Ideen, Gedanken oder auf Papier, sondern in der physikalischen Welt der Materien verankert ist - der ganze Unterschied auch später zwischen dem Modell der Turing-Maschine und der real implementierten von-Neumann-Architektur des Computers. Leibniz' Skizze einer dyadisch operierenden Rechenmaschine ist überliefert; sie aber schlummert im latenten Raum der Archive. In Paderborner hat das Heinz-Nixdorf-Museum aufgrund von Leibniz' Zeichnung ein solches Modell tatsächlich gebaut - Medienarchäologie aktiv.

Tatsächlich florierte einmal ein "prähistorischer

⁵⁰ Zitiert nach: Hadwig Dorsch, Der 1. Computer, Museum für Verkehr und Technik Berlin, 10

Taschenrechner" namens *Produx*, der genau zwischen der "Papiermaschine" Mathematik und der emphatischen Rechenmaschine stand, indem ein Stahlstift es erlaubte, auf der flachen Metallfläche Zahlenwerte mechanisch gegeneinander zu verschieben und damit instantan Rechenoperationen auszuführen.

Logische Maschinen (Leibniz, Condillac, Peirce)

Entwürfe von begriffsverarbeitenden, mithin also algebraischen und - im Unterschied zu Rechenmaschinen - nicht schlicht arithmetischen Maschinismen sind keine isolierte Früchte, gefallen aus dem ideengeschichtlichen Himmel, sondern Glieder in einer eher losen denn festen Kopplung logischer und technischer Entwicklungen beim Versuch, kognitive Operationen Maschinen zu übergeben. Damit fassen wir damit den Zipfel eines epistemologischen Tischtuchs, in das - gleichsam aus dem Jacquard-Webstuhl - der Drang zum Digitalen selbst eingewebt ist.

In Anlehnung an Lull plante Leibniz eine universale Sprache als eine, in der Ideen und Aussagen algebraisch ausgesagt werden können. Sie soll auf Primzahlen basierten, da diese nicht weiter dekomponiert werden können; damit lassen sich alle Basiskonzepte ausdrücken. Grundvorstellung seiner algebraisch-arithmetischen Sprache ist, daß jede Aussage durch sie als Formel ausgedrückt werden kann. Diese Formeln können dann ihrerseits komputativ transformiert werden, so daß logische Vernunft auf arithmetische Operationen zurückgeführt und mithin mechanisch implementiert werden kann. Wenn alles Denken auf der Substitution von Charakteren beruht, die ebenso Wörter wie Symbole oder Bilder sein können, kann es kalkuliert werden. Allen Zweifeln gegenüber antwortet Leibniz mit seinem imperativen *calculemus*; mit Tinte, einer Feder und Papier lassen sich die Fragen beantworten. Hier deutet sich Turings "Papiermaschine" schon an.⁵¹ Wenn Begriffe einmal in charakteristische Zahlen überführt sind, entsteht ein neues *organon*, das Leibniz zufolge die Denkkraft ebenso erweitert wie es die optischen Gläser einst für die Augen waren - nur daß (so ebenso Leibniz) dieser Mechanismus den Mikroskopen und Teleskopen gegenüber in dem Maße überlegen ist wie die theoretische Vernunft dem optischen Sinn überhaupt.⁵² So entsteht ein neuer Typus von Medium. Medienwirksam aber

⁵¹ Alan M. Turing, On computable numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem, in: Proceedings of the London Mathematical Society (2) 42 (1937); dt. in: ders., Intelligence Service, hg. v. Bernhard Dotzler / Friedrich Kittler, Berlin (Brinkmann & Bose) 1978, 17-60

⁵² Alice R. Burks / Arthur W. Burks, The First Electronic Computer. The Atanasoff Story, Ann Arbor (University of Michigan Press) 1989, 329

wird dies erst, wenn es in der physikalischen Welt implementiert ist - der ganze Unterschied zwischen der Turing-Maschine und der von Neumann-Architektur des Computers (vom ENIAC zum EDVAC).

Entgegen der gängigen Darstellung der Computergeschichte liegt eine tiefe Kluft zwischen Leibniz und den späteren Entwicklungen, die dann tatsächlich zum Computer führten. Die Wissensform des Barock und der Aufklärung war durchdrungen von der Allmacht der Ordnung: Die in den Zahlensystemen selbst zu findende Ordnung besorgte die Automatik, die Leibniz in seiner Maschine förmlich nachzubauen versuchte. Dagegen verkörpern programmierbare Maschinen bekanntlich eine kybernetisch-algorithmische Wissensform.⁵³

Ein Kalkül ist ein endliches System von Axiomen, die zusammen die Gesamtheit der Mathematik ergeben. Auch Condillac formuliert eine Sprache des Kalküls:

Si l'expérience prouvoit que l'homme ne peut penser qu'à l'aide des signes, il est manifeste que dans ce cas les idées innées aussi supposeraient le secours des signes. Or l'expérience nous prouve que nous ne pensons jamais qu'à l'aide des signes <...>. Et l'on n'objectera pas que le mathématicien peut penser une formule algébrique immédiatement, sans employer aucun mot, sans se dire à soir-même plus, moins, multiplié, divisé, égal; car il ne peut penser sa formule sans les signes +, -, = &c. Donc supposé qu'il y ait des idées innées, elles ne peuvent être présentes à l'esprit sans le secours des signes.⁵⁴

Logik der Substitution: *Sentir* und *penser* korrelieren hier miteinander im "moyen d'un signe", also im Medium. "Donc penser doit signifier la présence médiante d'un objet, la présence non de l'objet même, mais d'un signe qui en tient lieu" <ebd., 12>.

Condillacs *Langue des calculs*, 1798 posthum veröffentlicht, basiert auf einer Theorie der Zeichen (*signes*). Denken heißt demnach *décomposition des phénomènes* und *composition des idées*; die dazu erforderliche Isolierung der Bestandteile ist nur mit Hilfe von Symbolen möglich: die Finger und Gebärden, die Lautsprache, die Ziffern, die Buchstaben und die Zeichen der Infinitesimalrechnung. Die Logik, als die allgemeine Grammatik aller dieser "Sprachen", bestimmt auch die Mathematik; diese Methode macht aus Denken ein Rechnen mit gegebenen Grössen. "Dabei lehnt sie jeden Gedanken einer Beziehung dieser Daten auf die metaphysische Realität ab <...>, und Wahrheit besteht nur in den innerhalb des Denkens durch die 'Zeichen'

⁵³ Bernhard Dotzler (im Gespräch mit Rudolf Maresch), Medienwissenschaft ist eine sichtbar machende Wissenschaft, in: online-Zeitschrift *Telepolis* (27. November 2005), <http://www.heise.de/tp/r4/artikel/21/21366/1.html>. Siehe ders., Papiermaschinen, xxx

⁵⁴ F. de Castillon, Philosophieprofessor an der Militäarakademie in Berlin, "MÉMOIRE touchant l'influence des Signes sur la formation des Idées" (lu à l'Académie le 11 avril 1799), in: Mémoires de l'Académie Royale des sciences et Belles-Lettres, classe de philosophie spécul., 1799/1800, 3-28 (11)

ausdrückbaren Gleichungen."⁵⁵ Dem setzt Hermann Graßmann später seine *Ausdehnungslehre* entgegen: "Es ist also die intensive Größe gleichsam die flüssig gewordene Zahl, die extensive Größe die flüssig gewordene Kombination."⁵⁶ Kommen diskrete Medien dem Stetigen auf die Spur, oder reproduzieren sie die Diskretheit des Stetigen selbst? "Das stetige Werden, in seine Momente zerlegt, erscheint als ein stetiges Werden mit Festhaltung des schon gewordenen" <Graßmann ebd., 28>. Anhand konkreter medientechnischer Artefakte kristallisiert sich diese Frage nach dem aktual oder potentiell Unendlichen. Leibniz beschreibt "die Wahrnehmung eines künstlichen Transparenten, wie ich es bei den Uhrmachern gesehen haben, das durch die rasche Umdrehung eines gezahnten Rades entsteht", wobei das menschliche Auge die Vorstellung der Zähne des Rades ebensowenig bewußt zu entwirren vermag, wie das menschliche Ohr das Meeresrauschen am Strand in seine einzelnen Wellenbrechungen zu zerlegen vermag und dennoch ein analytisches Organ für solche *petits perceptions* hat. Nicht nur der stroboskopische oder kinematographische Nachbild-Effekt, sondern auch die akustische Fourier-Analyse ist *avant la lettre* schon im Räderuhr-Modell von Leibniz angelegt. So verschwinden

die einzelnen Zähne für uns und (erscheint) statt ihrer ein scheinbar kontinuierliches Transparent, das sich aus der sukzessiven Erscheinung der Zähne und ihrer Zwischenräume zusammensetzt, wobei indes die Aufeinanderfolge so schnell ist, daß unsere Vorstellung an ihr nichts mehr unterscheiden kann. Man findet also wohl diese Zähne in dem distinkten Begriff von diesem Transparent, nicht aber in der verworrenen sinnlichen Auffassung, deren Natur es ist, verworren zu sein und zu bleiben. <Leibniz, zitiert in Siegert 2003: 183>

Charaktere operieren im Raum (der Typographie) und aufgrund der Koexistenz lokaler Zeichen, Ausdrücke operieren in der Zeit und mit der Sukzession von Signalen <Siegert ebd.> - ein Unterlaufen des Auflösungsvermögens der analysierenden Vorstellung.

Die relationale Semiotik von Charles S. Peirce bezieht sich ausdrücklich auf Lulls Kombinatorik und Leibniz' Plan, alle Gedanken auf Mathematik zu reduzieren. Peirce "realized that his own relational logic was a bridge between truth-function logic and mathematics" <Burks / Burks 1989: 346>. Peirce war ferner vertraut mit Charles Babbages Plänen eines "general-purpose programmable computer". Babbages Difference Engine von 1822 folgt 1833/34 der Entwurf einer Analytical Engine, die

⁵⁵ Wilhelm Windelband, *Lehrbuch der Geschichte der Philosophie*, Tübingen (4. Aufl.) 1907, 400

⁵⁶ Hermann Graßmann, *Die lineare Ausdehnungslehre* [1844], in: ders., *Gesammelte Mathematische und Physikalische Werke*, Leipzig (Teubner) 1894ff, Bd. I. 1, 1-319 (27). Dazu Marie-Luise Heuser, *Mathematik und Zeit im 19. Jahrhundert*, in: *Die Wiederentdeckung der Zeit. Reflexionen, Analysen, Konzepte*, hg. v. Antje Gimmler / Mike Sandbothe / Walther Ch. Zimmerli, Darmstadt (Wiss. Buchgesellsch.) 1997, 95-113

aber an der Feinmechanik scheitert.⁵⁷ Peirce sucht Elektromagnetismus zur Lösung mathematischer Probleme zu nutzen; "one would then have an electrical analytical engine" <347>; Herman Hollerith realisiert zeitgleich den elektrisch programmierbaren Rechner als Tabulator auf Lochkartenbasis. Schon die Analytical Engine war speicherprogrammierbar und in der Lage, bedingte Verzweigungen zu rechnen. Weil Lochkarten im Rechenprozeß von der Maschine selbst gestanzt werden, kann sie selbständig auf fehlerhafte Programmierung reagieren. Solche Rückkopplung bedeutet die Emanzipation nicht-trivialer Maschinen vom Menschen, insofern sie ihren berechneten Output als Input zu verwenden vermögen und durch diesen Wiedereintritt (*re-entry*) von Zwischenergebnissen in den Prozeß selbst in den Zustand einer quasi-organischen *indeterminacy* (Spencer Brown) geraten.

Künstliche Intelligenz 1832: Karsakovs "Ideenmaschine"

Der medienarchäologische Fokus dient der exemplarischen Rekonstruktion von Umbrüchen der technologischen Epistemologie unter dezidierten Fragestellungen der Jetztzeit. Von daher also Mediengeschichte als Medienarchäologie. Es gibt und es gab technologische Medien als reale Artefakte, die z. T. materiell (museal) als sie selbst überliefert sind - wie etwa jene Zahnräder in einem antiken Schrifftswrack, gefunden vor der menschenleeren Insel Antikythera in der Ägäis, der die Ur-Form eines astronomischen Analogcomputers darstellt. Alphabetische Zeichen dienten hier die operativen Skalierung.

Bisweilen aber sind technische Medien, die es gab, ausschließlich in einer symbolisch kodierten Form überliefert: als alphabetischer Text (Bericht), oder in technischen Zeichnungen und damit operativ-diagrammatisch rekonstruierbar. Archiv heißt Ort und Form der Speicherung solch nicht-materiellen, schriftsymbolischen Gedächtnisses. An dieser Stelle ein Sprung hinein mitten in dieses Archiv, *medias in res* - wobei das Wortspiel hier ganz besonders brisant ist. Die medienarchäologische Frage ist, wie sehr das Wissen eines technologischen Objekts aus seiner Eigenlogik resultiert, oder von Paratexten der Überlieferung abhängig ist. Es handelt sich um eine Broschüre aus dem Jahr 1832: *Aperçu d'un procédé nouveau d'investigation au moyen de machines à comparer les idées*, St. Petersburg 1832.⁵⁸ Aufregend ist diese Schrift deshalb, weil sie - lange vor Holleriths (späteren IBM-)Maschinen und zeitgleich zu Charles Babbages mechanischen

⁵⁷ Simon Schaffer, Babbage's Intelligence, in: *Critical Inquiry* 21 (1994), 204-227; über "maschinale Intelligenz" vgl. Karsakov 1832

⁵⁸ Siehe Gellius Povarov, <Karsakov>, in: Georg Trogemann / Alexander Nitussov / Wolfgang Ernst (Hg.), *Computing in Russia*. xxx, xxx

Rechnern im technischen Gefolge des programmierbaren Jacquard-Webstuhl ein Lochkartenverfahren entwirft, das Datenverarbeitung zum Zweck von *intelligence* einsetzt. Nicht von ungefähr war der Autor im statistischen Büro des russischen Innenministerium tätig.

Die unerbittlich alphabetische Logistik bibliographischer Suchtechniken und Kataloge der Fernleihe erlauben - zumal in Eigennamen - keine Fehler. Das Büchlein ließ sich erst finden, nachdem die korrekte Schreibweise des Autors Semen Karsakov identifiziert war. Das Alphabet ist bei Karsakov selbst thematisch, dessen entscheidende Befähigung er unterstreicht, Ideen und Begriffe der physikalischen Materie aufprägen zu können. Synoptische Tafeln mit alphabetischen Symbolen zur kombinatorischen Abkürzung und Allianz von Begriffen, wie sie schon von Raimundus Lullus an die Grenze der konzentrischen Mechanisierbarkeit getrieben worden waren, werden von Karsakov als Verbindung von Begriffstabellen und mechanischem Apparat vorgestellt, um derart den "Vergleich von Ideen" selbst automatisieren zu können. Er nennt solche logisch-technischen Artefakte *machines intellectuelles* und sagt ihr jene Zukunft voraus, die heute Alltag des Computers geworden ist.

Der medienarchäologische Blick widmet sich einem solchen Mechanismus nicht in dem Sinne, daß er immer schon in buchstäblich kontextualisierende Geschichte eingebettet ist, sondern legt vor allem den Mechanismen selbst frei. Medienarchäologie ist also nicht nur eine Methode, sondern fördert auch Dinge zutage. Das Seminar für Medienwissenschaft der Humboldt-Universität hat diese Maschine aufgrund der überlieferten technischen Zeichnung tatsächlich gebaut.⁵⁹

"L'homme pense et ses actions sont machinales" <Karsakov 1832: 1>. Mit der Diskretisierung des Sprachflusses durch das Vokalalphabet ist die Grundlage einer Mechanisierbarkeit von Gedanken(fluß) gelegt. Sprache als artikulierte und phonetische Schrift "ne sonst que des opérations mécaniques de l'intelligence."

Ernst Cassirers Symboltheorie, hart in Hinblick auf Hardware gelesen, meint genau dies: Der Mensch lebt in sprachlichen Formen, in Kunstwerken, Symbolen, so "daß er nichts erfahren oder erblicken kann, außer durch Zwischenschaltung dieser künstlichen Medien" <Cassirer 1960: 39>. Der Begriff "Zwischenschaltung", mit seiner nachrichtentechnisch-kybernetischen Dimension, ist hier präziser, als es Cassirer vielleicht intendiert hat; für Sprache hat es Jacques Lacan kybernetisch auf den Punkt des Unbewußten gebracht. Das Dazwischen ist nicht schlicht aristotelische Physik, sondern ebenso eine in Logik gezwungene (also dramaturgisierte) Materialität.

⁵⁹ Wladimir Velinski / W. E. (Hg.), xxx, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2006

Medientheorie untersucht einsichtgebende Verfahren, wo sie operativ werden, analog zum Begriff der *imaging sciences*. Einsicht heißt kulturtechnisch zumeist Ab-Sicht vom techinschen Medium, buchstäblich: um Buchstaben als Literatur lesen zu können, müssen die Augen a) an das Entziffern der symbolischen Zeichen herangeführt und b) von ihnen weggeführt werden, um jenseits davon Bedeutungen zu entdecken. Manfred Schneider nennt dies „das Ereignis der Kulturation schlechthin: blind zu werden, um wissen zu können, die Daten der Sinne zu übersehen [...]“⁶⁰

Im erweiterten Sinn fokussiert Karsakov jene Operationen, für die bereits die altgriechische multiple Verwendung des Alphabets (als Notation für Schrift, Zahl und Ton) steht: "Les résultats des calculs mathématiques se découvrent par des chiffres, des mesures, qui expriment des idées comparables." Symbolische Operationen bestehen nicht nur in Schrift, sondern auch in Zahl. Karsakovs Text nennt das Geheimnis seiner eigenen Überlieferung an die Nachwelt: "C'est l'invention de l'alphabet qui nos a procuré le précieux moyen de donner de la stabilité à nos idées en les fixant sur la matière d'une manière durable et comparable" <Karsakov 1832: 2>.

Karsakov insistiert auf einer Hardware-orientierten Definition von Schriftakten (für alphabetische Zeichen, Ziffern und auch synoptische Farbtafeln in der Statistik seiner Zeit): "fixer les idées sur la matière". Mechanisierbar aber werden komparative Operationen von Datenmengen erst dann, wenn man die Schreibfläche selbst mechanisiert. Schriftverstehen ist zunächst ganz im Sinne McLuhans dem Okularzentrismus verschrieben: "L'écriture, de même que tous les procédés graphiques, ne parle à notre intelligence que par les yeux; elle échappe à l'action des agens mécaniques" <ebd., 2f>. Doch einmal schreib-mechanisiert, beginnen Buchstaben zu agieren, wenn die Lektüre (als Dekodierung) durch Mechanik selbst sie in Bewegung setzt:

Wenn wir jedoch im Gegenteil die gleichen Ideen durch Zeichen ausdrücken, die aus tatsächlich materiellen Körpern bestehen, versehen mit Länge, Breite und Tiefe, werden diese Zeichen nicht mehr nur mehreren unserer Sinne zugänglich sein, sondern viel konsequenter werden wir die Gelegenheit haben, die physikalischen Eigenschaften jedes Zeichens zu nutzen und sie dazu bringen, rein intellektuelle Fragen zu lösen.

Hier liegt der ganze Unterschied zwischen rein symbolischen und im Realen der Physik implementierten Maschinen. Karsakov schlägt eine reale Elementarisierung von Problemen in diskrete maschinisierbare Schritte vor, "um isoliert" - also diskret

⁶⁰ Manfred Schneider, Platons Höhle als abendländische Bibliothek, in: Merkur 428, September 1984, 698-704 (698) = Rezension zu: Jürgen Manthey, Wenn Blicke zeugen könnten. Eine psychohistorische Studie über das Sehen in Literatur und Philosophie, München (Hanser) 1983

und quasi algorithmisch - "alle Details einer komplexen Idee auszudrücken" und "durch mechanische Mittel diese materiellen Zeichen in Kontakt mit anderen analogen Zeichen zu bringen, die gleichermaßen die Details einer großen Zahl anderer komplexer Ideen darstellen". Durch den schieren "Widerstand und das individuelle Gewicht dieser materiellen Zeichen erlange ich die gesuchten intellektuellen Resultate." Um aber diesen Effekt zu erzielen, bedarf es eines vorgefertigten Tableaus, "ein für allemal" - eine Blaupause der Programmierung.

Karsakov benennt auch das zeitkritische Moment dieser Operation - das durch die von-Neumann-Architektur des Computers vertraute Problem der Sequentialität in der Datenabarbeitung; seine logische Maschine operiert allerdings nicht wirklich zeitkritisch, sondern nach den klassischen Gesetzen der Mechanik. "Unser Geist kann von alleine nur wenige Details im gleichen Moment erfassen; mit diesem Verfahren ist es möglich, mit einem Male tausende von Details zu umfassen" <3f>. Die menschliche Wahrnehmung kann aus demgleichen Grund im selben Moment "nur zwei Objekte umfassen, und wenn wir unsere Aufmerksamkeit auf eine größere Zahl richten, müssen wir auf sukzessive Vergleichen zurückgreifen"; sein Verfahren dagegen erlaubt die gleichzeitige Verarbeitung großer Detailmengen - die Antwort eines Ingenieurs auf Gotthold Ephraim Lessings *Laokoon*-Problem von 1766.

Das menschliche Gedächtnis ist zwar umfassend, aber nicht fehlerfrei und kann daher gelegentlich wichtige Details übersehen. "Das komplett materielle Gedächtnis meiner Maschinen dagegen kann sich nicht täuschen, dann es ist das unfehlbare Resultat physikalischer Eigenschaften der Materie". Menschliche Datenverarbeitung ist immer auch von subjektiver Vorauswahl bestimmt, welche die Ergebnisse der Forschung beeinflussen. "Wenn aber unsere Wahl das Produkt einer mechanischen Operation ist, von determinierten Bedingungen und in ihren Effekten invariabel, kann klarerweise keine Parteilichkeit diese Wahl modifizieren" und wird daher identisch reproduzierbar sein - die Bedingung eines *technischen* Begriffs von Medialität, der als Strukturbegriff disparater Vermittlungspraktiken sonst unscharf bliebe.

Folgt nicht nur eine theoretische, sondern praktische Begründung der Vermutung, daß intelligente Vorgänge mechanisierbar sind - "artificial intelligence" *avant la lettre*. Karsakov gibt die konkrete Anleitung zum Bau von *machines à comparer les idées*: erst sprachlich als "Erklärung der Figuren, die Modell dieser Maschinen darstellen", und dann als Blaupause.

Eine Kette von Vorschriften (Algorithmus) kann "auch jemand ausführen <...>, der keinerlei Intelligenz besitzt - z. B.

eine Maschine."⁶¹ Der Schritt vom Automaten zum Medium wird "faktisch" <ebd., 78>, wenn dieser auch Daten der Außenwelt verarbeiten kann: rekursiv, adaptiv, also mehr als nur die berechenbaren Zahlen. So besteht die Möglichkeit, Computern eine nicht berechenbare unendliche Symbolfolge einzugeben, den Kanal des Mediums Turing-Maschine also mit nicht Berechenbarem zu bedienen. "Mit Zahlen ist nichts unmöglich. Modulation, Transformation, Synchronisation; Verzögerung, Speicherung, Umstaltung; Scrambling. Scanning, Mapping - ein totaler Medienverbund auf Digitalbasis wird den Begriff Medium selber kassieren."⁶²

Analytische Maschinen (Charles Babbage)

Charles Babbages Analytical Engine basiert auf Dateneingabe und -(zwischen)speicherung durch Lochkarten und teilt damit eine wesentliche Eigenschaft mit dem Entwurf einer begriffsvergleichenden Maschine von 1832 durch den russischen Statistiker Semen Karsakov⁶³: die binäre Logik des Einrastens oder Nicht-Einrastens mechanisierter Information. Doch die Prozessierung der Daten ist bei Babbage keine bloß kombinatorische, bleibt also nicht verfangen im mechanistischen Weltbild der Rechenmaschinen, sondern eine logische. Dazwischen liegen Welten.

Das technisch denkbare Dispositiv hatte der Jacquard-Webstuhl vorgegeben: Ketten werden hier durch Mustersteuerung gehoben; dies eskaliert zur erweiterten Version: Ganze Maschinenteile werden durch Steuerung geradezu modular gehoben, wie dann der Rechenmechanismus in Babbages Difference Engine. Doch welche Differenz verbirgt sich ihrerseits hinter den Begriffen Difference Engine versus Analytical Engine? Der ganze Unterschied zwischen *engine* und *machine*? Babbages Difference Engine beruht auf dem Verfahren der finiten Differenzen, das mathematische Funktionen schrittweise in Additionen (auf)löst. Zunächst gilt es dafür die Tafelspalten einzustellen (und per Hand auszurechnen); in weiteren Spalten folgt dann die Einstellung der Differenzen. Damit ist die Formel, die gerechnet werden soll, festgelegt; die durch Kurbel bewegten Zahnräder rechnen diese dann aus. In der tatsächlich gebauten Version werden die Differenzen der Spalten zueinander addiert. Die Difference Engine realisiert damit eine Rechenmethode, um auf mathematischen Tafeln Zahlenfolgen fehlerfrei (also unkorruptiert durch menschenmögliche Rechen- und Druckfehler) anfertigen zu können. Auch heute noch findet sich in jedem IBM-Computerhandbuch die Warnung, Maschinen nicht in

⁶¹ Martin Warnke, *Das Medium in Turings Maschine*, in: ders. u. a. (Hg.), *HyperKult*, Frankfurt/M. xxx 1997, 69-82 (70)

⁶² Friedrich Kittler, *Grammophon - Film - Typewriter*, xxx, xxx

⁶³ Semen Karsakov, *Aperçu d'un procédé nouveau d'investigation au moyen de machines à comparer les idées*, St. Petersburg 1832

kritischen Bereichen einzusetzen, weil immer Speicherzellen defekt sein können und damit Bits verlorengehen, trotz aller Reparatur-Bits. Das Betriebssystem merkt dies nicht unbedingt. "Was im Symbolischen versprochen ist, muß im Realen nicht unbedingt gehalten werden."⁶⁴ Der Widerstand des Realen: Wo etwa findet Klang im Unterschied zur theoretischen Musik statt, oder das tatsächlich empfundene Bild im Unterschied zu reinen Funktionen von x- und y-Koordinaten. Der Begründer der modernen symbolischen Logik, George Boole, hat es in *An investigation of the laws of thought* 1854 einleitend so beschrieben: „Our views of the science of Logic must materially influence, perhaps mainly determine, our opinions upon the nature of the intellectual faculties.“⁶⁵ Und Konrad Zuse schreibt später höchstselbst: "Die Relaismaschine war gewissermaßen von vornherein materialisierte Logik" <zitiert in Kaufmann 1974: 171>.

Die zeitgleich zu Karsakov in Sankt Petersburg von Babbage in London entwickelte *Difference Engine* blieb auch in ihrer Fortentwicklung zur frei programmierbaren Apparatur, zur *Analytical Engine*, von Babbage als Maschine bezeichnet. Hier hat die industrielle Epoche der Moderne noch nicht das Vokabular für die ihr nachfolgende Epoche der informationsverarbeitenden Rechner gefunden. Begriffe setzen auch Denkhorizonte, und die Maschine bleibt im semantischen Feld der Thermodynamik, der Materie und der Energie; so sollte eine Dampfmaschine den Rechner von Babbage antreiben. Babbage bezeichnet das Rechenwerk seiner *Analytical Engine* als "Mill"; tatsächlich angetrieben werden sollte sie durch Dampfkraft. So mechanistisch bleiben die Maschinen, bis daß der kybernetische Informationsbegriff sich prinzipiell, *en arché*, über die (nichtsdestotrotz unvordenklichen) Beschränkungen von Materie und Energie hinwegschwingt.

Heute ist der Begriff *engine* in das Design von Computerspielen verschoben und meint dort operative Module komplexer Software, welche die *agency* der Games erst in Gang setzen. Software-*engines* sind inzwischen auch die medienarchäologische Ebene, auf der die Vorgeschichten des Computers *verhandelbar* werden - also nicht mehr nur diskursiv, sondern operativ ("mediale Historiographien" im aktiven Sinn). Bernhard Dotzler hat auf einer inzwischen selbst schon zum medienarchäologischen Objekt, weil auf aktueller Hardware schon weitgehend unlesbaren Bonus-Diskette, einer Beilage zu dem von ihm gemeinsam mit Friedrich Kittler herausgegebenen Band mit Schriften von Alan Turing⁶⁶, die *Difference Engine No. 1* von Charles Babbage simuliert, deren Prototyp 1822 fertiggestellt

⁶⁴ Bernhard Siegert, E-mail vom 11. Februar 2003

⁶⁵ New York (Dover) 1854, Kapitel I (Nature and Design of this Work), 1-23 (22)

⁶⁶ Alan M. Turing, Intelligence Service. Ausgewählte Schriften, hg. v. B. J. Dotzler / F. A. Kittler, Berlin (Brinkmann & Bose) 1987

wurde: das erste Modell in der Geschichte der Rechenmaschinen, das auf die Hintereinanderausführung ganzer Serien von Rechnungen angelegt war. Sie mechanisiert ein mathematisches Prinzip, die Differenzenmethode. Mit ihr lassen sich mathematische Folgen (etwa die Folge der Quadratzahlen) berechnen, insofern ihre Differenzen konstant bleiben, und das meint damals den Ersatz der aufwendigsten, weil handrechenintensivsten und typographisch anspruchvollsten (weil fehlerintoleranten) Druckwerke seiner Zeit, etwa die logarithmischen Tafeln und Tabellen.

Die Difference Engine von 1822, wie sie schließlich auf der Weltausstellung 1862 zu sehen war, kehrt in Dotzlers Simulation als abstrakte Maschine wieder: als Bild aus Zahlen, eher Diagramm denn Abbild, und doch eine verblüffend einfache Mimesis an das Original-Gestänge. Nach Aufruf des Programms werden zuerst die Anfangswerte eingegeben (in MS-DOS), die Werte der Tabellenzeile, ab der man die Tabelle berechnen will. In der Simulation erscheint eine vereinfachte, im Wesentlichen aber mit der Originalmaschine übereinstimmende Abbildung (also Zuordnung) der Maschine auf dem Bildschirm:

```

=====\~~~~~\
| d2 | d1 | E |
|  1 |  0 |  0 | --- usw.
|  5 |  0 |  0 | --- Hunderter
|  0 |  0 |  2 | --- Zehner
|  0 |  3 |  2 | --- Einer
|  2 |  1 |  5 |
=====

```

Diese Situation etwa zeigt den Zustand, in dem die Maschine soeben $15 \text{ im Quadrat} = 225$ errechnet hat. Die drei Achsen entsprechen - ihrer Beschriftung gemäß - den drei Spalten der Tabelle. Die dargestellten Zahlenwerte sind dabei (mathematisch gesehen ansonsten von rechts nach links) von unten nach oben zu lesen. Die Einerstelle befindet sich also auf dem jeweils untersten 'Ziffernrad' (das auf dem Bildschirm nicht als Rad, sondern in Form einer Matrix abgebildet ist), die Zehnerziffer ein Rad darüber usw. "Nach jedem Druecken der Leertaste führt die Maschine nun die aufeinanderfolgenden Additionen aus", heißt es im Disketten-Programm von Dotzlers Simulation - die es anschließend auch tut. Womit ein solches Programm, im Unterschied zu gedruckten Büchern, tatsächlich mediendramatische Potenz hat.

Der medienepistemisch entscheidende Schritt aber ist um 1830 der von der Differenzmaschine zum speicherprogrammierbaren Universalrechner. L. F. Menabrea trennt in seinem von Ada Lovelace übersetzten und annotierten *Sketch of the Analytical Engine* (1843) den mechanisierbaren Bereich mathematischer Wissenschaft von demjenigen, "der in den Bereich des

Verstehens fällt"⁶⁷. Im französischen Original Menabreas heißt es noch, daß der Maschinismus als Räderwerk im Einzelnen zwar existiert, aber noch nicht zusammengesetzt ist⁶⁸; die englische Übersetzung modifiziert, es sei noch nicht gelungen, die Einzelteile des Apparats "mit Hilfe der Zeichnungen und mechanischen Notationen" in ihrer Gesamtheit zusammenzufügen <Menabrea 1843: 690>. Kommentiert Adas Biographin:

"Augenscheinlich hatte sich die Maschine in der Zeit zwischen der ersten und der zweiten Aussage entmaterialisiert"⁶⁹; der medienepistemologische Sprung ist die ganze praktische Differenz zwischen einer mathematisierten Maschine und einer Mechanisierung der Mathematik als Sprung zur Technologik. Zur Papiermaschine wurde der Apparat durch die Option, sie durch kodierte Information auf Lochkarten zu steuern, mithin zu programmieren. Lady Lovelace wies bereits 1836 ausdrücklich darauf hin, daß Babbages Maschine nicht nur Zahlen, sondern prinzipiell alle möglichen, auch akustische und optische Symbole zu verarbeiten vermag und damit an der Grenze zum universalen Computer steht: "The engine can arrange and combine its numerical quantities exactly as if they were letters or any other general symbols."⁷⁰ 1836 formuliert Babbage sein Konzept einer Maschine, "die potentiell in der Lage sein dürfte, algebraische Vorgänge auszuarbeiten <...> ohne jeglichen Bezug auf den eigentlich Wert der Variable"⁷¹. Wenn steuernde Jacquard-Lochkarten im Rechenprozeß ihrerseits andere Lochkarten zu stanzen vermögen, sind Operationen und Daten selbst miteinander verrechenbar - der Schritt zur Speicherprogrammierung als Bedingung der wirklich universalen Maschine.

Zunächst aber ist schon die Difference Engine als Sprung von der Mechanik zur Kognition begriffen worden. Henry Colebrooke beschreibt den Kippunkt an Babbages Rechner pointiert:

In other cases, mechanical devices have substituted machines for simpler tools or for bodily labour <...>. But the intention to which I am adverting <...> substitutes mechanical performance for an intellectual process. <...> Mr BABBAGE'S invention puts an engine in place of the computer⁷²

⁶⁷ L. F. Menabrea / A. A. Lovelace, Sketch of the Analytical Engine Invented by Charles Babbage, Esq., in: Taylor's Scientific Memoirs Bd. 3 (1843), 666-731; dt. in: Werner Künzel, Charles Babbage. Differenz-Maschinen. Exkurse zur Kartographie der technischen Kultur im 19. Jahrhundert, Berlin (Ed. Künzel) 1991, 115

⁶⁸ L.-F. Menabrea, Notations sur la Machine Analytique de M. Charles Babbage, in: Bibliothèque Universelle de Genève Bd. 41 (1842), 376

⁶⁹ Dorothy Stein, Ada. Die Braut der Wissenschaft, Berlin (Kulturverl. Kadmos) 1999, 112

⁷⁰ Siehe Doron Swade, The Difference Engine. Charles Babbage and the Quest to Build the First Computer, New York 2001, 170

⁷¹ Charles Babbage, Notizbücher, Science Museum Library, London, Bd. 2 (Mikrofiche D3, 3/5)

⁷² Henry Thomas Colebrooke, On Presenting the Gold Medal of the

- eine pikante Inversion des Begriffs. Zentral für die Verschränkung von Manufaktur und "denkender", also computierender Rechenmaschinen der Begriff *intelligence*:

The word refers both to signals received from without and to the capacity to register and interpret these signals. In early nineteenth-century Britain the word *intelligence* simultaneously embodied the growing system of social surveillance and the emerging mechanisation of natural philosophies of mind.⁷³

Und Babbage höchstselbst, 1838: "In substituting mechanism for the performance of operations hitherto executed by intellectual labour, <...> the analogy between these acts and the operations of the mind almost forced upon me the figurative employment of the same terms" <zitiert ebd., 207>. Auch Karsakov schreibt 1832 im Entwurf seiner Maschine von "opérations mécaniques de l'intelligence", nur daß im Französischen der moderne Nebensinn dieses Begriffs - nämlich militärische Aufklärung - fortfällt.

Babbages Maschine gehört zum industriellen, noch nicht zum post-industriellen Zeitalter der Information, denn sie sollte mit Dampf betrieben werden. Dem widmet sich ein ganzer Roman: *The Difference Engine* von niemand anderen als William Gibson (dem Autor des Cyberkultromans *Neuromancer*) und Bruce Sterling, dem Regisseur des medienarchäologischen "dead media project".⁷⁴

Dagegen hat Norbert Wiener bekanntlich die Einsicht gesetzt, die das 20. Jahrhundert von der Epoche der Industrie trennt: Information ungleich Materie und Energie, und in informationsverarbeitenden Maschinen läuft zwar selbstredend noch Energieverbrauch ab, der aber bleibt unterhalb der Schwelle, wo er auf die Prozesse eingreift (von der entropischen Überhitzung unserer Hochleistungsprozessoren einmal abgesehen, abgesehen auch von den ständig zu klimatisierenden Räumen, in denen der hochstörungsanfällige Röhrenrechner ENIAC einst lief).

Noch einmal: Medien unter hochtechnischen Bedingungen meint Maschine *plus* Logik. Babbage erfindet dementsprechend nicht nur einen materialen Mechanismus, sondern analog dazu ein Zeichensystem, um seine Maschine auf Papier stattfinden, und damit ihre Operativität tatsächlich nachvollziehen zu lassen: seine "Mechanische Notation"⁷⁵. Hier *ist* diese Notation die

Astronomical Society to Charles Babbage, in: *Memoirs of the Astronomical Society I* (1825), 509f

⁷³ Simon Schaffer, Babbage's Intelligence. Calculating Engines and the Factory System, in: *Critical Inquiry* 21 (Autumn 1994), 203-227 (204)

⁷⁴ William Gibson / Bruce Sterling, *The Difference Engine*, London (Gollancz) 1990

⁷⁵ Charles Babbage, *Pasagen aus einem Philosophenleben*, Berlin

Maschine, eine Papiermaschine im wahrsten Wortsinn, eine auf medienarchäologischer Ebene symbolische Maschine: "the symbolic level, on which the information is represented in terms of symbols that can be manipulated without taking into account their meaning."⁷⁶

Soweit beschreibt es (wie schon beschrieben) auch Karsakov: "L'homme pense et ses actions sont machinales"; Sprache und Schrift "ne sont que des opérations mécaniques de l'intelligence" <Karsakov 1832: 1>. Doch was Karsakovs Maschine vom künftigen "general-purpose computer" unterscheidet, ist genau die Differenz, die zeitgleich Charles Babbages "Difference Engine" von der "Analytical Engine" unterscheidet:

The idea of a stored program, i. e. of a computer's activity being controlled by a program stored in its internal memory, along with the numerical quantities entering into the computation. At first great advantage was taken of the consequent ability of a program to read and modify itself during the course of a computation" <Randell 1975, Einleitung zu Kap. VIII>.

Es vollzieht sich also ein anderes Zeitverhalten; non-lineare Rückkopplung wird möglich *innerhalb* eines zeitkritischen Fensters, das (von Menschen) noch als Gegenwart empfunden wird (auch wenn die Rechenoperationen an und für sich weiterhin strikt linear ablaufen, ein Bit nach dem anderen, festgeschrieben in der von-Neumann-Architektur des Computers).

Der Mechanisierung von Mathematik als Abstraktion der Rechenmaschine dient ein Gedanke in Babbages Notizbüchern "of making an engine work out *algebraic* developments"; Algebra ersetzt abgezählte konkrete Mengen durch abstrakte Variablen. Zeitgleich heißt das damals erfolgreichste Modell einer Rechenmaschine (von Thomas in Frankreich) noch *Arithmomètre*, das heißt: sie rechnet mit nichts als Zahlen.

I mean without any reference to the value of the letters. My notion is that as the cards (Jacquards) of the Calc. enginge direct a series of operations and then recommence with the first so it might perhaps be possible to cause the same cards to punch others equivalent to any given number of repetitions. But there hole [their holes?] might perhaps be small pieces of formulae previously made by the first cards. <Babbage zitiert ebd.>

Medienarchäologie vergißt nie, daß sich auch mathematische Operationen immer in Materialitäten abspielen, mithin also in Hardware oder reale Körper implementiert werden müssen, um wirkungsmächtig zu sein - wo sonst etwa begänne Musik im Unterschied zur universalen Akustik, oder das Bild im Unterschied zu reinen Funktionen von x- und y-Koordinaten. Der Begründer der modernen symbolischen Logik, George Boole, hat es in *An investigation of the laws of thought* 1854 einleitend so beschrieben: „Our views of the science of Logic must

(Kadmos) 1997, Kapitel "Über die Mechanische Notation", 100

⁷⁶ Siehe P. Gärdenfors, *Conceptual Spaces*, Cambridge, Mass. (MIT Press) 1999

materially influence, perhaps mainly determine, our opinions upon the nature of the intellectual faculties."⁷⁷ Und Konrad Zuse schreibt später höchstselbst: "Die Relaismaschine war gewissermaßen von vornherein materialisierte Logik" <zitiert in Kaufmann 1974: 171>.

Im Kontext des sonstigen Gebrauchs des Aderverbs *material* bei Boole ist klar, daß diese logifizierten „intellectual faculties“ nur noch darauf warteten, maschinell implementiert zu werden – wie es kurz zuvor Semen Karsakov in St. Petersburg 1832 mit dem Design einer lochkartengesteuerten *Machine à calculer des idées* skizziert hatte. Damit tritt Medientheorie der Behauptung entgegen, Theorien hätten keine physische Realität. Auch das scheinbar Immaterielle der flüchtigen, zeitbasierten Musik war seit Erfindung des mechanischen Klaviers massenhaft und in jeder Form reproduzierbar (und damit genuin mediatisiert) geworden – gesteuert von einem Lochstreifen aus Papier, dem das Einspiel eines professionellen Pianisten eingestanzte war, wiedergegeben über eine pneumatisch gesteuerte Mechanik.

Im Begriff der physischen Realisierbarkeit liegt virtuell schon die Mechanisierung als Spur angelegt.⁷⁸ Oder anders – und noch einmal mit Novalis – formuliert: „Die Theorie der Theorie ist Eins mit der Theorie der Praxis. Sie wird nur umgekehrt.“⁷⁹ Damit sind wir beim Computer.

Entscheidend aber ist, daß für Boole – wie später für die Nachrichtentheorie Claude Shannons – nicht die Semantik, sondern die Verknüpfung der Symbole buchstäblich *zählt* und damit rechenbar wird. Damit sind wir wieder beim Begriff der Theorie, wie sie Novalis in seinen Fichte-Studien formulierte: „Nie wird eine Theorie bestimmen können, ob Tugend oder Laster preferabler ist – sie kann nur ordnen – Denkformen aufstellen“ <Novalis 1999: Bd. 2, 168, Nr. 496>.

Klaviaturen der Logik

Bei der Mechanisierung von Denken steht die syntaktische Funktion der Zeichen über der semantischen. Genau darin sieht G. W. F. Hegel eine Provokation, da er doch das Denken auf den Begriff und nicht auf die Maschine bringen möchte. Während Babbage bereits an seiner nicht mehr nur arithmetischen,

⁷⁷ New York (Dover) 1854, Kapitel I (Nature and Design of this Work), 1-23 (22)

⁷⁸ Vgl. Samuel Weber, über die Medientheorie Walter Benjamins, in: xxx

⁷⁹ Novalis, Werke, Tagebücher und Briefe Friedrich von Hardenbergs, hg. v. Hans-Joachim Mähl / Richard Samuel, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1999, Bd. II, Fichte-Studien, 55, Nr. 94

sondern geradezu speicherprogrammierbaren *Analytical Engine* experimentiert, und Karsakov seine begriffsvergleichende Maschine skizziert, schreibt Hegel in seiner *Logik*:

Weil das Rechnen ein so sehr äußerliches und somit mechanisches Geschäft ist, haben sich Maschinen verfertigen lassen, welche die arithmetischen Operation aufs vollmtenste vollführen. Wenn man über die Natur des Rechnen nur diesen Umstand kennte, so läge darin die Entscheidung, was es mit dem Einfalle für eine Bewandtnis hatte, das Rechnen zum Hauptbildungsmittel des Geistes zu machen und ihn auf die Folter, sich zur Maschine zu vervollkommen, zu legen.⁸⁰

Vermag manuelle wie mechanische Kalkulation alle Logik auf wahr/falsch-Entscheidungen zu reduzieren? Eine knappe Generation nach Hegels Tod veröffentlicht ein englischer Mathematiker und Physiker seinen Versuch, Logik originär mathematisch zu mechanisieren.⁸¹ Mit seinen Wahrheitstabellen und der Kombination von Eingangswerten legt George Boole die Grundlage für Claude Shannons spätere elektrotechnische Schaltungslogik, die nur zwei Zustände kennt und damit eindeutige Wahrheitswerte zu verkörpern vermag, gerade weil sie aussagenlogisch, nicht semantisch operiert.

William Stanley Jevons verfaßt nicht nur 1875 eine Schrift über *Money and the Mechanism of Exchanges*, über Gold-Deckung von Papiergeld, sondern entwirft auch die Klaviatur für ein "logisches Piano"⁸². Der Begriff Klavier (aus lat. "clavis" = Schlüssel) benennt sowohl das Tonsystem wie die Instrumente, auf denen Tonsysteme darstellbar sind, hier in der Tradition des antiken Begriffs *organon* (bei Aristoteles). Ursprünglichen waren auf den Tasten (*claves*) einmal Buchstaben aufgemalt.

Jevons' Aufsatz 1869/70 "On the mechanical performance of Logical Performance" zeigt in der technischen Zeichnung als Mensch-Maschine-Interface für die logischen Operationen die Tastatureingabe, später verfeinert zum gelochten Kartonstreifen als Informationsträger. An der mechanischen Abtastung für Logik schreibt die entwickelte Kompetenz historischer Musikautomaten mit.

<Abb. "The Logical Machine", vor dem Titelblatt von: W. Stanley Jevons, *The Principles of Science. A treatise on Logic and Scientific Method*, 3rd ed. London (Macmillan) 1879; ferner Burks / Burks 1989: 336 Abb. 20 u. 338 Abb. 22>

⁸⁰ G. W. F. Hegel, *Wissenschaft der Logik*, hg. Georg Lasson, Hamburg 1963, Bd. I, 212. Dazu Friedrich Kittler, *Die Nacht der Substanz*, Bern (Benteli) 1989, 29f

⁸¹ George Boole, *The Laws of Thought, on which are founded the mathematical theories of logic and probabilities* [1854], Nachdruck New York (Dover) 1958

⁸² W. Stanley Jevons, *On the Mechanical Performance of Logical Inference*, in: *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, Bd. 160 (1870), 497-518. Zu Jevons siehe Trogemann u. a. (Hg.), *Computing in Russia*, 51f

Die von 21 Tasten gesteuerte logische Maschine von Jevons ist eine syllogistische Maschine, "involving the logic of classes <...>. But it is simpler to view them as truth-table machines, calculating the values of truth functions."⁸³ Doch von der Booleschen Logik zu ihrer Implementierung als Computer ist es noch ein großer Schritt. Dazwischen steht der Lerncomputer *Logikus* der Firma Kosmos, an den Rüdiger Ganslandt in Kapitel VIII von "Das Hardwaremuseum" erinnerte.⁸⁴ Sein Argument: Gerade weil er Mathematik in der Schule nicht verstand, hat ihn die Deligierbarkeit des Rechnens als Akt der Formalisierung, der exteriorisierten Logik (nicht des Verstehens) an Maschinen fasziniert. Eine Schalter-Stellung des *Logicus* ergibt in Verbindung mit gesteckten Drahtleitungen flugs eine UND-Verbindung. Glühlampen leuchten auf, als sei es ein Morse-Code. Ganslandt aber setzt den Computer am Ende ganz anders ein: um "ein Programm aufzubauen, das nach Eingabe der Endungssilben lateinische Verbformen bestimmen konnte" <ebd.>. Wie auch der Nachbau von Karsakovs Maschine von 1832 als Bar-Mixer diverser Ingredienzen es nachwies, handelt es sich um eine bedingt universal einsetzbare Maschine.

Im Anschluß daran der medienarchäologische Rückverweis auf Zuses Z1 von 1941: Ein Computer, der digital, aber nicht elektronisch operierte; auf der Basis klappernder Relais wurde die Zuse Z1 von Hand gekurbelt. Auch das wäre eine medienarchäologische Situation: die Konfrontation einer künftigen Welt mit unserer Epoche als einer, die zu programmieren verstand. Wenn die spezifischen Hardware-Bedingungen vergangen sein werden, kann das Programmieren von den Archäologen der Zukunft nur noch modellhaft nach-gedacht werden, buchstäblich auf Papier. Nehmen wir diesen Blick jetzt schon ein, also mit medienarchäologischer Distanz. Wird dieser Blick damit selbst zur symbolischen Maschine, die imstande wäre, das Programmieren selbst zu simulieren, ohne es zu verstehen?

Noch k/ein Computer: Die Turing-Maschine

Um hier mit der lateinischen Wortbedeutung zu spielen: *Denkt* der Computer, wenn er rechnet, d. h. eine zielgerichtete Sequenz von Symbolen abarbeitet? "Aber wenn die Maschine nicht denkt, dann ist es klar, dass wir selbst auch nicht denken in dem Moment, in dem wir eine Operation ausführen. Wir folgen exakt denselben Mechanismen wie die Maschine", schreibt Jacques Lacan, der hier seinerseits exakt Turings Begriff der

⁸³ Alice R. Burks / Arthur W. Burks, *The First Electronic Computer. The Atanasoff Story*, Ann Arbor (Univeristy of Michigan Press) 1989, 337

⁸⁴ Rüdiger Ganslandt, *Der Spaghettiprozessor. Der Kosmos Logikus*, in: *Die Zeit* v. 10. November 1995

mathematisch-logischen Maschine folgt.⁸⁵ Ein Mensch, ausgestattet mit Papier, Bleistift und Radiergumme sowie striker Disziplin unterworfen, ist in der Tat eine Universalmaschine. Eine derartige Kombination eines Menschen mit geschriebenen Instruktionen wird 'Papiermaschine' genannt."⁸⁶ Ernst Cassirer zufolge zeichnet sich menschliche Intuition durch Symbolgebrauch aus. Kopfrechnend werden wir selbst zur Funktion einer formalen Prozedur: eine symbolische Maschine, unerzählbar. Programmierung ist in der Turing-Maschine reduziert auf simple Regeln. War Turings links-rechts-Schreibschwäche eine physiologische Bedingung dafür, daß er die möglichen Bewegungen des Lese-/Schreibkopfs gleichrangig nach links und rechts konzipierte, und nicht wie in der vertrauten Schreibmaschine ein lineares Farbband von links nach rechts passieren ließ (Linearität für Linkshänder)? Das Speicherband der Turing-Maschine markiert die Differenz zwischen aktual-unendlich und potentiell-unendlich. Turing denkt als Mathematiker, nicht als Ingenieur; von daher schreibt er leichtfertig vom "unendlichen" Band. Nur eingeschränkt läßt sich die Turing-Maschine daher als Tonband veranschaulichen wie im *Schüler-Duden Informatik*.

Turings Text steht in einem diskursiven Feld, das auf alles andere als den Computer zielte. Er hat eine Antwortstruktur, also eine bestimmte Funktionalität gegenüber dem von David Hilbert gestellten *Entscheidungsproblem*. Berechenbar ist, was sich auf einen Algorithmus zurückführen läßt. Dies, nicht mehr und nicht weniger, ist mechanisierbar. Das Halte- und Entscheidungsproblem verunmöglicht den Wunsch nach einer Maschine, die gewissermassen in Umkehrung der Informatik fertige Programme zu beliebigen Sachverhalten auswirft, also den Code zu Maschinen. Zwar vermag man genau zu spezifizieren, worauf man hinausmöchte, und kann zeigen, daß es die gesuchte Maschine geben muß; mit dem Cantor-Diagonalverfahren findet sich sogar eine Methode, sämtliche Kandidaten dafür zu ermitteln. Am Ende aber kann man nachweisbar keine Maschine finden, die den Sieger unter diesen Kandidaten ausfindig macht.⁸⁷

Shannon weist später nach, daß jede Turing-Maschine durch ein Alphabet ersetzt werden kann, das nur mit zwei Zuständen

⁸⁵ 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 (415)

⁸⁶ Alan Turing, *Intelligent Machinery. A Heretical Theory* [1959]. Siehe ders., *Computing Machinery and Intelligence*, in: *Mind* 59 (1950); deutsche Übersetzung in: Bernhard Dotzler / Friedrich Kittler (Hg.), *A. M. Turing. Intelligence Service. Schriften*, Berlin 1987

⁸⁷ E-mail von Manuel Bonik, 9. Juni 2004. Dazu Oswald Wiener / Manuel Bonik / xxx, *Elementare Einführung xxx*, xxx

arbeitet. Shannon denkt ingenieurmäßiger, hardwarebezogen, von der tatsächlich elektromechanisch realisierbaren Schaltlogik aus, daher binär. Turing ist nicht primär an Binarität interessiert. Vor allen Alphabeten aber liegt die Unterscheidung über Eintrag / Nicht-Eintrag.

Nicht einmal Bleistift und Papier: Die Turing-Maschine kann auch im Kopf gebaut und betrieben werden, bedarf aber auch dort einer imaginären Papier-Maschinerie als Speichermedium für Zwischendaten. Sie ist daher niemals wirklich abstrakt, aber tatsächlich in der Zeit: Es gibt einen Takt, der bestimmt, daß die Maschine in einem bestimmten Zustand ist. Ein Quarz im tatsächlichen Computer gibt den Takt für An/Aus-Operationen vor, meint aber nicht "Zeit" im ephantischen Sinne. Die Turing-Maschine bleibt (im Unterschied zur tatsächliche von-Neumann-Architektur des Computers) zeitunkritisch; das Diagramm von Manovich zeigt unter dem Titel "clock" nur den Zustand an.

<Abb. Zeichnung der Turing-Maschine nach Manovich>

Die Differenz der Turing-Maschine zu früheren Maschinen liegt darin, daß sie zu einer echten Rekursion fähig ist, vergleichbar dem Unterschied zwischen Babbages Difference Engine und seiner geplanten Analytical Engine. Tabellen auf Papier haben keine Rekursion. Rückkoppelbare Operationen sind als reale zeitkritisch; auf Papier aber spielt Zeit keine entscheidende Rolle. Noch einmal: Welche Differenz macht die tatsächlich gebaute Maschine gegenüber der Blaupause? Und welche Differenz macht die Emulation im Unterschied zum reinen Diagramm? Erst als tatsächlich gebaute ist die Turing-Maschine ein *Think-Thing*: "Think - wir bestehen auf die beiden unterschiedlichen Konsonanten - Thing ist auch bereit; mal sehen, was die Hardware <...> sagt."⁸⁸

Medienarchäologie als Techno-Mathematik

Der Röntgenblick in der medizinischen Diagnostik⁸⁹ ist eine Eskalation jenes technischen Sehens, das mit dem Mikroskop einerseits und Galileis Fernrohr andererseits begonnen hat, ungesehene Welten sichtbar zu machen. Mikroskop, das nicht mehr auf optischen, sondern elektronischen Linsen beruht, vermag Beobachtungen bis zur halben Wellenlänge des Lichts selbst auf Molekülebene anzustellen. Die eigentliche Botschaft dieser in Bilder umgerechneten Einsichten lautet digitaltechnische Mathematik. *Radiosity* ist ein

⁸⁸ E-mail Manuel Bonik vom 18. Juni 2004

⁸⁹ Dazu Monika Dommann, „Das Röntgen-Sehen muss im Schweisse der Beobachtung gelernt werden“. Zur Semiotik von Schattenbildern, in: *Traverse* 3/1999, 114-129

algorithmisches Verfahren, diffuse Lichteffekte im virtuellen Raum zu simulieren; *ray-tracing* hingegen errechnet punktgenau die virtuellen Reflexionen von Lichtstrahlen auf wiederum gerechneten Oberflächen (Spiegel etwa).⁹⁰ Analog dazu meint *ray-casting* die Simulation von Raumakustik, nicht nur für dynamische Computerspiele, sondern auch zur medienarchäologischen Auralisation vergangener Räume je nach Hörstandpunkt, durch Parametrisierung akustischer Raumhindernisse und orientiert an psycho-akustischen Verhaltensmerkmalen. In solchen Darstellungsverfahren werden die Punkte einer Kurve oder Fläche als Funktion einer oder mehrerer Variablen (der Parameter) durchlaufen."⁹¹

Nachdem Maxwell und Hertz die ihrerzeit schockierende Entdeckung gemacht hatten, daß optische und elektromagnetische Medien auf dieser gemeinsamen Basis beruhen, war die Berechnung solcher Effekte eine weitgehende Modellierung solcher Medienereignisse; es hört auf, reine Simulation zu sein, wenn der Quantencomputer dies mit der *physis* selbst rechnet, ein technisches Er/kennen der Natur - Medientheorie in ihrer Vollendung.⁹²

In Altgriechenland bildete sich in Unteritalien eine andere Wissenschaft, "deren Inhalt fundamental von der *hístoía* verschieden war, und deren Bezeichnung '*tà mathémata*' auch sprachlich anderes Gepräge trug" <Snell 1924: 71> - weshalb die Vergangenheit aktueller, d. h. technisch-mathematischer Medien, zwar in ihnen aufgehoben, nicht aber verlustlos als Medienhistorie geschrieben werden kann. „Als empirische Wissenschaft konnte auch die *historía* keine absolute Gewißheit bringen, die lag allein im Mathematischen" <Snell 1924: 96>. Beides umfaßt der Begriff der *epistéme* bei Platon.⁹³ Mathematik macht dem Menschen Phänomene meßbar "und scheint eine besondere Begabung des menschlichen Geistes zu sein, um das, was ihm durch den Mangel seiner Sinne und die Kürze seines Lebens verloren geht, zu ersetzen", wird Joseph Fourier später notieren.⁹⁴ Gekoppelt an technische Apparaturen wird diese Mathematik selbst operativ und aus *theoría* Medientheorie nach eigenem Recht. Dahinter lauert eine Vermutung, die seitdem unentschieden zwischen Einsicht und

⁹⁰ Siehe Friedrich Kittler, Computergraphik. Eine halbtechnische Einführung (Vortrag Basel, Juni 1998); Internet-Version: <http://www2.rz.hu-berlin.de/inside/aesthetics/los49/aktuell.htm>

⁹¹ <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Parameterdarstellung&oldid=143372801>; Abruf 8. März 2016

⁹² Siehe Martin Aigner / Ehrhard Behrends (Hg.), Alles Mathematik. Von Pythagoras zum CD-Player, 2. erw. Aufl. Braunschweig / Viewbaden (Vieweg) 2002; darin: Heinz-Otto Peitgen u. a., Bildverarbeitung und Visualisierung für die Operationsplanung am Beispiel der Leberchirurgie, 31-44

⁹³ Siehe auch Istvan Szabo, <Deiknymi>, in: Maya xxx

⁹⁴ Joseph de Fourier, Analytische Theorie der Wärme, übers. v. B. Weinstein, Berlin (Julius Springer) 1884, 9f

Metaphysik pendelt: Ist *physis* mathematisch verfaßt, oder ist Mathematik nur das bestmögliche Modell ihrer Beschreibung bzw. Berechnung? Sobald Fourier einen eigentümlichen "Zusammenhang zwischen den Naturerscheinungen und der so abstracten Zahlentheorie" auffällt, da "Temperaturen der einzelnen Punkte im statinären Zustand genau so ein System wie eine Logarithmentafel" bilden, steht die mathematische Analyse "notwendig in greifbaren Beziehungen zu den Naturerscheinungen. Ihr Inhalt ist keineswegs durch die Intelligenz des Menschen geschaffen, sie bildet ein prä-existierendes Element des Universums" <ebd.> - die Spur von Pythagoras' *harmonía*, die Frage von Leibniz nach einer prästabilen Harmonie, das Reich der Quantenphysik, "rechnender Raum" (Konrad Zuse). Es waren die logarithmische Natur von Zahlenfolgen im Geschichtsunterricht, die Heinz von Förster - seiner Erinnerung nach - zur Entwicklung einer Quantentheorie des Gedächtnisses führte; logarithmisch ist auch der Verlauf der Eskalation technologischer Medien zur Jetztzeit. Fourier aber stößt auf die ihn selbst überraschende Erkenntnis nicht in ideen- oder wissensgeschichtlicher Kontinuität seit der Antike, sondern aus einem ganz anders gearteten Forschungsraum heraus, als Neu(er)findung.⁹⁵

Mit der Mechanisierung von Mathematik erhält die Möglichkeit menschlichen Wissens eine mediale Konkurrenz. Während nämlich die Maschine infinitesimal schnell weiterrechnet, weiß sie etwas, was die Auffassungsgabe von Menschen am Rande ihrer Kapazität nicht mehr nachzuvollziehen vermag. Waren Rechenprozesse in Computern auf der Basis träger elektro-mechanischer Teile (Relais) noch mit bloßem Auge und solche auch der Basis der Elektronenröhre zumindest noch im (wenn audifiziert) hörbaren Taktbereich (bis ca. 20000 Hertz), läuft der Rechner spätestens mit dem Transistor und endgültig auf Mikrochipbasis den menschlichen Sinnen davon. Während ein hochleistungsfähiger Computer Eintausend Millionen Schritte pro Sekunde zu vollziehen vermag, würde es für einen menschlichen Rechner 32 Mannjahre bedürfen, diese Datenkette lesend nachzuvollziehen.⁹⁶

So geschieht ein Wissen (in) der *black box*, in der auch *Schrödingers Katze* haust. Die digitale Zeichnung etwa ist "wissend", i. U. zum analogen Graphen, der trivial nur umsetzt, was Physik und Mechanik ihr gebieten; *Computer Aided Architecture* weiß darum (⁹⁷) - wie Vannevar Bushs *Differential Analyzer*. Und auch die Turing-Maschine "muß `wissen', wann sie

⁹⁵ Diese Frage diskutiert Martin Donner, Medienepistemologische Konsequenzen der Fourier-Analyse (Humboldt-Universität zu Berlin, Seminar für Medienwissenschaft, Hausarbeit 2006); *online* unter xxx

⁹⁶ Die Konsequenzen für VR-Graphiken diskutiert Oliver Grau, *Virtual Art. From illusion to immersion*, Cambridge, Mass. / London (M. I. T. Press) 2003, 170

⁹⁷ Ein Hinweis von Caspar Borkowsky, Berlin

eine einmalige Kopie des zweiten Faktors vollständig durchgeführt hat"⁹⁸ - ein Wissen, das programmiert wurde.

Die Differenz zwischen einer abstrakten Turing-Maschine und der technisch realisierten von-Neumann-Architektur des Computers ist eine technische, ganz wie die implementierte Logik Booles erst als Schaltalgebra Shannons wirklich rechenwirksam wurde. Technomathematische Apparaturen sind zeitkritische Formen der Materialisierung von Theorie. Für die Turing-Maschine gilt, daß sie allein in reale physikalische Welt umgesetzt operativ werden kann - sei es ansatzweise neuronal, sei es mit Bleistift und Radiergummi auf Papier, oder eben mit Rücksicht auf ihre aktiven und passiven Bauteile im elektronischen Computer. Im theoretischen Vorgriff darauf entwickelte Charles Babbage eine symbolische Notation, die das Funktionieren seines Rechners diesseits seiner mechanischen Grenzen zu testen erlaubte. Welt heißt Zeit, und die strikt sequentielle Taktung der Datenverarbeitung im speicherprogrammierbaren Computer zollt dem technischen Stand jener Jahre Tribut - den Eigenarten der Elektronenröhre. Das Eine ist es, die Elektronenröhre als Kippschaltung symbolisch zu notieren; das Andere ist ihre Simulation als technisches Ding.

Die binäre Rechenmaschine erlangte erst nach der Entwicklung ihrer Theorie medienkulturellen Einfluß. "Weshalb diese Umkehrung der historischen Reihenfolge?"⁹⁹ In der Tat: erst kam Turings theoretischer Entwurf von 1936 "On Computable Numbers" als mathematisches Traktat, dann der real gebaute Computer Colossus. „Was bot die Maschine, das die Theorie nicht bieten konnte?“ <ebd.>. Die Antwort: eine Emanzipation der Werkzeuge. Der Computer als theoretischer ist eine symbolverarbeitende Maschine. In realer Physik verwirklicht, ist er hochverdichtete Elektronik.

Die altgriechische Antike nannte die technische Synthese von Physik und Logik ausdrücklich *mechaniké téchne*.¹⁰⁰ Hier sind wir bei einem Begriff der Maschine angelangt, wie ihn G. W. F. Hegel in seinen *Jenaer Systementwürfen* ausdrücklich als die „abstrakte äußere Tätigkeit“ in Raum und Zeit definiert hat <zitiert ebd., 12>. „Some of the best ideas about the theory of machines are really inherently mathematical - or are about mathematics itself.“¹⁰¹ Sehr nahe daran denkt Hegel die

⁹⁸ Oswald Wiener / Manuel Bonik / Robert Hödicke, Eine elementare Einführung in die Theorie der Turing-Maschine, Wien / New York (Springer) 1998, 28

⁹⁹ Douwe Draaisma, Die Metaphernmaschine. Eine Geschichte des Gedächtnisses, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1999, 165

¹⁰⁰ Siehe Renate Wahsner, „An seinen Werkzeugen besitzt der Mensch die Macht über die äußere Natur ...“. Hegels Rezeption des *téchne*-Begriffs in seiner Logik, Preprint 131 des Max-Planck-Instituts für Wissenschaftsgeschichte, Berlin, 17

¹⁰¹ Marvin L. Minsky, Computation. Finite and Infinite Machines,

Maschine: "Die Abstraktion des Produciens macht das Arbeiten ferner immer mehr *mechanisch* und damit am Ende fähig, daß der Mensch davon wegtreten und an seine Stelle die *Maschine* eintreten lassen kann."¹⁰²

Die techno-logische Einsichtigkeit des Mechanismus von Antikythera

Geisteswissenschaftliche Hermeneutik unterscheidet sich nach der Verstehens-Definition Diltheys von den Naturwissenschaften durch die fehlende Möglichkeit der experimentellen Verifizierung. Es gibt aber kultur- und medientechnische Verhältnisse, die den gleichursprüngliche Nachvollzug ermöglichen. Kann zeitverschoben etwas addiert werden? Das Prinzip des Rechenschiebers (als Analogrechner), gestreckt in die Zeit. Nachträgliche Lektüre ist eine zeitversetzte Rückkopplung. Im Unterschied zum kybernetischen oder elektronischen Feedback ist diese Rückkopplung gerade nicht bloß durch Zeitverzug, sondern ausgesetzte Zeit gekennzeichnet.

Kulturtechnische Symboloperationen wie Geometrie, Mathematik und malerische Perspektive sind nicht nur vormoderne Vorläufer genuiner Medientechnik, sondern kehren ausgerechnet als in Maschinen implementierte Symboloperationen namens Computerwelten wieder ein. Nehmen wir die kulturtechnische Funktion der Buchstaben als Beispiel. Buchstaben sind zwar im Laufe der Zeit auf höchst verschiedene Weises fabriziert worden: "Solche Frage zu stellen, das ist die gewöhnliche Funktion der Historie."¹⁰³ Buchstaben können damit religionwissenschaftlich oder ethnologisch in spezifische kultursymbolische Diskurse eingebettet werden; radikal medienarchäologisch auf das Prinzipielle, das metahistorisch Wesentliche reduziert aber werden Buchstaben zunächst als informationstragende Signale entziffert.

So unterscheidet sich die (zumindest makro-)physikalische Zeit materieller archäologischer Artefakte in ihrer Irreversibilität von der symbolischen Zeitordnung als historiographische Operation im Namen von Geschichte.

Kommunikation *mit* (und *aus*) der Antike ist aus

Englewood Cliffs, N. J. (Prentice-Hall) 19xxx, 3

¹⁰² Georg Wilhelm Friedrich Hegel, Grundlinien der Philosophie des Rechts, in: Sämtliche Werke, hg. v. Hermann Glockner, Bd. 7, Stuttgart - Bad Cannstatt 1964, § 198, 277f

¹⁰³ Mitschrift der Vorlesung *Die Liebe und der Signifikant* von Jacques Lacan (1973), in: ders., *Encore. Das Seminar Buch XX*, hg. v. Norbert Haas, Hans-Joachim Metzger, Berlin (Quadrige) 1991, 43-55 [Hier zitiert nach: Bettina Mathes, *Under Cover. Das Geschlecht in den Medien*, Bielefeld (transcript) 2006, 26]

medienarchäologischer Sicht nicht auf Mensch-zu-Mensch-Verständigung reduziert. Aus nachrichtentechnischer Sicht vermögen auch antike Maschinen mit unserer Gegenwart zu kommunizieren - d. h. materielle Konfigurationen, nicht einem diffusen Verständnis von beständigem Medien-Werden unterliegen, sondern technologisch fest gekoppelt sein müssen ("metastabil"), um Ereignisse zeitigen zu können. Dazu bedarf es eines kybernetischen, transhumanistischen Begriffs der Kommunikation, "die nicht an eine Person, sondern an eine Maschine gerichtet" ist.¹⁰⁴

Schauen wir als Fall einer gelungenen Dechiffrierung eines nicht-schriftlichen Zeichensystems aus der Antike den sogenannten Mechanismus von Antikythera.

Der sogenannte Mechanismus von Antikythera, der offenbar der Vorausberechnung astronomischer Verhältnisse galt, wurde (vor-)schnell als antiker Computer bezeichnet. Wahr daran ist, daß er einen Analogcomputer darstellt. Der Fund ist in archäologischer Hinsicht etwas, das schon halb der Entropie verfallen war, als korrodierter Eisenklumpen. Es gelang, diese Masse wieder in einzelne Zahnräder zu unterscheiden. Erstaunen erregte der Fund, weil er aus der Zeit zu fallen schien: ein feinmechanisches Rechenggerät, wie es der Antike nicht zugetraut wurde und erst aus den Kunst- und Wunderkammern der Renaissance und des Barock vertraut war:

"Der Fund des Mechanismus von Antikythera war insofern überraschend, als ein technisch so anspruchsvolles Gerät wie dieses und die in ihm enthaltene Technik und Herstellungsweise bisher aus Zeit der Antike nicht bekannt war."¹⁰⁵

Dies war hochinformativ im Sinne einer Kommunikationstheorie, die nachrichtentechnisch definiert wird - also in Begriffen der mittleren Entropie von Wahrscheinlichkeiten. Der Mechanismus von Antikythera kommuniziert eine unerwartete Nachricht aus der Antike, für die bislang die Existenz komplexer Zahnrad-Apparaturen nicht denkbar schien, denn "die ursprünglich nur als philosophische Tätigkeit gedeutete griechische Wissenschaft hatte sich zwar auf die erfolgreich betriebenen Zweige Mathematik und Physik - hier vor allem die Astronomie - ausgedehnt", nicht jedoch in wirklich experimentellen und technischen Verfahren resultiert. Erst die Wiederentdeckung altgriechischen Wissens in der Renaissance resultiert - gelesen mit einer anderen Epistemologie - in Apparate und Verfahren, welche als frühe Neuzeit eine wirklich technomathematische Kultur begründen - etwa die der Rechenmaschinen. Unversehens schien nach der Entdeckung des

¹⁰⁴ Vgl. Norbert Wiener, Mensch und Menschenmaschine. Kybernetik und Gesellschaft, 3. unv. Aufl. 1966 Frankfurt/M. u. Bonn (Athenäum), 106 f.

¹⁰⁵ http://de.wikipedia.org/wiki/Mechanismus_von_Antikythera;
Abruf 9. September 2014

Mechanismus von Antikythera diese neuzeitliche Technologie in hellenistischen Werkzeugen zu wurzeln¹⁰⁶ - aber nicht im historischen, sondern logischen Sinne als Gleichursprünglichkeit. Ein Anachronismus also - im gegenständlichen wie im geschichtstheoretischen Sinn. Denn es ist gerade die hier mechanisch und zugleich mit Symbolen markierte mathematische Logik einer zeiterrechnenden Maschine (gekoppelt an die Astronomie), welche zeitübergreifend wirkt.

Rasch wurde der Mechanismus gar als *Computer avant la lettre* gedeutet. Doch den Untersuchungen durch Derek de Solla Price zufolge¹⁰⁷ handelt es sich beim Mechanismus von Antikythera recht eigentlich um einen Analogcomputer beziehungsweise schlicht um eine "analog wirkende Rechenmaschine", also eine triviale, aber nicht programmierbare Maschine, denn es werden lediglich feste Beziehungen zwischen mehreren zeitlich periodisch veränderlichen Größen der Astronomie dargestellt. "Zu einem für einen Zeitpunkt vorgegebenen Wert der einen Größe zeigt der Mechanismus automatisch den Wert der anderen Größen für diesen Zeitpunkt an."

Technische Medien fungieren im Sinne von Medienarchäologie als "historischer Hilfswissenschaft" selbst als aktive Archäologen solcher Artefakte.

Der Mechanismus von Antikythera wurde 1972 im Archäologischen Nationalmuseum in Athen mit Röntgen- und Gammastrahlen untersucht, um die Zahnradgetriebe im Inneren erkennen und beurteilen zu können.¹⁰⁸

Der Nachvollzug des Mechanismus gelang also nicht durch philologische Hermeneutik (es sei denn: der Dekodierung der auf den Rädern aufgetragenen Buchstabenwerte), sondern durch operative Modellierung: eine archäologische Methode, kein *re-enactment* im Sinne von Collingwood als mentale Operation des nachvollziehenden Menschen, sondern als Eigenlogik der apparativen Welt. Die Antike kommuniziert mit uns auch durch ihr verdinglichtes mathematisches Wissen; die mathematische Kommunikation aber ruft nach einer Archäologie der besonderen Art.

Der Heideggersche Hammer ist keine solche Technologie, nicht einmal eine Technik; dazu wird er erst als Bestandteil einer Maschine, wie in den Hammerwerken des späten Mittelalters, die prägend für den kinematischen Maschinenbegriff selbst wurden,

¹⁰⁶ Siehe Lucio Russo, *Die vergessene Revolution oder die Wiedergeburt antiken Wissens*. Springer, 2005, 156

¹⁰⁷ Derek de Solla Price: *Gears from the Greeks. The Antikythera Mechanism: A Calendar Computer from ca. 80 B. C.* Science History Publications, 1975

¹⁰⁸ Siehe Derek de Solla Price: *Gears from the Greeks. The Antikythera Mechanism: A Calendar Computer from ca. 80 B. C.*, Fig. 33: Sectional diagram of complete gearing system.

indem die energetische Drehung des Wasserrades in diskrete Schlagbewegung verwandelt wurde¹⁰⁹. Im Hammerklavier ist er Teil eines Medienverbunds, der Schwingungen ins Spiel bringt. Die Klaviatur, ihrerseits eine Mechanisierung des diskreten Vokalalphabets und ursprünglich entsprechend indiziert, ist ein mit Fingern betriebenes, also buchstäblich digitales Interface; vermittels der Klavierhämmer, die Teil eines Übertragungsprozesses sind, werden mit angeschlagenen Saiten akustische Schwingungen ausgelöst - eine veritable digital/analog-Wandlung.

Wieder zählt die Mikroanalyse des medienarchäologischen Moments. J.P. Fricke untersuchte die Hammerberührungsdauer beim Klavier und beim Flügel - ein zeitkritischer Moment kleinster Wahrnehmung, der nun noch mit Hilfe hochtechnischer Meßmedien bewußt nachvollzogen werden kann:

Er zeigte mit Hilfe von Hochgeschwindigkeitskameraaufnahmen, daß der Hammer die Klaviersaite weder örtlich noch zeitlich punktuell anregt, vielmehr daß er die Saite teilweise bis zu mehreren Schwingungsperioden berührt. Diese lange Berührungsdauer ist eine Voraussetzung für die komplexe Interaktion zwischen Hammer und Saite, wobei die nächstliegende Art der Interaktion ist, daß die Klaviersaite nicht nur zu Schwingungen angeregt wird, sondern daß die Schwingungen direkt im Anschluß an die Schwingungsanregung durch das lange Haftenbleiben des Hammers an der Saite wenigstens partiell wieder abdämpft werden. Eine genauere Beschreibung der Interaktion zwischen Klavierhammer und Saite setzt jedoch die Analyse der möglichen Interaktionen zwischen Saitenanreger und Saite voraus¹¹⁰

- der präzise medienarchäologische Moment des Übergangs von energetisch bewegter Materie zu Kodierung. Im Anschluß an solche Schwingungen, doch zugleich im Unterschied dazu (die nicht mehr mechanische Kraft-, sondern elektronisch kodierte Informationsübertragung).

Medienarchäologie der akustischen Kommunikation

Auch antike akustische Kommunikation, obgleich unwiederruflich verklungen, kann nachvollzogen werden selbst für Zeiten vor der Fixierung von Schall in der Phonographie.

Der Unterschied zwischen materiell überdauernder und symbolisch kodierter Überlieferung aus der Vergangenheit ist der zwischen Warentransport (und -lagerung) und Telegraphie. Im Sinne einer Nachrichtentheorie von alphabetisch kodierter

¹⁰⁹ Dazu Sandrina Khaled, xxx

¹¹⁰ Bram Gätjen, Was macht der Hammer des Hammerklaviers mit der Saite?

Akustische Untersuchungen zum Verwandtschaftsgrad von Cembalo, Hammerklavier und modernem Klavier, in: Wolfgang Auhagen, Bram Gätjen, Klaus Wolfgang Niemöller (Hg.), Systematische Musikwissenschaft. Festschrift Jobst Peter Fricke zum 65. Geburtstag, Köln 2003; hier zitiert nach der online-Version [www.uni-koeln.de/phil-fak/muwi/fricke/]

Tradition ist "das elementare Schema der Kommunikation [...] nicht mehr `A übermittelt etwas an B', sondern `A modifiziert eine Konfiguration, die A, B, C, D usw. gemeinsam ist'"¹¹¹ - Arbeit am und im Archiv als diskreter Raum der symbolischen Ordnung begriffen wird.

(Überlieferungs-)kanalgerechte Kodierung ist das kulturtechnische Verfahren der Kommunikation; die zeitliche Distanz wird durch intelligente Kodierung unterlaufen.¹¹² Übertragungskanäle sind *medium* im ausdrücklichen Sinne der Nachrichtentheorie der Kommunikation. "Ein Kanal transportiert Energie, ein Code übersetzt Information."¹¹³

Dies meint nicht primär die musikalische Philologie (Musiktheorie), sondern "music-related material finds, such as excavated and otherwise conserved *sound artefacts* <...>"¹¹⁴. Gleich dem Mechanismus von Antikythera zählt auch hier zum einen das materiale Äquivalent: "experimentally testing ancient playing techniques. In the case of original sound artefacts (or their replicas), their acoustic function and the basic acoustic characteristics of a once performed music can also be reproduced and analysed" - ganz im Sinne von Retro-Computing. Doch "[a]dditionally, acoustic spaces, such as architectural structures <...> are the subject of music archaeological studies" <ebd.>.

Ist die Antike verklungen? "Doch alle diese erwähnten Klänge erreichen uns nicht mehr."¹¹⁵ Lässt sich antike Musik nicht rekonstruieren? "Alles, was wir heute noch sammeln könnten,

¹¹¹ Pierre Lévy, Die Metapher des Hypertextes [1990], zitiert hier nach dem Auszug in: Claus Pias / Joseph Vogl / Lorenz Engell (Hg.), Kursbuch Medienkultur, Stuttgart (DVA) 1999, 525-528 (528). Zur Kritik an der Übertragungsmetapher im Namen der Nachrichtentheorie siehe Niklas Luhmann, Soziale Systeme, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1984, 193-197

¹¹² Dazu Roland Wenzelhuemer, "Less Than No Time". Zum Verhältnis von Telegrafie und Zeit, in: Geschichte und Gesellschaft 37 (2011), 592-613. Siehe auch Bernhard Siegert, Relais. Geschicke der Literatur als Epoche der Post, Berlin (Brinkmann & Bose) 1993, 289f

¹¹³ Bernhard Vieff, Die Inflation der Igel. Versuch über die Medien, in: Derrick de Kerckhove / Martina Leeker / Kerstin Schmidt (Hg.), McLuhan neu lesen. Kritische Analysen zu Medien und Kultur im 21. Jahrhundert, Berlin (transcript) 2008, 213-232 (223)

¹¹⁴ Arndt Adje Both, Music Archaeology: Some Methodological and Theoretical Considerations, *abstract* zur Sommerschule des Berliner Antike-Kollegs *Musikarchäologie. Eine Einführung in das Studium antiker Musik*, 7./8. September 2014

¹¹⁵ Raymond Meylan, Die Flöte. Grundzüge ihrer Entwicklung von der Urgeschichte bis zur Gegenwart, a. d. Französischen v. Ilse Krämer / Christiane Nicolet, 4. erw. u. durchges. Aufl. 2000, Mainz (Schott Musik International) 2000, 9

wäre <...> zusammengesetzt aus Echos von einst und einzelnen Elementen der verklungenen Musik, aber ohne Form, ohne Gestalt, ähnlich der Scherben der sardischen Keramik, die das Meer beim versunkenen Kap Nora zermalmt und immer weiter siebt", heißt es in einer Geschichte der Flöte.¹¹⁶ Wird eine solch melancholische Formulierung in die Messung von Signal-Rauschen-Abstand übersetzt, läßt sich der archäologische Befund genauer fassen.

Archäoakustik an sich ist kein medienwissenschaftliches Forschungsfeld. Dazu wird es in dem Moment, wo hochtechnische Meßmedien selbst zu aktiven Archäologen solch sonisch impliziten Raumwissens werden. Raumakustisches Wissen (das vielmehr als Kulturtechnik gilt) wird in solchen Meßmedien elektronisch eingefaltet und explizit - eine Archäoakustik zweiter Ordnung, nach dem Gesetz des Signalmediums.

Die Rechenmaschine

Der Computer, ist keine schlichte prothetische Erweiterung menschlicher Sinnes- und Körperorgane mehr, sondern eine Geburt aus der Kognition. Diese neue medienepistemische Dimension von Kultur zu denken bedurfte des Trainings. Charakteristisch für die Übergangszeit dieses Denkens sind hybride Mensch-Maschine-Entwürfe wie jener mechanische Schachspieler, den Wolfgang von Kempelen 1769 präsentiert. "Nur scheinbar hatte ein Automat von der Ratio Besitz ergriffen, denn im Inneren der Apparatur verbarg sich ein Mensch."¹¹⁷ Das Agieren des Menschen in der Maschine wurde sowohl narrativ wie mathematisch reflektiert, "von der Romantik bis zu Walter Benjamin, von Alan Turing bis zum Wettkampf von Garri Kasparov gegen den Schachcomputer *Deep Blue*" <ebd.>. Am Anfang der Erzählung steht der Mensch, verborgen in der Black Box der Maschine, aber deren Fäden als Informationsverarbeitung der eingehenden mechanischen Signale ziehend (von Kempelen). Am mathematischen Ende aber steht die andere, die Innenseite dieses Möbius-Bandes: die Maschine, die sich im Menschen birgt, sobald er (im Kopf, auf Papier oder anders) rechnet (Turing).

Wo die Mathematisierung der Maschine (frühe Rechenmaschinen) mit der Mechanisierung der Mathematik konvergiert (George Booles *Forms of Thought* etwa), wird die Maschine theoretisch und die Theorie maschinal: Algorithmisierung. In welchem Maße ist diese Medialität der Theorie materialkritisch? Ist eine Maschine schon als Diagramm, als technische Zeichnung, als Formel in der Welt - oder liegt ihre Welthaftigkeit in der physikalischen Implementierung?

¹¹⁶ Meylan 2000: 10

¹¹⁷ Aus dem Ankündigungstext zu: "Speaking without lips, thinking without brain ...". Schachautomat und Sprechmaschine des Wolfgang von Kempelen (1734-1804). Eine Ausstellung des Hermann von Helmholtz-Zentrums für Kulturtechnik im Foyer der Humboldt-Universität zu Berlin, Juli 2005

Schon die Fourier-Analyse der physikalischen Welt als (mathematisches wie quasi-akustisches) Summen von Einzelschwingungen ist zunächst eine theoretische Operation, bevor sie epistemologisch und medientechnisch praktisch wird. Fourier bekennt:

Ich hatte noch die Resultate der Theorie mit denen der Erfahrung zu vergleichen. Zu dem Behufe sind exacte und vielfach veränderte Versuche unternommen worden; die Ergebnisse entsprechen den rechnerisch abgeleiteten Resultationen; sie geben also der Theorie auch auf diesem neuen Gebiete eine Autorität, die man ihr früher zu verweigern geneigt war.¹¹⁸

Analog verhält es sich mit dem Medienwerden des Elektromagnetismus: Eher zufällig als Effekt entdeckt (Oersted), wird er dann begrifflich gesetzt (Faradays "Feld"), mathematisch-theoretisch berechnet (Maxwell) und am Ende wiederum experimentell nachgewiesen (Hertz). Der Computer aber ist "das einzige technische Medium, das es ohne seine Theorie gar nicht gäbe."¹¹⁹ Hier unterscheiden sich Zuse und Turing: Während Zuse "als Ingenieur von der Konstruktion einer praktisch einsetzbaren Rechenmaschine ausging und die mathematische Logik als Werkzeug hierzu verwenden sollte, schlug Turing als Mathematiker den umgekehrten Weg ein. Bei seinen rein theoretischen Untersuchungen der mathematischen Logik kam er auf das Problem der 'Berechenbarkeit'."¹²⁰ Kommen wir zur stärksten Begründung für den Computer als modellbildendem Medium von Medientheorie in der aktuellen Epoche:

There is a curious contrast between this idea of a machine and the idea of a „theory“. Consider some „theory“ of physics, e. g., Newton's mechanics. This theory <...> is supposed to be a generalization about some aspect of the behavior of objects in the physical world. <...> For machines, the situation is inverted! The abstract idea of a machine, e. g., an adding machine, is a *specification* for how a physical object *ought* to work. <...> In contrast to the situation in physics, we criticize the *material* part of the system when the correspondence breaks down. <Minsky 19xxx: 6f>

Das Verhältnis von Theorie und Maschine aber ist, wenn es um logisches Denken und Formalisierung von Gedanken geht, ein reziprokes. Charles Babbage bringt dies auf den Punkt:

Indem man nämlich die Wahrheiten und Formeln der Analysis im Hinblick darauf ordnet und kombiniert, wie sie der mechanischen Kombinatorik der Maschine am leichtesten und schnellsten anzupassen sind, erscheinen die Verhältnisse und Wesenszüge vieler Gegenstände der jeweiligen Wissenschaft mit Notwendigkeit in einem neuen Licht <...>. Es ist aus allgemeinen Grundsätzen jedoch leicht einsehbar, daß durch den Entwurf neuer Aufschreibe- und Anwendungssysteme für mathematische Wahrheiten wohl auch neue Perspektiven eingeführt werden, die wiederum auf die mehr theoretische

¹¹⁸ Jean Baptiste Fourier, Analytische Theorie der Wärme [frz. Orig. 1822], Berlin 1884, 7

¹¹⁹ Norbert Bolz / Friedrich Kittler / Georg Christoph Tholen (Hg.), Computer als Medium, München (Fink) 1974, Vorwort

¹²⁰ Konrad Zuse, Der Computer. Mein Lebenswerk, Berlin 1984, 97

Seite des Gegenstandes zurückwirken.¹²¹

Theorie und Experiment konvergieren in algebraischen Operationen. Robert Hooke, Sekretär der Royal Society in London, beschreibt im Postskriptum der 1676 publizierten *Description of Helioskopes* seine Erfindung einer federregulierten Uhr zur Bestimmung der Längengrade auf See, als einen Akt technifizierter *mathesis*: "About seventeen years since, being very inquisitive about regulating the measure of Time, in order to find the Longitude, I did from an Art of Invention, or mechanical Algebra <...> find out and perfect this contrivance, both as the Theory and Experimental verification thereof" <zitiert nach Siegert 2003: 131>. Theorie und Maschine sind also gleichursprünglich in der mechanischen Algebra.

Konnte Alan Turing seine Maschine noch als finiten diskreten Apparat auf und aus Papier entwerfen, in der Zeit bei der Kodierung ebensowenig eine dezidierte Rolle spielt wie in der alphabetischen Schrift, erinnert jeder Computer an die Materialität mathematischer Implementierungen in dem Moment, wo seine Rechenprozesse zeitkritisch sind und damit Zeit selbst zum Widerstand wird. Am Beispiel der neuronalen Netze ist es nicht minder markant: „We run again into timing problems if pulses enter the net too rapidly“ <Minsky xxx: 6f>.

Das genuine Reich der Theorie beschreibt Bernard le Bovier de Fontenelle in seiner *Vorrede über den Nutzen der Mathematik und der Naturwissenschaften* „Erstaunlich ist, wie viele Dinge uns vor Augen liegen, ohne daß wir sie sehen.“¹²² Hier stoßen wir auf den aristotelischen Begriff der Mathematik, die nämlich erst durch die Weise ihrer *Betrachtung* (*hé ... theorei*) zustandekommt, nicht durch die Seinsart ihrer Gegenstände, die gar nicht selbständig vorhanden sind.¹²³ Ein Kieselstein hat nicht die Eigenschaft der Zahl "1", sondern gewinnt diese Qualität erst im Akt der buchstäblichen Kalkülisierung. *Calculi* im ganzzahligen Bereich bleiben in der Materie anschaulich. Diophant von Alexandria aber macht um 250 n. Chr. Gleichungen rechenbar, deren Lösungsbereich nicht nur die Mengen der ganzen, sondern auch der rationalen (also als Brüche notierbarer) Zahlen sind. Oswald Spengler beschreibt ihn als denjenigen, der die antike Arithmetik aus ihrer

¹²¹ Charles Babbage, *Scientific Memoirs, selected from the transactions of foreign academies of science and learned societies* Bd. III, London 1843, reprint New York 1966, 666-731 (722f); Überstetzung: Sylvie Schimm / Peter Bexte

¹²² In: Peter Fischer (Hg.), *Technikphilosophie. Von der Antike bis zur Gegenwart*, Leipzig (Reclam) 1996, 86-98 (87)

¹²³ Oskar Becker, *Mathematische Existenz. Untersuchungen zur Logik und Ontologie mathematischer Phänomene* [*1927], Tübingen (Niemeyer) 2. Aufl. 1973, 247, Anm. 1

Anschauungsgebundenheit befreit hat.¹²⁴ Jegliche Zahlenmystik (noch bei Pythagoras) wurde damit zur bewußten Unanschaulichkeit der modernen Mathesis - *theoria* nicht mehr als Sehen, sondern als Abstraktion; sie wandert vom Visuellen zur Zahl. Immerhin vermochte Eudoxos $\sqrt{2}$, also eine irrationale Zahl, anhand der Diagonale des Einheitsquadrats anschaulich zu erkennen, ohne sie arithmetisch rechnen zu müssen. Irrationalzahlen aber werden von den Griechen nicht weiter verfolgt, denn ontologische Gründe setzten hier einen Denkhorizont, schreibt Max Bense auf der Suche nach einer Stilgeschichte der Mathematik, und ergänzt systemtheoretisch: "Stil ist immer ein Prinzip der Ausschließung" <Bense a. a. O., 121>. Edmund Husserls Phänomenologie erinnert beharrlich an die lebensweltlichen Gründe, also *archai* der Arithmetik - aber nicht medienarchäologisch, sondern kulturtechnisch gedacht: die Geometrie als im eigentlichen Sinne anschauliche Weise des Rechnens (Landvermessung etwa), was durch die analytische Geometrie (seit Descartes) vergessen wird.¹²⁵ "Deutlich wird, dass auch eine aktuelle Vermittlung wissenschaftlicher Inhalte von den Strategien der Anschaulichkeit, wie sie im 18. Jahrhundert zur Anwendung kamen, nur profitieren kann."¹²⁶ Wirklich noch? Ein gewichtiger Teil der von antiker Evidenzästhetik und von den Idealen der Aufklärung geprägten Strategie der Anschaulichkeit ging mit der Anschauungskrise der Mathematik um 1900 und mit der Quantentheorie zugrunde. Oder mit Bertolt Brecht: "Eine Photographie der Kruppwerke oder der A.E.G. ergibt beinahe nichts über diese Institute. Die eigentliche Realität ist in die Funktionale gerutscht."¹²⁷ Die Antwort der ästhetischen Avantgarde darauf lautete Surrealismus; die Antwort der Medientheorie lautet Mathematik.

Für die antiken Atomisten (Demokrit, Leukippos) besteht Welt aus kleinsten Partikeln, die jedoch für uns unsichtbar sind. An dieser Stelle beginnt die Medientheorie: die mit etwas rechnet, was den menschlichen Sinnen nicht mehr unmittelbar wahrnehmbar ist. Insofern sind Technologien, welche atomare und gar subatomare Strukturen meß- und damit wahrnehmbar

¹²⁴ Dazu Max Bense, Die Mathematik und die Wissenschaften [1946], in: ders., Ausgewählte Schriften, Bd. 2, Stuttgart/Weimar (Metzler) 1998, 103-232 (120); ferner Dietmar Dath, Es gibt noch ewige Wahrheiten. Zum Beweis der „Catalanschen Vermutung“: Wie wichtig sind die Zahlen 8 und 9?, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 152 v. 4. Juli 2002, 44

¹²⁵ Dazu Stephan Günzel, Husserls phänomenologische Archäologie, in: Altekamp / Ebeling (Hg.) 2004: xxx

¹²⁶ Aus dem Ankündigungstext "Speaking without lips, thinking without brain ...", wie oben zitiert.

¹²⁷ Zitiert nach: Walter Benjamin, Kleine Geschichte der Photographie, in: ders., Gesammelte Schriften, hg. v. Rolf Tiedemann / Hermann Schweppenhäuser, Bd. II.1: Aufsätze, Essays, Vorträge, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2. Aufl. 1989, 368-385 (384)

machen, Instrumente der Theorie, theoretische Medien. Atome existierten zunächst nur auf mathematischer Ebene. Sie haben damit - wie musikalische Sphärenharmonien - eine theoretische Existenz (abgesehen davon, daß sphärische Töne von ihren Denkern tatsächlich einmal auditiv halluziniert worden sein mögen¹²⁸). Die altgriechische alphabetnahe Notenschrift schreibt etwas auf, was nur in menschlicher Wahrnehmung existiert, denn physikalisch betrachtet spielen sich Töne in Schwingungen ab, Übergangskonstant, ohne harmonische Stufungen. Indem diese aber wahrgenommen und aufgeschrieben werden, existiert Notation als theoretisches Medium von Wissen: Medienwissen. Musikalische Theorie weiß um ihre mediale Bedingtheit. Die Widmung an Toni Hauswirth in Guerino Mazzolas Buch zur *Geometrie der Töne* sagt es: "Die Existenz von Hard- und Software zur Theorie ist ihm zu verdanken."¹²⁹ Bereits in der antiken Notenschrift ist Musik als Theorie aufgeschrieben. "Diese Schrift, die nicht Wörter schreibt, sondern Töne, ist in ihrem Zeichensystem ein Abbild des durchrationalisierten, theoretisch begriffenen musikalischen Materials und seiner Geschichte und insofern selbst theoretischer Art" <Eggebrecht 1985: 52>. Theorie sei hier - mit Arnold Schönberg oder Ernst Mach - "als Konstruktion aufgefaßt, die nicht in der Natur der Musik begründet zu sein braucht, sondern lediglich eine Ordnung herstellt."¹³⁰ Auch für die Definition physikalischer Basiseinheiten gibt es in der Natur keinen Hinweis. Sie sind also vom Menschen" - oder besser: von Medien der Messung und der Notierung - "willkürlich gesetzt" <Lemmerich 1987: 84>.

Bei Pythagoras ist die Nähe von Geometrie (ein Mitgift seines legendären Ägypten-Aufenthalts) und *theoría* (sein griechischer Zug) markant; erst in diese Kombination dient geometrische Vermessung nicht mehr schlicht Kulturtechniken, wie es etwa die agrarische Meisterung der Nilüberschwemmungen im Wortsinn sind.¹³¹ Tatsächlich ist der Begriff der Sphärenharmonie, zu dem erst Platon das pythagoreische Gedankengebäude ausbaut, weniger Mystik denn ein Kalkül; hier koppelt sich der Begriff der *theoría* unmittelbar mit dem der Zahl (was in einer Medientheorie des Computers gleich einem Möbius-Band zurückkehrt). Iamblichos - der hier wohl auf Aristoteles zurückgreift - überliefert diesen Kern der pythagoreischen Theorie: "In knapper Form verschlüsselt speicherte er so" - d. h. in Form der *Akusmata* - "eine unübersehbare weite und reiche Fülle geistiger Schau. So auch in dem Satz: „Die Zahl - es gleicht ihr alles“.¹³² Und ferner heißt es in Iamblichs *Vita*

¹²⁸ Vgl. Julian Jaynes, xxx der Zusammenbruch der bikameralen Psyche, xxx

¹²⁹ Guerino Mazzola, *Geometrie der Töne. Elemente der mathematischen Musiktheorie*, Basel / Boston / Berlin (Birkhäuser) 1990

¹³⁰ Carl Dahlhaus, Was heißt "Geschichte der Musiktheorie"?, in: Zamminer (Hg.) 1985: 8-39 (8)

¹³¹ Edmund Husserl, *Der Ursprung der Geometrie*; dazu Friedrich Kittler, Heideggers Kehre, in: ders., *Eine Kulturgeschichte der Kulturwissenschaft*, München (Fink) 2000

¹³² *Vita Pyth.* 162, zitiert nach: Bartels Leendert van der Waerden, *Die Pythagoreer*, Zürich / München (Artemis) 1979, 110

pythagorica: "Was ist das Weiseste? Die Zahl (τί τὸ σοφώτατον; ἀριθμὸς)." Erst dann folgt das, was den Dingen die Namen gibt <82>.

Der Semiotiker André Vladimir Heiz hat einmal expliziert, was das Attraktive am Labor der *mathesis* ist. Ein solches nämlich reduziert einen Gegenstand nicht auf reine Betrachtung, ohne sich am *Zustandekommen* der Beobachtung ununterbrochen zu beteiligen.¹³³ Wir fassen also einen dynamischen, operativen Begriff der Theorie, der zur Medientheorie in dem Moment wird, wo mathematische Dinge nicht länger als zeitlose platonische Ideen begriffen werden, „sondern als historische Aprioris, die operativ und medial hergestellt werden“ <Kittler 1994: 104> – die Materialität und Medialität von Theorien. "Das Konzept des Konzeptes, die platonische *Idee* selbst, leitet sich von einer jüngeren Technik ab. Das Wort Archetyp stammt von *arché*, das erste, und *typos*, die Spur. In der Fachsprache des Handwerks entspräche *typos* der Punze, die zum Prägen von Münzen dient. <...> um beim Bild zu bleiben, eine einzige Punze kann Tausende von Münzen hervorbringen."¹³⁴ Pierre Lévy unterstreicht mit dieser medienarchäologischen Erinnerung und Erdung der scheinbaren Idealität platonischer Philosophie die Formung von Theorien durch die je prägenden technischen Medien einer Epoche: "Die intellektuellen Technologien haben sich mit der Intelligenz der Menschen <...> vermischt" <ebd., 526>.

Ebenso, wie Medien als epistemische Dinge der theoretischen Reflexion bedürfen, bedarf die Theorie objektorientiert des medialen *fundamentum in re*: Anders als der Rolle der Theorie in der reinen Mathematik geht es der Medientheorie um wirkungsmächtige Substanzen und Prozesse, deren Eigenschaften durch Beobachtung festgestellt werden können¹³⁵.

Novalis hat es in seinem *Allgemeine<n> Brouillon* einmal so formuliert: „Wenn der Vortrag der Mathem[atik] mathematisch, so muß ja wohl auch die Physik *physicalisch* vorgetragen werden können und so fort“ <Werke 1999: Bd. 2, 481, Nr. 53>. Medientheorie allein im sprachlich-alphabetischen Medium der Theorie vorzutragen beschränkt sie.

Zwischen Natur und Digitalität

Michel Serres macht einen Unterschied zwischen Technik und Technologie, der zugleich die Differenz zwischen

¹³³ André Vladimir Heiz, Das ästhetische Labor. Für ein offensives Verständnis der kreativen Kompetenzen, in: <Katalog Typographie>, 44

¹³⁴ Pierre Lévy, Die Metapher des Hypertextes [1990], in: Engell et al. (Hg.) 1999: 525-528 (525f)

¹³⁵ Vgl. den Standpunkt von Helen E. Longino, in: Trajekte <Zentrum für Literaturforschung, Berlin> Nr. 4, April 2002, 27-30 (27)

Kulturtechniken und Medientechnologien meint: Er setzt den „harten“, auf entropischer Ebene arbeitenden Techniken der Industriellen Revolution, kurz: den Maschinen (Mechanik / Thermodynamik), die „sanfte“ Technologie der Datenträger auf negentropischer Ebene entgegen: „Daher behalte ich den Ausdruck `Technologie´ jenen Artefakten vor, die mit Zeichen, also mit dem Logos umgehen, und stelle ihnen die „Techniken“ entgegen, deren energetischer Wirkungsbereich um den Faktor 10^{16} höher liegt.“¹³⁶ In der Epoche elektronischer Kommunikationsnetze heißt das: „Die lokale Geometrie oder Topographie weicht einer Arithmetik oder Kryptographie der Zahlen“ <ebd., 199>.

Das Modell einer Spaltung der Natur in eine, die nur aus Wahrnehmungen besteht (anthropozentrisch), und eine, die mathematisch formalisierbar und empirisch falsifizierbar ist, stammt nicht von ungefähr von einem Philosophen, der zugleich Mathematiker war und maßgeblich für Gilles Deleuzes Leibniz-Interpretation ist: Alfred North Whitehead. Doch tatsächlich ist es die Mathematik im Verbund mit den technischen Medien, die etwas Drittes zwischen Natur und Kultur schiebt - buchstäblich ein *medium*.

Dabei liegt die ganze Differenz zwischen digitaler und analoger Welt, zwischen Computer und körperhafter, physikalischer Natur in der zwischen Rauschen (dem Reich der reellen Zahlen und der stetigen Prozesse) und Berechenbarkeit (in ganzen Zahlen) - eine Differenz, um die bereits Leibniz´ Infinitesimalkalkül wußte, und aus deren Perspektive es Sinn macht, eine analytische Trennung zwischen audivisuellen, also an physiologische Schnittstellen adressierten Medien und solchen von Schrift und Zahl zu vollziehen. Um eine an sich fluguntaugliche Maschine, den Stealth-Bomber F-117, dennoch zum Einsatz zu bringen, bedarf es nicht nur eines Bordcomputers als des eigentlichen Piloten, der die aerodynamischen Asymmetrien ständig umrechnet, also korrigiert und gegensteuert, sondern auch einer Außenhaut, die zum Brechen der feindlichen Radarstrahlen drastisch facettiert ist: eine Form, die sich durch Applikation *physikalischer Algorithmen* ergab, in „Analogie zur diskontinuierlichen Formation natürlicher Kristallstrukturen, an die das Flugzeug auf geradezu unheimliche Weise erinnert.“¹³⁷

Die Natur ist keine Turingmaschine, allen Versuchen der Parallelrechnung zum Trotz, das Analoge digital zu simulieren <Kittler 1994: 103>. Hier liegen auch die Grenzen des notorischen Turing-Tests, der von seinem Denker wohlweislich auf das Reich der diskreten Symbolen, nämlich der

¹³⁶ Michel Serres, Der Mensch ohne Fähigkeiten. Die neuen Technologien und die Ökonomie des Vergessens, in: Transit 22 (Winter 2001/02), 193-206 (194f)

¹³⁷ Tom Hardy, Die unsichtbare Maschine. Gestaltung gegen alle Regeln, in: formdiskurs 1, Heft 1 (1995), 24-27 (26)

Kommunikation per Text, limitiert wurde. Was außen vorbleibt, ist das, was euphemistisch „das Soziale“ in der Kommunikation heißt und nichts anderes als die Unberechenbarkeit der physikalischen Kinesis meint. Novalis schreibt es 1798 für den damaligen Begriff des kalkulierenden Raums: „die Bücherwelt ist in der That nur die Caricatur der wirklichen Welt. Beyde entspringen aus derselben Quelle - Jene aber erscheint in einem freyern, beweglicheren Medio“ <Werke 1999, Bd. II: „Vorarbeiten“, 367, Nr. 237>

Gilt der Turing-Test auch umgekehrt in dem Sinne, daß ein Roboter unterscheiden könnte, ob er mit einem anderen Roboter oder einem Menschen „kommuniziert“? Medienkompetenz liegt heute gerade darin, die Grenze zwischen Roboter und Mensch zu durchschauen, statt sie im Namen von biogenetisch informierten Lebenswissenschaften zu verwische.

Foucaults mathematische Archäologie

Medienarchäologie verdankt ihren Begriff der *Archäologie des Wissens* Michel Foucault. Medientheorie liest die Texte von Foucault mit anderen Augen und entdeckt: Foucault hat - anders, als es sein öffentliches Bild als Begründer der Diskursanalyse darstellt - eher Mathematik denn - wie etwa Hegel in seiner antimathematischen Skepsis - Philosophie zur Begründung seiner Archäologie des Geistes gewählt.

So kommt eine Lesart der 1969 verfaßten *Archäologie des Wissens* ins Spiel, die entgegen anderslautender Deutungen nicht metaphorisch, sondern strikt mathematisch deutbar ist: Als Studium von Aussagen (*énoncés*). Aussagen wiederum konfrontieren uns mit einer enuntiativen Funktion, die Zeichen zu einem Objektfeld korreliert, in einem Raum, wo sie benutzt und repetiert werden. Martin Kusch offeriert eine markante Lesart der entsprechenden Argumentation Foucaults: „The natural way of rendering this passage intelligible is, obviously, to take the notion of a function at its mathematical face value.“¹³⁸

Die sogenannten „diskursiven Formationen“ werden durch ein singuläres Set von Regeln zusammengehalten - mithin eine Aussagenlogik, wenngleich noch nicht in operative Algorithmen umgesetzt. Foucaults Aussage-Modell steht einerseits dem Denkgebäude von Leibniz nahe, insofern es die Theorie

¹³⁸ Martin Kusch, *Discursive formations and possible worlds. A reconstruction of Foucault's archeology*, in: *Science Studies* 1/1989, 17-25 (17, hier unter Bezug auf M. F., *The Archaeology of Knowledge*, New York 1972, 106). Siehe auch ders., *Foucault's Strata and Fields. An Investigation into Archaeological and Genealogical Science Studies* Dordrecht, Boston, London 1991

möglicher und je aktualisierter Welten reformuliert. Sein wissensarchäologischer Begriff der Aussage erinnert andererseits an die mathematische Ästhetik der Bourbaki-Gruppe in Paris, jenem „Rechenzentrum der Avantgarde“¹³⁹, das mit mengentheoretischen Begriffen operierte – also algebraisch, nicht arithmetisch mit Zahlen. Solcherart angeschrieben entschlüsselt sich Foucaults Text:

A Foucauldian statement is an ordered quintuple $\langle r_i, p_i, a_i, l_i, s_i \rangle$ and $\langle \dots \rangle$ the set of possible statements (\mathcal{E}) can be represented by a function ($f_{\mathcal{E}}$) as follows: $f_{\mathcal{E}}: R \times P \times A \times L \times S$. Here R is the class of „referentials“, P is the class of „subjective positions“, A is the class of „associated domains“, L is the class of spatiotemporal locations, and S is the class of strings of signs. <ebd., 18>

Hier schreibt sich rücklings längst die Turing-Maschine.¹⁴⁰ Foucaults *Archäologie des Wissens* hat damit in deutlicher Wendung gegen Kant ein anderes System von Aprioris entworfen, welche das Feld organisieren, darin Reden als Ereignisse erzeugt und beherrscht werden. Jener Erkenntnisapparat, dessen Möglichkeiten und Grenzen das Innere und den Rand der Wahrheit markieren, ist allerdings – mit Foucault über Foucault hinaus – genuin medienepistemologisch viel präziser benennbar. Denn Mitspieler im Prozeß der Autorisierung dessen, was das Wahrheitssiegel zu erlangen vermag, sind heute reale, medienarchäologisch identifizierbare techno-logische Regeln zur Formation und Transformation von Aussagen.¹⁴¹

Ist also das Mediale ein wesentlich logisches Dispositiv? Gar Ontologie im Sinne Heideggers, der damit (nahe an Foucaults fröhlichen Positivismus) vielmehr eine „Hermeneutik der Faktizität“ meint denn im traditionellen Sinne eine Eidetik transzendenter Gegenstände? Turing selbst schreibt in seinem notorischen Aufsatz von 1937 ausdrücklich von einer „Theorie der Maschine“¹⁴² – eine Maschine, die nicht alles am Menschen, doch seinen denkend-vernünftigen Anteil zu rechnen vermag (da der Mensch im Moment des Denkens selbst ein Rechner ist). Hier wird das Medienarchäologische in einer Weise auf die *arché* verwiesen, die gerade nicht das Alter der Dinge meint. Platon läßt im *Kratylus* dazu sagen (436D), daß bei einer mathematischen Zeichnung vor allem „am Anfang jeder Arbeit viel Vernunft“ im Spiel sein muß.¹⁴³ Der gedachte, nicht der

¹³⁹ Siehe Dietmar Dath, Das Rechenzentrum der Avantgarde, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 89 v. 17. April 2002, 56

¹⁴⁰ Oswald Wiener / Manuel Bonik / Robert Hödicke, Eine elementare Einführung in die Theorie der Turing-Maschine, Wien / New York (Springer) 1998

¹⁴¹ Siehe Friedrich A. Kittler / Manfred Schneider / Sam Weber (Hg.), Diskursanalysen 2: Institution Universität, Opladen 1990, Editorial, 7

¹⁴² Alan Turing, On Computable Number, with an Application to the Entscheidungsproblem, in: Proceedings of the London Mathematical Society (2) 42 (1937); dt. in: ders., Intelligence Service, hg. v. Bernhard Dotzler / Friedrich Kittler, Berlin (Brinkmann & Bose) 1978, 17-60 (21)

¹⁴³ Hugo Perls, Lexikon der platonischen Begriffe, Eintrag

materielle Anfang ist der Beginn jeder Handlung, schreibt Platon in Bezug auf die Praxis der Geometer. Folgt die *black box* namens *to metaxú* (= "in der Mitte von" + Genitiv): „Denn was einen Anfang hat, von dem man nichts weiß und mit ihm zusammengeflochten ein Ende und was dazwischen liegt (*metaxy*), von denen man auch nichts weiß, wie könnte wohl aus einem so geistreichen Mittel eine Übereinstimmung je zu einer Wissenschaft werden?“ <Staat 533BC, zitiert nach: Perls 1973: 29>. Diese Wissenschaft heißt heute Informatik – das Erbe der Kybernetik.

Aber Vorsicht mit Platon, der behauptete, daß er den innersten Kern seiner Lehre niemals einer Schrift anvertrauen würde. Denn dieser läßt sich angeblich nicht mechanisch erlernen, sondern „entsteht plötzlich, wie von einem springenden Funken entzündet, ein Licht in der Seele, das von nun an sich selbst erhält“¹⁴⁴. Platon läßt hier vermuten, daß Medientheorie und Medienkritik eine "Zwillingsgeburt" waren; seine Schriftkritik gab aller Kritik an jeweils "Neuen Medien" die paradigmatische Form (Marcus Kleiner).¹⁴⁵

Gebote der Medienarchäologie: Medienumbrüche diskontinuierlich denken

Unter Medienwissenschaft wird spontan die Kunde eines Gegenstands verstanden, der im Diskurs der Gegenwart selbstverständlich erscheint: die Medien (gemeint: Massenmedien). Medienarchäologie aber zielt zwar ebenso auf die Entdeckung, Ausgrabung, Archivierung von Objekten – nämlich materielle Artefakte, in denen sich Kulturtechniken vergegenständlicht haben; doch vor allem meint Medienarchäologie eine Form der Wahrnehmung, die verschärfte, d. h. genaue Wahrnehmung eines Segments kultureller Praktiken, die sich den bisherigen Perspektiven entzogen.

Medientheorie, von der technischen Seele geschrieben, meint Medienarchäologie. Historiker sind auf den Umgang und Analyse von Gedächtnis- und Speichertechnologien hin trainiert, vom klassischen Museum (als Museologe zeitweise) über die Bibliothek bis hin zum Archiv als techno-kulturellem Dispositiv, das aber eben (mit Michel Foucault) nicht nur als Speicher, sondern auch als das mediale Gesetz des Sag- und Wißbaren definiert ist. Fragen wir nach dem medialen Mechanismus von Wissensproduktion, sind wir auf Prozesse der

»Anfang«, Bern / München (Francke) 1973, Lemma „Anfang“, 27ff (27)

¹⁴⁴ Plato, zitiert nach: Hans Joachim Störig, Kleine Weltgeschichte der Philosophie, Frankfurt/M. 1992, 156

¹⁴⁵ Zur Ambivalenz von Platons Schriftkritik, der sich mit der Akademie von Athen eine Institution zur hütenden Bewahrung seiner eigenen Schriften schuf, siehe Svenbro 2005: xxx

kulturtechnischen Datenverarbeitung verwiesen: Aufzeichnung und Darstellung, Wahrnehmung und Rückkopplung mit bestehendem Wissen. Die Erhebung von Daten geht mit von Apparaten und Konventionen bestimmten Ordnungsformen einher, die Regeln, klassifikatorischen Mustern und Kodierungen unterliegen. Hier kommt also jenes Objekt ins Spiel, das in anthropologischen oder soziologischen Analysen solcher Prozesse den blinden Fleck der ganzen Beschreibung bildet: Medienhandlung in ihrer Materialität und Faktizität. Wissen hängt von der materiellen Struktur der Medien ab, durch die seine Grundlagen als Information vermittelt, reproduziert und differenziert werden; eine Geschichte von Seh- und Meßinstrumenten gehört hier ebenso dazu wie die Thematisierung von Übertragungsprozessen in Nervenleitungen. Am Rande gerät dabei auch der kulturelle Übertragungsprozeß namens "Tradition" in den Blick - aber eben nicht primär in seinem semantischen Gehalt (das Ressort der Kulturwissenschaft), sondern als Verfahren, das medienarchäologisch kühl betrachtet wird. "Der Erfolg der Mathematik beruht auf der Trennung von Syntax und Semantik"¹⁴⁶; Ähnliches gilt für Medienarchäologie - ein riskanter Spagat. Medien sind der Ort, wo sich Technologien und Semantik von Kultur treffen. Anders als etwa Literatur, wo die Semantik auf einer über 500 Jahre lang stabilen Trägertechnologie (Buch) erprobt wurde, wechseln nun diese Technologien selbst in immer schnelleren Generationen und zeitigen semantische Effekte: das Verhältnis von Technologie und kultureller Semantik (als Hierarchie, als Unterwerfung) implodiert. Kultur sei hier definiert als negentropische Operation, die mit hohem Energieaufwand unwahrscheinliche Ordnungen aufrechterhält oder baut. Dieses negentropische Katechon gilt aber nicht nur für die Inhalte, sondern auch die Hard- und Software selbst.

Medienarchäologie meint auch eine methodische Ästhetik: etwas, das als der „kalte Blick“ der Medientheorie bezeichnet werden kann - *theoría*, analog zum "kalten Ohr" für Techno-Musik. Einmal teilt Medienarchäologie hier etwas mit der Soziologie - allerdings nicht mit der Soziologie der Massenmedien, sondern mit dem, was Niklas Luhmann unter Soziologie versteht: die Generierung von Theorien, "die eine Distanz zu den Selbstverständlichkeiten des Alltags in Kauf nehmen, ja bewusst erzeugen, um ein abstrakter gesichertes Konsistenzniveau zu erreichen."¹⁴⁷ Systemtheorie geht (gegen Medienanthropologie) soweit, mediale Handlungskompetenz aus dem Bereich des Humanen vollständig auszulagern. Claude Shannon entwarf tatsächlich Programme, die in der Lage sind, selbständig optimierte Schaltungen zu entwerfen.¹⁴⁸

¹⁴⁶ Bettina Heintz, Die Intransparenz der Zeichen. Mathematik, Kunst und Kommunikation, in: Jörg Huber / Martin Heller (Hg.), Konturen des Unentschiedenen. Interventionen, Basel / Frankfurt a. M. (Stroemfeld) 1997, 109-128 (109)

¹⁴⁷ Niklas Luhmann, Die Gesellschaft der Gesellschaft, Frankfurt/M. (Surhkamp) 1997, 1133

¹⁴⁸ Claude E. Shannon, Eine Maschine, die beim Entwurf von

Es gibt also Formen der Wahrnehmung, die nicht mehr menschlich sind, sondern *aisthesis medialis*:

Von Zeuxis über Brunelleschi bis Bach blieben Wahrnehmungen, die ein Anderer manipulierte, das Vorrecht von Künsten. [...] Bei technischen Medien dagegen fällt diese Hilfskonstruktion dahin. Den perspektivisch verkürzten Weltausschnitt, wie er auf einer Photographie erscheint, hat kein Künstler aus ästhetischer Freiheit entworfen; es war vielmehr (wie der Photographieerfinder Henry Fox Talbot einst so schön formulierte) ein Bleistift der Natur selber am Werk.¹⁴⁹

Den kalten, medienarchäologisch aktiven Blick, die „Kälte der Beschreibung“ als "einfache, banale Kennzeichnung und Registratur"¹⁵⁰ beschreibt Walter Benjamin lange vor Jacques Lacan:

Was an der Daguerrotypie als das Unmenschliche, man könnte sagen Tödliche mußte empfunden werden, war das (übrigens anhaltende) Hereinblicken in den Apparat, da doch der Apparat das Bild des Menschen aufnimmt, ohne ihm dessen Blick zurückzugeben.¹⁵¹

Aber gilt das nicht schon für Malerei? Inzwischen hat die Metrologie mit Hilfe einer aufwendigen mathematischen Datenverarbeitung (dem sogenannten Wienerspektrum) ein Verfahren entwickelt, wie etwa ein objektiv meßbares Bildgüteparameter von Röntgenaufnahmen mit der subjektiven Beurteilung von Bildqualität durch Menschen (der Röntgenblick der Ärzte) abgeglichen werden kann <Lemmerich 1987: 135> - eine buchstäblich medientheoretische Vermittlung zwischen Beobachtung und Berechnung: *theoría* als medialer Raum dazwischen.

Kaum hatte Talbot in England das Negativ-Positiv-Verfahren der Photographie erfunden, schaltet sich der Physiko-Chemiker und Astronom John Herschel ein, der dem Speichermedium seinen gültigen Namen gibt: Aufschreibung von Licht, und zwar nicht nur, um Licht abzubilden, sondern Licht (als chemisches Agens) spektroskopisch zu messen. Im ästhetischen Verbund steht damit der buchstäblich medienarchäologische Blick von László Moholy Nagy, der 1927 beklagt:

Man vernachlässigte früher in der Fotografie vollkommen die Tatsache, daß

Schaltkreisen behilflich ist, in: ders., An/Aus, Berlin (Brinkmann & Bose) 2000, 299-310

¹⁴⁹ Friedrich Kittler, Phänomenologie versus Medienwissenschaft, in: xxx

¹⁵⁰ Klaus Scherpe unter Bezug auf Peter Weiss' *Ästhetik des Widerstands*, in: ders., Beschreiben, nicht Erzählen! Beispiele zu einer ästhetischen Opposition, Antrittsvorlesung 20. Juni 1994, Humboldt-Universität zu Berlin, Philosophische Fakultät II, Institut für deutsche Literatur, Forschungsabteilung der Humboldt-Universität, Heft 44, 25

¹⁵¹ Walter Benjamin, Über einige Motive bei Baudelaire, in: Gesammelte Schriften, Bd. I.2, 646

die Lichtempfindlichkeit einer chemisch präparierten Fläche <...> eines der Grundelemente des fotografischen Verfahrens ist, und ordnete diese Fläche immer nur einer den perspektivischen Gesetzen gehorchenden Camera obscura ein, zum Festhalten (Reproduzieruren) einzelner Objekte.

Demgegenüber hätte ein genuin medienarchäologisches Bewußtsein für die Materialität der Einschreibfläche als Gesetz des Sichtbaren (*arché*) "dahingeführt, Existenzen, die mit unserem optischen Instrument, dem Auge, nicht wahrnehmbar oder aufnehmbar sind, mit Hilfe des fotografischen Apparates *sichtbar zu machen; d. h. der fotografische Apparat kann unser optisches Instrument, das Auge, vervollkommen bzw. ergänzen.*"¹⁵² Medien werden somit selbst zu aktiven Agenten der Medientheorie.

Von dort ist es nicht weit zu Max Plancks Bestimmung des Wirkungsquantums (Licht-Quanten) im Jahr 1900. Medientheorie hat die Herausforderung der Quantenmechanik kulturtechnisch zu denken und zu reflektieren. Nils Bohr verkündet auf dem Physikerkongress in Como 1927: „According to the quantum postulate, any observation will be impossible, and, above all, *the concepts of space and time lose their immediate sense.*“ Ein um ein Atom kreisendes Elektron existiert nach keinen Maßstäben eines neuzeitlich physikalisch denkbaren Seins, für welche gilt, daß nur existiert, was beobachtbar ist. Die Heisenbergsche Unschärfe-Relation beendet diese *Zuversicht*. Für Immanuel Kant stellen Raum und Zeit noch die Aprioris von Wahrnehmung selbst dar, und auch von Helmholtz' physiologische Messmedien schließen sich dem an. Seitdem mit der Relativitätstheorie Raum und Zeit verschränkt gedacht werden, sind sie keine Prothesen, keine "extensions of men" im Sinne McLuhans mehr, sondern definieren dem Menschen seine Wahrnehmung neu.

Verunsicherung auch auf anderen, kognitiven Ebenen. Erst die konstruktive, generative Leistung der Aktivierung von gespeicherten Daten im Medium der Erzählung und anderen Medien der Kodierung, Speicherung und Zirkulation von *kulturellem Sinn*, welche die Zeithorizonte einer gegebenen Gesellschaft synchronisiert, macht aus ihnen kulturelles Gedächtnis.¹⁵³ Wenn

¹⁵² László Moholy-Nagy, Malerei. Fotografie. Film, Leipzig 1927; reprodgraph. Nachdruck hg. v. Hans M. Wingler, Mainz/Berlin (Kupferberg) 1967, 26

¹⁵³ Siehe Aleida Assmann u. Jan Assmann, Das Gestern im Heute. Medien und soziales Gedächtnis, in: Funkkolleg Medien und Kommunikation. Konstruktionen von Wirklichkeit, Studienbrief 5, Weinheim / Basel 1990, 41-82; dazu Siegfried J. Schmidt, Geschichte beobachten. Geschichte und Geschichtswissenschaft aus konstruktivistischer Sicht, in: Österreichische Zeitschrift für Geschichtswissenschaften 8, Heft 1 (1997), 19-44 (34ff). Medienarchäologie sensibilisiert demgegenüber für das Problem der Adressierung von Texten. Gedächtnis ist eine grundlegende, aber nicht hinreichende Bedingung für Kultur; „alles, was nicht adressierbar ist, <...> kann eine Kultur

Kultur es mit Sinn, und Kulturwissenschaft mit Semantik zu tun hat, fokussiert Medienarchäologie den sinnlosen Rest. Der nicht-inhaltistische Zugriff trennt Fernsehwissenschaft von Medienarchäologie. Ein Beispiel: Die Welle von TV-Talkshows und Sendungen zur DDR-"Ostalgie" im Sommer 2003 (getriggert durch den Film *Good-bye Lenin*). Wäre nicht auf Magnetband das DDR-Fernsehen aufzeichnenbar und dieser Speicher nicht durch die Wende von 1989/90 an das Deutsche Rundfunkarchiv gefallen, würden solche alten Sendungen gar nicht sendbar sein. Den meisten Westdeutschen aber war die DDR vor 1989 überhaupt nur per TV vertraut. Insofern sind die Fernsehbilder heute eine authentische Erinnerung. Medienarchäologie schaut also auf die medientechnischen Bedingungen des aktuellen Ostalgie-Diskurses.

Eine philologisch inspirierten Medienwissenschaft versteht unter "Kommunikation" soziale *Teilhabe*, Partizipation:

Das Interesse der Mediennutzer, so die Basisannahme, richtet sich nicht auf das Zeilenschreiben des Kathodenstrahls beim Fernsehen, sondern auf die durch das Fernsehen erzeugten Bilder der Welt, auf die medial vermittelte Teilhabe an Ereignissen und auf die televisuell erzeugte Unterhaltung. Deshalb stehen Sendungen, Genres, Erzähl- und Darstellungsweisen, Inhalte letztlich im Vordergrund medienwissenschaftlicher Analyse.¹⁵⁴

Doch mediale Teilhabe ist primär eine technisch bedingte. Medienarchäologie ist eher für die Kathodenstrahlen denn für die Inhalte auf TV-Bildschirmen zuständig - dafür aber eben auch anschlussfähig für die kulturtechnische Erforschung heraldischer Wappen als geometrisches Feld, das Eintragungen formatiert.

Medienarchäologie ist - wie die archäologische Erforschung von *material culture* überhaupt - objektorientiert. An der New York University (NYU) etwa wird im Studiengang *Interactive Telecommunication* "physical computing" gelehrt, und der Erkenntnispolitikwissenschaftler Walter Seitter veröffentlichte ein Buch *Die Physik der Medien* - unter ausdrücklichem Rekurs auf Aristoteles, der dieses Modell vorgedacht hat. Das klingt nach Hardware-Fetischismus; tatsächlich aber meint der Begriff der Objektorientierung heute auch einen Programmierstil (C++, JAVA).

Hier kommt Medientheorie sehr konkret ins Spiel. Der Computer

nicht erinnern und das Geschriebene oder Gedruckte ist, obgleich gespeichert, vergessen": Axel Roch, Adressierung von Texten als Signale über Bilder. Eine Anwendung der Informationstheorie auf Buch und Bibliothek" (Typoskript), Bl. 2

¹⁵⁴ Knut Hieckethier, Binnendifferenzierung oder Abspaltung. Zum Verhältnis von Medienwissenschaft und Germanistik. Das "Hamburger Modell" der Medienwissenschaft, in: Heinz-B. Heller u. a. (Hg.), Über Bilder Sprechen. Positionen der Medienwissenschaft, Marburg (Schüren) 2000, 35-56 (54)

wurde von Alan M. Turing 1936/37 als ein logisch-operationales Modell gedacht, das vor allem eine mathematisch-formalistische Berechnungsmethode darstellt. "Auch wenn diese auf einer mechanischen Apparatur basiert, ist sie nicht die eigentliche Maschine, sondern die auf einem (vorgestellten) Papierband verzeichneten Operationen."¹⁵⁵ Doch auch das überabzählbar unendliche Band hat eine irreduzible Materialität, dem Infiniten zum Trotz.

Im Kern deligiert Turing an die nach ihm benannte Maschine jene Operationen, welche den mechanischen Anteil am menschlichen Denken (*computing*) ausmacht: logische und mathematische Operationen, die Schritt für Schritt - also streng algorithmisch - auf Papier ausführbar sind. Dies geht, weit über Mathematik und Computer hinaus, bis ins Ästhetische. Ein (nach Bruce Sterling) so genanntes "dead medium", nämlich das Reproduktionsklavier, steht dafür, welches Töne nicht nur automatisch abzuspielen, sondern auch gespielte Tastenanschläge auf gelochten Rollen oder Bändern aufzuzeichnen vermag. Dessen klangspeichernde Funktion, zur Perfektion getrieben im Flügel Marke Welte-Mignon von 1904, wurde zunächst vom Grammophon, dann von der Schallplatte übernommen (womit sich der Tonspeicher vom Musikinstrument vollständig löst¹⁵⁶), doch dann unversehens vom Player Piano des Komponisten Conlon Nancarrow reaktiviert, "um neuartige kompositorische Ideen unabhängig vom Leistungsvermögen von Interpreten zu entwickeln und sie gleichzeitig so präzise wie gewünscht auszuführen"¹⁵⁷. Hier wird nicht das individuelle Klavierspiel von Virtuosen passiv gespeichert, sondern Klavierspiel aktiv und in medienarchäologisch kühler Distanz programmiert. Auf dem Titelblatt des Booklets zur entsprechenden CD sehen wir vom Locher ausgestanzte Papierschnipsel: "Seine Musik stanzte er selbst in mühsamer, alter Handwerksmanier in die Papierrollen. Loch für Loch, Note für Note" <ebd.>; so entstanden seine undatierten, aber nummerierten *Studies for Player Piano*. Nancarrow hat selbst nie wirklich Klavier spielen gelernt: die konsequente Übertragung der maschinisch-algorithmischen, mithin medienarchäologischen Ästhetik, gleich einer Einführung in die Ästhetik der Computer-Programmierung ohne operative Kenntnis des Programmierens selbst. Menschliche Klavierspielerinnenhände haben dann in einer Art *reverse media archaeology* diese Kompositionen vierhändig humanisiert:

Auch wenn es unmöglich (und sinnlos) ist, den Anschlag von Nancarrows

¹⁵⁵ F. E. Rakuschan, Junktim. Von der elektronischen Ursuppe zum Gehirnwassersiziliumwelt-Mix, in: Nybble-Engine, hg. v. CLIMAX (Jahrmann / Moswitzer / Rakuschan), Wien (Climax) 2003, 28-35 (32)

¹⁵⁶ Siegfried Wendel, Das mechanische Musikkabinett, Dortmund (Harenberg) 1983, 9

¹⁵⁷ Moniko Fürst-Heidtmann, Booklet zur Compact Disk Conlon Nancarrow, *Studies and Solos*, Wergo: WER 66702, 3

Instrumenten zu imitieren, haben wir versucht, das klare Stakkato-Spiel der Maschine annähernd zu erreichen. In den *Studies* <...> haben wir uns den wärmeren Klang und die längeren Resonanzen eines modernen Flügels zunutze gemacht. Außerdem haben wir uns fast unweigerlich von der Maschine entfernt, indem wir dynamische Phrasierungen, akzentuierte Modulationen und Nuancierungen der Balance eingebaut haben, die unserer Meinung nach zur Musik passen, jedoch bei einem selbstspielenden Klavier nicht möglich sind¹⁵⁸

- etwa das Stück *Sonatina*, circa 1945 von Nancarrow geschrieben und um 1950 in Papierrolle gestanzt, "um es hören zu können" <ebd., 10f>. Dem Hörer einer Aufnahme dieses Stückes auf Compact Disc aber bleibt - wenn es von einem anderen, einem abstrakten (CD-)Player gespielt wird, dem das Piano eine digitale Information wie jede andere ist - kaum noch unterscheidbar, ob hier Mensch oder Maschine spielt. Schon der Bechstein-Welte-Mignon-Reproduktions-Flügel mit seine pneumatischen Vakuum-Spielapparat "setzt die in das Papier gelochte Information in Klaviermusik um, daß selbst Fachleute nicht feststellen konnten, ob der Pianist oder seine Notenrollen spielte" <Wendel 1983: 178>. Maurice Blanchot hat es in *Das Schweigen der Sirenen* am Beispiel des Homerischen Motivs aus der *Odyssee* beschrieben: die Verunsicherung des Menschen in der der Mensch-Maschine-Kommunikation, wenn die synthetische Stimmung das Niveau humaner Artikulation erreicht. Bleibt eine subtile Differenz zwischen Leben und Tod, ablesbar darin, daß die Zerlegung eines akustischen Signals auf der Basilarmembran des menschlichen Ohrs am lebenden Objekt aktiv verstärkt wird (energieverbrauchend), während derselbe Mechanismus an toten Objekten nur eine flache Auslenkungsspitze ergibt <dazu Barkowsky 1996: 271>. Angesichts von Androiden war im 18. Jahrhundert immer noch die Differenz von Mensch und Maschine einsichtig, ja sogar die Voraussetzung für die Bewunderung des Künstlichen. Mit den Turing-Tests einer Medienkultur unter hochtechnischen Bedingungen und der Leistungsfähigkeit von Rechnerkomponenten, die humane Signalverarbeitung selbst auf der Sinnesebene zu simulieren vermögen, entfällt jedoch die kulturell vertraute und tröstliche Selbstverständlichkeit, das Reich des Technischen vom Reich des Menschlichen schon intuitiv unterscheiden zu können.

Nancarrows Stücke selbst sonifizieren eine mathematische Ästhetik - formale Mathematik *at it's best*. Insofern steht der CD-Player in seinem digitalen Format dem mathematischen Wesen der Komposition nahe, entbirgt es im technologischen Vollzug. Die Kompositionsästhetik Nancarrows ist eine direkte Funktion von Medientheorie als Mathematik, präziser: von Algebra als Modell von Sprache, Logik und Philosophie, damit auch von Ästhetik.

Leibniz' Vorstellung war es, alle Wissenschaften in einer noch

¹⁵⁸ Die Klavierspielerinnen Helena Bugallo / Amy Williams, zitiert ebd., 7

zu erfindenden Universalssprache zu formalisieren, um so die Lösung aller wissenschaftlichen Probleme auf den mechanischen, algorithmischen Umgang mit Symbolen reduzieren zu können. Im April 1679 war er dessen ganz sicher. In einem Brief an seinen Arbeitgeber, Herzog Johann Friedrich von Braunschweig, beschreibt er, wieso er auf dem Weg war, "ebenso glücklich wie Raymund Lull" zu werden, "und vielleicht mit größerem Recht":

Denn meine Erfindung umfasst den Gebrauch der gesamten Vernunft, einen Richter für alle Streitfälle, einen Erklärer der Begriffe, eine Waage für die Wahrscheinlichkeiten, einen Kompass, der uns über den Ozean der Erfahrungen leitet, ein Inventar der Dinge, eine Tabelle der Gedanken, ein Mikroskop zum Erforschen der vorliegenden Dinge, ein Teleskop zum Erraten der fernen, einen generellen Calculus, eine unschädliche Magie, eine nicht-chimärische Kabbala, eine Schrift, die jedermann in seiner Sprache liest; und sogar eine Sprache, die man in nur wenigen Wochen erlernen kann und die bald in der ganzen Welt Geltung haben wird. Und die überall, wo sie hinkommt, die wahre Religion mit sich bringt.¹⁵⁹

Heinrich Scholz beschreibt 1942 diese Idee einer Kalkülsprache als realisierte:

Der menschliche Geist auf der Genauigkeitsstufe, die Leibniz gefordert hat, ist nicht ein Phantom, sondern eine Gestalt dieses Geistes, die erkämpft werden kann; denn sie ist erkämpft worden <...> Erkämpft ist die Leibniz'sche Gedankenrechnung. Erkämpft ist die *Mathesis universalis*, zu welcher Leibniz die Mathematik hat ausweiten wollen. Erkämpft ist die Herrschaft des mathematischen Denkens über die so genannte Grundlagenforschung, mit Einschließung der Metaphysik.¹⁶⁰

Nun meint *mathesis universalis* nicht Mathematik, findet aber im trivialsten Medium der Mathematik statt; im Frühjahr 1679 glaubte Gottfried Wilhelm Leibniz sich sicher, ein solches allgemein verwendbares Zeichensystem gefunden zu haben - die Zahlen. Eine auf dieser Idee aufbauende algorithmische Logik hat Leibniz zwar entwickelt, aber nicht weiterentwickelt; sie blieb ein wissensarchäologisches "Monument" (im Sinne Foucaults).

Anhand der von ihm so genannten „charakteristischen Zahlen“ entwirft Leibniz ein Modell, die Wahrheit logischer Aussagen mathematisch durchrechnen zu können wie eine arithmetische Operation - eine „Denkmaschine“ im Sinne Turings. Diese in sich völlig abgeschlossene Theorie hat "keinen Einfluss auf die Entwicklung der modernen Logik" (Glashoff) gehabt, weil die Algebraisierung der Logik denjenigen Teil der Leibnizschen Logik darstellt, der erst zwei Jahrhunderte nach seinem Tod veröffentlicht wurde, und das heißt hier: gedruckt (also

¹⁵⁹ Hier zitiert nach: Klaus Glashoff, Gottfried Wilhelm Leibniz - die Utopie der Denkmaschine. Vortrag am 16. Oktober 2003 im Rahmen der Veranstaltungsreihe „Leitfossilien der Logik und Informatik. Vom Abakus zum Quantencomputer: Entwicklungsgeschichte und die philosophisch-mathematischen Grundlagen der Rechentechnik“, veranstaltet vom Cauchy-Forum Nürnberg. Als PDF-Datei: <http://www.logic.glashoff.net>

¹⁶⁰ Abdruck in: Heinekamp u. Schupp, xxx, 1988, 118-151

seinerseits einer medientechnischen Periodisierung folgend). Hier versagt das wissenschaftshistorische Modell und setzt die medienarchäologische Ästhetik (im Sinne von Kants philosophischem Archäologie-Begriff) ein.

Während die griechische Geometrie in ihrer (von McLuhan als Effekt der alphabetischen Schrift definierten) Privilegierung augenscheinlicher theoretischer Evidenz das Bekannte noch einmal bewies, inspirierte die Algebra gerade umgekehrt zu einer *ars inveniendi*, und zur Kunst, "Künste zu machen".

Erfindergabe potenziert sich im Begriff des Kalküls zum matheamatisierten Ingenieurwissen, alle möglichen Wissenschaften systematisch zu konstruieren. Deshalb schrieb Leibniz über die Metaphysik: "Sie ist ganz mathematisch oder könnte es werden." So verallgemeinerte er die Zeichenspiele der Algebra auf alles, was überhaupt in Zeichen vorliegt. "Die zureichenden Gründe dafür, daß Computer ihre Daten nach dem Zweiersystem verwalten oder daß Bibliotheken ihre Bücher, statt wie vormals nach theologischer Würde, einfach nach dem Alphabet ordnen, liegt in der Diskretheit dieses Alphabets (*stoicheia, elementa* LMN ...) selbst.

Eine der frühesten Monumente vokalalphabetischer Schrift sagt es grammophon: "Wer nun von all den Tänzern am anmutigsten tanzt, der soll dies erhalten": Eines der ältesten Denkmäler des griechischen Vokalalphabets auf der Dipylon-Kanne Mitte des 8. Jahrhunderts v. Chr. Tanz und Schrift vereint: Der elegante Hexameter geht am Ende über in einen Kernbestandteil alphabetischer Schreibübung, die Serie LMN, aus der dann der lateinische Begriff *elementum* entspringen wird.

Abb.: Sonogramm der Tonkonserve HUBSCHRIFTPOWELL.aiff

"Alles wirkt, als hätten ein Schreiblehrer und sein tanzender Schüler die Kanne zusammen beschriftet"¹⁶¹ - ein Totentanz, denn die Dipylon-Kanne stammt vom Kerameikos-Friedhof im Nordwesten Athens. Reproduziert ist hier die Lesart und Umschrift der Inschrift nach Autopsie von Barry B. Powell¹⁶², für das Titelblatt der baldigen Publikation des Bands *Die Geburt des Vokalalphabets aus dem Geist der Poesie. Schrift, Ton und Zahl im Medienverbund* unterlegt mit dem linear skalierten Sonogramm derselben Inschrift, verlautet durch die Stimme Barry Powells höchstselbst - eine Medienarchäologie des Vokalalphabets.

Die medienepistemologische Konsequenz der alphabetischen Schriftpraxis ist und bleibt die Kombinatorik, von der

¹⁶¹ Friedrich Kittler, *Aphrodite. Musik und Mathematik* Bd. 1, Paderborn (Fink) 2005, xxx

¹⁶² Barry B. Powell, *The Dipylon oinochoe and the spread of literacy in eight-century Athens*, in: *Kadmos. Zeitschrift für vor- und frühgriechische Epigraphik*, Bd. XXVII, Heft 1 (1988), 65-86 (Fig. 1)

letztlich auch Leibniz sich nicht löst (und damit auch das Abendland nicht von dieser medienarchäologischen Erblast erlöst). Leibniz' kombinatorischen Spiele zielten folglich beharrlich auf jenes universale "Buch, in dem alle Wahrheiten aufgeschrieben sind, die von den Menschen erfaßt werden können". In diesem Buch insistieren die Signifikanten buchstäblich, und so kommt es zum Kurzschluß von Leipzig, dem frühen Studienort, und dem Eigennamen von Leibniz:

So treu blieb Leibniz, der eigenen Analysis zum Trotz, seinen kombinatorischen Anfängen in Leipzig. Wäre nämlich die Logik erst einmal von algebraischer Eleganz, könnte sie sämtliche Wahrheiten zunächst erzeugen und sodann auch wieder abzählen. (Was die Frage aufwarf, ob nicht alle Geschichte nach einigen Jahrtausenden wiederkehren müsse.) <...> In dieser *characteristica universalis* wären Individuen so unverwechselbar wie Primzahlen, Widerlegungen so leicht wie Multiplikationen.¹⁶³

Leibniz war ein Kopfarbeiter, dem es um Abschaffung der Kopfarbeit ging; die Turing-Maschine kommt mit einem Schreib/Lese-Kopf aus. Claude Shannon konzipierte tatsächlich eine Maschine zur Optimierung logischer Schaltungen und entmachtet damit die Denkarbeit des Ingenieurs. Martin Heidegger sah sich durch diese Lage, die Denken und Rechnen gleichsetzt, zu dem Satz provoziert: "Die Wissenschaft *denkt* nicht." Leibniz empfahl seine Universalcharakteristik mit den Worten:

Alle Forschungen, die von der Vernunft abhängen, würden über die Umformung solcher Zeichen und einen gewissen Kalkül laufen, was die Erfindung schöner Dinge ungemein vereinfachte. Man müßte sich nicht mehr wie heute den Kopf zerbrechen, wäre aber versichert, alles Machbare auch machen zu können. Und wenn jemand an dem, was ich vorgebracht haben würde, zweifelte, würde ich ihm sagen: "Rechnen wir, mein Herr!"

Die aktuelle Medienkultur ist eine, die dies auf allen Ebene der Informations- und Kommunikationstechnologie vollzieht: *calculemus*.

Genau hier, auf dieser berechnenden Ebene, liegt auch Nancarrow's Sehnsucht, Musik für Klavier zu komponieren, auch ohne selbst Klavier spielen zu können - also die Loslösung der Kunst vom Hand-Werk, hin zu einer genuinen Medienkunst als Kunst des Programmierens. Nun dies dies allerdings die Ästhetik einer Mathematik, die vor allem mit der Welt des Symbolischen befaßt ist, zumal die formalistische Schule, die für Alan Turing prägend und eher daran interessiert war, "die Mathematik so zu behandeln als wäre sie ein Schachspiel, ohne nach einer Verbindung zur Welt zu fragen" <Hodges 1994: 491>. Turings Desinteresse an der Implementierung seiner Denkmaschine (Theorie) in der physikalischen Welt ist sprichwörtlich; der Unterschied von Mann und Frau etwa

¹⁶³ Friedrich Kittler, Dem Schöpfer auf die Schliche. Auf der Suche nach einem universalen Zeichensystem: Gottfried Wilhelm Leibniz zum 350. Geburtstag, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 149 v. 29. Juni 1996, B4

interessiert ihn nur als Testfall für den sogenannten Turing-Test.¹⁶⁴ Genau die Verbindung zur Welt realer Maschinen aber, also jene Implementierung von Mathematik, in der sie medienaktiv wird, unterscheidet reine Mathematik von Medientheorie.

Und so schließt sich der Kreis zum Akustischen, wenn er auf die transitive medienarchäologische Ebene herunter verlagert wird - von der ganzzahligen Analyse musikalischer Proportionen hin zum Zustandekommen akustischer Ereignisse auf der Ebene ihrer mathematisch berechenbaren Frequenzen; hier ist Hermann von Helmholtz' *Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik* (1863) der Musik näher gewesen als Nancarrow. Wenn unsere kognitive Wahrnehmung in einer Art unbewußter Arithmetik die Schwingungen von Instrumenten mitzählt, entsteht die Empfindung einer Ordnung namens Musik. Je sinnlicher technologische Medien auf uns wirken, desto strikter beruhen sie auf mathematischen Operationen.

Es war Vietas Kunstgriff, beliebige Zahlen durch eben die lateinischen Buchstaben zu ersetzen, die als Ziffern überflüssig geworden waren, die Köpfe vom Ausrechnen erlöst hatte. Was fortan auf dem Papier stand, waren Zeichen, die sich nach formalen Regeln in andere überführen ließen - Leibniz' Kalkül. Die Modellierung (und damit auch Mechanisierbarkeit) von Denken als ein Verbinden und Ersetzen von Buchstaben ist ein Triumph des (Vokal-)Alphabets. Im buchstäblich archäologischen Moment von Wissen tritt dies zutage. Der Archäologe Bossert entziffert eine antike Inschrift (hethitische Sprache, phönizische Schrift) kombinatorisch - das Betriebsgeheimnis der Hermeneutik, hier zwischen plastischer Figur und symbolischer Konfiguration:

Abb.: Ceram 1955: 195, Abb. 42

Am Südtor von Karatepe beginnt die phönizische Inschrift auf einem Löwen. Eine Restaurierung war noch nicht möglich - so setzte Bossert lediglich auf dem Papier die Bruchstücke zusammen und erhielt 17 Zeilen¹⁶⁵ - Papierlöwen, Papiermaschinen. Zwar war dieser Löwenstein den türkischen Ortsansässigen schon lange bekannt, doch "eine Sache kennen ist gut, eine Sache zu erkennen und zu deuten aber ist von gänzlich anderem Rang. Helmut Th. Bossert und seine Assistentin <...> waren die Entdecker des Karatepe, weil sie seine ersten Deuter wurden. <Ceram 1955: 196>.

Der ganze Unterschied zwischen Archäologie und Medienarchäologie liegt darin, daß monumentale Philologie hier nicht mehr hermeneutisch, sondern strikt formal betrieben wird. David Hilbert hat die logischen Grundlagen der

¹⁶⁴ Siehe Alan Turing, *Computing Machinery and Intelligence* (dt. in: ders., *Intelligence Service*, xxx); dazu Hodges 1994: 479f

¹⁶⁵ C. W. Ceram, *Enge Schlucht und Schwarzer Berg. Entdeckung des Hethiter-Reiches*, Hamburg (Rowohlt) 1955, 195 (Legende zu Abb. 42)

Mathematik rein immanent definiert, über Axiome als Bausteine des formalen Gebäudes der Mathematik (also Formeln, ergänzt um die logischen Operatoren für "folgt" und "nicht"). Seine Metamathematik stellt eine Theorie des mathematischen Beweisens selbst dar. "Ein Beweis ist eine Figur, die uns als solche anschaulich vorliegen muß; er besteht aus Schlüssen vermöge des Schlußschemas."¹⁶⁶ Punkte etwa bezeichnet er mit A, B, C; Existenz haben sie nur im symbolischen Universum. Unter der Voraussetzung einer vollständigen Axiomatisierung der Geometrie könne man für ihre Symbolisierung ebensogut mit "Tischen", "Stühlen" und "Bierseideln" operieren¹⁶⁷; Werner Speiser wiederum definiert so ästhetische Erscheinungen wie Bilder: "Ein Gemälde kann enthalten Augen, Nasen, Ohren, Kopfhaltung, Handhaltung, Bäume, Lyrik, Geld, Rot, Grün usw. Nennen wie diese Elemente abcd" <zitiert nach Bense 1998: 197>. Hans Kayser überträgt den mathematischen Axiombegriff auf die Musik:

Ebenso wie <...> die neuere Geometrie sagt: wir denken drei verschiedene Systeme von Dingen, die Dinge des ersten Systems nennen wir Punkte usw. - ebenso können wir Musiker, da die Beziehungen der Töne untereinander ebenfalls nur gedachte sind (indem sie keiner naturgegebenen Gesetzmäßigkeit entsprechen und in keiner Naturerschöpfung ein Paradigma haben), sagen, daß wir die Normen für die musikalischen Beziehungen genauso in unserem Geist haben und wir frei damit operieren können, wie die Mathematiker es mit ihren Axiomen tun. <...> Wir denken (d. h. hören) die Töne in gewissen gegenseitigen Beziehungen, die wir mit drei Worten "Intervall", "konsonant", "dissonant" usw. bezeichnen. Wir gelangen auf diese Weise zur Denkmöglichkeit und -notwendigkeit einer nichttonalen Musik, wie sie ja auch vor 1600 auf der Basis der Kirchentönen bestand.¹⁶⁸

Max Bense erkennt darin eine "Vereinbarung, die zum unantastbaren Bestand europäischen Geistes gehört" <ebd.>.

Prinzipiell kann damit die Hilbertsche Geometrie auch sonifiziert werden wie die griechisch gesprochene Variante des phönizischen *aleph* - ursprünglich ein Piktogramm des Ochsenkopfs, der in der vokalphabetischen Abstraktion zum reinen Lautbuchstaben wird, eine radikale Abkehr von der Veranschaulichung. In seinem Vortrag auf dem 2. Internationalen Mathematiker-Kongreß 1900 in Paris definiert Hilbert jene restlose Abstraktion, die erst die Konzeption einer ganz und gar theoretischen Mathematikmaschine (die Turing-Maschine) denkbar macht: "Die arithmetischen Zeichen sind geschriebene Figuren und die geometrischen Figuren sind gezeichnete Formeln, und kein Mathematiker könnte diese gezeichneten Formeln entbehren"; die Anwendung der Zeichen als

¹⁶⁶ David Hilbert, Die logischen Grundlagen der Mathematik [1922], in: xxx, 152

¹⁶⁷ Hilbert im Interview, in: Otto Blumenthal, Lebensgeschichte, in: David Hilbert, Gesammelte Abhandlungen Band 3, Berlin 1935, 388-429 (403); dazu xxx Heitz 1995: 51

¹⁶⁸ Zitiert nach: Max Bense, Die Mathematik in der Kunst [1949], in: ders., Ausgewählte Schriften Bd. 2, Stuttgart/Weimar (Metzler) 1998, 233-428 (422)

strenger Beweismittel setzt in erster Linie die Kenntnis und Beherrschung der Axiome voraus. Hilbert legt dies am Beispiel dar, "wie man beim Addieren zweier Zahlen die Ziffern nicht unrichtig untereinander setzen darf, sondern vielmehr erst die Rechnungsregeln, d. h. die Axiome der Arithmetik, das richtige Operieren mit den Ziffern bestimmen"¹⁶⁹ - eine in der mathematischen Operation schon angelegte theoretische Maschine.

Solche Regeln gelten auf der symbolischen Operationsebene kulturtechnischer Notation überhaupt. Es gilt als Zeichen beginnender Hochkultur, wenn sich ein Volk frühzeitig exakter Zeitmeßmethoden bedient; Egon Friedell zufolge: "Haben wir die Zeit <...> einmal schematisch und überschaubar, meßbar und berechenbar gemacht, so entsteht <...> die Illusion, daß wir sie beherrschen" <zitiert nach Ceram 1955: 116>. Als Kurt Bittel 1937 seine *Tabelle der hethitischen Könige* anlegt, ist er mit einer chronologischen Lücke konfrontiert, die zwischen König Telepinus (ca. 17. Jahrhundert v. Chr.) und wiedereinsetzenden Nachrichten um 1430 v. Chr. klafft:

Die Forschung also sah sich plötzlich vor einer Lücke, vor einem ereignislosen Zeitraum von rund zweihundert Jahren, für den jedes Dokument fehlte, jede Inschrift, jeder archäologische Fund - eine Zeitspanne, die auch nicht durch Analogien mit der Geschichte anderer Völker, durch keinerlei Synchronismen mit geschichtlichem Leben zu füllen war <Ceram 1955: 114>

- die Leistungsgrenzen des Modells Geschichte (für das Momente und Epochen der Geschichtslosigkeit undenkbar sind), an den Grenzen zum Realen der Überlieferung. Ohne physikalische Erdung, d. h. ohne absoluten Fixpunkt ist jede Chronologie relativ, eine Reihenfolge, um damit ein genuin mathematisches Gebilde. Die Lösung des Rätsels lag in der Kritik jener vorderasiatischen Chronologie, die vor allem auf der gängigen Synchronisation mit den altbabylonischen Königslisten beruhte. Deren Verasser haben gelegentlich nicht nur für unwichtig erachtete Namen fortgelassen, sondern auch "ganz einfach verschiedene Dynastien, die gleichzeitig regiert hatten, *untereinander* statt *nebeneinander* angeführt <...> bis man entdeckte, daß vom Aufschreiber mehrere Königslisten einfach addiert worden waren"¹⁷⁰ - eine besonders brisante Praxis, wenn Chronologie an den Eponymenlisten hängt, d. h. der Benennung von Jahren nach den jeweils Regierenden. Durch diese Konfiguration auf der Schreibfläche kommen ganze historische Epochen zustande, die es nie gab, oder solche, die es gab, fallen fort und erscheinen als unaufgelöste Lücke. So eindeutig ist Geschichte eine stochastische Funktion ihres Aufschreibesystems.

¹⁶⁹ Gerhard Kropp, *Geschichte der Mathematik. Probleme und Gestalten*, Wiesbaden (Aula) 1994, 220

¹⁷⁰ C. W. Ceram, *Enge Schlucht und Schwarzer Berg. Entdeckung des Hethiter-Reiches*, Hamburg (Rowohlt) 1955, 121

Archäologen trafen im erwähnten Karatepe auf in Stein gemeißelte Reliefs mit hethitischen Hieroglyphen:

Abb.: Ceram 1955: Tafel XLII

"Die Motive folgen einander willkürlich, ohne Sinnzusammenhang; die Schrift ist formlos, so sich gerade Platz bot, eingestreut" <ebd., Legende zu Tafel XLII>. Hier entscheidet die Ökonomie des Speichermediums, die kostbare Schreibfläche selbst, über die Füllung der Fläche mit Symbolen, nicht der logische Stellenwert der Zeichenkette selbst.

Daten aber, im Unterschied zu reinen Symbolen auf Papier, werden erst dann zu physikalischen, zeitkritischen *Gegebenheiten*, sobald sie als Signale in der materiell gegebenen realen Welt implementiert sind. Medientheoretisch gedacht ist die Turing-Maschine eine, die nur in der Theorie existiert; die Abfolge ihrer internen Zustände bezieht sich nicht auf die kinetische Bewegung einer realen Apparatur, sondern auf je neue Zeichenkonfigurationen - eine quantenspringende Existenzform in diskreten Zuständen, Bewegung ohne Materie, und damit dem Begriff der Information, nicht mehr dem Zweiten Hauptsatz der Thermodynamik verpflichtet, also der energetischen Bewegung hin zur Entropie. In Shannons Kommunikationstheorie wird das Problem des energetischen Wärmeverlusts (in Anlehnung an Boltzmanns H-Theorem) zum Rauschen umformuliert und damit nachrichtentechnisch kalkulierbar.

Diese Wendung deutet sich an, als im 19. Jahrhundert mit diskreten Meßgeräten Realität nicht medial repräsentiert, sondern analysiert wird. Protagonistin ist die antike Sonnenuhr, die analog mit Schatten voranschreitet, aber dann per analog/digital-Umwandlung diskret Zeit zählt; "digital", also mit Fingern und Zeigern gerechnet haben recht eigentlich schon die Römer. Sylvester 2005 wurde kurz vor Jahresende noch eine sogenannte "logische Schaltsekunde" eingefügt, welche die - winzige - Differenz zwischen der astronomischen Zeit und der hochpräzisen Zeit der Uhrmacher egalisiert (welche die exaktere ist). Eine neue Epoche (jenseits chronologischer Kulturtechniken) beginnt, wenn sich die medial selbstreferentialisierte Zeit als *time base* vollständig von der Gleichrichtung nach dem Sternenlauf löst.

Die Verwundbarkeit von Transatlantikkabeln beschleunigte oder triggerte gar einst den qualitativen Umschlag von Telegraphie in drahtlose Nachrichtenübertragung: "Weil Medien strategische Eskalationen sind" und nicht "Prothesen eines sogenannten Menschen, der seine Augen und Ohren an Apparate der Speicherung oder Übertragung entäußert hätte", "entspringt gerade aus der Verwundbarkeit eines gewesenen Leitmediums das

nächste.¹⁷¹ Das heißt auch eine Loslösung von der menschmedialen Prothesentheorie McLuhans, speziell in der Ökonomie der Zeit:

Natürlich ist der lineare Zeitfluss im Sinne eines vorkategorialen Zeitverständnisses nicht zu unterbrechen, doch hat mit dem Einsatz von Bild- und Speichermedien, der Revolution im Bereich digitaler Medientechnik und der Allgegenwärtigkeit verschiedenster Zeitfenster in unserer Gegenwart - von der im Fotoalbum verewigten Vergangenheit bis zur Simulation zufälliger Modelle und Visionen im Computer - ein radikaler Wandel von Zeitmessung und Zeitverständnis eingesetzt, der nun wohl nicht körperlich spürbar, wohl aber medientheoretisch belegbar ist.¹⁷²

Kulturwissenschaft fragt mit Norbert Elias, in welchem Verhältnis "der physikalische Geschehensablauf eines Zeitbestimmers, also etwa der Uhrmechanismus, zu der sozialen Funktion des Geräts als Ankündiger von Zeit" steht.¹⁷³ Demgegenüber sagt Medienarchäologie: Mit der Zählung geht Diskretisierung einher, mit dem Werkzeug der Infinitesimalrechnung (Leibniz) auf der Spur des Analogem. Gemeint ist hier das Digital-Binäre; der Computer ist daher modellbildend für das spezifisch Digitale, das nicht mehr Er-, sondern vielmehr Zählbare.

Der Computer: modellbildend für Medienwissenschaft

„Medien“ wurden zum Namen einer Wissenschaft nicht von ungefähr, sondern die Dinge selbst drängten danach. Ansatzweise zwar schon in Phonograph, Film, Radio und Fernsehen (McLuhans *Understanding Media* von 1964 wurde im Auftrag des US-Ministeriums für Erziehung geschrieben), doch durchschlagend erst mit dem Medium, das die Singularität analoger Medien, ihre spezifische Fügung, unterläuft: der Computer. „Modellbildend“ ist der Computer für Medientheorie, weil er selbst das erste Medium ist, das aus reiner Theorie geborgen ward.

Eine Werbeanzeige der Berliner Designerin Evelin in der Stadtzeitung *zitty* definierte im Oktober 2003 Mode so, als sei sie ein Computer, nämlich als "die Schnittstelle von Material und Intelligenz". Mit dem Computer kommt Medienwissenschaft auf den Begriff, während die Epoche von Radio und Fernsehen lediglich den der Massenmedien und eine Publizistik hervorbrachte. Der Fernseher „rechnet“ nicht. Es ist der

¹⁷¹ Friedrich Kittler, Krieg im Schaltkreis, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 275 v. 25. November 2000, I

¹⁷² Diplomklausur Andreas Jahncke, Bauhaus-Universität Weimar, Fakultät Medien, März 2003, zur Fragestellung: „Beschreiben Sie entscheidende Momente in der Geschichte der Zeitmessung, ihre kulturtechnischen Konsequenzen und entsprechende medienwissenschaftliche Theorien

¹⁷³ Norbert Elias, Über die Zeit. Arbeiten zur Wissenssoziologie II, Frankfurt/M. 1988, XXIf

Computer, der eine Beobachterdifferenz zu allen anderen Medien setzt, indem er sie zu subsumieren vermag (und damit alle verkörpert). War Mediengeschichte bislang eine Geschichte einzelner Medien, kehren diese nun als logische Formate ausdifferenziert im medialen Kollektivsingular von Datenverarbeitung namens Computer wieder ein. "Ich bin alle Namen der Geschichte", schreibt Friedrich Nietzsche in seinem *Zarathustra*. Nun sagt das die universale Maschine.

„Virulent wurde die Frage nach dem epistemologischen Status der Medien mit der ubiquitären Verbreitung des Computers.“¹⁷⁴ Modellierung, nicht Metaphorisierung von Medienprozessen in der Kultur ist das Programm von Medientheorie. Nicht die diskursiv manifeste, sondern die latent epistemische Dimension medialer Prozesse interessiert sie.

Die Kritische Theorie der Frankfurter Schule und im Anschluß daran die Cultural Studies haben immer wieder gefragt, ob Medien Meinung manipulieren (Brecht, Adorno, Anders, Enzensberger, Bourdieu, Fiske). Diese Frage war mit Adornos 100. Geburtstag im September 2003 gleichzeitig aktuell und antiquiert. Auf der zeitgleichen Ars Electronica in Linz unter der Themenstellung "Code. The language of our time?" herrschte in Theorie und Medienkunst durchgängig Einigkeit, daß wir eine Epoche durchleben, in der nicht mehr klassische AV-Massenmedien ein Publikum manipulieren, sondern die mächtigste Medienmaschine von jedem Nutzer höchstselbst manipuliert werden kann - durch Programmierung als aktueller Schriftkompetenz. Auch wenn das Verhältnis vieler zur Programmierung dem eines Archäologen entspricht, der auf eine unentzifferte Schrift trifft, ist es doch möglich, strukturell die Logik und Ästhetik der Programmierung anhand von rudimentären Kenntnissen in Hochsprachen aus der Steinzeit der Programmierung wie Turbo Pascal und Basic nachzuvollziehen.

Es gibt für Medientheorie eine Steinzeit - einmal im zeitlichen Sinne, einmal im wörtlichen (wenn mit Steinen *kalkuliert* wird, die Geburt der Schrift aus Zahlen-*tokens* in Mesopotamien). Medienarchäologie ist, wenn der Begründer der modernen Medienwissenschaft, Marshall McLuhan, bis auf das griechische Vokalalphabet als Ergründung der Technologien seiner Gegenwart zurückgreift - wenngleich seinerseits noch primär an den AV-Medien orientiert, weniger auch den Computer, also die Zahl, mit einbeziehend.

Natürlich manipulieren Medien: ebenso auf der Ebene nachrichtentechnischer Übertragungsprotokolle (IPs etwa) wie auf der Ebene sogenannter Inhalte (*message*), die tatsächlich eine Manipulation von Sinneswahrnehmung als Signalverarbeitung ist - eine physiologische ebenso wie psychotechnische *massage*

¹⁷⁴ Georg Christoph Tholen, Die Zäsur der Medien. Kulturphilosophische Konturen, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2002, Einbandtext

(McLuhan). Massenmedienforschung positioniert sich also zwischen den Positionen der kritischen Theorie und den Cultural Studies einerseits und der Medienarchäologie andererseits (die unter "Masseanschluß" die elektrotechnische Erdung der Apparate versteht); solche Analysen *technologisch* zu präzisieren ist Programm einer operativen Medientheorie.

An die Stelle der ideologischen und analog sinnestäuschenden Manipulation des Menschen ist mathematisches Werkzeug getreten, das in Kombination mit Apparaten mächtig wird. Mathematische Modelle machen berechenbar, was menschliche Wahrnehmung an Bildern für redundant oder irrelevant hält; so kann eine gezielte Datenreduktion genau dort stattfinden. In digitaler Bildverarbeitung wird dies konkret, wo an die Stelle des archäologischen und kulturwissenschaftlichen Begriffs des dinglichen Artefakts ein logischer Begriff desselben tritt. Artefakte von geringer digitaler räumlicher und farblicher Auflösung, die sich als Quantisierungstreppen schematisch zu erkennen geben, werden in nicht sichtbare Bereiche verschoben. Und für Akustik gilt das Sampling-Theorem, entwickelt von Shannon und Nyquist: Werden akustische Signale in einer Frequenz abgetastet, die doppelt so hoch wie die Hörgrenze menschlicher Ohren liegt, nämlich bei aktuell 44.100 Hz (der Standard für Compact Discs), können sie (scheinbar) verlustfrei reproduziert werden - unerhört aus Perspektive des Menschen (nicht der Maschinen). Optisches und akustisches Rauschen wird damit durch die Nachbarschaft prägnanter Information maskiert, und Shannons mathematische Entropie zur Entropie in der Wahrnehmung als Funktion der Psychooptik.¹⁷⁵ Im Idealfall ist Kompression also nicht direkt sichtbar, doch aus Gründen der Rechen- und Speicherökonomie in *streaming media* wird oft an der Grenze zum doch wieder Wahrnehmbaren kodiert; je weniger Bandbreite für die Übertragung solcher optischer oder akustischer Information zur Verfügung steht, desto mehr offenbart sie sich als Funktion einer Rechenleistung, also Berechnung, als Kalkül, als Modell. Hier zeigt sich der Rechner in seinem operativen Sein.

Der Paläontologe André Leroi-Gourhan prognostizierte seinerzeit (und hier ganz Zeitgenosse McLuhans) für die Epoche jenseits der Dominanz des Alphabets ausdrücklich "das Audiovisuelle".¹⁷⁶ Der Einstieg in Medienkultur aber läuft heute nicht mehr primär über Radio- und Fernsehen, also die Analyse sogenannter AV-Medien, sondern über den Computer als kognitives Werk; sein Appell ruft eine ihn begleitende Medienwissenschaft auf den Plan, die - bei allem Respekt - eine Differenz zu McLuhan bildet, der bei einer Prothesentheorie stehenblieb, derzufolge "alle Medien <..>

¹⁷⁵ Eine These von Kilian Hirt, cand. Magister Artium im Fach Kulturwissenschaft, Humboldt-Universität zu Berlin (2005)

¹⁷⁶ Kapitelüberschrift in: André Leroi-Gourhan, Die Hand und das Wort. Die Evolution der Sprache, Technik und Kunst, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1980

Erweiterungen bestimmter menschlicher Anlagen" seien, psychisch oder physisch."¹⁷⁷ Dagegen steht die Behauptung, daß den Menschen Medien *bilden* - Wilhelm von Humboldts Bildungsauftrag von 1810 anders gelesen. So wird der Mensch zur Botschaft des digitaler Kommunikationstechnologien. Und so wandelt sich das Profil der Brüder Alexander und Wilhelm im Logo der Humboldt-Universität in ein Alpha und eine Sonnenuhr: die Kulturtechnik des Vokalalphabets einerseits und das Messen (des *Kosmos*) andererseits.

Paradigmatisch dafür steht ein Schlüsselmoment des Computers als Rechenmaschine. Mathematik hält eine Aufgabe für bewältigt, deren Unlösbarkeit sie bewies <Du Bois-Reymond 1883: 15>. Dieser Satz war Ausgangspunkt des Computers, denn auch Alan Turing hat seinen Aufsatz *On computable numbers* 1936 unter der Prämisse geschrieben, aufzuweisen, was sich *nicht* von einem Rechner berechnen läßt. Von *computerable numbers* ist noch nicht die Rede, doch indirekt oder nebenbei wurde damit der Computer in seiner Positivität denkbar, als Maschine, welche Positivitäten zu verrechnen vermag: chemische, elektrische, mechanische, akustische, optische, elektromagnetische Teilchen und Wellen, also Welten. Mit dieser Maschine läßt sich alles generieren, transportieren und transformieren, was als Daten verhandelt werden kann. "Auf diese Weise läßt sich der Rechner als Medium nutzen."¹⁷⁸ Vom Übertragungsakt, also vom vom Kanal her gedacht, ist der Computer ein Medium, dessen Kanal um die Dimension der Programmierbarkeit erweitert ist.

In Claude Shannons mathematischer Theorie der Kommunikation findet sich eine präzise, wenngleich triviale Definition von "Medium" im Kontext einer Konstellation, die selbst mehr darstellt als der schicht physikalische Medienbegriff. Er beschreibt die fünf Elemente eines Kommunikationssystems als Nachrichtenquelle, Sender, Kanal, Empfänger und Nachrichtensenke. Der (fast schon syllogistische) *medium term* ist die Mitte: "3. Der *Kanal* ist nur das Mittel (medium), das benutzt wird, um das Signal vom Sender zum Empfänger zu übertragen. Es können ein paar Drähte sein, ein Koaxialkabel, ein Frequenzband, ein Lichtstrahl, usw."¹⁷⁹ Kanal aber ist nicht nur die Leitung im Raum, sondern auch die Zeit; Zeit als Kanal *alias* aufgespeicherter Überlieferung, archivische Kodierung von Nachrichten an die Nachwelt etwa, gerät damit am Rande mit in den Blick. Erst im Vollzug aber, im Prozeß der Signalübertragung, wird dieses physikalische Medium zu einem "Medium" im aktuellen Sinn.

¹⁷⁷ Marshall McLuhan / Quentin Fiore, *Das Medium ist Massage*, Frankfurt 1984 (amerik. *1967)), 26

¹⁷⁸ Ralf Schnell, *Medienästhetik. Zu Geschichte und Theorie audiovisueller Wahrnehmungsformen*, Stuttgart / Weimar (Metzler) 2000, 298

¹⁷⁹ Claude Shannon, *Ein / Aus*, Berlin (Brinkmann & Bose) 2xxx, 12

In diesem Sinne ist der Computer ein - paradox formuliert - selbstreferentielles Medium, Kanal und autopoietisches Universum zugleich. Definiert man als Medium etwas, das zwischen einem Sender und Empfänger steht, also ein Übertragungskanal oder Speicher, so sind Computer nicht nur Medien, sondern auch Sender und Empfänger, die Nachrichten selbst innerhalb der Grenzen ihrer eingeschriebenen formalen Regelwerke selbst schreiben und lesen, generieren, filtern und interpretieren können.¹⁸⁰

Dem Sender-Empfänger-Modell gegenüber steht der quantenmechanische Informationsbegriff: Er geht vielmehr von der unvordenklichen Verschränkung von Kommunikation zwischen verschränkten Teilchen aus. Was hier fortfällt, ist (für Medientheorie entscheidend) der zeiträumliche Kanal. Beim *beamen* wird nicht Materie, sondern ihre Information übertragen - verlustfrei, rauschlos. Quantenphysik hinterfragt den seltsamen Befund, daß die Messung (also der eigentlich medientechnische Akt) an einem der beiden verschränkten Teilchen sich auf das andere ohne Ausbreitungsgeschwindigkeit auswirkt; vielmehr ändert sich der quantenmechanische Zustand des zweiten Teilchens sofort, wenn das erste gemessen wird.

Man sollte nun glauben, dass dies eine Übertragung von Information mit Überlichtgeschwindigkeit ermöglichen sollte. Dies wäre dann der Fall, wenn wir bei der ersten Messung tatsächlich beeinflussen könnten, welches Resultat wir erhalten. <...> Es ist vielmehr so, dass, wenn wir das erste Teilchen zum Beispiel fragen, ob sein Spin in einer bestimmten Richtung hinaus- oder hinunterzeigt, wir jede der beiden Antworten mit gleicher Wahrscheinlichkeit erhalten.¹⁸¹

In dieser Abfolge ist keine Information enthalten, aber ein Höchstmaß an potentieller Information, vergleichbar mit dem Würfel, den Maurice Merleau-Pontys Phänomenologie der Wahrnehmung zur Veranschaulichung der Krise der Anschauung selbst anführt. Wenn wir vom Würfel reden, meinen wir *Das Sichtbare und das Unsichtbare* an ihm zugleich, denn immer nur eine oder wenig mehr Seiten des Würfels können wir tatsächlich vor Augen haben.¹⁸² Ein Computer, der nicht nur mit seinen aktuellen, sondern auch seinen potentiellen Zuständen zu rechnen vermag, sprengt die gegenwärtigen Leistungsgrenzen der Mikroprozessoren; aus quantenphysikalischer Sicht würde hier die Welt selbst sich rechnen.

Doch Gott würfelt nicht, widerspricht Albert Einstein der Quantentheorie wider bessere Einsicht. Doch aus

¹⁸⁰ Florian Cramer, *Executable statements: Das Drängen des Codes an die Nutzeroberflächen*, in: Stocker / Schöpf (Hg.) 2003: 104-109 (109)

¹⁸¹ Anton Zeilinger, *Einsteins Schleier. Die neue Welt der Quantenphysik*, München (Beck) 2003, 88f

¹⁸² Maurice Merleau-Ponty, *Das Sichtbare und das Unsichtbare [1959/1961]*, München 1986, 259f

quantenmechanischer Sicht (sonst würde sie nicht so heißen) löst sich selbst der Lichtstrahl in Photonensprünge auf - in grober Analogie zu dem, was in den Momenten der Lektüre auch dieses Skripts stattfindet, vor den geneigten Augen eines Lesers, einer Leserin oder dem Abtaststrahl eines Scanners, der mit OCR-Software dieses Schriftbild der alphanumerischen Textverarbeitung zugänglich macht : eine "Quantisierung" des scheinbar kontinuierlichen Lesevorgangs.

Solange Sehtheorien anhand von Okularen und Strahlensätzen zu ihren Modellen fanden, gingen sie von simultanen und ununterbrochenen Bildübertragungen aus und schienen unhinterfragt dem Eindruck der kontinuierlichen visuellen Wahrnehmung zu entsprechen. An die Stelle jener Modelle treten seit 1900 die Apparaturen Erdmanns und Dodges, die den Wahrnehmungsprozeß in unterschiedliche Zeiteinheiten auflösen. Experimentalsysteme haben fortan die apparative Bewegung beschrifteter Vorlagen und die motorische Ausrichtung der Netzhaut durch das Auge zu orchestrieren und gleichzeitig das Zusammenspiel multipler Bewegungen aufzuzeichnen.¹⁸³

Die sogenannte *Krise der Anschauung* als vielfach diagnostizierteres Symptom der Zeit um 1900 läßt sich mit der experimentellen Erforschung des Sehens selber zusammenbringen. mathematischen Modellbildung - die theoretische Alternative zur veranschaulichenden Theorie - bildet von nun an den methodischen Hintergrund für die Experimente; diagrammatische Visualisierungsformen (definiert von Charles S. Peirce) finden anstelle von räumlich-perspektivischen Vorlagen Verwendung, deren typographischer Formatierung Lesen seit Gutenberg war.

<Abb. Erste Seite aus Ratdolts Euklid-Ausgabe von 1482 mit den ersten gedruckten geometrischen Figuren, aus: Max Bense, AS Bd. 2, Stuttgart/Weimar (Metzler) 1998, 234>

Antike *theoría* und die Krise der mathematischen Anschauung (Hilbert)

Die Medialität von Theorie als "Anschauung" betrifft die beiden Aspekte des Medienbegriffs: die physikalische Materialität einerseits (Licht als "Dazwischen" im Sinne von Aristoteles), und die logische, also mathematisierbare Verfaßtheit technischer Medien andererseits. Die sogenannte *Anschauungskrise* in der Mathematik vor hundert Jahren betrifft auch die Medientheorie, insofern erst auf dem Umweg der radikalen Abstraktion von mathematischen Symbolwelten die Turing-Maschine gefunden wurde. Hilberts These ist, daß alles, was reine Theorie oder wissenschaftliche Logik ist, der Mathematik verfällt. Medientheorie aber erinnert an die Verunreinigung aller Theorie im Moment ihrer operativen Implementierung - das Umsetzen eines Algorithmus in das Programm einer weltlich realen Computerarchitektur.

¹⁸³ Philipp von Hilgers, Von der experimentellen Leseforschung zur Mustererkennung 1860-1960, Typoskript 2004

Der Gipfel der abendländischen Betrachtung ist die *theoría*, und der Computer ist deren letzte Konsequenz: eine Konsequenz des algorithmischen, prozessualen, selbst den Irrtum noch regelhaft (Shannons Labyrinth) und logisch (Descartes' *Discours de la methode*) durchführenden Denkens, festgebrannt nun in Silicon und Hardware.¹⁸⁴ Es geht um Methode, nicht um Verstehen (frei nach John von Neumann). Wahrnehmungstechnisch heißt dies umzuschalten auf eine Lektüre, die Zeichen als Signale liest, ohne vorab schon Bedeutung zu suchen - der kalte Blick des Scanners. Bleibt das erstaunliche Umstand, daß auch der archäologische Blick der Medientheorie, um argumentieren zu können, um Verstehen wirbt.

Angenommen, ein Gedächtnis geht (im Menschen oder in Institutionen oder in Maschinen) schlagartig verloren. Bleibt die Möglichkeiten, Textbaustellen wie diese hier ohne Kenntnis des semantischen Kontextes weiter zu verketteten, nach rein formalen Kriterien, als Syntax zweiter Ordnung, zugänglich für maschinelles Lesen? Frege hat die von ihm kreierte *Begriffsschrift* einmal so charakterisiert: "Wie der Name andeutet, sind ihre Urbestandteile nicht Laute oder Silben, sondern Schriftzeichen" <zitiert nach Bense 1998: Bd. 2, 253>, ein Kalkül "ohne musikalische Zutat" <Bense ebd.>, also völlig losgelöst vom Vokalalphabet. Es war Leibniz, der in seiner kalkülisierenden Kombinatorik und "leibnizische<n> Reduktion des Geistes auf die Form" <Bense ebd., 254> einen Universalrechner dachte. Doch lesen wir an seinem Gedanken nicht nur sorgfältig den Inhalt, sondern auch die sprachliche Wort, das Hybrid aus distanzierterem Latein und vertrauter Landessprache; die grammatische Form selbst ist die Botschaft seines kombinatorischen Denkens und damit ein medienarchäologisches Monument:

In Philosophia habe ich ein Mittel funden, dasjenige was Cartesius und andere per Algebram et Analysin in Arithmetica et Geometria gethan, in allen scientien zuwege zu bringen per Artem Combinatoriam, welche Lullius und P Kircher zwar excolirt, bey weitem in solche deren intima nicht gesehen. Dadurch alle Notiones compositae der ganzen welt in wenig simplices als deren Alphabet reduciret, und aus solches alphabets combination wiederumb alle dinge samt ihren theoremätibus, und was nur von ihnen zu inventiren möglich, ordinata methodo, mit der zeit zu finden, ein weg gebahnet wird. Welche invention, dafern sie wils Gott zu werck gerichtet, als mater aller inventionen von mir vor das importanteste gehalten wird, ob sie gleich das ansehen noch zur zeit nicht haben mag.¹⁸⁵

Dieses Ansehen kommt mit dem Computer zustande, als operative *ars combinatoria*.

¹⁸⁴ "Die Geburt der Fiktion im Rahmen der griechischen Wissenschaft nach ihrer algorithmischen Seite". Gastvortrag von Gerald Wildgruber (Forschergruppe "Bild-Figur-Zahl" an der Universität Basel), am Seminar für Medienwissenschaft der Humboldt-Universität zu Berlin, 28. Januar 2004

¹⁸⁵ Leibniz, Gottfried Wilhelm: Die philosophischen Schriften. Hrsg. v. C. J. Gerhardt, Erster Band. Hildesheim 1965, 57f.

Der Erfinder Palamedes aus Euböa soll dem altgriechischen Mythos zufolge (wie Theuth in Ägypten laut Platon) nicht nur die Buchstaben des Alphabets, sondern eben auch die Zahlen entdeckt haben - eine fortschreitende Befreiung von kultureller Semantik und kultischen Konnotationen als Werk, an dem besonders die Koemergenz, die Allianz von Schrift und Mathematik epistemologisch prägend ist. "Aus Symbolen mit dehnbaren Implikationen wurden Zeichen, wirkliche Werkzeuge im Dienste eines Gedächtnisses, in das die Strenge des Rechnens Eingang fand."¹⁸⁶ Mit dem griechischen Vokalalphabet wurde fast von Beginn an nicht nur Poesie aufgeschrieben (Homes Epen), sondern auch Mathematik kalkuliert - die Grundlage für das Gedanken- als Rechenexperiment von Leibniz' Kalkül *Apokatastasis panton*. Novalis denkt die Denkmaschine weiter:

Am Ende ist die ganze Mathemat[ik] gar keine besondre Wissenschaft - sondern nur ein allgem[ein] wissenschaftliches Werckzeug <...>. Sie ist vielleicht nichts, als die <...> zu einem äußern Object und Organ, gemachte Seelenkraft des Verstandes - ein realisirter und objectivirter Verstand. Sollte dieses vielleicht mit mehreren und vielleicht allen Seelenkräften der Fall seyn - daß sie durch unsere Bemühungen, äußerliche Werckzeuge werden sollen? <...> Das System der Wissenschaften soll symbolischer Körper (Organsystem) unsers Innern werden - nicht in uns, aber außer uns.¹⁸⁷

Mathematik ist also schon Maschine, wie sie Alan Turing zur "intelligent machinery" entwickeln wird.

Der Computer als "die selbstlose Maschine" (Gerald Wildgruber) ist die spezifische Ausprägung der abendländischen Erkenntnisform Theorie, wie sie notwendig in der Konvergenz von Idealität und Materialität resultiert. Aus medienwissenschaftlicher Sicht ist solch ein kulturtechnischer Mechanismus *operativ*, im Unterschied zum theaterwissenschaftlichen Begriff kultureller Performanz; "operativ" meint hier diskret-mathematisch versus kontinuierlich-körperlich.

Die Sehnsucht nach haptischer Realität ist ein Retro-Effekt der digitalen Kultur selbst. Die *transmediale.06* (Februar 2006) in Berlin gab sich entsprechend eine neue Definition; das "Preface" zum Programmheft konstatierte, "dass eine strenge Difnition der `Medienkunst´ heute kaum noch möglich scheint. Wir haben uns deshalb entschlossen, den Untertitel des Festivals umzubennen: die *transmediale* heißt nicht mehr `international media art festival´, sondern `festival for art and digital culture´" - signifikant für die Lage.

Die Installation *Roermond-Ecke-Schönhauser* von Markus Kison (Deutschland 2005), ausgestellt auf derselben *transmediale.06*, projiziert die von Webcams übertragenen Streams per

¹⁸⁶ Leroi-Gourhan, André: Hand und Wort. Die Evolution von Technik, Sprache und Kunst Frankfurt am Main ³1984, 253

¹⁸⁷ Novalis (Friedrich v. Hardenberg): Das Allgemeine Brouillon, in: Schriften Bd. 3, Das philosophische Werk II Hrsg. v. Richard Samuel, 251f.

Videobeamer über eine Spiegelkonstruktion auf farbneutrale Modelle der jeweiligen (öffentlichen) Orte; so wird die Virtualität digitaler Bildinformationen, der es am Widerstand des architektonisch Realen oft mangelt, auf den referenzierten geometrischen Volumen abgebildet, was ihnen Elemente der Autorität physikalischer Realität borgt - *live*-Modelle einer entfernten Welt, haptisch wiederfaßbar, jenseits der televisuellen Immaterialität. "Reality Addicts" hieß ein Schwerpunkt jener *Transmediale.06*, Ausdruck eines Begehrens nach haptischer Welthaftigkeit jenseits von Monitoren, Projektionen, *closed circuit*-Installationen und immersiver Klangkulissen. Doch nur im Paradoxen, in der Störung, im Witz bricht dieses Reale der Welt ins Bewußtsein ein.

Herbert Minkowsky sah keine Differenz zwischen Bedeutung und Zahlen (*Geometrie der Zahlen*, 1897), und David Hilberts Metamathematik stellt ein strikt formales Verfahren dar, in der nicht die Veranschaulichung durch geometrische Figuren im Vordergrund steht. Jenseits des optischen Paradigmas von *theoría* gelten algebraisch-syntaktische statt geometrisch-anschauliche Operationen. Ist der materielle Rest ein informationstheoretisch zu vernachlässigender? Lange Zeit ließ die marxistisch-leninistische Philosophie in ihrer strikten Dichotomie von Materie und Idee keine Zwischenzustände zu - und schon gar nicht den Satz von Norbert Wiener, daß Information weder Materie noch Energie sei. Nach Stalins Tod konnte die Kybernetik (etwa durch Georg Klaus) die Herausforderung von Information als Produktionsmittel durch den Verweis darauf lösen, daß jede Information eines materiellen Trägers bedarf, um empfangen, prozessiert, übertragen und gespeichert werden zu können - eine salomonische, um nicht zu sagen dialektische Lösung. In der Tat kommt eine Welle (ob Wärme, ob Schall, ob Licht, ob Elektromagnetismus) immer erst anhand von Materie in Erscheinung - als "physikalischer Vorgang, bei dem Energie übertragen, jedoch kein Stoff transportiert wird" <Göbel et al. 1972: 194>. Dieser Ausweg gilt, solange nicht in der Quantenphysik Welle und Teilchen als Modelle gleichursprünglich werden.

Genau hier aber interveniert die Einsicht der Elektrizitätslehre, faßbar am *Mediendispositiv* der Elektronenröhre (die harte Variante dessen, was die Apparatus-Theorie anhand der Kino-Anordnung beschrieben hat). An die Stelle einer physikalischen Übertragungsmediums (feste Materie, Luft, Licht) rückt hier ein Nicht-Medium: das Vakuum. Durch Energiezufuhr wird die Kathode aufgeheit und es kommt zur Emissionen von Elektronen; diese werden unumkehrbar in einem elektrischen Feld beschleunigt und vom "Sprüh-" zum "Fangpol", der Anode, gezogen. Jede Telefunken-Röhre in einem antiquarischen *Volksempfänger* läßt sich so heute noch zum Glühen bringen (und schreibt damit eine medienarchäologische, nicht historische Zeitlichkeit).

An die Stelle einer anthropologisch sinneskanalgerechten Ordnung der Physik (Mechanik, Akustik, Wärmelehre, Optik, Elektrizitätslehre) tritt eine Physik der Teilchen, der Felder, der Wellen (zeitlich und räumlich periodische Änderungen physikalischer Größen), der Quanten - was sich nicht mehr ästhetisch unmittelbar wahrnehmen läßt, sondern aus mathematischen Analysen und Modellen resultiert.

Erhöht man die Anodenspannung (U) kontinuierlich, wächst die Anodenstromstärke (I), bis ein maximaler, ein Sättigungswert erreicht ist; im Röhrenradio ist dies als Emergenz des Tons (oder Knackens und Rauschens) hörbar.

Abb.: "I-U-Kennlinien einer Röhrendiode, aus: Rudolf Göbel u. a. (Autorenkollektiv), Physik in Übersichten, Berlin (Volk und Wissen) 1972, 144, Bild 144/5

In dieser theoretischen Kennlinie, ablesbar als Graph der Funktion $I = f(U)$, entscheiden sich Medienkulturen, denn hörbar und einsichtig vollzieht sich hier ein medienepistemologischer Sprung, den Bernhard Siegert anhand von Charles Fouriers Analysen der Wärme summiert hat: "Was da aus dem rein Kontinuierlichen, dem rein Analogem, herauswächst, ist das rein Diskontinuierliche, das Diskrete: eine Rechteckwelle. Das Diskrete ist der Grenzwert des Analogem" <Siegert 2003: 245> - eine Quantelung, der qualitative Umschlag des Stetigen ins Digitale, also Rechenbare. Wir fassen hier an einem medienepistemischen Ding "den Übergang zwischen dem analogen physikalischen Signifikat und dem diskreten willkürlichen Signifikanten" <Siegert 2003: 246>. In ihrer einen Eigenschaft empfängt und sendet die Röhre (als Audion im klassischen Radio - hier schon Gleichrichter und Verstärker in einem -, als Braunsche Leuchtröhre im Fernsehen); in ihrem anderen medienontologischen Status aber wird mit ihr gerechnet - so daß die Röhre als Agentur des Prozesses nicht mehr selbst sichtbar ist wie beim Fernsehen (der ganze Witz des Bildschirms), sondern auf einen unscheinbaren, ja inifiniten Rest schwindet - die Umschaltung zwischen Null und Eins. Was die altgriechische Philosophie, Ästhetik und Mathematik noch makrophysikalisch durchdachten (also "kosmisch"), verschiebt sich in der Neuzeit zunehmend auf die mikrophysikalische Ebene - wie die harmonische Unterteilung des Monochords (Pythagoras) auf die Schwingungszahlen der Saite (Mersenne). Form und Bewegung der schwingenden Saite sind als Summe einfacher Sinusschwingungen (Fourier-Reihe) auflösbar; die Mathematik der Wellengleichung (d'Alembert, Euler) macht dann die Ausbreitung elektromagnetischer und mechanischer Wellen überhaupt beschreibbar.¹⁸⁸ In seinem Buch *Das Wunder der Wellen* erregte die Radoröhre den Autor in den 1930er Jahren noch zu geradezu philosophischem Staunen: "Das ist das große Wunder: die

¹⁸⁸ Johannes Barkowsky, *Das Fourier-Theorem in musikalischer Akustik und Tonpsychologie*, Frankfurt/M. (Peter Lang) 1996, 69

unfaßbare Exaktheit, mit der die Verstärkerröhre das Bild einer Stimme vergrößert, jede feinste und kleinste Einzelheit überträgt"¹⁸⁹ - das Reich der analogen Modulation. Diese Exaktheit aber wird digital-operativ tatsächlich von unfaßbar zu faßbar, nämlich berechenbar - selbst "das Gebiet der unfaßbaren Zahlen" <ebd.>. Entsprechend wurde die Amplituden- und Frequenzmodulation (AM / FM noch heute im Radio) durch die Pulse-Code-Modulation ersetzbar (PCM) und damit der bislang definierende Zug medialen Vollzugs, nämlich die Übertragung, durch Diskretisierung selbst *aufgehoben* wurde, die Signatur der digitalen Medienkultur. Diese Digitalisierung (*qua* Quantisierung der zu übertragenden Signale) umgeht die Grenze des Analogen, nämlich den Moment, wo nicht mehr das Sprach- oder Bildsignal, sondern nur noch das Rauschen des Kanals selbst hörbar ist: am Beispiel der Vakuumröhre die "Grenzen der Verstärkung", die tatsächlich unüberhörbar werden. Die Brownsche Wärmebewegung der einzelnen Elektrizitätsteilchen im Draht (also Kanal) führen zum sogenannten "Wärmekrach" <ebd., 93>, der nur bei 273 Grad Kälte, völlig verstumt - absoluter Nullpunkt, also Schweigen.

Zwischen Wechselstrom und binärem Rechnen ergibt sich eine unerwartete Allianz. Röhren kommen (bombenzündtechnisch zweckgebunden) im ENIAC-Rechner zum Einsatz, weil 10000 mal schneller als elektromechanische Relais. Eher beiläufig stellt sich dann als medienepistemologischer Sprung eine Option ein, die gar nicht angedacht war: sie auch als Schaltelement einzusetzen für binäre Logik. Damit wird sie von einer analogen Elektrotechnik zum techno-logischen Artefakt, Beginn der Gegenwart.

Mit dem elektronischen Schaltelement (dem Transistor als effektivem Nachfolger der Röhre) steht die Immaterialität der Booleschen Logik und des dyadischen Rechnens auf einer hauchdünnen Spur von Welt - so hauchdünn, daß sie nur noch wahrscheinlichkeitstheoretisch faßbar wird, wenn es um deren Elementarteilchen (oder eben -wellen) selbst geht. Mit dem Quantencomputer wird nicht mehr auf einem materiellen Träger gerechnet, sondern mit der Materie selbst, indem die Beobachtung, der Meßakt, als Heisenbergscher Operator eingesetzt wird - und erneut macht es Sinn, auf die medienarchäologisch andere Seite der sogenannten Medien, nämlich ihre Genese aus Meßmedien, hinzuweisen. "Folgerecht hat der spätere Heidegger selber schon bemängelt, daß die Hochtechnologie von heute als bloß analytische `Vergegenständlichung der Natur´ noch seinsgeschichtlich unterbestimmt oder zurückdatiert blieb, weil sie eben - weit über Descartes hinaus - `Bestand´ und das heißt systematische Synthese ist"¹⁹⁰, ganz wie aus der elektrotechnischen Analyse

¹⁸⁹ Eduard Rhein, Wunder der Wellen. Rundfunk und Fernsehen dargestellt für jedermann, Berlin (Deutscher Verlag) 1935 (4. Auf. 1939), 87

¹⁹⁰ Friedrich Kittler, Zwölfte Vorlesung (über Heideggers

von Klang als Frequenzgemisch ein klangerzeugender Synthesizer wurde, nicht wegzudenken aus der Popmusik. Meßmedien schlagen in Massenmedien um.

Ontologisch unentscheidbar aber bleibt die alte platonische Frage, die auch die Frage von Leibniz bleibt: "gerade durch das Medium der Zahlen das Wesen der göttlichen Weltordnung intuitiv erfaßt zu haben". So erklärt Oswald Spengler im Eingangskapitel seines Werks *Untergang des Abendlandes* (1923), das unter dem Titel "Vom Sinn der Zahlen" steht, die Zahlen selbst zum Medium von Welterkenntnis - aber nicht zur Welt selbst.

Theoría ist für Hilbert nur das, was uns abstrakt, axiomatisch vorliegt. Hilbert strebt nach der Reinigung von allen Resten der Anschauung, um erst dann daraus ein "Bild" machen. Einsicht, gefiltert durch Mathematik, erkennt: Alles ist Zahl. Einmal gereinigt vom Zeichenbegriff, sind Zahlen mechanisierbar, sinn-entlehrt, reine Symbole; der algorithmische Kalkül ist damit deligierbar an Automaten. Metamathematik meint implizit Medientechnik. Hilbert schlägt vor, die zeichenförmige Medialität der Mathematik in eine sinnlose figurale Konstellation (also eher Diagramm denn "Bild") umzuwandeln. Sein Schüler Bernays verwendet tatsächlich statt des Zeichenbegriffs in der Mathematik die diagrammatische "Figur", denn diese suggeriert keinen Verweischarakter, wie es Semiotik immer schon unterstellt.

Diese Unanschaulichkeit aber war der griechischen Antike fremd - was sie von der Epoche des Computers trennt. Was uns heute als mathematische Abstraktion erscheint, also als Theorie, war für antike Griechen die Anschauung (also der mediale Begriff von *theoría*) einer gefügten Gestalt, ein rhythmisches Gefüge zwischen Optik und Akustik.¹⁹¹ Die Zahl war für die Pythagoreer keine schlicht intelligible Größe, sondern mit Ausdehnung (Raum) begabt; geometrische Operationen lassen - anders als die Arithmetik - keine Trennung von Intelligibilität und Materialität zu, sondern konvergieren in der körperlichen Figurativität der Zahl.

Doch in kleinsten Körnern konvergieren abstrakte Zahl und Körper. Sand am Meer steht für unendlich viele kleinste, atomare Teilchen (und das Meer selbst für das Rauschen). Medium und Form aber gehen hier, frei nach Fritz Heider (der Dinge und Medien physikalisch trennt) und Niklas Luhmann (der diese Differenz zur relativen Funktion einer Beobachtung

Kehre), in: ders., *Eine Kulturgeschichte der Kulturwissenschaft*, München (Fink) 2000, 229-246 (243)

¹⁹¹ Siehe Oskar Becker, *Größe und Grenze der mathematischen Denkweise*, Freiburg / München 1959, 9; s. a. "Die Aktualität des pythagoreischen Gedankens", in: ders., *Dasein und Dawesen. Gesammelte philosophische Aufsätze*, Pfullingen 1963, 127-156 (136)

macht), ineinander über. Gerechnet (buchstäblich "kalkuliert") wurde in der griechischen Antike mit *pséphoi*, kleinen Steinchen (die lateinischen Kieselsteine namens *calculi*); Zahlen werden benannt nach den Figuren, zu denen sie angeordnet werden können (Pythagoras' Neologismus der "Tetraktys"). Die Versenkung der Zahl in die Dinge meint buchstäblich, in Sand zu schreiben und damit einer losen Kopplung von Materie Form, Information zu verleihen. Altgriechisch *psáo* heißt "ich zerreiße" - und bezieht sich gleichzeitig auf die Kieselsteine (Form) und den Sand (das Medium in Heiders Terminologie).

Hier heißt unser medientheoretischer Gewährsmann eher Aristoteles denn Platon (der an der dyadischen Arithmetik der Pythagoreer - die Lehre von gerade/ungerade - die reine, also transmediale Erkenntnis preist). So betont Aristoteles in seiner *Metaphysik* XIV,5: Die pythagoreische Arithmetik untersuche nicht Zahlen als solche, sondern Figuren aus Rechensteinen (*psephoí*).¹⁹²

Eurytos warf die Frage auf, wann eine geordnete Anzahl von Punkten (gemeint sind *psephoí*) eine erkennbare Gestalt ergibt - was aber eher auf diagrammatische Ikonizität hinausläuft (Charles Saunders Peirce) denn auf einen ontologisierten "Bild"-Begriff. In der Tetraktys bildet sich laut (überliefertem) Pythagoras die kosmische Ordnung ab (alles ist Zahl, bzw. Dinge sind aus Zahlen gemacht).¹⁹³ Dieses kosmische Argument erschließt sich allein augenscheinlich, als Anordnung von Kieselsteinen im Sand, nicht etwa als im binären Code geschriebene Zahl.

Im altgriechischen Sinn ist ein Ausdruck wie "kosmische Ordnung" selbst schon tautologisch: Kosmos ist Ordnung, und insofern auch die ästhetische Grenze dessen, was die griechische Mathematik erkennen wollte und was sie nicht sehen wollte (etwa irrationale Zahlen, das Infinitesimale, Differentialrechnung - die Signatur jener Ewigkeit, die als Zeitmodell erst das Christentum einführte und in der Spätscholastik des Mittelalters, vornehmlich bei Nikolaus von Oresme, die Lektüre antiken Wissens fermentierte).

Hier sind also nicht-technologische Kraftlinien generativ mit im Spiel. Die materialistische, technizistische Medienwissenschaft deklariert nicht den Anspruch, dies apriorisch auch noch miterklären zu können; vielmehr überläßt sie der Soziologie arbeitsteilig entsprechende Fragen. Dies ist einer der Momente, wo Mediensoziologie ins Spiel kommt - aber nicht von einem abstrakten Begriff der "Gesellschaft" und einem ungegenständlichen Begriff von "Kommunikation" her

¹⁹² Dazu Ellen Harlizius-Klück, *Weberei als episteme und die Genese der deduktiven Mathematik - in vier Umschweiften* entwickelt aus Platons Dialog *Politikos*, Berlin 2004

¹⁹³ Dazu Aristoteles, *Metaphysik*, Buch I, 5, XVI, 5f

entwickelt, sondern von konkreten medienepistemischen Dingen her. Medienwissenschaft und eine systemtheoretisch informierte Soziologie treffen sich im Konzept der Kommunikation. Luhmanns Soziologie hat ganz auf Kommunikation umgestellt "und das ist das, was für die Medientheorie <...> die große Alternative ist zu einem rein technizistischen Ansatz"¹⁹⁴. Nur daß Kommunikation in Techniken selbst gefunden werden kann, und Experimentalsysteme den Beobachter selbst zu beobachten vermögen. Beobachtung durch Meßsysteme praktizieren Beobachtung zweiter Ordnung.

Beobachtung zweiter Ordnung geschieht permanent durch technische Medien; die Systemtheorie definiert Massenmedien als die Selbstbeobachtung der Gesellschaft *par excellence*.¹⁹⁵ Aus der kühlen kybernetischen Sicht gilt dies nicht nur für Menschen, sondern auch eine Kamera, die ihrerseits an einen geschlossenen technischen Kreis von *monitoring* angeschlossen ist, gilt als Beobachter. Das Berliner *Formatlabor* installierte eine Digitalkamera auf dem Weimarer Workshop *Was ist ein Medium?* (Dezember 2005) selbst - als Bruch der vereinbarten akademischen Diskursregel im Sinne des Themas zum Zweck der zeitversetzten Teilnahme im Internet.¹⁹⁶ "Draw a distinction" (Spencer-Brown) - demnach kann der Beobachter nicht sehen und ebensowenig wissen, was er/es ausschließt.

Ranulph Glanville nimmt das Beispiel eines Experimentalsystems, das den Beobachter durch Ablesung verschiedener Zwischenwerte immer wieder zu Modifikationen der Anordnung bewegt; "wenn man das Wort in einem nichtvisuellen Sinn gebraucht <also buchstäblich "theoretisch", denn Glanville beschreibt konkret das wissenschaftliche Experiment in der Optik, mit dessen Hilfe man die Brennpunkte einer Linse findet. Der Wissenschaftler als Beobachter stellt das Experiment zusammen - Linsen, Lichtquelle, Schirm, die auf einem Maßbrett aufgebaut werden. Das Bild auf dem Schirm ist sehr unwahrscheinlich auf Antrieb im Brennpunkte: Glanville 1988: 203>, kann man sagen, daß das Verhalten des Experiments ihn 'beobachtete' <...>: es ist kein Versuch der Anthropomorphisierung, wenn ich einem Apparat die lebensähnlichen oder animistischen Qualitäten zuschreibe, die ich auch dem Beobachter der Maschine zuschreibe."¹⁹⁷ So haben auch technologischen Medien ein theoretisches "Wissen" ihrer selbst; die getakte Uhr zumal, die dem Experiment das Datum als Bedingung für Daten zuweist. Darin liegt Welthaftigkeit:

¹⁹⁴ Dirk Baecker, Norbert Bolz und Wolfgang Hagen, "Über das Tempo der Massenmedien und die Langsamkeit ihrer Beobachter", in: Wolfgang Hagen (Hg.), *Warum haben Sie keinen Fernseher, Herr Luhmann? Letzte Gesprächs mit Niklas Luhmann*, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2005, 141

¹⁹⁵ Siehe Wolfgang Hagen, *Gegenwartsvergessenheit: Lazarsfeld, Adorno, Innis, Luhmann*, Berlin (Merve) 2003

¹⁹⁶ <http://www.formatlabor.net/Mediendiskurs>

¹⁹⁷ Ranulph Glanville, *Objekte*, Berlin (Merve) 1988, 204

"Physikalische Größen beschreiben Eigenschaften von Gegenständen, Vorgängen oder Zuständen, für die ein Meßverfahren existiert" <Göbel et al. 1972: 9>; "Messen einer Größe bedeutet Feststellen des Zahlenwertes, der angibt, wie oft die zugehörige Einheit in der zu messenden Größe enthalten ist" <ebd., 30>. Nur dann ist ein Meßprotokoll möglich, ein *recording*, das im Rahmen der Quantenphysik für Welt(er)kenntnis selbst konstitutiv ist. Messung meint *Medientheoria* als Mathematisierung.

Mathematische Theorie wird anschaulich in der Geometrie. Deren medienarchäologischen Anfänge beschreibt Michel Serres anhand des eingangs erwähnten altgriechischen Gnomon, des Schattenstabs. Landläufig bezeichnet er den Zeiger der antiken Sonnenuhr; Serres aber beschreibt ihn als medienepistemisches Ding: "Der Gnomon oder die Sonnenuhr dient weniger dazu, die Uhrzeit anzugeben, <...> als vielmehr dazu, ein geometrisches Modell des Universums zu konstruieren"¹⁹⁸; Eratosthenes etwa vermag damit im ptolemäischen Ägypten die Erdkrümmung zu bestimmen, und Geometer verwenden es als Winkelmaß. Wörtlich bedeutet *gnomon* tatsächlich einen Beobachter: etwas Wahrnehmendes, etwas Bestimmendes, "bezeichnet dabei aber stets ein Objekt" <ebd.>. Thomas L. Heath nennt es "a thing enabling something to be known, observed or verified" <zitiert ebd.>. So ist dieses Artefakt ein Medium des Gewußtwerdens. Die Medialität dieses epistemischen Dings liegt in seiner Automatik: Es liefert Daten automatisch, "ohne bewegendes Subjekt: maschinelle Erkenntnis" <ebd., 122>. Anders als ein auf das benutzende Subjekt bezogene Werkzeug oder Instrument ist der Gnomon ausdrücklich eine Maschine: "Der Gnomon verwirklicht eine der ersetzten automatischen Erkenntnisse der GEschichte, die erste Apparatur, die Materielles und Logisches, Hardware und Programme vereint" <ebd.> - auch wenn Serres hier einen Schritt zu weit geht und Gnomon und Computer nicht mehr trennt. Tatsächlich handelt es sich um eine Präfiguration des endlichen Automaten, der Funktionen mit zeitlich variablen Abläufen prozessiert, als Kombination eines aktuellen Inputs mit dem Wissen des Ablaufs vorheriger Inputs, festgehalten in Tabellen.¹⁹⁹ "Hier das Gedächtnis, dort der Gnomon" <Serres 1995: 122>; allerdings werden beide Seiten nicht autokorreliert.

Der Gnomon ist deshalb ein medientheoretisches Ding, weil das Auge die Befunde (etwa den Sonnenstand) nicht unmittelbar, sondern vom Ding abliest (und anders als Galileis Teleskop). Durch es gibt sich die Welt "der Welt zu sehen, die sie sieht: darin liegt die Bedeutung des Wortes *theoria*. <...> Als

¹⁹⁸ Michel Serres, Gnomon. Die Anfänge der Geometrie in Griechenland, in: ders. (Hg.), Elemente einer Geschichte der Wissenschaften, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1995, 109-176 (120)

¹⁹⁹ Siehe Daniel Hillis, Computerlogik. So einfach arbeiten Computer, München (Goldmann) 2002, über Endliche Automaten, 44ff

theoretisches Objekt zeigt er das Modell des Himmels" <ebd., 125>.

Medientheorie operiert nicht allein auf der objektlosen Ebene des Zustandekommens von Information, sondern ebenso auf der medienarchäologischen Ebene, d. h. sie fragt nach dem Verhältnis von medialem Artefakt (etwa das technische Bild oder der akusmatische Ton) und Erkenntnis. Davon ableitbar sind Forschungen, welche etwa die Übertragung der digital arithmetisierbaren Strukturen antiker Gewebe auf die soziale Organisation und Ordnung befragen. Beate Wagner-Hasel erklärt von der Struktur gemusterter Textilien her deren symbolische (was der Raum der programmierbaren Mayschine wäre) und auch politisch-gesellschaftliche Funktion im archaischen Griechenland.²⁰⁰ Die Ethnomathematik weiß von einer Philosophie der guten Ordnung, die auf der binären Arithmetik von Gerade/Ungerade basiert; gemeint ist hier nicht nur die Fixierung des altgriechischen Geistes auf den *kosmos* (die wohlgeordnete Welt), sondern dieselbe Ästhetik gilt etwa auch bei den Yombe in Zentralafrika. In den meisten Fällen liegt hier die mathematische Kompetenz in Frauenhänden.²⁰¹ Dem methodischen "entweder/oder" von sozialer und mathematischer Ordnung aber entgeht nur eine Methode, die nach der spezifisch mathematischen Art der Übertragung der gewebten Ordnung auf die soziale Ordnung fragt. Vilém Flussers Begriff der "Geste des Programmierens" verschränkt die Alternativen.

Psephoí, calculi - auch die Turing-Maschine bedarf der Einschreibefläche zur Zwischenspeicherung von Symbolen, um zu operieren. Nun ist Turings Bild vom endlosen Band, dem Symbole eingeschrieben und ausgelesen werden können wie aus einem Eisenbahnnetz, schon in G. W. F. Hegels Begriff von Gedächtnis im Unterschied zur Erinnerung angelegt, insofern es ausdrücklich *mechanisches* Gedächtnis ist: "Ich, welches dies abstrakte Sein ist, ist als Subjektivität zugleich die Macht der verschiedenen Namen, das leere Band, welches Reihen derselben in sich befestigt und in fester Ordnung behält."²⁰² Reine Äußerlichkeit der Inskription, reine Syntax; insofern ist der Computer eine Gedächtnismaschine. Korrespondierend mit der "Krise der Anschauung" (Hans Hahn) in der Göttinger Schule der Mathematik Anfang des 20. Jahrhunderts, welche das Logisch-Formale strikt vom Inhaltlichen trennt, ist ihm das

²⁰⁰ Beate Wagner-Hasel, *Der Stoff der Gaben. Kultur und Politik des Schenkens und Tauschens im archaischen Griechenland*, Frankfurt / New York 2000

²⁰¹ Paulus Gerdes, *Gerade und Ungerade. Zu einigen mathematischen Aspekten der Mattenflechtereie der Yombe-Frauen am unteren Kongo*, in: Jürgen Blankenagel (Hg.), *Mathematikdidaktik. Aus Begeisterung für die Mathematik. Festschrift für Harald Scheid*, Stuttgart u. a. 2000, 83-93

²⁰² Hermann Glockner, *Hegel-Lexikon, A-Leibniz*, 2. Aufl. Stuttgart (Frommann) 1957, 702, unter Bezug auf Bd. 10 der Jubiläums-Ausgabe von Hegels Werken, 356

Gedächtnis "die ganz abstrakte, reine Macht der Subjektivität" <Bd. 6: 270f>. Das Gedächtnis ist der "Mechanismus der Intelligenz" <Bd. 10: 236> und "die dritte Stufe der Vorstellung. Hier wird einerseits das Zeichen erinnert, in die Intelligenz aufgenommen - andererseits dieser eben dadurch die Form eines Äußerlichen, Mechanischen gegeben" <Bd. 10: 352?>.

Der Intuitionist L. E. J. Brouwer deklarierte eine Mathematik des "Eins-nach-dem-Anderen". Es ist nicht mehr als Ironie der Geschichte, sondern vielmehr nur noch als medienarchäologische Figur zu deuten, daß ausgerechnet Brouwers Plädoyer mit der Entstehung "des anschaungslosesten aller denkenden Wesen, dem Computer" konvergiert, der auf genau diesem Prinzip des Eins-nach-dem-Anderen beruht.²⁰³

Anschauungskrisen zum Zweiten: Signalwelten

Die Epoche der Renaissance meint auch die Wiedergeburt des mathematischen Wissens der Antike, gekoppelt an maschinale Gewalt. Mit der malerischen Perspektive als Geometrisierung und Mathematisierung des Bildes in der Renaissance kam die ganze „Gewalt Euklids“²⁰⁴ erst zum Durchbruch, oder besser gesagt: so wurde sie kulturtechnisch durchgesetzt. Nicht nur das Malen, auch das Sehen hat bekanntlich seine Geschichte, und damit ist *Medientheorie* als spezifischer Ort der Medienwissenschaft in die Pflicht gerufen. Tatsächlich ist der Fluchtpunkt in der malerischen Perspektive so etwas wie „die Spitze der Theorie“ (Ladislav Kvasz); er bietet jedoch nur den Ansatzpunkt, nicht schon eine Vollendung des Begriffs vom virtuellen Raum. Denn die Perspektive ist noch - ganz altgriechisch - von der Geometrie, nicht aber von der vollständigen Kalkülisierung des Sehfeldes her gedacht. Oder doch? Von operativer Bedeutung ist hier, "daß dabei die Verbindung von Schrift und Zahl zugrunde liegt und nicht die von Schrift und Bild, also Geometrie. So betrachtet, fällt Albertis Linearperspektive in den Bereich des Berechnens - kein `iconic turn´ fällt ab für die Renaissance."²⁰⁵

²⁰³ Herbert Mertens, $(7 \frac{1}{4} - 3/4 = 29/4 - 3/4 = 26/4 = 6 \frac{1}{2}) =$ Jüdische Mathematik?, in: 10 + 5 = Gott. Die Macht der Zeichen, hg. v. Daniel Tyrandellis / Michael S. Friedlander, Köln (DuMont) 2004, 183-197 (194)

²⁰⁴ Hans-Joachim Neubauer (Rez.), Fliegenaugen, Kinderaugen. Das Rätsel der Malerei, über eine Vortragsserie von Ladislav Kvasz an der Technischen Universität Berlin: in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 126 v. 4. Juni 2002, BS 3

²⁰⁵ Rose-Marie Gropp, in ihrem Bericht „Der Ursprung der Pixel im Biedermeier“, zu Friedrich Kittlers Vortrag *Das errechnete Bild* im Rahmen der Vorlesungsreihe *Das neue Bild der Welt*, Felix Burda-Gedächtnis-Vorlesung, München, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 161 v. 15. Juli 2002, 31

Das bis Kant gültige Theorie-Paradigma der *Anschauung* endet in dem Moment, wo ihre Objekte nicht mehr primär visualisiert, sondern referenzlos innermathematisch errechnet werden - Hilberts Theorem einer mechanischen Mathematik, die Alan Turing dann an eine ideale Maschine delegiert.

Und so meint der aktuelle Begriff *engine* nicht mehr mechanische Hardware, sondern Software im Computerspielbereich: 3-D-*engines*, Texturgeneratoren, die *physical engine* zur Simulation (nicht Emulation) von Gravitationseffekten im rechnenden Raum selbst.

Als Computer realisiert, kehrt also die anschauungslose Welt der Kalküle als sekundäre Visualisierbarkeit computergraphisch und in Programmen wie Matlab wieder anschaulich ein (auch schaltungstechnisch also ein *re-entry*). Alle *imaging sciences* geben zu Sehen, was reiner Datenraum ist. Jedes operative Beispiel aus und mit *MatLab* (das ja gerade nicht etwa "MathLab" heißt, sondern sich auf Matrizenrechnung konzentriert) zeigt es als "Demos", "Graphics", "Vibrating Logo": Solche Operationen sind *time-dependent* und unterscheiden die mathematische Maschine von Mathematik auf Papier. Eine dort aufgezeichnete Formel zeichnet nicht aus eigener Kraft ein Quadrat.

In der Antike hatte die Geometrie, praktiziert in der Kulturtechnik des Webens, noch eine operativ einsichtige Rolle (im Unterschied zur deduktiven Mathematik) für die Entwicklung der dyadischen Arithmetik.²⁰⁶ Die nicht-euklidische Geometrie jedoch steht für die Kluft, die sich zwischen dem Anschaulichen und dem Berechenbaren auftut. Von daher definierte Hilbert auch geometrische Begriffe fortan rein syntaktisch. "Als *heuristisches* Hilfsmittel hat die Anschauung heute in der Mathematik einen anerkannten Platz. Dennoch ist die Mathematik weit davon entfernt, Anschauung auch als *erkenntnisbegründes* Prinzip zuzulassen."²⁰⁷

Zu Claude Shannons buchstäblicher Absicht von semantischen Aspekten der Kommunikation gesellt sich damit eine epistemologische Parallele: "In Hilberts formaler Axiomatik wird auf eine semantische Interpretation der Grundbegriffe verzichtet" <Heintz 1995: 65>. Die medienarchäologische Theorie gründet damit ebenso in der Physik der Ingenieure wie der Modellierung von Mathematik. Die nicht-inhaltistische Medienwissenschaft ist keine flache Differenz gegenüber Massenmedienforschung, sondern gründet in Hilberts formalistischer Direktive: "Das inhaltliche Schließen wird

²⁰⁶ Dazu xxx Harlizius-Klück, xxx, 2004

²⁰⁷ Bettina Heintz, Zeichen, die Bilder schaffen, in: Johanna Hofbauer u. a. (Hg.), Bilder, Symbole, Metaphern. Visualisierung und Informierung in der Moderne, Wien (Passagen) 1995, 47-82 (70)

durch ein äußeres Handeln nach Regeln ersetzt"²⁰⁸ -
Mediendramaturgie.

Letztendlich heißt dies, auch den Akt des Lesens auf seine mechanische Komponente hin zu verschlanken - alphabetische, also elementare, sto(i)chastische Lektüre als wahrscheinlichkeitsbasierte Versammlung von Buchstaben statt Hermeneutik. "Verstehen heißt *Berechnen*"²⁰⁹ - "und nicht mehr Sehen", ergänzt Bettina Heintz <1995: 48>, was in unserem Zusammenhang dem medienarchäologischen Blick entspricht. Der nicht mehr anschauliche Blick korrespondiert mit dem kalten Blick in der Definition Ernst Jüngers, jenem "zweiten Bewußtsein", das ein Effekt des distanzierten Kameraobjektivs ist und damit einen neutralisierten Blick des Mensch-Subjekts auf sich selbst als Objekt erlaubt - die von Kant angedachte und von Foucault diagnostizierte empirisch-transzendente Doublette namens Mensch, genuin medienanthropologisch gewendet.²¹⁰

Einleitend heißt es in einer wissensarchäologischen Fundierung digitaler Bildverarbeitung unter der Überschrift "Aufnahmesysteme" (statt Aufschreibesysteme): "Der Mensch ist versucht, Bilder aus seiner individuellen Sicht zu bewerten, d. h., sein Auge als den absoluten Qualitätsmaßstab zu nehmen."²¹¹ Widerstehen wir dieser Versuchung mit medienarchäologischer Askese. Gewiß gibt es Luftbildauswertungsoperationen, die vom menschlichen Auge schneller oder gar erkennender als durch den maschinellen Blick geleistet werden, doch "die Tendenz der Photogrammetrie und Fernerkundung geht heute eindeutig dahin, die Bildauswertung soweit wie möglich dem Digitalrechner zu überlassen (*machine vision*)." Womit das Sehen nicht mehr Privileg neurobiologischer Organismen ist, sondern der Neuroinformatik anvertraut werden kann.

„Die freie Visualisierung, die von den Computern an die Stelle der Anschauung gesetzt ist, kann der Begriff `Bild´ kaum noch fassen“ <Gropp, a. a. O.>. Dazwischen steht Gustave Courbet mit seiner Einsicht: „Il n’y a pas de point de vue“; mit der Multiperspektivität (und gar *n*-dimensionalen Räumen) zerfällt auch die okularzentrische Theorie.²¹²

²⁰⁸ David Hilbert, Über das Unendliche [1925], in: ders., Hilbertiana, Darmstadt 1964, 95

²⁰⁹ Walter von Dyck, Die Enzyklopädie der Mathematischen Wissenschaften, in: Jahresbericht der Deutschen Mathematiker-Vereinigung, 17 (1908), 227

²¹⁰ Ernst Jünger, Über den Schmerz (1934); dazu Anton Kaes, The Cold Gaze. Notes on Mobilization and Modernity, in: New German Critique No. 59, Spring/Summer 1993, 105-117

²¹¹ H.-P. Bähr (Hg.), Digitale Bildverarbeitung, Karlsruhe 1991, Kapitel 1

²¹² Dazu der Beitrag von Michael Diers / Bärbel Hedinger, z. B. (Dampf-)Wolken. Von der Natur der Industrie in Bildern des

Bereits die Renaissance hatte ein hochentwickeltes, wenngleich nicht formalisiertes Gespür für das Maschinische und Mathematische an Bildwerken einerseits, und für das Kontingente andererseits - auf die dann zeitgleich die Entwicklung der mathematischen Wahrscheinlichkeitslehre, der Stochastik, antwortet (Pascal, Bernoulli).

<Abb. Zufallsbilder in Marmor. Illustration in: Ulisse Alrovandi, *Musaeum Metallicum* (1648). Aus: Bredekamp 1993: 21>

Nach dem Vorbild des *Musaeum Metallicum* von Ulisse Aldrovandi (1648) ordnete auch der Hüter der botanischen Gärten unter Papst Pius V., Michele Mercati, in einem naturgeschichtlichen Inventar ca. 1580 "verschiedenen Erdstoffen in sonderbaren Formen und Versteinerungen die jeweils materialiter zugehörigen Kunstwerke zu"²¹³ und nannte dies *Metalloteca* (gedruckt erst 1717). Bis tief in den Barock hinein war es üblich, nicht nur antike Statuen, sondern auch antike Münzen schlicht nach schierem Material und Größe anzuordnen. Der Augsburger Arzt und Humanist Adolph Occo bringt dann die Münzen der römischen Kaiserzeit in eine chronologische Reihenfolge. Mit dem Wechsel von der bloßen Anhäufung des Materials zugunsten methodologischer Anordnungen geht also ein qualitativer Wechsel einher²¹⁴, der von der Hardware (und das meint ja bekanntlich Eisenwaren) absieht und als Teil des historischen Diskurses den symbolischen Wert privilegiert. Seitdem ist Medienarchäologie auch als das wechselnde Verhältnis der Aufmerksamkeit für Materialitäten versus Immaterialien der Kommunikation zu beschreiben - eine Dichotomie, die erst im digitalen Raum aufgehoben wird, wo nämlich - von der Theorie Turings her - ganz egal ist, ob die symbolische Maschine in klassischer Hardware, auf Papier oder nur in Gedanken implementiert wird?

Rechnen mit handgelegten Steinen, also das buchstäblich *Kalkulieren*, ist abzählbar; die Verfahren eskalieren zu realer Differenzierung (verschiedene Steingrößen für verschiedene Sammelmengen) und nach der indischen Praxis schließlich zur positionalen Differenzierung: eine Sorte von Zählsteinen auf Zähltafeln.²¹⁵ Plötzlich wird aus der Materialität der

Impressionismus nebst einer Allegorie, in: Hans Ottomeyer / Sabine Beneke (Hg.), *Die zweite Schöpfung. Bilder der industriellen Welt vom 8. Jahrhundert bis in die Gegenwart*, Ausstellungskatalog Berlin (Deutsches Historisches Museum) 2002

²¹³ Horst Bredekamp, *Antikensehnsucht und Maschinenglaube*, Berlin (Wagenbach) 1993, 21

²¹⁴ Frank Berger, *Die Geschichte der Antiken Numismatik*, in: Peter Berghaus (Hg.), *Der Archäologe. Graphische Bildnisse aus dem Porträtarchiv Diepenbroick*, Münster (Westfälisches Landesmuseum für Kunst und Kulturgeschichte) 1983, 19- (20f)

²¹⁵ Manfred Sommer, *Vom Sammeln. Ein philosophischer Versuch*,

abzählbaren Steine eine relative Anzeige, der Umschlag von Materie zu Logik.

Dies läuft auf eine Art Resümee der hier bislang dargelegten Dichotomie von Materie und Mathematik ein Modell für die Spannung des Medienbegriffs zwischen Analogem und Digitalen hinaus, als Beitrag zum Verstehen der Eskalation einer Medienkultur der Gegenwart gegenüber der klassischen (Medien)Welt. Diese Spannung steht im Feld zwischen Nostalgie nach physikalisch faßbaren Medienprozessen und der Faszination, daß es gelungen ist, der Materie selbst Information aufzuzwingen. Das Digitale läßt sich medientheoretisch fassen:

Denn „das Digitale“ gibt es nicht, zumindest nicht in einem substanziellen Sinn. Es ist vielmehr ein *Medium*, als dessen *Form* so verschiedene Phänomene wie Töne oder Bilder <...> erscheinen können. <...> Was sich verbraucht, was verblaßt, verfällt und verstummt, ist nur die analoge Materialität des digitalen Mediums wie Tinten, Beton oder Klänge.²¹⁶

Dieses sich verbrauchende Materielle liefert einen Wiederanschluß, eine Reprise und Ergänzung zu "Flusser's noise" - die Kreide seiner Tafelschrift.

Wenn jede Optik des Sinns ausgeschlossen wird, zählt allein die "Kontur des mathematischen Zeichens" (Hilbert). Unter Abzug der Sinn-Vermutung wird die mathematische Operation materiell - bis hin zu den Kreideresten auf der Tafel. Solche Reste erhört das medienarchäologische Ohr; Medientheorie hört "Flusser's noise" (Anthony Moore) aus den 35 Cassetten mit Tonbandmitschnitten der Bochumer Vorlesungen des Medienphilosophen Vilém Flusser (Sommersemester 1991) heraus. Vilém Flusser selbst hat es im Kontext des informationstechnischen Signal-Rausch-Verhältnisses thematisiert:

Wenn ich mit der Kreide einen Strich an eine Tafel zeichne, dann habe ich ein Phänomen vor mir, dessen Vorhandensein ich "objektiv" feststellen kann - ich kann es wiegen und messen. <...> Zum Beispiel kann ich sagen, eine der Ursachen dieses Strichs sei die Kreide. Ich kann also von diesem Strich auf die Kreide schließen, selbst wenn diese Kreide selbst nicht mehr vorhanden sein sollte. In diesem Sinn <...> ist er ein "Symptom" der Kreide. <...> Wechsle ich jedoch meinen Standpunkt zum Strich <...>, dann sehe ich plötzlich in ihm nicht Kreide, sondern einen Gedankenstrich oder ein Minuszeichen, je nach der Konvention, die aus dem Strich ein Symbol macht. Es wird mit einem Schlag gleichgültig, daß der Strich an der Tafel steht und von Kreide verursacht wurde. Er könnte ebensogut auf einem Blatt Papier stehen und von einem Bleistift verursacht sein und würde genauso eine Pause zwischen Worten oder eine arithmetische Operation / bedeuten. Um Symbol sein zu können <...> muß es sich natürlich um einen Strich handeln, und er daher irgendeine Ursache vom Typ "Kreide" oder "Bleistift" haben. Aber diese kausale Erklärung des Strichs hat mit seiner Bedeutung als Symbol nichts zu tun. Der Zusammenhang zwischen Symbol und seiner Bedeutung wird nicht durch eine Kausalkette, sondern durch eine Konvention

Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1999, 367ff

²¹⁶ Claus Pias, Von Platten zu Plättchen, in: Zinsmeister (Hg.) 2002: 115-127 (125)

geschaffen.²¹⁷

Wirklich nicht? Es besteht eine quantenmechanische Verbindung zwischen der Spur des Materialen und der symbolischen Bedeutung. Szilard u. a. (etwa Norbert Wiener) haben definiert, daß für die Informationsverarbeitung solche entropieanfälligen Reste nicht zählen, sobald sie operativ unter einen subkritischen Bereich fallen.

Und welches Status hat die akustische Spur des Kreidestrichs auf *tape* - an dem nicht hörbar ist, ob er einen Kreis oder Strich oder Buchstaben zeichnete?

Ein (Bei)Spiel der Interferenz von symbolischer und materialer Ebene: "Der Barcode, der auf Verpackungen gedruckt ist, besteht aus Papier und Tinte. Diese Materialität ist sein entropischer oder 'analoger' Teil, der vergilben und zerfallen mag" - wie Urkunden in Archiven. "Zugleich kann aber Information (nicht-entropisch, digital) an ihm beobachtet werden, die dann jedoch wiederum materiell (d. h. analog und entropiebehaftet) gehalten werden muss - bspw. in Speicherchips oder Röhren, deren Materialität ebenso hinfällig ist."²¹⁸

Dieser Satz klingt nun in der Tat metaphysikverdächtig, als Fortschreibung der platonischen Ideen-Welt ins Reich des Digitalen, und erinnert nicht weniger an die Materialfeindlichkeit der Systemtheorie. Mit einem gewissen Recht beschreibt Pias die Loslösung des Digitalen vom Analogen gerade dadurch, daß Information (streng nach Shannon / Weaver) indifferent gegen ihre Form ist. sehr performativ, *im Medium reflektierend*, schreibt Pias weiter: „Information bleibt unberührt von der Materialität ihres Erscheinens erhalten, so wie dieser Text die gleiche Redundanz auf dem Bildschirm des Verfassers wie auf den Buchseiten in der Hand des Lesers hat“ <ebd., 120>. Demgegenüber hat Michel Foucault in seiner Debatte mit Jacques Derrida bekanntlich auf „dieses Papier, diese Hände“ verwiesen, also die buchstäbliche schreib- und körpertechnische Grenzen des Zweifels, des Traums und des Wahnsinns in Descartes *Meditationen*²¹⁹; auch der medienarchäologische Akzent insistiert auf der kulturwissenschaftlich wohlvertrauten Vermutung, daß keine reine Medialität je ohne die Spur ihrer Verortung im Materialen je zu denken ist - d. h. wenn aus intelligibler Information tatsächlich Prozesse von Kommunikation werden

²¹⁷ Vilém Flusser, *Kommunikologie*, hg. v. Stefan Bollmann / Edith Flusser, Frankfurt/M. (Fischer) 1998, 250

²¹⁸ Claus Pias, *Elektronenhirn und verbotene Zone. Zur kybernetischen Ökonomie des Digitalen*, in: Schröter / Böhnke (Hg.) 2004, 295-xxx (307, Anm. 33)

²¹⁹ Michel Foucault, *Mein Körper, dies Papier, dies Feuer*, in: *kultuRRevolution* Nr. 27, August 1992, 31-41, und Nachwort d. deutschen Übers. Rüdiger Campe, 42-45 (bes. 44)

sollen. Selbst wenn David Hilbert die ganze Mathematik auf „Tintenstriche auf Papier“ reduzierte, ist da immer noch die Schriftspur auf einem physikalisch realen Träger.

Auch in diesem Zusammenhang kommen wir auf das *Medientheorein*, wenn Pias weiterschreibt: „Daß alle Information indifferent gegen die Materialität ihrer Verkörperung ist, heißt jedoch umgekehrt nur, daß alle ihre Instantiationen oder Fälle sich opak gegen einen Blick verhalten, der Information selbst zu sehen sucht“ <126>. Kann man ein Bit sehen? Sehen kann man etwa den Zustand eines Schalters, der wahlweise auf Ein oder Aus geschaltet ist. Insofern ist das Bit Fleisch oder Materie geworden.²²⁰

Schreibt sich hier kulturarchäologische die Rechtsfiktion der zwei Körper des Königs (eines politischen und eines physischen) fort, oder wird diese Rechtsfiktion der englischen Renaissance von neuen Kulturtechniken oder Mechaniken deplaziert? Daß Medientheorie sich hier nicht mit einer vorschnellen Dichotomisierung von Materie einerseits und Information andererseits zufriedengeben kann (welche letztere ja einem vertrauten Diktum Norbert Wieners zufolge weder Energie noch Materie ist), scheint schon in einem Text von Roland Barthes über den Strukturalismus auf, der seinen Worten zufolge einen Raum zwischen Physik und Mathematik aufdeckt: „Zunächst offenbart er eine neue Kategorie des Objekts, die weder das Reale noch das Rationelle ist, sondern das *Funktionelle*.“²²¹ Hier kommt nun eine spezifische Form des *theorein* ins Spiel, die in Sicht zu nehmen Objekt von Medientheorien ist. Der „strukturelle Mensch“, so Barthes, nimmt unablässig nicht so sehr feststehende, endgültige, „wahre“ Bedeutungen als vielmehr „den Schauer einer ungeheuren Maschine“ wahr - Objekte, insofern sie *gemacht* worden sind. Diese Theoretik zielt auf das, was Barthes das Intelligible nennt. Wenn es erlaubt ist, hier ein wenig mit den Worten zu spielen, wäre dieser Mantik eine medientheoretisch akzentuierte, insofern auch von der rein funktionalen Informatik unterschiedene *Informantik* abzuleiten.

Der Chor in Aischylos' Tragödie *Agamemnon* erzählt die Geschichte der zehn Jahre des Troianischen Krieges als Epoche eines zwischen Göttern und Menschen unterhaltenen Zeichenverkehrs, als dessen Hermeneuten jene Seher auftreten, die etwa das "Zeichen der Vögel" deuten.²²² *Intelligence service*

²²⁰ Um hier auf einen Aufsatztitel Friedrich Kittlers anzuspielen, in: xxx

²²¹ Roland Barthes, *Die strukturalistische Tätigkeit* [*1964], in: Kursbuch 5, Mai 1966, 190-196; hier zitiert nach dem Wiederabdruck in: Annett Zinsmeister (Hg.), *Plattenbau oder Die Kunst, Utopie im Baukasten zu warten*, Ausstellungskatalog Karl-Ernst-Osthaus-Museum Hagen 2002, 129-135 (133)

²²² Michael Franz, *Von Gorgias bis Lukrez*, xxx, Berlin (Akademie) 2001 <?>, 54

aber wird zur Medientheorie, wenn dieser Blick der Seher zur Dekodierung optischer Telegraphiesysteme wird. Denn die Signalübertragung der Nachricht vom Untergang Troias geschah, Aischylos zufolge, im selben verbrennenden Medium: durch Feuersignale, „der Fackel Zeichenpost“ (*lampádos to symbolon* heißt es im *Agamemnon*-Teil der Trilogie). Die Gattin des griechischen Heerführers vor Troia, Klytaimnestra, hat die Einrichtung dieses Nachrichtensystems veranlaßt, um die Gattin schnellstmöglich über den Fall der feindlichen Stadt informieren zu können. Nach 10 Jahre kommt dieses Signal, dekodiert vom Wächter der finalen Relaisstation: „Ilions Burg / Erobert, wie des Brandes Botschaft (*phryktos angéllon*) klar erweist! / <...> Da dreimal sechs mir warf des Feierzeichens Licht“ <Aischylos, *Agamemnon* 29-33>. Feuer ist hier Agent der Historie und ihrer Übermittlung (*res gestae / historia rerum gestarum*), im selben Medium. Klytaimnestra selbst beschreibt die Nachrichtenübertragung (deren Ursprung aber nicht transitiv das brennende Troia selbst ist, sondern eine künstliche Zündung). Aischylos weiß um die Materialität der Kommunikation, wenn er Zeichenprozeß und Signalverkehr trennt. „Die Fackelflamme ist das Signal, das Zeichen bringt (*semaínei*), mit denen die Wächter Weisung geben (*paréngēilan*)“²²³ - Signalmuster.

Zur Materialität der mathematisierten Medien

Im Namen einer nicht nur Hardware-melancholischen oder metaphorischen Medienarchäologie als spezifischer Subdisziplin von Medientheorie gilt es daran zu erinnern, daß sich auch mathematische Operationen immer in Materialitäten abspielen, mithin also in reale Materie implementiert werden müssen, um wirkungsmächtig zu sein - wo sonst etwa begänne Musik im Unterschied zur universalen Akustik, oder das Bild im Unterschied zu reinen Funktionen von x- und y-Koordinaten. Der Begründer der modernen symbolischen Logik, George Boole, hat es in *An investigation of the laws of thought* 1854 einleitend so beschrieben: „Our views of the science of Logic must materially influence, perhaps mainly determine, our opinions upon the nature of the intellectual faculties.“²²⁴ Im Kontext seines sonstigen Gebrauchs des Aderverbs *material* ist klar, daß diese logifizierten „intellectual faculties“ nur noch darauf warteten, maschinell implementiert zu werden. Damit tritt Medientheorie der Behauptung entgegen, Theorien hätten keine physische Realität. Auch das scheinbar Immaterielle der flüchtigen, zeitbasierten Musik war seit Erfindung des mechanischen Klaviers massenhaft und in jeder Form reproduzierbar (und damit genuin mediatisiert) geworden -

²²³ Franz xxx: 55, unter Bezug auf: Volker Aschoff, *Geschichte der Nachrichtentechnik*, Bd. 1, xxx

²²⁴ New York (Dover) 1854, Kapitel I (Nature and Design of this Work), 1-23 (22)

gesteuert von einem Lochstreifen aus Papier, dem das Einspiel eines professionellen Pianisten eingestanzte war, wiedergegeben über eine pneumatisch gesteuerte Mechanik.

Im Begriff der physischen Realisierbarkeit liegt virtuell schon die Mechanisierung als Spur angelegt.²²⁵ Oder anders - und noch einmal mit Novalis - formuliert: „Die Theorie der Theorie ist Eins mit der Theorie der Praxis. Sie wird nur umgekehrt.“²²⁶ Damit sind wir beim Computer.

Entscheidend aber ist, daß für Boole - wie später für die Nachrichtentheorie Claude Shannons - nicht die Semantik, sondern die technische Verknüpfung der Symbole buchstäblich zählt und damit rechenbar wird. Damit sind wir wieder beim Begriff der Theorie, wie sie Novalis in seinen Fichte-Studien formulierte: „Nie wird eine Theorie bestimmen können, ob Tugend oder Laster preferabler ist - sie kann nur ordnen - Denkformen aufstellen“ <Novalis 1999: Bd. 2, 168, Nr. 496>.

Medientheorie schaut medienaffin, geradezu mediensympathisch auf ihre Objekte, d. h. vom Medium her, und dies mit dem kalten Blick von Shannons Kommunikationsbegriff: "Die semantischen Aspekte der Kommunikation stehen nicht im Zusammenhang mit den technischen Problemen."²²⁷ Analog dazu der amerikanische Mathematiker George David Birkhoff, der unter dem Titel *Aesthetic Measure* 1933 ein statistisches Verfahren zur ästhetischen Beurteilung von Kunstwerken entlang der Parameter Ordnung und Verbrauch an Material definiert.²²⁸

Galileis Mathematisierung der Natur ging mit ihrer genuin medialen Theoretisierung einher. Das "Gründungsdokument aller Kulturwissenschaft" (Kittler), Giambattista Vicos *Scienza nuova*, war dagegen „in ausdrücklicher Kampfstellung gegen die neuzeitliche Naturwissenschaft“ geschrieben. *Die neue Wissenschaft über die gemeinschaftliche Natur der Völker* „trat gegen René Descartes und dessen Versuch an, die Prinzipien der modernen Mathematik und Naturwissenschaft zu philosophischen Prinzipien dessen, was überhaupt ist, zu erheben“ (Kittler). Vico insistiert gegenüber der kartesischen Deduktion auf induktiver Erkenntnis und kritisiert eine „Analysis, die,

²²⁵ Vgl. Samuel Weber, über die Medientheorie Walter Benjamins, in: xxx

²²⁶ Novalis, Werke, Tagebücher und Briefe Friedrich von Hardenbergs, hg. v. Hans-Joachim Mähl / Richard Samuel, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1999, Bd. II, Fichte-Studien, 55, Nr. 94

²²⁷ Claude E. Shannon, in: ders. / Warren Weaver, Mathematische Grundlagen der Informationstheorie (1949/1964), hier zitiert nach: Claus Pias et al. (Hg.), Kursbuch Medienkultur, Stuttgart 1999, 446

²²⁸ Siehe auch Claudia Giannetti, Ästhetik des Digitalen. Ein intermediärer Beitrag zu Wissenschaft, Medien- und Kunstsystemen, Wien / New York (Springer) 2004

soweit es an ihr liegt, den Gegenstand der Mathematik aller Körperlichkeit entkleidet".²²⁹ Entkörperlichung meint mithin: Maschinen. „Hier bewegt sich Vico in der Renaissance-Tradition der Mechanik, der zufolge die geometrische Abbildung der Erscheinungen ihre mechanische Nachkonstruktion ermöglicht. Damit fällt der mechanischen Physik die Aufgabe zu, die Naturerscheinungen ihrem Herstellungsmodus nach zu beschreiben" <Fellmann 1976: 185>. Und vor allem trennt Novalis in seinem *allgemeinen Brouillon* ausdrücklich „beschreibende und erzählende Physik"²³⁰: „Wenn man über die Feuerflamme nachzudenken anfängt, wie verfährt man da. Zergliedernd" <Werke 1999 Bd. II, 477, Nr. 41>.

Vom Axiom aber her teilen Vico und Turing den gleichen Denkraum; formuliert Vico doch analog zu Turings Beschreibung des Computers als der Maschine, die namentlich als „Computer" alles berechnen kann, was ganzzahlig rechenbar ist, den Raum des Historischen als den, der von Menschen gemacht, also nachvollziehbar ist -

Da doch <...> die historische Welt ganz gewiß von den Menschen gemacht worden ist und darum ihr Wesen in den Modifikationen unseres eigenen Geistes zu finden sein muß; denn es kann nirgends größere Gewißheit für die Geschichte geben als da, wo der, der die Dinge schafft, sie auch erzählt.²³¹

Nur daß Turing an die Stelle des Mediums der Geschichts- und Kulturwissenschaften, nämlich die Erzählung, die Zählung selbst setzt.

Wenn nun die Physik sich ausdrücklich zu einer mathematischen gestaltet, dann heißt das: durch sie und für sie wird in einer betonten Weise etwas als das Schon-Bekannte im vorhinein ausgemacht, schreibt Martin Heidegger in „Die Zeit des Weltbildes" 1938 <1950: 72>. Denn *tà mathémata* meint für die antiken Griechen „dasjenige, was der Mensch im betrachten des Seienden und im Umgang mit den Dingen im voraus kennt" <ebd.>. Damit wird der Natur die Zahl (pythagoreisch) schon *unterstellt* - eine *petitio principii*, die nur für die Eigenheiten des untersuchten Systems gelten, die quantifizierbar sind. Von Goethe ist dazu ein Aphorismus überliefert: „Die Mathematiker sind eine Art Franzosen; redet man mit ihnen, so übersetzen sie es in ihre Sprache, und dann ist es alsobald ganz etwas Anderes."²³² Und Novalis hat in

²²⁹ Zitiert nach: Ferdinand Fellmann, *Das Vico-Axiom: Der Mensch macht die Geschichte*, Freiburg / München (Alber) 1976, 175

²³⁰ Siehe Klaus Scherpe, *Beschreiben, nicht Erzählen! Beispiele zu einer ästhetischen Position*. In: *Zeitschrift für Germanistik N.F. 2* (1996), 368-383

²³¹ Giambattista Vico, *Die neue Wissenschaft über die gemeinschaftliche Natur der Völker*, nach d. Ausg. v. 1744 übers. und eingel. von Erich Auerbach, 2. Aufl. Berlin / New York (de Gruyter) 2000, 159

²³² Zitiert in: Dietmar Dath, *Newton, Einstein, Wolfram? , über Stephen Wolframs Buch *A New Kind of Science**, in: *Frankfurter*

seinen Kant-Studien die uralte abendländische Opposition von Raum und Zeit, die Lessing in seinem Traktat *Laokoon* 1766 mediensemiotisch auf den Nenner von Malerei versus Poesie gebracht hat, also: die Differenz von simultanem Bild und diachroner Schrift mit der Zahl unterlaufen, im Namen der „mathematischen Anschauung“, also Theorie: „Die mathema[tischen] Ansch[auungen] sind die *sichtbaren* Regeln der Ordnung des *Mannichfaltigen* Raums, oder d[er] ausgedehnten Gegenstände, so wie auch der mannichfaltigen Momente - der sucessiven Gegenstände“ <Novalis Werke 1999, Bd. II, „Hemsterhuis- und Kant-Studien“, 221, Nr. 15>. Auch Thrasybulos Georgiades betont in seinem Opus Magnum *Nennen und Erklängen*, daß die Raumwahrnehmung durch die Augen sprunghaft, also diskret erfolgt, abzählbar mithin und insofern eine Brücke zum Ton schlägt, der überhaupt erst durch Zählung in der Zeit zustandekommt. Die ganze Differenz und Präzisierung gegenüber dem diskontinuierlichen, in Succaden synthetisierenden Auge und dem „Zählorgan Ohr“ <Georgiades 1985: 42>, weil es - mit Leibniz - „ohne es zu wissen, zählt“ <zitiert ebd.: 69>, liegt hier in technischen Medien, wenn etwa die Photographie einen Raum tatsächlich auf einen Schlag zu registrieren vermag <ebd.: 198>, im Unterschied zu Verfahren der akustischen Aufzeichnung in der Zeit. Tatsächlich rückt der 1977 verstorbene Musikphilosoph Georgiades die menschliche Wahrnehmung von Zeit der diskreten Taktung des Computers nahe, wenn er auf der Registrierung des gleichförmig Wiederkehrenden insistiert: „das je und je gezählte Jetzt: tik-tik-tik ..., jetzt-jetzt-jetzt“ <Georgiades 1985: 42>. Solange aber *theorein* dem Paradigma und den verinnerlichten Metaphern des Sichtbaren, des Einsehbaren, der Anschauung verhaftet bleibt, entzieht sich ihm die Ästhetik der Zahl, die - mit Aristoteles - ja erst die Zeit *dia nou* definiert; Zeit ist damit das mediale Substrat des Zählens <Georgiades 1985: 28 u. 31>. Theorie muß sich also auf eine Medialität einlassen, die sich (mit Descartes) von der Freude der Griechen am Visuellen, am Geometrischen <Georgiades 1985: 70> löst, um nicht blind zu sein für die mathematische Lagebestimmung der neuzeitlichen Medienkultur. Pythagoras geht von der Zahl als Gegebenheit in der Natur aus, während Descartes mit seiner nicht mehr auf optische Ausdehnungen, sondern auf den Punkt und Punktmengen als zu zählenden Elementen konzentrierte Geometrie von 1637 <Spengler: 99> die Zahl einem anderen Raum abringt. Um hier für einmal Oswald Spengler zu zitieren, aus dem furiosen Eingangskapitel „Vom Sinn der Zahlen“ in seinem Werk *Untergang des Abendlandes*, und der darin auf Nietzsche anspielt: „Der Wille zur Macht <...> liegt auch in dieser Energie der abendländischen Zahl gegenüber der Anschauung. Das ist `Dynamik´. In der apollinischen Mathematik dient der Geist dem Auge, in der faustischen überwindet er es“²³³ - eine Absage an die anschauliche, theatralische *theoria* der antiken Griechen, und

ein neuzeitlicher Begriff von Medientheorie. Hier schreiben nicht Medien eine Epoche der Kulturgeschichte, sondern eine andere Theorie legt den Grund, Medien neu zu denken. Erst, wo Geometrie nicht mehr auf Sichtbarkeit reduziert ist, werden n-Dimensionale Räume denkbar <ebd., 110> - und damit virtuelle Räume im Sinne des rechnenden Raums, der im Computer seine Maschine findet.

Damit ist eine Archäologie der musikalischen Notation aufgerufen, also der Versuch, ein zeitbasiertes Phänomen im Raum visuell zu organisieren. Musikalische Schrift gibt ja Relationen, Intervalle wieder, keine absoluten Werte. An frühmittelalterlichen Neumen ist die Dauer noch als graphisches Auf und Ab ablesbar, als gestische Welle, und dieses *graphiein* - so etwa die karolingische *Musica Enchiriadis* - kann Töne als Koordinaten in der Tat als Diagramm verorten auf einer y-Achse für Töne und einer x-Achse für Zeit < Georgiades 1985: 110ff>.

Im digitalen Bildraum schließlich meint Intervall nicht mehr den Raum zwischen den Bildern, sondern den Abstand zwischen numerisch adressierten Punkten, aus denen ein Bild selbst besteht. Das Intervall als Name des Abstands zwischen Tönen und Zahlen kommt in zeitbasierten Medien auf seine ursprüngliche Bedeutung als Zwischenraum und -zeit zurück.²³⁴

Damit zurück zur computierenden Medialität von Theorie. Zwar ist eine Regel nicht dasselbe wie das, was sie berechnet, aber die tatsächliche Berechnung ist dann doch die Realisierung der Regel (Stephen Wolfram). Als *arché* wird dieses Prinzip im Programmieren Befehl. Heidegger zufolge ist die Maschinenteknik jedoch keine bloße Anwendung dieser mathematischen Praxis, sondern vielmehr hat „diese erst die Verwendung der mathematischen Naturwissenschaft gefordert“ <ebd., 69>, ist also ihr medien-materiales Apriori.

Das gilt auch für den Krug, jenes mediale Ding als Gefäß: „Der Krug ist nicht Gefäß, weil er hergestellt wurde, sondern der Krug mußte hergestellt werden, weil er dieses Gefäß ist.“²³⁵

In diese Formel faßt auch David Landes die mechanische Uhr unter verkehrten Vorzeichen: „Es ist nicht die Uhr, die das Interesse für die Zeitmessung aufkommen ließ: es war das Interesse für die Zeitmessung, das zur Erfindung“ der Uhr führte.²³⁶ Konkret war es ein kulturtechnisches Dispositiv: nämlich die Reform der Benediktiner und Zisterzienser, die für

²³⁴ Programmatisch wird dies in der Schriftenreihe *Intervalle*, hg. vom Wissenschaftlichen Zentrum für Kulturforschung, Universität Kassel

²³⁵ Martin Heidegger, *Das Ding*, in: ders., *Reden und Aufsätze*, Pfullingen 1954, 163-181 (166)

²³⁶ Debray 1993 / 1999: 69, unter Bezug auf: D. Landes, *L'heure qu'il est*, Paris 1987, 98

das Klosterleben einen präzisen Takt in Gottesdienst und Gebeten forderte.

Analog dazu ist für die Prähistorie des Digitalen zu fragen, ob wir von einer zunehmenden Mathematisierung der Maschinen (für das Zeitalter der Mechanik) oder von einer Mechanisierung der Mathematik (wäre die Epoche des Computers) auszugehen haben - mediengeschichtliche *versus* medienarchäologische Retrospektiven. Im Begriff der Kybernetik scheint sich die Dichotomie zwischen mathematischen Konstrukten und technischen Konstruktionen aufzuheben, gelten hier doch - frei nach Alan M. Turing - vor allem die Funktionsanalogien.²³⁷ So begründet Norbert Wiener unter Appell auf Leibniz, "daß der gleiche Impuls, der zur Entwicklung der mathematischen Logik geführt hat, gleichzeitig zur idealen oder tatsächlichen Mechanisierung der Prozesse des Denkens geführt hat."²³⁸ Und doch ist diese technisch-mathematische Differenz an einer medienarchäologisch präzise datierbaren Bruchstelle faßbar, auf die Bernhard Dotzler wiederholt aufmerksam macht²³⁹: als Charles Babbage sich von seiner vor allem arithmetischen *Difference Engine* abwendet, hin zu seiner nie technisch realisierten *Analytical Engine*, die ebenen nicht von Logarithmen rechnet, sondern für beliebige Probleme programmierbar gedacht war. Zu den Zahlenwerten traten also die Rechenvorschriften, kurz: Algorithmen. Hier wird anamnetisch virulent, woran Vilém Flusser, der ja seinerseits persönlich als Medientheoretiker immer an der Schwelle zum praktischen Programmieren stehenblieb, erinnert hat: daß nämlich der Code der Schrift eben nicht nur alphabetisch, sondern von Anfang an alphanumerisch gedacht war und der Prozess des Schreibens nicht allein linear, sondern auch formal-kalkulatorisch ablief: personalisiert im Disput zwischen dem historisch denkenden Heraklit und dem formal-kalkulatorisch denkenden Parmenides.²⁴⁰ Mit Schrift wird eben nicht allein ein historiographischer, sondern auch ein mathematischer Raum bedient.

Programmieren ist und bleibt ein Akt digitaler Autorschaft, also des Schreibens, allen Versuchen eines reinen *visual programming* zum Trotz. Allerdings wird die ur- und frühgeschichtliche Phase des maschinen- oder betriebssystemnahen Programmierens aktuell überlagert von

²³⁷ Alan M. Turing, Rechenmaschinen und Intelligenz, in: ders., Intelligence Service. Schriften, Berlin (Brinkmann & Bose) 1987, 156

²³⁸ Norbert Wiener, Kybernetik. Regel und und Nachrichtenübertragung in Lebenwesen und Maschinen, Düsseldorf / Wien (Econ) 1963, 40

²³⁹ Bernhard Dotzler, Kant und Turing. Zur Archäologie des Denkens der Maschine, in: Philosophisches Jahrbuch 96 (1989), 115-131 (122f)

²⁴⁰ Vilém Flusser, Die Revolution der Bilder. Der Flusser-Reader zu Kommunikation. Medien und Design, Mannheim 1995, 44f

Programmieren auf der Interface-Oberfläche, weil nicht mehr unmittelbar der mathematisch-kybernetische Raum des Computers, sondern Multimedia programmiert werden - ein Umbruch, dem die Medientheorie Rechnung tragen muß. *Multimedia authoring software* wie etwa Macromedia bildet die Plattform aktuellen Mediendesigns, ganz wie das *logeion* im altgriechischen Theater das flache Dach des Proskenions meint, auf dem die Schauspieler auftraten - Icons, heute. Eine Programmiersprache wie *Lingo* operiert nicht mehr auf der buchstäblich medienarchäologischen Ebene von Sprachen wie *C* oder gar *Assembler*, erinnert aber noch durch ihren Namen an die Nähe von Programmieren und Linguistik: „A language that is not the speaker's native language or a specialized set of terms requiring to be learned like a language (*informal*)“
<www.encarta.com>.

Die Insistenz des Linguistischen aber macht Programmierern und gewissen Medientheoretikern allzu schnell vergessen, mit welchem historischen Index diese Praktiken versehen sind, nämlich eine finale Konfiguration aus Soft- und eben doch Hardware. Gutenbergs Erfindung des Buchdrucks und die moderne Algebra, beide zwar um 1450-1500 entstanden, mußten konvergieren, wie Friedrich Kittler es beschreibt:

Der Buchdruck konnte alles kopieren und abschreiben und die Algebra konnte alles berechnen, aber die beiden liefen nicht zusammen. <...>. Wenn man programmiert, dann tritt ein richtiger Integralismus auf. Man schreibt nicht nur, sondern das, was man schreibt, wird getan vom Programm. Das Versprechen des Buchdrucks und das Versprechen der modernen Mathematik endlich zusammengekommen, nach 500 Jahren Latenzzeit Europas, das ist eine unendliche Macht, wirklich eine Art von Integral, in das alle vorher getrennten einzelnen Technologien, Metallurgien, Halbleitertechniken und Elektrotechnik eingeht.

Das aber wäre eine Geschichtsfigur, die nicht mehr Historiographie als *recording* ist, sondern selbst ein Kalkül.

Es gibt im Grunde nur ein paar weitsichtigen Physiker, die sagen, das Prinzip der Digitalisierung selber <...> hat <...> interne Leistungsgrenzen, <...> und die bestehen in dem schlichten Satz, dass die Natur selber kein Computer ist und dass deshalb bestimmte komplexe Phaenomene des Menschen, der Natur prinzipiell, ausserhalb der Berechenbarkeit des heute herrschenden Paradigmas liegen. Das ist eigentlich die einzige vernuenftige Hoffnung, die ich hegen kann, dass wir nicht am Ende der Weltgeschichte angelangt sind. Denn wenn die Digitalrechner keine internen Grenzen hätten, dann würden sie wirklich die Weltgeschichte zu Ende bringen, in all den Punkten.²⁴¹

Wird damit der Computer zum kulturtechnischen *telos* der Geschichte? Nicht Weltgeschehen, aber die Form ihrer narrativen Organisation als Weltgeschichte geht damit zu Ende. Ein solches Modell von Kulturgeschichte als mediales Integral läßt sich wahlweise mediengeschichtsteleologisch oder eben auch medienarchäologisch als offene Konfiguration beschreiben,

²⁴¹ Die Informationsbombe. Paul Virilio und Friedrich A. Kittler im Gespräch. Ausgestrahlt im deutsch-französischen Kulturkanal ARTE, November 1995, hier zitiert nach:
<http://artematrix.org/kittler/die.informationsbombe.htm>

d. h. mit der Option, auch den Computer in seiner aktuellen von-Neumann-Architektur nur als Durchgangsstadium für andere Lösungen (etwa als Kopplung von Berechnung und Physik) zu verstehen.

Daran schließt sich die Frage, wie und in welcher Form sich Medien überhaupt in ihrer Gewordenheit und in ihrem Werden anschreiben lassen. Sicher nicht klassisch technikgeschichtlich, deren Modell David Gugerli als Doppelhelix von Erfindern und ihren Maschinen beschreibt und deren Achse dann den technischen Fortschritt repräsentiert. „Da sich eine Doppelhelix aber nur schlecht in die narrative Struktur eines historischen Diskurses einfügen lässt, liegt der Griff zu genealogischen Tafeln auf der Hand: Erfinder, Maschinen und Ereignisse werden hier in soziotechnische Verwandtschaftsordnungen gestellt“ <Gugerli 1999: 134>.

Lässt sich (auch epistemische Operatoren wie Medien betreffend) „die ganze Geschichte eines `Dings´, eines Organs, eines Brauchs“, als „eine fortgesetzte Zeichen-Kette von immer neuen Interpretationen und Zurechtmachungen“ schreiben, „deren Ursachen selbst unter sich nicht im Zusammenhange zu sein brauchen, vielmehr unter Umständen sich bloss zufällig hinter einander folgen und ablösen“?²⁴² Dieses Programm Nietzsches zur Genealogie kann also nur *im Medium* des elementaren Vokalalphabets (oder der Schreib-Maschine) geschrieben werden. Denn was Nietzsche hier (be-)schreibt, ist die Schreibmaschine. So wäre auch keine Geschichte, sondern Archäologie oder Genealogie der Medien zu schreiben: als Wechsel diskreter Zeichenkonfigurationen, hier in Verbundenheit mit Michel Foucault. Ein einzigesmal kommt der Diskursanalytiker in seinen Schriften auf eine tatsächliche Maschine zu sprechen: "wenn zur Definition ansteht, was das letzte und elementare Datum seiner eigenen Datenverarbeitung ist". Das kleinste Monument einer Aussage (alternativ zum Dokument-Begriff) ist heute ein Bit. "Laut Foucault müssen Aussagen, diese kleinsten Einheiten der Archäologie, bekanntlich weder Sinn noch Sätze machen. Auch die Abschrift einer Schreibmaschinentastatur als solche reicht hin, um eine Aussage zu bilden. Schreibmaschinen oder Setzerkästen selber aber schließt die Archäologie ausdrücklich aus."²⁴³

²⁴² Friedrich Nietzsche, Zur Genealogie der Moral. Eine Streitschrift (1887). Zweite Abhandlung: „Schuld“, „schlechtes Gewissen“, Verwandtes 12, in: Sämtliche Werke. Kritische Studienausgabe in 15 Bänden, hg. b. Giorgio Colli / Mazzino Montinari, München / Berlin / New York 1980 Bd. 5, 313-316 (314); dazu Martin Stingelin, „Unser Schreibzeug arbeitet mit an unseren Gedanken“. Die poetologische Reflexion der Schreibwerkzeuge bei Georg Christoph Lichtenberg und Friedrich Nietzsche, in: Lichtenberg-Jahrbuch 1999, 81-98 (81f)

²⁴³ Friedrich Kittler, xxx, 145, unter Bezug auf: Michel Foucault, Archäologie des Wissens, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1973, 125

„Was jede Vorstellungskraft und jedes mögliche Denken überschreitet, ist einfach die alphabetische Serie (A, B, C, D), die jede dieser Kategorien mit allen anderen verbindet“ <Foucault 1990: 18>. Die Anordnung von Tastaturen ist ein Beispiel für non-diskursive Medienereignisse. Dies leitet über zu jener Technik, in der diese Anordnung (anders als die typographischen Setzkästen) operativ wird: die Schreibmaschine. Hier tritt im Verborgenen des Mechanismus das (schon bei Descartes figurierende) abstrakte Uhrwerk wieder ein, indem ein scheinbar räumliches Verhältnis durch diskrete Taktung medial operativ wird - zwar noch nicht entwickelt zu jener internen Uhr, welche für die Synchronisation der Abläufe im Computer durch die eingebaute Quarzfrequenz sorgt, aber anders als jene Rotationspresse im Buchdrucks, welche dieselbe Zeichenmenge immergleich, nicht aber immer wieder neue Zeichenfolgen taktet.

Nichts hält diese unwahrscheinliche Gruppierung zusammen denn die fortlaufende Ordnung des Alphabets, eine vertrauten enzyklopädischen Taxinomie, in der die Begriffe nach dem (fast) arbiträren Prinzip ihrer Anfangsbuchstaben sortiert werden. Dieselben Element, aus dem die Worte bestehen, nämlich Buchstaben, dienen hier der asemantischen Funktion der schieren Sortierung. Findet die Archivierung von Texten im eigenen Medium statt, wird Alphanumerik als Basis universaler Datenverarbeitung denkbar. Die reine Buchstabenfolge, das Betriebssystem aller Enzyklopädien, sortiert hier Begriffe, die ihrerseits Buchstabenfolgen darstellen; so gegenseitig ist das Verhältnis von Medium und Form (Fritz Heider). Wo die Steuerung und die Inhalte der Daten sich aus dergleichen Elementen zusammensetzen (wie im Computermemory), eskaliert die Schrift zu einer rein äußerlichen - und gerade deshalb so effektiven - Alphalogistik; für das Insistieren der Buchstaben im Unbewußten redet die Psychoanalyse von *alphabétise* (Jacques Lacan). So löst sich der Buchstabe von seiner vokalphabetischen Bindung und wird zum symbolischen Operator - das Umschlagen von Buchstaben zu Maschinen. Mit der Schreibmaschinen- und Computertastatur schiebt sich dieser Zwischenraum operativ ein.

Nietzsche schreibt im 7. Paragraphen von *Die fröhliche Wissenschaft*: „Bisher hat alles Das, was dem Dasein Farbe gegeben hat, noch keine Geschichte.“ Nun wäre zu ergänzen: eine Historiographie jenen Medien, die bis dahin nur im Latenzzustand der Archäologie schlummerten, verborgen. Muß diese Erweckung im Namen und in Form von Geschichte geschehen, oder verfehlt diese Form notwendig ihr Objekt? Es hat wahrscheinlich einen eigenlogischen Grund, warum das, was dem Dasein Farbe oder Klang verleiht (nämlich die elektromagnetischen Wellen), keine Geschichte hat: weil Schwingungen nicht erzählbar sind, nur zählbar.

Gemäß Kapitel 9 von Aristoteles' *Poetik* <§ 1451a> ist es für

eine wissenspoetische Erfassung nicht hinreichend, bloß das Geschehene darzustellen, was keine Frage gebundener (Poesie) oder ungebundener (Prosa) Rede ist, sondern eine ontologische. Denn der Historiker muß sich strikt an die gegebenen Ereignisse, also Daten halten (*tà genómena*), während Dichtung uns sehen lassen soll, was gemäß der inneren Wahrscheinlichkeit oder Notwendigkeit möglich wäre und hätte geschehen können (*tò anagkaion*). Das Drama von Tragödien - so Aristoteles weiter - liegt darin, nicht schlicht eine geschlossene Handlung zu zeigen, sondern darin, daß die Ereignisse zwar aus innerer Notwendigkeit, dennoch aber wider Erwarten eintreten - als "Information" im Sinne der mathematischen Nachrichtentheorie. Felix Kleins Vorlesungen *Elementarmathematik vom höheren Standpunkt aus* schreiben dementsprechend keine schlichte Kulturgeschichte der Mathematik, sondern entwickeln vielmehr Zeitreihen nach eigenem (archäo)logischen Recht, "verschiedene Entwicklungsreihen", die Max Bense zwar in eine "Stilgeschichte der Mathematik" umdeutet²⁴⁴, die jedoch an sich parallele Eigenlogiken mathematischer Intelligenz darstellen. "In diesem Zusammenhang erhebt sich die Frage, ob die Geistesgeschichte <...> einen im Sinne einer axiomatisch-deduktiven Theorie mathematisierbaren Bestandteil enthält" <ebd., 193>.

Mit dieser Frage verfällt auch Medientheorie plausibler der Medienarchäologie denn der Mediengeschichte. Mit Charles Babbages programmierbarer, wenngleich noch mechanischer *Analytical Engine* beginnt unsere mediale Gegenwart nicht minder als - einer These Francis Bacons zufolge - mit Schießpulver, Buchdruck und Kompaß die Neuzeit begann. Daß sich mit diesem Moment eine ganz andere Kulturgeschichte koppelt - nämlich die des Webens, indem seit 1728 mit Falcon Webstühle steuerbar werden und damit ein Programmspeicher vorlag -, ist ein weiteres Argument für eine Medienarchäologie, die sich eben gerade nicht als Entwicklungsgeschichte schreibt, sondern als Kopplungen. Größer als der im Medium der Erzählung literarische suggerierte historische Zusammenhang ist jener positive Raum, „der ausgedehnter ist als das Spiel der Einflüsse, das sich von einem Autor zum anderen“ auswirkt, um hier einen Satz Foucaults ins Spiel zu bringen.²⁴⁵

Gilt hier differenziert im Sinne der Mathematik selbst die historische Asymmetrie von Arithmetik versus Algebra, also das Operieren mit Symbolen (etwa Buchstaben, „x“, Variablen) statt mit Zahlen? „In dieser“ - aber vielleicht auch nur in dieser klassisch historischen - „Perspektive ist der Computer die physikalische Realisierung einer `symbolischen Maschine´“, die

²⁴⁴ Max Bense, Konturen einer Geistesgeschichte der Mathematik, in: ders., *Ausgewählte Schriften Bd. 2*, Stuttgart/Weimar (Metzler) 1998, 132

²⁴⁵ Michel Foucault, *Archäologie des Wissens*, 183

über Jahrhunderte vertraute Praxis geistiger Arbeit, schreibt Sybille Krämer <1998: 86, Anm. 39>.

"Das Wesen eines mathematischen Begriffs bemißt sich nach den Möglichkeiten der Deformation, die es erlauben, die Anwendung dieses Begriffs zu erweitern."²⁴⁶ In diesem Sinne ist der Computer ein „Medium“, das - mit Heider/Luhmann - algorithmisch-prozessual informiert wird und mithin Formen erschafft. Konstatieren wir - mit Bachelard - die Vorherrschaft der relationalen über die referentielle Dimension in der heutigen Wissenschaft²⁴⁷ - ein relationales, nicht länger statisches „Archiv“.

Medienarchäologie meint Zugang zur Mathematik. Der digitale Raum, theoretisch als das Computermodellierbare begriffen, läßt neue Fragen nach Medialität überhaupt erst aufkommen: "A deeper mathematical study of the nervous system <...> will affect our understanding of the aspects of mathematics itself that are involved."²⁴⁸ Welche Art von Berechnungen sind der Natur respektive physikalischen Systemen angemessen? Buchstäblich *messen* müssen wir, wenn das Zählen versagt: angesichts des Kontinuierlichen. Berechnung galt lange Zeit als abstrakter Vorgang, der durch mathematische Regeln beschrieben wird. Doch der Quanteninformatiker David Deutsch fragt anders: „Wenn etwas prinzipiell berechenbar sei, so müsse es durch ein physikalisches System berechnet werden können.“²⁴⁹ Dazu dürfen Computer aber nicht mehr allein den Gesetzen der klassischen Physik unterworfen werden, sondern öffnen sich der Quantenmechanik, wo ein Teilchen gleichzeitig verschiedene Zustände annehmen kann: die Werte 0 und 1 zugleich (als *Qubit*).

Quantenmechanik aber gibt selbst das Stichwort zu einer neuen Herausforderung der *theoria*. Werner Heisenberg sprach sich gegen Versuche zur Verbildlichung der Quantentheorie aus; Erwin Schrödinger dagegen schreibt in den *Annalen der Physik* 79 (1926), daß er sich durch Heisenbergs „Methoden der transzendenten Algebra und durch den Mangel an Anschaulichkeit“ von diesem Modell „abgestoßen“ fühlte (als

²⁴⁶ Gaston Bachelard, *Le nouvel esprit scientifique*, Paris 1934, 24 (= ders., *Der neue wissenschaftliche Geist*, Frankfurt/M. 1988, 28f)

²⁴⁷ Samuel Weber, *Interpretation und Institution*, in: Friedrich Kittler / Manfred Schneider / ders. (Hg.), *Diskursanalysen 2: Institution Universität*, Opladen (Westdt. Verlag) 1990, 152-166 (155)

²⁴⁸ John von Neumann, in seiner Einführung zu: *The Computer and the Brain*, New Haven (Yale UP) 1958; dazu H. H. Pattee, *Discrete and Continuous Processes in Computers and Brains*, in: *Physics and Mathematics of the Nervous System*, hg. M. Conrad et al., Berlin (Springer) 1974, 128-148 (130)

²⁴⁹ Thomas Vasek, *Der multiple Physiker*, in: *Die Zeit* Nr. 22 v. 23. Mai 2002, 32

sei er selbst ein quantisiertes Teilchen).²⁵⁰ Tatsächlich ist die mathematische Matrizenrechnung ein Werkzeug, das durch seinen Formalismus den Welle-Teilchen-Dualismus hintergeht; "dieser tritt, wie Heisenberg oft bemerkt hat, erst in Erscheinung, wenn man zu einer anschaulichen Beschreibung übergeht"²⁵¹. Das Bild der Welle in Schrödingers Quantenmechanik ist nur eine "symbolische Hypothese" im Sinne Kants, eine unterlegte Anschauung, eine Unterstellung, die sich nur aus indirekten Wirkungen wie den Interferenzen, nicht aber der unmittelbaren Erfahrung erschließt <Bense ebd., 71>. Es gibt "keine Experimente, die die Welle unmittelbar zeigen bzw. die Kontinuität schauen lassen", sondern bestenfalls nahelegen. Anschaulich ist vielmehr die Diskontinuität von Teilchen: "In den Quantenexperimenten (Elektronenstoß) zeigt sich <...> die Diskontinuität unmittelbar. Die Energiestufen werden an den Meßinstrumenten 'abgelesen'" <ebd., 72>. Hier kommen technologische Medien als Meßmedien konkret ins Spiel, als Verdinglichungen der Beobachtung, eine Erdung der ontologischen Frage nach der Differenz von Kontinuierlich und Diskontinuierlich.

Eine Elektronenbeugungsröhre aber läßt funktionsähnlich zur Braunschen Röhre, also dem TV-Bildschirm, auf dem Leuchtschirm aus aufprallenden Elektronen ein Ringmuster entstehen und somit deren Wellennatur sichtbar macht (als Quantenobjekt, zwischen Wellen und Teilchen) - nicht bildmetaphorisch, sondern als rein photonisch-physikalischer Effekt, ein *imagineering* und ein Fernsehen medienarchäologischer Art.

Zahlen, Maschinen, Tafeln: Mediale Architekturen aus Mathematik und Geometrie

Das Forschungsprojekt *Arifmometr* (publiziert unter dem Titel *Computing in Russia*) rekonstruierte die Anfänge des Rechners in der ehemaligen Sowjetunion unter dem - auch den "Streit der (universitären) Fakultäten" betreffenden - Strukturaspekt der wechselnden Konfigurationen zwischen Mathematik, Informatik und Ingenieurskunst. Als Kantorovic in Leningrad sich mit der Programmierung digitaler Rechner befaßt, identifiziert er genau diese Asymmetrie:

The difference between the existing machine language and the descriptive mathematical one (algorithmic) was the biggest disadvantage of programming. Mathematics uses integrated operations and various notions but the machine

²⁵⁰ So zitiert und zeigt es anhand spezifischer Exponate die aktuelle, von Bruno Latour, Peter Weibel, Peter Galison und anderen kuratierte Ausstellung *Iconclash. Jenseits der Bilderkriege in Wissenschaft, Religion und Kunst* im Zentrum für Kunst und Medientechnologie Karlsruhe (ZKM) im Sommer 2002

²⁵¹ Max Bense, *Quantenmechanik und Daseinsrelativität* [Diss. Bonn 1937, Druck Köln 1938], in: ders., *Ausgewählte Schriften*, Bd. 2, Stuttgart/Weimar (Metzler) 1998, 64

program needs the standard operations with simple numbers. Of course the system of control and data transfer greatly contributed by John von Neumann was a big achievement. Our first innovation was the description of an extended calculation scheme. <...> the most typical operations for the calculation program were defined and assigned special inventory numbers instead of machine addresses, so to say „passports“ of the array data or of the operation. This system we called „large block programming“ borrowing the building term very popular at those days²⁵²

- mithin eine (modulare) Plattenbauästhetik der Computerarchitektur (und aktueller Studienmodule der Medienwissenschaft an der Humboldt-Universität Berlin). Gilt Ähnliches für die Serienbauweise des Kalashnikov-Maschinengewehrs in der ehemaligen UdSSR?

Jede Archäologie des Computers und seiner Programmierung oszilliert zwischen den Polen Mathematisierung der Maschinen und Mechanisierung der Mathematik, wobei Medienarchäologie vorschnellen Analogien²⁵³ den Hinweis auf die Differenzen gegenüberstelt, denn im Unterschied etwa zur universalen diskreten Maschine namens Computer vermag die *ars combinatoria* des Barockzeitalters - die mathematische Bedingung für das, was in der KI-Forschung später *Reflexion* ermöglicht <Günther 1963: 158> - nicht selbständig zu rechnen, schon gar nicht zwischenzuspeichern oder zu programmieren. Die Kopplung von Maschine und Mathematik gilt hier noch nicht im Sinne der Mathematisierung der Maschine, sondern erst als Maschinisierung der Mathematik. Leibniz entwickelte den Differential- und Integralkalkül als "eine algebraische Technologie" (Wikipedia); Max Bense denkt "mathematische Maschinen" als Denkmaschinen <zitiert in Günther 1963: 20>, und das heißt Automatisierung der Mathematik als strukturelle Programmierbarkeit von Computern im Unterschied zu schlichten Rechenmaschinen und zur Mathematisierung von Automaten.

"Eine mathematische Maschine ist eine in der theoretischen Informatik, mithin auch in der Medientheorie verwendete mathematische Abstraktion, also ein Modell einer idealen, mathematisch präzise definierten Maschine (das Unpräzise heißt demgegenüber die physikalische Welt). Einerseits ist diese Maschine so einfach gehalten, daß sie noch mathematischen Analyse- und Beweismethoden zugänglich ist, andererseits aber so komplex, daß sie wesentliche Eigenschaften besitzt, die auch für eine reale Maschine charakteristisch sind. Es handelt sich somit um ein medienepistemisches Ding."²⁵⁴

²⁵² Zitiert nach: Pospelov / Fet (in diesem Band)

²⁵³ Siehe etwa Neil Rhodes / Jonathan Sawday (eds.), *The Renaissance computer: knowledge technology in the first age of print*, London / New York (Routledge) 2000, here: Introduction: Paperworlds. Imagining the Renaissance Computer, 1-17

²⁵⁴ Artikel Mathematische Maschine, in: Wikipedia. Die freie Enzyklopädie, Bearbeitungsstand: 18. Januar 2005, <http://de.wikipedia.org> (abgerufen 3. Februar 2006)

Friedrich Kittler unterscheidet streng Programmierbarkeit von Kalkülisierung und läßt sie erst für jene Zeit, gelten als Werkzeuge zu Maschinen und Technik zu Technologie wurde. Historisch ist dies die Epoche der Industrialisierung, in der anstelle von Einzelstückherstellung die standardisierte Massenproduktion trat - ein Modell, das der Letternguß von Gutenbergs Buchdruck eingespielt hatte. Wie Buchstaben zu Worten und Worte zu Sätzen lassen sich so ganze Systeme wahrhaft modular zusammenfügen, wie es Charles Babbage prompt für seine Analytical Engine vorgesehen hat.²⁵⁵

Möglichkeitsbedingung für Programmierung ist eine mathematische Denkart, doch erst seit der modularen Fertigung von Komponenten (praktiziert seit Gutenbergs Buchdruck) war eine zumindest in Grenzen programmierbare Hardware von Rechnern auch als in der Welt operierender Mechanismus nicht nur denkbar, sondern auch möglich. Die Informatik nennt an dieser Stelle den endlichen Automaten, etwa das Kombinationsschloß, das als Kombination aus einem gespeicherten Zustand und einer logischen Tabelle die jeweils zuletzt eingegebenen Zahlenfolgen zu "erinnern" vermag <Hillis 2002: 45> und damit auf seine aktuell neuen Bedingungen reagiert, den zeitlichen Verlauf also mit einrechnet. Ein solches Schloß jedoch läßt sich dennoch nicht in eine Menge elementarer Komponenten zerlegen, die rekonfiguriert werden könnten, um ein beliebiges System nicht nur logisch zu emulieren, sondern physikalisch zu simulieren. Das Kombinationsschloß ist daher nicht strukturell, sondern lediglich effektiv programmierbar, da sich sein Zustand nur für eine begrenzte Klasse von Verhaltensweisen einstellen läßt. "Niemand käme folglich auf den Gedanken, Kombinationsschlössern oder Vier-Spezies-Maschinen" (wie der Rechenmaschine von Leibniz) "die Errechnung jener physikalisch sehr wohl begrenzten Klasse von Verhaltensweisen anzuvertrauen, die da Wetter heißt"²⁵⁶. Demgegenüber ist ein digitaler Computer, der zur Simulation eines Kombinationsschlusses benutzt wird, strukturell programmierbar, "weil dieses Verhalten durch Synthese aus einer kanonischen Menge elementarer Schaltgatter erreicht wird"²⁵⁷. Simulation meint hier eine algorithmische Vorgehensweise zur Analyse dynamischer Systeme im Unterschied zur Emulation, das funktionelle Nachbilden eines Systems durch ein anderes: "Das nachbildende System erhält die gleichen Daten, führt die gleichen Programme aus und erzielt die gleichen Ergebnisse wie das originale System."²⁵⁸ Bei der

²⁵⁵ Anthony F. Hyman, Charles Babbage, 1791-1871. Philosoph, Mathematiker, Computerpionier, Stuttgart (xxx) 1987

²⁵⁶ Friedrich Kittler, Hardware, das unbekannte Wesen, in: Lab. Jahrbuch 1996/97 für Künste und Apparate, hg. Kunsthochschule für Medien Köln, Köln 1997 (Walther König), 348-363 (xxx)

²⁵⁷ Michael Conrad, The Prize of Programmability, in: Rolf Herken (Hg.), The Universal Turing Machine. A Half-Century Survey, Hamburg-Berlin (Springer) 1988, 289

²⁵⁸ <http://de.wikipedia.org/wiki/Emulator> (Zugriff Februar 2006)

Simulation werden Experimente an einem Modell durchgeführt, um Erkenntnisse über das reale System zu gewinnen. An dieser Stelle ist es nun Aufgabe der Medientheorie, einerseits beide Modi historisch auszudifferenzieren und andererseits eine reduktionistische Gegenüberstellung zu vermeiden. Genau hier liegt der Clou der *médiologie* von Régis Debray als Blickweise: auf die „Überschneidungen zwischen intellektuellem, materiellem und sozialem Leben“ zu achten, mithin „die treibende Kraft, den aus unseren großen Erzählungen ausgeschlossenen Dritten“ - also buchstäblich das syllogistische *medium* - "wiederzufinden, den, der Verbindungen allein dadurch schafft, daß er Software und Hardware zusammenbringt“ <Debray 1993 / 1999: 73>.

Auch Michel Foucaults Diskursanalyse postuliert, daß eine Aussage eine „materiale Existenz“ haben muß: eine Substanz, einen Träger, einen Ort, und ein Datum. Hier kommt die Duplizität von Programmierung und Hardware ins Spiel: „Foucault regards the statement as repeatable despite its ‘materiality’ or spatiotemporal boundedness. He characterizes the statement as ‘repeatable materiality’, a characterization that Foucault admits to be ‘paradoxical’“ <Kusch 1989: 19>. Dies gilt schon für die Natur des Punkts als aristotelischer *logos megeton* („meßbar“) in der abendländischen Tradition: eine mathematische Idealität, die aber auf einer materiellen Schicht, einer Schreibfläche, erst zur Evidenz kommt. Der Kunsthistoriker Gottfried Boehm wies in seinem Vortrag „Geometrie und Rhetorik“ kürzlich <am 24. April 2002> im Zentrum für Literaturforschung, Berlin ebenso darauf hin wie auch Sybille Krämer betont, daß die erste Voraussetzung für das formale Lösen einer Rechenaufgabe Papier und Bleistift (oder der Sandboden für Euklid) sind; erst dann können Gedanken - frei formuliert nach George Booles *Laws of Thought* - „materially influence our views“ <ca. S. 22>. „Es können auch Bildschirm und Tastatur eines Computers sein - jedenfalls bedarf es eines Mediums, welches erlaubt, eindeutig unterscheidbare, graphische Zeichen in einer bestimmte Ordnung zu fixieren.“²⁵⁹ Erst vom Moment der (En-)Kodierung an handelt es sich um kanalfähige genuin *mediale* Operationen.

Womit wir bei den *zwei Körpern der Turing-Maschine* angelangt wären, die - erinnern wir uns - eine Papiermaschine ist. Erinnern wir nicht minder daran, daß Foucault seine Theorie der *Archäologie des Wissens* nicht schlicht von linguistischen Zeichen her gedacht hat, also als Differenz von *langue* und *parole*, sondern auch von ihrer graphischen Repräsentation her <dazu Kusch 1989: 19>. Damit kommt die Materialität von Schrift ins Spiel. Schrift und Grapheme oder Graphen werden im vollem Sinne ein Medium in dem Moment, wenn sie mit Körpern, Papier oder Kreidetafeln einen Medienverbund bilden:

²⁵⁹ Sybille Krämer, *Symbolische Maschinen*. Die Idee der Formalisierung in geschichtlichem Abriß, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1988, 1

"Die Kreidetafel ist im Mathematikunterricht und auch in anderen Fächern seit langer Zeit unübertroffen, da sie ein weit sichtbares, kontrastreiches Bild liefert. Ein weiterer wichtiger Vorteil gegenüber anderen Unterrichtsmedien ist, daß das Schreiben auf der Tafel ein angemessenes Unterrichtstempo vorgibt: Die Zuhörer haben genug Zeit, eine Entwicklung nachzuvollziehen und Fragen rechtzeitig zu stellen. E-Kreide bringt die bewährte Kreidetafel auf den aktuellen Stand der Technik."²⁶⁰

An dieser Stelle werden Mathematik- und Informatikunterricht tatsächlich *zeitkritisch* in einer Weise, wie es Kulturwissenschaft nicht kennt, solange sie sich auf Zeit als Objekt in menschlicher Wahrnehmung, als Kulturgeschichte nämlich, beschränkt. Gängigerweise sind Kulturwissenschaften kaum auf die Problematik von Echtzeit angewiesen, und Theoretiker der Geisteswissenschaften machen deren Verzug gegenüber den zu analysierenden Prozessen geradezu zu deren Stärke. Anders sieht es aus, wenn nicht mehr Menschen nur mit Menschen oder Maschinen, sondern Maschinen untereinander mathematisch kommunizieren (was dann kaum noch als Kulturtechnik zu beschreiben ist).

Neben der Benutzung als herkömmliche Tafel sind Bilder und interaktive Java-Programme während des Vortrags mit E-Kreide in das Tafelbild integrierbar, die *online* direkt aus dem World Wide Web geladen werden, etwa Formelauswertung und Funktionsplots - ein Kernelement der kybernetischen Rückkopplung, die Modifikation des Schlachtplans während der Schlacht selbst.

Mußte der Buchdruck in mathematischen Fachbüchern noch die geometrischen Figuren neben den sie definierenden Text setzen (so Ratdolts Euklid-Ausgabe von 1482 mit den ersten gedruckten geometrischen Figuren) und damit zwei auf Hardware-Ebene völlig verschiedene Typen generieren, überführt der Computer Schrift- und Zahlzeichen immediat in geometrische Bilder.

Abb.: Erste Seite aus Ratdolts Euklid-Ausgabe von 1482 mit den ersten gedruckten geometrischen Figuren, aus: Max Bense, AS Bd. 2, Stuttgart/Weimar (Metzler) 1998, 234

Damit kommt die rechenfähige Tafel auf eine Forderung zurück, die eine der frühesten Entwürfe für eine Berliner Universität durch Johann Jakob Engel in einer Denkschrift formulierte, welche die schon von Immanuel Kant in seiner Schrift über den *Streit der Fakultäten*,, aber auch von Johann Gottlieb Fichte bemerkte Reduzierung der akademischen Medien auf das Buch kritisierte und für einen Medienwechsel plädierte. Demnach sollte Wissenschaft nicht mehr nur auf Buchwissen beruhen, sondern ebenso auf ingenieursmäßigen und (im besten Sinne)

polytechnischen Tätigkeiten gründen, also nicht nur auf Speicherung, sondern auch handfest medialer Übertragung des Wissens:

"Es gibt Objekte des Unterrichts, die in Büchern können vorgetragen, aber nie aus bloßen Büchern gefaßt, nie durch bloße Worte gelehrt werden, die durchaus Anblick, Gegenwart, Darlegung wollen. Von dieser Art sind Handwerke, Künste, Fabriken. <...> Kupfer helfen hier wenig oder nichts, sie legen die Maschinen nicht auseinander, setzen sie nicht wieder zusammen, zeigen sie nicht in Bewegung, zeigen nicht die Handgriffe der Arbeiter usw."²⁶¹

Archytas von Tarent hatte Bewegung in Maschinen übersetzt (die fliegende Taube); das theoretisch Kinematische aber wird erst mit Heron von Alexandria operativ gedacht: als Kreis, insofern er als Bewegung wahrgenommen wird, nämlich als Folge von Punkten. Oswald Spengler läßt daher mit Heron und Diophant eine neue Mathematik beginnen, im Unterschied zum vorherigen Denken der Griechen, denen Geometrie als gegeben erscheint. Der an seinem Lebensende noch zum Bischof geweihte Nicole Oresme wird geradezu zum Naturwissenschaftler, indem er einen "mechanisierten Zeitbegriff der Spätscholastik" entwickelt.²⁶² In seinem *Traité de la sphère* von 1377 beschreibt er das Universum wie eine Räderuhr, die alle Kräfte durch die Hemmung ausbalanciert.

"Sicher, schon diese Mechanik reichte im Glücksfall hin, um einfache Rechenregeln oder Algorithmen zu implementieren. Die Vier-Spezies-Maschine, die der junge Leibniz einer staunenden Royal Society präsentierte, setzte das indisch-arabische Stellenwertsystem der Ziffern bekanntlich in eine Hardware aus dekadischen Zahnrädern um, die das Geschäft der vier Grundrechenarten erstmals automatisierte.²⁶³ Aber was dabei an Ziffern und Überträgen von Zahlrad zu Zahnrad rieselte, war lediglich ein Kalkül und noch kein Programm, das aus eigener Kraft Kalküle hätte starten, kontrollieren und wieder beenden können."²⁶⁴

²⁶¹ Johann Jakob Engel. Denkschrift über Begründung einer großen Lehranstalt in Berlin (13. März 1802), in: Gelegentliche Gedanken über Universitäten in deutschem Sinne, hg. v. Ernst Müller, Leipzig 1990, 6-17 (6)

²⁶² Arno Borst, *Computus. Zeit und Zahl in der Geschichte Europas*, Berlin (Wagenbach) 1990, 81

²⁶³ Vgl. Sybille Krämer, *Symbolische Maschinen. Die Idee der Formalisierung in geschichtlichem Abriß*, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1988, und Bernhard Dotzler, *Papiermaschinen. Versuch über Communication & Control in Literatur und Technik*, Berlin (xxx) 1996

²⁶⁴ Friedrich Kittler, *Hardware, das unbekannte Wesen*, in: *Lab. Jahrbuch 1996/97 für Künste und Apparate*, hg. Kunsthochschule für Medien Köln, Köln 1997 (Walther König), 348-363 (xxx)

Maschinen *auseinanderzulegen* (J. J. Engel), also zu analysieren, vermag im Unterschied zu Kupferstichen und anderen technischen Zeichnungen allein das von Algorithmen betriebene Tableau (und sei es das mittelalterlichen Zahlenkampfspiel²⁶⁵ oder Babbages Entwicklung einer symbolischen Maschinennotation). Am Ende steht die Schaltung, die selbst neue Schaltungen zu generieren vermag²⁶⁶: Medienwissen als Verknüpfung von Kultur- und Ingenieurwissenschaft.

Das süditalienische Tarent war bekanntlich das Zentrum der Pythagoreer; Mathematik war in ihren Augen die Grundlage für alles Wissen und für die innere Harmonie der Dinge: Alles, was man erkennen kann, läßt sich demnach auf Zahlen zurückführen. Ihr führender Kopf war der Mathematiker, Staatsmann, Feldherr und Philosoph Archytas (428-350 v. Chr.). Offenbar hat Archytas die „positivistische“ Auffassung des Menachmos beeinflusst, derzufolge die mathematische Konstruktion eine tatsächliche Hervorbringung der Figuren ist, „allerdings nicht der materiellen in Zeichnungen und am Bauwerk“.²⁶⁷ Und doch macht hier die Materialität eine Differenz, denn es genügt nicht eine ausführliche Dokumentation des Entwurfs, um seinen künstlerischen Gehalt auszustellen (Zeichnungen, Photographien, historische Aufrisse der Architekten Schlüter):

"Trotz ihrem gedanklichen Gehalt ist barocke Architektur auf ihre Realisierung angewiesen. Nur so wird das dialektische Spannungsverhältnis von Geist und Materie sichtbar. Wie in der platonischen Philosophie und in der christlichen Mystik verlangt die Idee danach, sich in der Welt des sinnlich Wahrnehmbaren mitzuteilen. Barocke Gedankenarchitektur befriedigt im reinen Entwurfsstadium ebensowenig wie ein unaufgeführtes Drama oder Musikstück."²⁶⁸

Ähnliche gilt für den orthogonalen Schönheitsbegriff in der Architektur, daß sie - in den Worten von Artur Schopenhauers *Metaphysik des Schönen* - „bloß aus unserer Theorie erklärlich ist“, ist hier die spezifische Architekt-Ingenieur-Beziehung berührt.²⁶⁹ Auch Architektur stellt (wie etwa die Medienkunst)

²⁶⁵ Arno Borst, *Das mittelalterliche Zahlenkampfspiel*, Heidelberg (Winter) 1986, 21

²⁶⁶ Siehe Claude Shannon, xxx, in: *An / Aus*, xxx, Berlin (Brinkmann & Bose) xxx

²⁶⁷ Becker 1927 / 1974: 199; dazu auch E. Frank, *Plato und die sogenannten Pythagoreer*, Halle 1923, 12ff

²⁶⁸ Becker ebd.

²⁶⁹ Artur Schopenhauer, *Metaphysik des Schönen*. Philosophische Vorlesungen Teil III, aus dem handschriftlichen Nachlaß, hg. u. eingeleitet v. V. Spierling, München (Pieper) 1985, 129; dazu Peter Berg, *Am Beispiel der Stabkirchen - Denken in Steifigkeit. Konstruktionsgeschichtliche Betrachtungen*, in: *Festschrift Wolfgang Uhlmann (THD-Schriftenreihe Wissenschaft und Technik Bd. 40)*, Technische Hochschule Darmstadt (THD) 1988, 33-64 (48)

eine praktizierte Form implizierter Medientheorie dar, hat also medientheoretisches Wissen, das von der akademischen Disziplin Medientheorie zu explizieren wäre - und zwar als Erinnerung einer Differenz.

Genau darauf zielt Kybernetik in der Variante Heinz von Foersters: „daß der Gegenstand der menschlichen Erkenntnis klüger ist als diese Erkenntnis selbst, denn offensichtlich sind die wesentlichen Fragen, die der menschliche Geist stellt, von Gegenstand bereits beantwortet. Wenn wir nach dem Leben fragen, leben wir bereits.“²⁷⁰ Wenn wir Medientheorie betreiben, laufen wir dem medialen Wissen bereits hinterher - und suchen (etwa) theoretisch einzuholen, was als Praxis des Digitalen längst wirkungsmächtig ist, die Wirklichkeitskreis (kybernetisch) regiert.

Entgegen dem Entwurfsdenken von Architekten hat sich die Ingenieurskunst im militärischen Gefolge der Pariser École Polytechnique ja als spezifischer Medienverbund von Mathematik und Zeichnung ausdifferenziert²⁷¹; insofern sind Ingenieure auch eher ein Objekt von Medientheorien denn die repräsentative Funktion Architektur im Sinne Vitruvs. Spätestens Sigfried Giedion hat dann konstatiert, „daß Architekt und Ingenieur nicht mehr in einer Person vereinigt sind.“²⁷² Die im 18. Jahrhundert florierenden Theorien über Bau und Gestalt der vitruvianischen „Urhütte“ (etwa bei Laugier) haben meinten weniger die Wirklichkeit des Bauens denn eine Architekturidee; auch die nach Leonard Euler benannte Formel von 1750 zur Knicklast des idealen einfeldrigen Druckstabes beim Bau (es geht um die Gleichgewichtsverzweigung und den Übergang vom instabilen zum stabilen Gleichgewicht) „ist nicht etwa die Darstellung der Wirklichkeit des Bauteilverhältnisses oder die Praxis seiner Absicherung. Vielmehr ist sie Hinterrund und Grenze für die Standfähigkeit, für die Idee der Steifigkeit im Bereich der Ingenieurwissenschaft“ <Berg 1988: 51>. Diese Debatte hatte sich am Gutachten der sogenannten „tre matematici“ entzündet, als es im 18. Jahrhundert um die Schadensbegutachtung der Peterskuppel in Rom ging; sie forderten damals „radoppiare le resistenze“, also eine Sicherheit von 2,0 <ebd.>.²⁷³ „Im Elastizitätstheoretischen Paradigma der klassischen Baustatik feierte die philosophisch durch Leibniz begründete Kontinuumshypothese ihren Triumph.“²⁷⁴

²⁷⁰ Dirk Baecker, Die Sonnendusche macht mich berühmt <zum Tod von Heinz von Foerster>, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 230 v. 4. Oktober 2002, 32

²⁷¹ Dazu Wolfgang Pircher / Christa Kamleithner, Der von Gott verlassene Baubetrieb, in: Zinsmeister (Hg.) 2002: 9-25 (12)

²⁷² Bauen in Frankreich (1928), zitiert nach: Pircher / Kamleithner 2002: 14

²⁷³ Über diese „erste Statik der Welt“ siehe www.wundr.com

²⁷⁴ Karl-Eugen Kurrer, Zur Geschichtlichkeit von Bauwerken, in: Stahlbau 70 (2001), Heft 9, 159

Die Zehn war für Archytas eine besonders heilige Zahl (also nicht binäre Logik; heute würde man sagen: Alles, was man erkennen kann, lässt sich auf die binäre Logik zurückführen. Daran schließt Turings These von 1936 an: alles, was sich berechnen läßt („intelligible numbers“), läßt sich durch einen Computer durchführen. Auch Archytas' Überlegungen waren stets mit konkreten praktischen Anwendungen, Technologen also, verbunden.

Dies verführt zu einem Kurzschluß mit der griechischen Antike, wo die bewußte Wahrnehmung, also Medientheorie diskreter Buchstaben, altgriechisch *stoicheia*, tatsächlich mit der mathematischen Wahrscheinlichkeit verrechnet wurde. Leukippos von Milet, Lehrer des Demokrit, bemerkte, daß Tragödie und Komödie mit demselben Buchstabenmaterial geschrieben werden (Diels-Kranz), mithin also das Drama eine Funktion buchstäblicher Kombinatorik ist. Und Lukrez übersetzt in *De rerum natura* (I, 823-829) die griechischen *stoicheia* mit *elementa*. Tatsächlich haben ja bereits die griechischen Atomisten die physikalische Welt als diegleiche Rekombination von Grundelementen entziffert; H. Wissmann hat dies zurecht die „Ontographie“ der Atomisten genannt. Bevor Natur zum „Buch“ werden konnte, das aus Mathematik besteht (wie für Galilei), mußte die Welt erst einmal aus Buchstaben bestehen das Reich des Sichtbaren also lesbar werden <Svenbro 1988: 194f>.

Von der *universitas litterarum* zur Alphanumerik: Kalkulieren mit Altphilologie

Woran erkennt man eine emergierende Wissenschaft? Daran, daß sie in den Rang einer eigenen Fachgruppe in der Ordnung von Universitätsbibliothek erhoben wird. In der Bibliothek der Sozialwissenschaften an der Humboldt-Universität zu Berlin steht das Buch von Werner Faulstich über *Medientheorien* gleich neben dem von Ernst Müller herausgegebenen Reclam-Band mit frühen Texten über *Die Universität nach deutschem Wesen - Medienwissenschaft und Universität im bibliothekarischen Verbund*.

Um 1800 stellte sich die Universität im öffentlichen Diskurs Deutschlands als eine überkommene Institution dar - veraltet im Sinne ihres paradigmatischen Mediums, daß nämlich das Buch die Funktion der Universität längst ersetzt hatte. So Fichte in seinen Gedanken zur Gründung der späteren Humboldt-Universität: Die Universität sei zu nicht mehr in der Lage, „als dem gedrucktem Buchwesen noch ein zweites redendes Buchwesen an die Seite zu setzen“²⁷⁵. Statt nur Texte durch

²⁷⁵ Johann Gottlieb Fichte, *Deduzierter Plan einer zu Berlin zu errichtenden höhern Lehranstalt, die in gehöriger Verbindung mit einer Akademie der Wissenschaften stehe*, in: Müller (Hg.)

Textkommentare zu verdoppeln (vgl. Foucaults Kritik an der Hermeneutik), setzt Fichte auf Optimierung des Mediums: „In einem ausgeklügelten System von *Jahrbüchern des Fortschritts der wissenschaftlichen Kunst*, von Stoffbüchern (die das noch nicht transzendental geformte Wissen enthalten), Literatúrauswertungssystemen (*Jahrbüchern der Fortschritte des Buchwesens*) und Löschvorgängen will er, im Unterschied zum öffentlichen Buchmarkt und Publikum, den linearen Fortschritt in Buchform bringen“ <Müller 1995: 144>.

So spät Medienwissenschaft als Studiengang an deutschen Universitäten eingeführt wurde, so unverzüglich war sie doch implizit zur Stelle, als alles begann 1810. Die Humboldt-Universität hat von Anfang an ihre medialen Bedingungen bewußt reflektiert; der Respekt vor diesem Gedächtnis gebietet eine Anamnese von Medientheorie *avant la lettre*, verbunden mit Namen wie G. W. F. Hegel oder Hermann von Helmholtz. Datieren wir also die Medientheorie zurück. Die Pläne für ihre Errichtung schwankten zunächst unentschieden zwischen dem Ideal der „Kunst des Vortrags“ als unverwechselbarem mündlichen Ereignis (Schleiermacher) und als „mündliches Buch“ (Novalis).²⁷⁶ Daß es der Universität gut anstehen würde, ihr paradigmatisches Medium gelegentlich zu wechseln, wurde laut gedacht. So gilt es, die Position der Universität in Zeiten elektronischer Medien neu zu bestimmen: als einen Ort der Reflexion und Archäologie von Wissen, wie es nicht schon in den Medien selbst (im Internet etwa) stattfindet. Das Hochhaus der Universität Leipzig war von DDR-Staatsarchitekt Hermann Henselmann noch als Buch-Metapher erbaut worden. Diesem Medium eines zu Ende gehenden Zeitalters standen mit der Wende von 1989/90 tatsächlich neue Medien gegenüber; die universitäre Architektur Leipzigs - in jeder Hinsicht davon entfernt, in seiner Infrastruktur den *electronic turn* nachzuvollziehen - stand buchstäblich im Zeichen des Mediums ihrer Vermittlung, des Buches.²⁷⁷

Derselbe Hermann Henselmann hat zum Wettbewerb Stadtzentrum Berlin (Ost) 1959 mit dem Entwurf eines "Turms der Signale"

1995: 76

²⁷⁶ Dazu Ernst Müller, Die Aufklärung in der Dialektik ihrer Institutionalisierung. Von Kants *Streit der Fakultäten* zur Humboldtschen Universität, in: Wolfgang Klein / Waltraud Naumann-Beyer (Hrsg.), *Nach der Aufklärung? Beiträge zum Diskurs der Kulturwissenschaften*, Berlin (Akademie) 1995, 141-150 (bes. 142ff)

²⁷⁷ Daß es der Universität gut anstehen würde, ihr paradigmatisches Medium gelegentlich zu wechseln, wurde schon um 1800 gedacht; dazu Ernst Müller, Die Aufklärung in der Dialektik ihrer Institutionalisierung. Von Kants *Streit der Fakultäten* zur Humboldtschen Universität, in: Wolfgang Klein / Waltraud Naumann-Beyer (Hg.), *Nach der Aufklärung? Beiträge zum Diskurs der Kulturwissenschaften*, Berlin (Akademie) 1995, 141-150

brilliert - der spätere Fernsehturm am Alexanderplatz, in dessen Schatten nun an sonnigen Tagen ein Kernbegriff der signalorientierten Medientheorie steht. Denn Medien haben es mit Signalen mehr denn mit Zeichen zu schaffen; mit Funken mehr denn mit ihrer symbolischen Interpretation; mit Licht und Monitoren oder Terminals mehr denn mit der damit ausgestrahlten Botschaft, etwa Reklame (frei nach McLuhan). Der Katalog dieses medienarchäologischen Credos läßt sich fortsetzen: Medientheorie ist der Materialität eher denn der Semantik der Medien verbunden; der Menschenverlassenheit von Rechnern mehr denn den Interfaces. Aber diese Positionierung immer komplementär zu denken und zu praktizieren ist hier Programm; auch Henselmans "Turm der Signale" mit rubinrotem, nachts leuchtendem Turmkopf war neben seiner technisch notwendigen Baufunktion immer auch schon als semantisch aufgeladene Ikone, als Dominante, als Signifikant der gesellschaftlichen Situation gedacht. Mit medientheoretischem Gespür "als Ausdruck der anbrechenden Informationsgesellschaft und als Bildzeichen für den die Erde umkreisenden roten Sputnik."²⁷⁸ So formuliert es der Bauhistoriker Bruno Flierl: Nachrichtentechnik als Metapher und Realität des modernen Städtebaus. Diese Spur in ihrem Oszillieren zwischen Realem und Imaginärem weiterzuverfolgen ist ein medientheoretisches Ziel.

Novalis sah die akademische Lehre als Funktion des Zettelkastens:

"Ein academischer Lehrvortrag ist ein mündliches Buch[,] er muß alle Bestandth[eile] des Buches haben. <...> Vorlesungen sind statt der Bücher. Zugleich lehrt der Docent ipso facto die Kunst des Lesens und Benutzens - durch Reiteration, Extraction, Scientifische Experimente mit dem Vorgetragenen, oder Anw[endungen] und Beyspielen."²⁷⁹

Schleiermacher geht in die andere Richtung und soweit, daß Professoren zu „Lesemaschinen“ verkommen seien - um diesem medialen Verhältnis die Vor/lesung entgegenzuhalten.²⁸⁰ Der Kathedervortrag sei vor allem diskursiv verfaßt: die „Gabe der Mitteilung“, also Kommunikation - Schleiermacher als Theologe weiß es - ist das „Heiligtum der ganzen Universität“ <a. a. O., 196>.

Vielleicht darf man das „deutsch“ in Schleiermachers Beitrag mit Fug und Recht durch "alt-europäisch" ersetzen und daran

²⁷⁸ Bruno Flierl, Hermann Henselmann - Bauen mit Bildern und Worten, in: ders., Gebaute DDR. Über Stadtplaner, Architekten und die Macht. Kritische Reflexionen 1990-1997, Berlin (Verl. f. Bauwesen) 1998, 172-207 (180)

²⁷⁹ Novalis, Schriften, hg. v. Paul Kluckhohn / Richard Samuel, Bd. 3. Stuttgart 1960, 367f

²⁸⁰ Friedrich Schleiermacher, Gelegentliche Gedanken über Universitäten in deutschem Sinne, in: Müller 1995, 195

erinnern, daß der akademische Abschluß „Bachelor or Arts“, der nun ansteht, als spätmittelalterlicher „Bacchalaureus“ im Kern ein arabischer *terminus technicus* zur Bezeichnung derjenigen ist, welche die Autorität haben, Wissen zu tradieren.²⁸¹ Und so steht es der Medientheorie in der Tat an, die Medien nicht nur außerhalb, sondern als Begründung der Universität selbst neu zu denken - als Medienreform.

Der Theologe, so Immanuel Kant in *Der Streit der Fakultäten*, „schöpft <...> seine Lehren nicht aus der Vernunft, sondern aus der Bibel“ - der Metonymie für das Buch schlechthin.²⁸² Auch der Rechtsgelehrte beruft sich auf ein medienarchäologisch epochemachendes Dispositiv, den Codex. Für Fichte und Schleiermacher aber waren es offenbar nicht so sehr die technische Seite des Mediums Buch, sondern seine „Verkehrsverhältnisse“ (mithin Diskurs im kulturtechnisch materialen Sinne), nämlich der explodierende Buchmarkt im letzten Drittel des 18. Jahrhunderts, der dieses Medium gegenüber der Universität ins Spiel brachte <Müller 1995: 142>. Dem wäre heute - anstelle des bloßen Computers - das Internet beiseitezustellen.

Als Alan Turing 1937 in Princeton weilte, ahnte er den kommenden Krieg mit Deutschland und baut daher einen elektrischen Multiplizierer zur Verschlüsselung von Nachrichten. Der Physiker Malcolm McPhail erinnert sich:

"Zu diesem Zweck benötigte er relaisbetriebene Schalter, die er selbst baute. Sie waren zu jener Zeit nicht im Handel erhältlich. Die physikalische Abteilung von Princeton hatte eine kleine, aber gut ausgestattete Werkstatt für ihre graduierten Studenten eingerichtet <...>. Und so fräste und wickelte er die Relais; und zu unserer Überraschung und Freude arbeitete die Rechenmaschine."²⁸³

Deshalb sollen Medienarchäologen an der Werkbank im Signallabor auch Schaltungen löten lernen.

Soviel zur medienakademischen Praxis. Der Moment für selbstbegründenden Reflexionen der Universität aber sind klassischerweise Rektoratsreden gewesen. Emil Du Bois-Reymond löst mit seiner Rektoratsrede unter dem Titel *Goethe und kein Ende* am 15. Oktober 1882 an der Berliner Universität ein epistemologisches Erdbeben aus, indem er auf Goethes Abneigung gegen das Experiment zu sprechen kommt, „gegen den physikalischen Versuch und dessen mathematische Behandlung“.²⁸⁴ Jede mechanische Beschreibung der Dinge war Goethe, dem

²⁸¹ Mit Dank für diese Information an die Arabistin Beatrice Gruendler in Yale

²⁸² In: Kants gesammelte Schriften, hg. v. d. Kgl. Preuß. Akad. d. Wiss., 1. Abt., Bd. 7, Berlin 1917, 23

²⁸³ Zitiert nach: Hodges 1994: 162

²⁸⁴ Publiziert Leipzig 1883, 22

Zeitgenossen von Charles Babbage, ebenso zuwider wie das Prinzip der „mechanischen Causalität“. Rudolf Virchow hat in seiner Rede vom 3. August 1893 dann als Rektor derselben Universität den „Übergang aus dem philosophischen in das naturwissenschaftliche Zeitalter“ diagnostiziert.²⁸⁵ Medienwissenschaft ist eine Disziplin, die beiden Fakultäten gleichnah verbunden ist. Sie steht für die "universitas litterarum", ohne diese auf geisteswissenschaftliche Texte reduziert zu sehen. Vielmehr sucht sie jene *universitas litterarum* aus der Perspektive des symbolverarbeitenden Universalmaschine zu deuten und zuallererst medienarchäologisch daran zu erinnern, daß es zu den kulturtechnischen Leistungen im archaischen Griechenland gehörte, seit dem 8. Jahrhundert v. Chr. zunächst in Milet, dann auch anderenorts Buchstaben des Vokalalbetaes zugleich als Zahlzeichen zu nehmen. Damit wird das Reich der *litterae* um den Modus der Zahlen, der Berechenbarkeit, erweitert, und das Ressort der Geisteswissenschaften (Erzählung) um das der Computer (Zählung). Diese Basis in Mathematik und Kybernetik unterscheidet eine medienarchäologisch orientierte Theorie zugleich von den Medienanalysen der Cultural Studies; in der Tat meint Kybernetik hier nicht schlicht eine philosophische Metapher für Steuerungskunst in der Politik (wie von Platon definiert), sondern eine operative Seinsbedingung dessen, was wir unter Neuen Medien überhaupt verstehen.

August Boeckh, der Säulenheilige der Klassischen Philologie an der Humboldt-Universität zu Berlin, hatte selbst am Gymnasium neben den alten Sprachen besonders Mathematik und Physik erlernt. Damit war die Grundlagenkompetenz gelegt, auch als Altphilologe später ein Buch über *Metrologische Untersuchungen über Gewichte, Münzfüße und Maße des Altertums* zu verfassen (1830). Tatsächlich teilt die Metrologie mit dem Medienbegriff den der Standardisierung, des *tertium comparationis* als unabdingbare Voraussetzung von zirkulierender Äquivalenz. Aristoteles definierte dementsprechend Geld als Medium im Sinne des *mésos*, des Mittleren <Politika, 1106a26-b7>. Geld hat mediale Qualität, weil es standardisierend wirkt, ein allgemeines Äquivalent bildet und so Gleichheit schafft als Bedingung des Politischen <Eth. ad Nicom. 1133b16-18>. Geld stiftet als erstes Massenmedium Gemeinschaft: die *koinonía*. Politisch wird Geld dadurch, daß es seinen Wert nur durch die gemeinschaftliche Anerkennung hat - seinen „Nennwert“. Von daher auch Aristoteles' Gleichsetzung von Münze und Wort (Semantik); beide sind *symbola*. „So ist es nicht das Metall eines Geldstückes, das seinen Wert bestimmt.“²⁸⁶ Doch wie

²⁸⁵ Rudolf Virchow, Die Gründung der Berliner Universität und der Übergang aus dem philosophischen in das naturwissenschaftliche Zeitalter, Berlin (Becker) 1893, 7

²⁸⁶ Ferdinand de Saussure, Grundfragen der allgemeinen Sprachwissenschaft, hg. v. Charles Bally / Albert Sechehaye, 2. Aufl. Berlin 1967, 141

Software ist es auf eine materielle Spur seiner Speicherung und Übertragung (als Symbol) verwiesen - die Spur des *metaphorein*. Die *agorá* ist in Athen der buchstäblich medienpolitische Ort, wo Worte und Waren wie Geld gewechselt werden. Pythagoras leistet im Messen eine Abstraktion, die als Funktion des gemünzten, "also regelmäßig quantifizierten Geldes" gelesen werden kann: "als allgemeines Äquivalent, als Ware, an der alle anderen Waren gemessen wurden" <Heise: P7> - was mithin das Kriterium eines *Mediums* ausmacht. Dies ist die buchstäblich medienökonomische Voraussetzung, vor deren Hintergrund die Mathematik weitergetrieben wurde. Stellt heute die Technik der Elektrizität den Geldbegriff selbst in Frage?²⁸⁷ Im elektronischen Raum ist das digitale Geld mit dem Bit identisch, doch was im Binärcode als Wert zählt, ist der Begriff, das Shannonsche Maß der Information: der Austausch, nicht die physikalische Übertragung des Geldes.²⁸⁸

Boeckhs medienarchäologische Aufmerksamkeit für Kulturtechniken des Messens hat direkt oder indirekt die Gründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Berlin beeinflusst, heißt es in einem Ausstellungskatalog aus Anlaß dieser Gründung am 28. März 1887.²⁸⁹ Damit ist der Geist Hermann von Helmholtz' beschworen, seine mediale Inspiration (denn Medien sind für ihn nicht Darstellungs-, sondern Meßtechniken). So aktiv ist der Verbund von altphilologischem (Schrift-)Wissen und den Zahlen im System der Universität. Das Symposium *Schrift, Zahl und Ton im Medienverbund* zu den kulturtechnischen Konsequenzen des altgriechischen Vokalalphabets stand folglich nicht nur im Schatten der Büste Homers, sondern auch von Helmholtz'.²⁹⁰ Die Wissenschaft vom Messen steht der Medienwissenschaft schon deshalb nahe, weil sie ihr eine Aufgabe gibt: die Rückkopplung von Technik und Epistemologie. "Obgleich Zählen und Messen die Grundlage der fruchbarsten, sichersten und genauesten wissenschaftlichen Methoden sind <...>, so ist über die erkenntnistheoretischen Grundlagen derselben doch verhältnismäßig wenig gearbeitet worden", schreibt von Helmholtz unter dem Titel *Zählen und Messen, erkenntnistheoretisch betrachtet*. In seiner Antrittsvorlesung als Professor am Physikalischen Institut der Universität Leiden forderte Heike Kamerlingh Onnes im 19. Jahrhundert, es solle als Motto über dem Eingang jedes physikalischen Labors stehen: "Door meten tot weten" - vom

²⁸⁷ Marshall McLuhan, *Die magischen Kanäle*, Düsseldorf / Wien 1968 (= *Understanding Media*, 1964),

²⁸⁸ Siehe Bernhard Vief, *Digitales Geld*, in: Florian Rötzer (Hg.), *Digitaler Schein. Ästhetik der elektronischen Medien*, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1991, 117- 146 (133)

²⁸⁹ Jost Lemmerich, *Maß und Messen*. Ausstellung aus Anlaß der Gründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt am 28. März 1887, Braunschweig / Berlin (Physikalisch-Technische Bundesanstalt) 1987, 8

²⁹⁰ Hermann von Helmholtz-Zentrum für Kulturtechnik, Humboldt-Universität zu Berlin, 2003

Messen zum Wissen.²⁹¹ Doch erst in Kombination mit theoretischen Modellen werden Meßdaten zur Information. Insofern finden die Medientheorie und der medienarchäologische Blick ihr Motto mit Onnes, der als Erforscher des absoluten Nullpunkts von Energie (minus 273,16 Grad Celsius) den Nobelpreis erhielt.

Die altphilologische und die wissenschaftsgeschichtliche Kompetenz konvergierten, als August Böckh in seinem Buch *Über die Versmaße des Pindaros* (Berlin 1809) nachwies, "daß die Versmaße in enger Verbindung mit dem musikalischen Vortrag und den Tanzbewegungen des Chores zusammenhingen, wobei er die wenigen überlieferten Schriften über die antike griechische Musik und Rhythmik benutzte."²⁹² Als zehn Jahre nach seinem Tod 1877 seine *Encyclopädie und Methodologie der philologischen Wissenschaften* erschien, definierte er als Aufgabe der Philologie "das Erkennen des vom menschlichen Geist Producirten d. h. des Erkannten"; dies geht über die Literatur hinaus. Denn auch die musikalische Notation (im Element der Buchstaben) wurde von den Griechen "zur Niederschrift des Gedachten erfunden."²⁹³ Dem steht nun eine Medienwissenschaft als Lehre vom maschinalem Erkennen beiseite. Das, was Eduard Hanslick in seiner Schrift *Vom Musikalisch-Schönen* 1854 einmal "Arbeiten des Geistes in geistfähigem Material" nannte, entspricht der Turing-Maschine im Verhältnis zum tatsächlich realisierten Rechner: das Verhältnis von *epistème* und *techné*. Mit den altgriechischen *grámmata* setzt die Frage ein: Bilden sie etwas ab, was in der Sprache schon angelegt ist, oder bringen sie etwas genuin neu Vorstellbares erst hervor (etwa die Vorstellung der Phoneme und damit die Linguistik) - eine Frage, die etwa auch Kepler an das "Bild" stellte, die sich auf der menschlichen Retina bildet, oder Michelangelo, der den Bildhauer aus dem Stein hervorlocken sah, was dort schon angelegt ist - *aletheia*, operativ angelegt (Medienarchäologie). Bekanntlich zerfällt die altgriechische *poiesis* in zwei Varianten: *techné* (technisches Entbergen, Medienarchäologie) oder *physis* (die Selbsthervorbringung, etwa Pflanzen). *Grámmata* stehen auf Seiten der (Kultur)Technik.

In gewisser Weise hat die philosophische Ästhetik hier die medienarchäologische Einsicht blockiert, indem die antike pythagoräische Musiktheorie "partiell durch Ästhetik abgelöst"

²⁹¹ Armin Hermann, Auf zum absoluten Nullpunkt! [über den Kälte-Forscher und Nobelpreisträger Heike Kamerlingh Onnes], in: Berliner Zeitung Nr. 213 v. 19. September 2003

²⁹² August Boeckh. *Alttertumsforscher*, Universitätslehrer und Wissenschaftsorganisator im Berlin des 19. Jahrhunderts, Ausstellung zum 200. Geburtstag (November 1985/Januar 1986), Katalog: Bernd Schneider, Staatsbibliothek Preußischer Kulturbesitz, Wiesbaden (Reichert) 1985, 52

²⁹³ Hans Heinrich Eggebrecht, *Musikalisches und musiktheoretisches Denken*, in: Frieder Zaminer (Staatl. Inst. für Musikforschung PK Berlin) (Hg.), *Geschichte der Musiktheorie*, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1985, 40-58 (52)

wurde und nicht die mathematische Struktur der Konsonanzbeziehungen, die dem Tonsystem zugrunde liegen, sondern die innere Geschlossenheit und der lückenlose Funktionszusammenhang individueller musikalischer Werke seit dem späten 18. Jahrhundert den Gegenstand einer ästhetischen Kontemplation bilden <Dahlhaus 1985: 16>. Andererseits tritt an die Stelle der Idealzahl in der pythagoräischen Proportionenlehre die Vermutung, daß das Konsonanzphänomen seinen Grund in physikalischen oder physiologischen Gegebenheiten (also "Daten") hat: in der Obertonreihe oder in "spezifischen Synergien" des Nervensystems" (Carl Stumpf), also: mediale *aisthesis* statt Ästhetik des Schönen, Naturwissenschaft statt Hermeneutik.

Kurz vor seiner Aufnahme an die neue Berliner Universität schreibt Boeckh an der Heidelberger Akademie 1808 einen Beitrag „Von dem Uebergang der Buchstaben in einander“. Er erinnert hier daran, daß die Gabe des griechischen Vokalalphabets menschliche Laute bis auf kleinste Einheiten (*stoicheia* / Elemente) herunterbrach und damit erst buchstäblich kalkulierbar machte – Bedingung für Linguistik überhaupt. Sein Aufsatz endet mit einer fulminanten Warnung, aus der Medientheorie ableitet, daß sie nie ohne konkrete Medienarchäologie zu betreiben ist:

"[...] daß man nicht, während man die anscheinende Trockenheit dieser Forschungen durch tiefsinnige Begründung des innersten Zusammenhanges und speculativen Sinn beleben und befruchten will, im blinden Tasten fehlgreifend, Zusammenhang träumend, und um der Trockenheit zu entgehen, in die trockenste anschauungsloseste Leerheit und nüchternste gehaltloseste Formelschwärmerei verfallen möge.²⁹⁴

Also weder platonischer Idealismus (die ihm selbst gelegentlich buchstabenmetaphysisch widerfährt) noch Theorie-Losigkeit („anschauungslos“). Fast aber gibt dieses Zitat zu lesen: „in blinde Tasten fehlgreifend“. Denn neben die Buchstäblichkeit tritt nun ihre Mechanisierung – das Dispositiv von Schreibmaschinen (Klavier, Keyboards, Tastaturen).

Boeckh stellt die Frage nach der Elementarisierung der Sprache, also nach dem Digitalen schlechthin. Der analytische Weg, der Sprache auf den Kern ihrer „Wurzelwörter“ reduziert (die ägyptischen Logogramme und Lexeme) sie "eine Wiederholung der Spracherfindung, eine Construction aus Elementen"; demgegenüber ist der – von Platon im Dialog *Kratylos* vorgeschlagene – synthetische Weg „der Lösung einer algebraischen Aufgabe zu vergleichen, in welcher aus einer zahllosen Menge gegebener Grössen, nach Abzug gewisser störender Umstände" (signal-to-noise) "ohngefähr 24 unbekannte

²⁹⁴ In: August Boeckh's Gesammelte kleine Schriften 1858-1874, Bd. III, Leipzig (Teubner) 1866, 204-228 (228)

Größen (die gewöhnlich auf 24 gerechneten Buchstaben) nach ihrem wahren Gehalt bestimmt werden sollen" <ebd., 212>.

Platon trennt Selbst- und Mitlauter, und Boeckh konkretisiert im Sinne dieser Unterscheidung, daß die Konsonanten "das eigentlich materielle, feste, für den Begriff bedeutsame der Sprache" darstellen, "wogegen die Vocale nur die Träger der Consonanten sind, gleichsam nur den Ton, die Höhe und Tiefe der Empfindung angeben, als das formelle, passive, weibliche Wesen" <ebd., 226f>. Vokale sind also „Medium“ im Sinne Fritz Heiders, die der Formgebung, der Informatisierung harren.

Daß die Griechen mit ihrem Alphabet nicht nur Sprache, sondern auch Mathematik kalkulierten (*numerales notae*), behandelt Boeckh im lateinischen Vorwort zu seinen Vorlesungen an der Berliner Universität vom Wintersemester 1841: „De inscriptionis Atticae fragmento, quo notae numerales continentur, et de abaco Pythagorico“.²⁹⁵

„Litterae magnae sunt et distinctissimae“ <495>, und zwar in Kolumnen angeordnet. "Harum notarum una quaeque binis constat alphabeti elementis" <493>, „ex serie numerorum denario monorum sive digitorum“ <ebd.>. Wie supplementierten die Griechen den Mangel an arabischen Ziffern? „Quodsi, ubi deficiebat digitus, ciphrae loco apponebatur lineola verticalis“ <496>.

Um diese Inschrift beschreiben zu können, muß sich der Altphilologe auch in die Logik der Mathematik hineindenken. Diese kulturtechnische Kompetenz hat Altphilologie also um 1850: sowohl Bild als auch Schrift als auch Zahl zu beherrschen. Von daher kommt Boeckh auf den Begriff der Maschine, denn aus der Form der Inschrift leitet er die Existenz eines Abakus bei Pythagoras ab. „Nem ille abacus <...> non ut vulgo putant tabula multiplicationis est, qua nunc instituuntur pueri, <...> sed tabella per columnas, sive ut in Geometria Boethiana dicitur per paginulas“ <497>. Boeckh behandelt paroxystisch auch die Abwesenheit der indischen Null: „Ciphra non opus erat in abaci culculis“ <500, Anm. 10>. Doch schreiben die Griechen ein *oudén*; „apud Ptolemaeum ciphra in editis quidem libris comparet, ubi integer ordo sexagesimalis deficit <...>. Primus inter Graecos quantum hucusque constat Planudes in Psephophoria Indorum ciphra usus est ea qua Indi ac nos ratione“ <ebd.>.

Nun wird Pythagoras in einem antiken Portrait tatsächlich mit Turban gezeigt. Macht ihn seine indische Assoziation mit der Null vertraut (die ihrerseits aus dem Aramäischen zu stammen scheint)? Doch „Sed num in isto Archyteo libro Indicae notae scriptae fuerint, admodum dubium videtur“ <503>; erst im Buch

²⁹⁵ In: August Boeckh's Gesammelte Kleine Schriften, 4. Bd.: Opuscula Academica Berolinensia, Leipzig (Teubner) 18xxx, 493-504

des Boethius wurden diese Ziffern nachträglich eingetragen. „Abacum quidem Graecis pridem notum fuisse affirmemus, sed Indicas numerorum notas sero onnotuisse Europaeis conseamus, quas probabile est ab Indis et Arabibus propagatas in Occidentem esse“ <503, Anm. 14>.

Mit der Null sind wir bei Aristoteles, der die Frage diskutiert, ob die Leere ein Nichts ist oder nicht. Aristoteles' *Physik* Buch IV schreibt es in Opposition zu Leukippos, demzufolge das, was die Wesenheiten der Zahlen auseinanderhalte und gegeneinander unterscheide, nichts anderes als das Leere sei. Aristoteles dagegen sieht materialistisch die Dichte des Mediums an diesem Nichts - und erst so wird im Kanal das Rauschen manifest, das jeder Signalübertragung widerfährt. Das Medium zeigt sich in seiner Widerständigkeit; diese Widerstandskraft manifestiert sich darin, „daß ein Prozeß nicht instantan geschieht, sondern Zeit braucht“²⁹⁶. Zeit selbst zeigt sich als Medium, und die Translation in einem Leeren kann nur unter Negation der Zeit geschehen. Doch nichts wäre so verkehrt, Aristoteles' Gebrauch des Worts für Nichts *tò medén* als 'Null' oder '0' zu übersetzen. Es gibt sie nicht in der griechischen Mathematik <ebd., Kommentar, 561> - es sei denn als Abwesenheit ihrer selbst.

Medientheorie reflektiert nicht nur wie die meisten Geisteswissenschaften das Verhältnis von Theorie und Geschichte; nicht nur wie die Philologie das Verhältnis von Text und Bild, sondern auch die Zahl: Mathematik, Physik, Ingenieurwissenschaften, Nachrichtentheorie als gleichrangige Kulturtechniken. Rudolf Virchow beklagte 1893, daß seit Anfang seines Jahrhunderts die Philosophie über Natur und Physik gestülpt worden seien, anstatt auf dem Wege von Empirie und Induktion zu forschen.²⁹⁷ Genau dazwischen steht Medientheorie als Medienarchäologie in: präzise datenorientiert in Kenntnis der Apparaturen und Techniken einerseits, und gleichzeitig (ganz im Sinne von Kants Begriff einer philosophischen Archäologie) eine epistemologische Erforschung von Medien als Gesetz dessen, was kulturtechnisch überhaupt denk- und machbar ist. G. W. F. Hegel, der Philosophie als „Strenge des Begriffs“ verpflichtet, steht der Hardware nicht so fern, wie es seine Karikatur zeichnet. Am 25. November 1831, also kurz nach seinem Tod, druckt der *Schwäbische Merkur* in Stuttgart aus Hegels letzter Vorlesung am 11. November über (so geschrieben) *RechtsPhilosophie* das „ungefähre“ Zitat:

"Die Freiheit des Menschen soll nicht allein Begriff seyn, welcher nur theoretisches Interesse hat, sondern sie soll auch

²⁹⁶ Kommentar zu 102,7-11, in: Aristoteles, *Physikvorlesung*, übers. v. Hans Wagner, Berlin (Akademie) 1967, 560

²⁹⁷ Bernd-A. Rusinek, Magnifizenz hatte Sorgen [über historische Rektoratsreden], in: *Frankfurter Allgemeine Zeitung* Nr. 279 v. 30. November 2002, 39

das praktische Interesse verwirklichen, sie soll äußerlich in der Welt [sich] expliciren; Letzteres ist durch den ausgesprochenen Begriff bereits geschehen, aber die äußere Welt dem einmal anerkannten Begriffe der Freiheit überall angemessen zu machen, das ist die Aufgabe der neuesten Zeit."²⁹⁸

Hegel reicht der Programmierung, dem physik-, also weltwerdenden Logos, die Hand.

Die arché des Archivs: Zahl, Physik und Weltbezug

Gerade weil Medien "unsichtbar geworden" sind und Medienbegriffe diffus sind, bedarf es einer Medienarchäologie als Ort der Reflexion des Verborgenen. Je mehr die Hardware hinter kommunikativen oder diskursiven oder dialogischen Oberflächen verschwindet, desto dringender bedarf es der kritischen Investigation der dahinter verborgenen Operationen - *open source* als medientheoretische Vorgabe, nicht nur für die freie Zugänglichkeit von Software politisch zu agieren, sondern auch epistemologisch diese Quellen zu öffnen, d. h. zu erschließen.²⁹⁹ Dennoch steht es uns nicht an, die Kultur der Oberflächen, der Interfaces und dessen, was Lev Manovich die "cultural software" nennt, zu verachten. Vielmehr ist es Aufgabe der Medientheorie, die ganze Spannweite zwischen Analysen der Assemblierung von Maschinen und Hardware einerseits und ihren Interfaces auszuloten, und zwar in Hinblick darauf, wie das Eine auf das Andere durchschlägt.

Die Bild-Ton-Versionen der Welt "wären metaphorisch als theatrale Wirklichkeiten zu nehmen" <Fiebach 1998: 94> - aber eben nur metaphorisch. Theaterwissenschaftler "help us to see through the surface of today's `media culture'" <Fiebach 2002: 34>, indem sie deren theatralen Dramaturgien offenlegen - nicht aber deren Quellcode. Im Unterschied zum medienarchäologischen Blick lenken Interfaces räumlich ab von der Einsicht der technischen Operativitäten, die machtvoll am Werk der Repräsentation sind. Beschäftigt sich Theaterwissenschaft mit der Theatralität, also der Oberfläche (Interface, Monitor) der Medien, im Unterschied zur Medienarchäologie? Brenda Laurel aber ist nicht Theaterwissenschaftlerin, sondern Software-Designerin.

Lange Zeit schon ist es das Betriebsgeheimnis effektiver Macht, daß sie im Verborgenen operiert. Auch für technologische Medien gilt, daß ihr Betriebssystem jenseits der Interfaces operiert. Diese Ebene aber ist recht eigentlich nicht ein Archiv; das Argument zielt vielmehr darauf, den Blick weg von der Dichotomie Ausstellung/Archiv,

²⁹⁸ Zitiert nach: Marbacher Magazin Nr. 56 (1991), Sonderheft zur Hegel-Ausstellung, 92

²⁹⁹ Siehe www.ffii.org

offen/verborgen hin zu einer anderen Relation, nämlich der von Programm und Laufzeit, zu verschieben. Der Computer ist ein „Medium“, das – frei nach Heider/Luhmann – algorithmisch-prozessual informiert wird und mithin Formen erschafft. Konstatieren wir die Vorherrschaft der relationalen über die referentielle Dimension in der digitalen Medienkultur³⁰⁰ – „Archiv“ im operativen Sinn. Aber ist das noch plausibel "Archiv" zu nennen?

Die Emergenz von Bild, Schrift und Ton auf den Interfaces unserer Computer beruht auf der unvorgänglichen Notationsbasis des Binären und ist immer nur ein Laufzeiteffekt des kompilierten Programmcodes – also radikal zeitbasiert. Dieses *archive* (Foucault) bleibt radikal schriftbasiert unter Computerbedingungen: eine Frage von Literalität und Illiteralität, „einerseits hinsichtlich der Schnittstellen und andererseits hinsichtlich der Algorithmen und Programmcodes.“³⁰¹ Maschinenteknik ist die Anwendung einer mathematischen Praxis, ihre Verweltlichung (und damit auch Verzeitlichung) in Hardware. Daraus resultiert das Plädoyer für ein nicht mehr intransitives, sondern transitives Verhältnis zum digitalen Archiv: *das Archiv schreiben* lautet die Losung für die kulturtechnische Fähigkeit, auf der Programmierenebene selbst zu operieren, transitiv zur Maschine (daher im Modus von Assembler). Nicht mehr also die paranoide Trennung von Ausstellung und Archiv als Machtfigur nachzeichnen; die rhetorische Figur der *dissimulatio artis* beruht auf der intransitiven Rede.

Die Aufzeichnung für sich (das Registrierte) ist zunächst ein schlichtes Monument. Zum prozessierbaren Dokument wird sie erst in dem Moment, wo Zuordnungsverhältnisse definiert werden – die *arché* des Archivs.³⁰² Die klassische Trennung von Datenkörper und Metadaten (Verzeichnung) implodiert im digitalen Raum, parallel zur Architektur der Hardware dieser Operation: der von-Neumann-Computer, der Daten und Programme in ein und demselben (Arbeits-)Speicher ablegt. Auf dieser Ebene sind Daten nicht länger schlicht das Gespeicherte,

³⁰⁰ Samuel Weber, Interpretation und Institution, in: Friedrich Kittler / Manfred Schneider / ders. (Hg.), Diskursanalysen 2: Institution Universität, Opladen (Westdt. Verlag) 1990, 152-166 (155)

³⁰¹ Claus Pias, in: ders. / Josef Vogl / Lorenz Engell (Hg.), Kursbuch Medienkultur. Die maßgeblichen Texte von Brecht bis Baudrillard, Stuttgart (dva) 1999, 80, unter Verweis auf: Friedrich Kittler, Die Evolution hinter unserem Rücken, in: Kultur und Technik im 21. Jahrhundert, hg. v. G. Kaiser, D. Matejovski u. J. Fedrowitz, Frankfurt/M. u. New York 1993, 221-223

³⁰² In diesem Sinne Erhard Ertel (Freie Universität Berlin) über das von ihm kuratierte Videoarchiv mit Theateraufzeichnungen, im Rahmen des Kolloquiums: 80 Jahre Theaterwissenschaft in Berlin, 7./8. November 2003, HU Berlin

sondern ebenso das Betriebssystem; das Archiv selbst wird hier rekursiv operativ. Aus medienarchäologischer Perspektive ist das Betriebssystem das Gesetz des (Be-)Rechen-, also Sagbaren.

Die Medialität, und das heißt konkret: die technische Materialität der klassischen Archive sind jene Apparaturen der Datenspeicherung (Papier, Film, Computer), die als konkrete Träger der Signale ihren kulturellen Dekodierern zumeist konstitutiv verborgen bleiben: „Der Archivträger ist dem Blick des Betrachters konstitutiv entzogen“ <Groys 2000: 19>. Womit zugleich ein irreduzibles Element im Spiel und am Werk des Archivs als Gedächtnisort ist: daß nämlich die Zeichenträger des Archivs nicht mit zum archivischen Gedächtnis gezählt werden, sondern einer radikal gegenwärtigen Administration angehören und damit Archiv im Sinne von Foucault sind – nämlich ein Dispositiv, von Groys treffend als *submedialer Trägerraum* definiert. Dieser Raum wird so zum Objekt einer paranoiden Vermutung, des Verdachts von Manipulation, Verschwörung und Intrige. Erst der paranoide Blick aber gibt – frei nach Jacques Lacan – etwas zu sehen. Hier Aufklärung zu schaffen ist nicht die Aufgabe einer essayistischen Ideologiekritik, und auch nicht einer unverbindlichen Kulturwissenschaft, sondern die Aufgabe einer Medienarchäologie, die Schaltpläne aufdeckt, d. h. zur Entzifferung gibt. Hinter der medialen Oberfläche stehen keine Geheimnisse, sondern schlichte Algorithmen und Maschinenbauteile – man muß sie nur zu lesen wissen. Durch Algorithmen wird nicht etwas aus dem Speicher emporgehoben und zur Ausstellung gebracht, sondern aus einem Programm generiert ("Bilder aus Daten") – ein generischer Archivbegriff, der auf den Befehl "run" harret. Und so ist Programmierung nicht nur die Beherrschung der Maschine, sondern auch "ein Weg, die Logik des Computers zu erfahren" – eine Form operativer Medienanalyse, die sich erst im medialen Vollzug entbirgt. Mit medienepistemologischem Gespür wahrgenommen, verleiht das Verständnis algorithmischer Grundstrukturen "allgemeine Einsichten in die Prinzipien, Möglichkeiten und Grenzen der Mechanisierung des mechanisierten Weltbildes <...> quasi das Endergebnis einer rationalen Einstellung zur Welt und die programmierbare Universalmaschine ist ihre materielle Ausstülpung"³⁰³.

Betreten wir den Raum des digitalen Archivs. "Nybble" ist die Bezeichnung für ein halbes Byte, also vier digitale Bits – eine Tetrade im elementaren, nicht zur McLuhanschen Geschichtsfigur verklärten Sinn. Das *nybble-engine-tool* der Medienkünstler Margarete Jahrmann und Max Moswitzer macht die Handhabung eines digitalen Mediums auch auf der Interface-Ebene transitiv, indem man buchstäblich das Archiv (der Algorithmen) schreibt. Es handelt sich hier um das re-

³⁰³ Georg Trogemann / Jochen Viehoff, CodeArt. Eine elementare Einführung in die Programmierung als künstlerische Praxis, Wien / New York (Springer) 2005, 1

engineering der Game-Engine eines tatsächlichen Computerspiels; nur daß die Spieler anstelle einer Waffe ein Daten-Objektill tragen, das Kommandozeilen emittiert. Wir durchlaufen damit spielend den Datenwald, quasi durch das Innere des Recherns - so etwas wie die Versinnlichung von Medienarchäologie. Die Präsentation dieser Engine als Movie verschränkt Maschinentheorie und Theoriemaschine, indem neben die lesbaren Datenfetzen die hörbaren Wortfetzen des Kybernetikers Heinz von Foerster treten. Bei diesem ("Schau-")Spiel sitzt Medientheorie in der ersten Reihe:

Abb.: Screenshot aus DVD *Nybble Engine*, NEM 04

Am Ende steht also die Selbstverlautbarung der Maschine als "rechnender Raum" - frei nach Konrad Zuse, und als Rückkehr zu Pythagoras, der die Welt selbst aus Zahlen gesetzt sah. Max Bense nennt dies *Programmierung des Schönen* (Baden-Baden 1960) und formuliert es informationstheoretisch als *kleine abstrakte ästhetik* (Stuttgart 1969). Ästhetik und Mathematik konvergieren - in der medientheoretischen *Einsicht, theoria*.

Ein Wort an dieser Stelle von sogenannten Nutzer-Oberflächen. Hier findet ein Generationenwechsel statt, wie er etwa auch auf dem Medienkunstfestival *Ars Eletronica* September 2003 in Linz a. d. Donau manifest wurde: Die Oberfläche gilt der genuin mit dem Rechner aufgewachsenen Generation nicht mehr als das Falsche, das Simlakrum, sondern selbst als programmierbare Einschreibefläche. Gegen den Medienprotestantismus (der reinen Kodierung) also auch ein Anerkennen der katholischen Inszenierung (frei nach Umberto Eco, auch mit McLuhan).

Es gibt inzwischen eine Computerspielerpraxis, die Bugs (etwa im Klassiker *Quake* mathematische Rundungsfehler) dazu nutzt, die Bewegung durch den Spielraum selbst (die sogenannte "Physik") zu erhöhen - durch Programmierung der Oberfläche selbst und einfache CONFIG-Bestellung (als Skriptsprache).

Gottfried Wilhelm Leibniz dehnte einst seine These, die Zusammensetzung der Welt aus der Zahl bis ins Kleinste berechnen zu können, durch seine "Rechtfertigung des Infinitesimalkalküls" aus.³⁰⁴ Nicht unser Bewußtsein, sondern unsere *pétits perceptions* haben damit medientheoretisches Wissen:

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

³⁰⁴ G. W. Leibniz, *Hauptschriften zur Grundlegung der Philosophie*, hg. v. E. Cassirer, Bd. I, Leipzig (Dürr) 1904, *Schriften zu Mathematik X*, 102f

von einander unterscheiden zu können.³⁰⁵

Ist es möglich, im Rauschen der Wellen die Welt sich selbst rechnen zu hören? Bis zu welchem Grad fällt die physikalische Welt mit ihrer Kalkulierbarkeit zusammen? Diese Frage meint mehr als eine melancholische Nostalgie des Analogem. Physiker und Kryptographen operieren parallel insofern, als daß beide Botschaften aus Systemen auf einen gültigen Schlüssel hin untersuchen - (Natur-)Konstanten, Chiffrierkodes. "Während aber die Kryptografie sich sehr leicht auf diskreten Maschinen durchführen lässt, ist das mit der Physik nicht so einfach."³⁰⁶ Denn aus physikalischer Weltsicht ist die Church-Turing-These eine Unterstellung: Sie unterstellt dem Verhalten der Wirklichkeit unterstellt sie algorithmische Züge, wie es schon Parmenides modellierte. Doch "womöglich sind Wolken keine Computer, die jeden ihrer Regentropfen berechnen, und umgekehrt Computer keine Maschinen, die Wolken das Regnen abnehmen."³⁰⁷ Und so bescheidet sich auch Medientheorie auf eine der möglichen Welten.

Die reine Theorie der Berechenbarkeit sieht den Computer als zweigeteilte Maschine: "Programme sind gewissermaßen reine Maschinen, ohne den Ballast und die Unschärfen mechanischer oder physikalischer Bedingungen."³⁰⁸ Doch erst in tatsächliche Welten implementiert kommt diese Theorie zum (Voll)Zug. Mediale Hardware ist der Welt der Physik verhaftet, verbraucht also Energie und unterliegt den Gesetzen der Thermodynamik (Entropie als Alterturg im Mikro- und Makrozeitbereich) - auch wenn nachweisbar dieser Energiehaushalt für informationsverarbeitende Systeme keine entscheidende Rolle mehr spielt (Szilard, Wiener). "Die zweite Maschine - das Programm - unterliegt dagegen nicht mehr den materiellen Gesetzen der Realwelt, Die einzige Begrenzung ist unser Denken" <Torgemann / Viehoff ebd.>.

Dagegen steht Friedrich Kittlers Aphorismus: "There is no software".³⁰⁹ Gegen eine vorschnelle absolute Trennung von analoger und digitaler Welt wäre zu fragen, was uns nostalgisch oder notwendig an die Physik bindet (um nicht ständig Hardware zu sagen). Teil der Präsentation des Computerdatenspiels *Nybble Engine* der Medienkünstler Margarete Jahrmann und Max Moswitzer im realen Raum ist neben der Installation von Bildschirm und Steuergeräten die Re-Materialisierung einer Datenmenge als Fräsung in elastische

³⁰⁵ Leibniz 1904 Bd. II: Schriften zur Metaphysik III: Die Vernunftprinzipien der Natur und der Gnade, 423- (431)

³⁰⁶ Allan M. Turing, Intelligence Service. Schriften, hg. v. Bernhard Dotzler u. Friedrich Kittler, Berlin 1987, 98

³⁰⁷ Friedrich Kittler, Dem Schöpfer auf die Schliche. Auf der Suche nach einem universalen Zeichensystem: Gottfried Wilhelm Leibniz zum 350. Geburtstag, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung, 29.06.1996, Nr. 149, S. B4

³⁰⁸ Trogemann / Viehoff 2005: 84

³⁰⁹ In: ders., Draculas Vermächtnis. Technische Schriften, Leipzig (Reclam) 2003, xxx

Materien.

<Abb. Titelfoto aus Nybble-Engine, hg. v. CLIMAX (Jahrmann / Moswitzer / Rakuschan), Wien (CLIMAX) 2003>

Entgegen dem Diktum Norbert Wieners (und Leo Szilards über Entropie-Verminderung in der Maschine), daß Information weder Materie noch Energie sei, vermeldete das Fraunhofer-Institut, daß vor allem Fernseher, Telefone, Server, Netzanschlüsse fürs Internet und die Mobilfunksysteme den Energieverbrauch dramatisch ansteigen lassen. Bis 2010 werden diese Geräte 45 Prozent mehr Strom konsumieren als um 2000. So wird bis dahin ein höherer Prozentanteil der Gesamtenergie für Informationstechnik verschlungen als bislang; zusätzliche Kraftwerke werden dafür benötigt - die Rückkehr der Thermodynamik als entscheidender Faktor? Der Bedarf steigt, weil Geräte in Haushalten wie Fernseher und Computer, aber eben auch ganze miteinander vernetzt werden.³¹⁰ Zwar gibt es Stromverbrauch im Netz, doch seinerseits wurde es als Internet erst modellbildend, als es nicht mehr nur als Energielieferant für Endgeräte, sondern zum Informationsübertragungsmedium selbst transformierte.

Daraus leitet sich das Programm einer buchstäblich *elementaren* Medienwissenschaft (elementar im Sinne der *Stoicheia* des Euklid) ab, die den Zusammenhang von modularer Programmierung symbolischer Zeichen und der diskreten Materialitäten von Hardware (die Bedingung von Kommunikationsnetzen in Glasfaserleitungen etwa) analysiert. Aus der unvermuteten, immer strikteren Kopplung von Computer und Netz resultiert ein Blick *jenseits von Medienarchäologie*. Dies meint nicht Anarchäologie im Sinne Siegfried Zielinskis, sondern die Beobachtung (*theoría*) dessen, wie aktuelle Medienkultur den Computer umkodiert - etwa der Netzbegriff als Vernetzung der Rechner. Hier zeichnet sich makroskopisch ab, was mikroskopisch auf den Quantencomputer hinausläuft und jetzt schon als *grid computing* realisiert wird.

³¹⁰ Meldung wvp, Internet frißt mehr Strom als erlaubt, in: Frankfurter Allgemeine Sonntagszeitung Nr. 9 D v. 2. März 2002, 1