

MEDIENGESCHICHTE ALS MEDIENARCHÄOLOGIE. Mo(nu)mente von
Materie, Technik und Logik in der Zeit, Teil V:
Übertragungskanäle und Nachrichtentheorie

ÜBERTRAGUNGSMEDIEN

Übertragungskanäle konkret: Kabel, Nerven, Telegraphie
Vektoren: Die Eisenbahnung von Geschwindigkeit (Heinrich Heine)
Imperium und Übertragung
(Rund)Funktechnik, Wellenbegriff, Radio als Prinzip
Rückblick auf Fernsehen: Antike Sehstrahltheorie und
Kathodenstrahlröhre

ENTROPIE ALS MEDIENZEIT: VON DER ENERGIE ZUR INFORMATION

Telegraphie

Entropie: James Clerk Maxwells *Theory of Heat* (1871)

Eine mathematische Theorie der Kommunikation (Shannon / Weaver)

Internet *avant la lettre*? Wilhelm Ostwald und *Die Brücke*

Nonlineare Übertragung: Hypertext

Das Internet - ein zeitkritisches We(i)sen

I ÜBERTRAGUNGSMEDIEN

Übertragungskanäle konkret: Kabel, Nerven, Telegraphie

Sehen wir zunächst vom alltagsdeutschen Gebrauch des Begriffs
"Kommunikation" ab. Aus nachrichtentechnischer Sicht nämlich
bedeutet Kommunikation unbesehen ihrer Inhalte die
Wahrscheinlichkeit, also das Informationsmaß einer
Nachrichtenübertragung. Der vorschnelle Blick auf narrative
Inhalte von Massenmedien aber ist - so McLuhan 1964 - eher
vergleichbar mit dem sanftigen Stück Fleisch, mit dem der
Einbrecher den Wachhund (die wirklich medienkritische Analyse)
ablenkt. In dem Fernsehservice-Handbuch *Schirmbilddiagnose und
Messungen am Farbfernsehempfänger* wird ausdrücklich darauf
hingewiesen, "daß man zwischen *Raster* und *Bildinhalt*
unterscheiden muß"¹. Dies erinnert an die zwei Körper der
Medienwissenschaft: einmal betreibt sie Medienarchäologie,
-theorie und epistemologie; gekoppelt daran steht andererseits
die Analyse von Medien hinsichtlich ihrer Programminhalte
(Film, Fernsehen, Medienindustrie, Massenmedienforschung).

Unterscheiden wir also mit Vilém Flusser zwischen
Kommunikation und Benachrichtigung:

Ist es die Absicht des Senders, zu 'kommunizieren', d. h. <...> perfekt
empfangen zu werden, dann ist die beste Strategie, redundante Botschaften
zu senden. Ist seine Absicht zu 'informieren', d. h. andere Gedächtnisse zu

¹ H. Bochum / R. Dögl, *Schirmbilddiagnose und Messungen am
Farbfernsehempfänger*, München (Franz) 1973, 12

ändern, um entweder das Universum oder die Kompetenz des Codes zu vermehren, dann besteht die beste Strategie darin, dem Code gerade soviel an Geräusch einzuverleiben, daß die Information gerade eben noch nicht zerstört wird.²

Zwischen Redundanz und Rauschen "liegen Botschaften, die bis zu einem kritischen Punkt immer informativer sind, von da an aber plötzlich wieder uniformativ werden" <ebd.>. Damit zum Begriff der "Übertragung" als einem notwendigen Element in der klassischen Definition von Kommunikation mit und durch technische Medien, die jedoch durch eine radikale Form der Mathematisierung (im Internet) mit der Adresse selbst bis zur Unkenntlichkeit im Zeitbereich zu schrumpfen und zu verschwinden sich anschickt.

Sogenannte Massenmedien, AV-Medien, überhaupt: "Medien" sehen aus epistemologischer Sicht anders aus und hören sich auch anders an. Eine medienarchäologisch orientierte Mediengeschichte behandelt Fernsehen überraschenderweise nicht im Direktanschluß an optische Medien wie die Photographie, sondern eher im Anschluß an den Phonographen - ganz so, wie der Videokünstler Bill Viola am elektronischen Bild einmal den "Klang der Einzeilen-Abtastung" betonte³. Epistemologische Medien(er)kenntnis folgt der technischen Logik, weshalb sie eher eine Medienarchäologie denn eine lineare Mediengeschichte darstellt. Schnell stellt sich heraus, daß das 19. Jahrhundert ein modernes ist, wenn es nicht unter dem Blickwinkel von Historismus und Nationalstaaten, sondern etwa unter dem von Elektrizität und Bildübertragung betrachtet wird. Bildübertragungsexperimente gehen mit dem Kopiertelegraphen Alexander Bains den Radiowellen sogar voraus.⁴

Medienarchäologen rechnen mit Diskontinuitäten; sie suggerieren nicht die kulturanthropologisch tröstende Figur einer fortschreitenden Entwicklung, keine zur Historie zusammengeknüpfte Fäden als narrative Bildteppiche. Neue Medien weisen alten einen neuen Ort zu: "A new medium is never an addition to an old one, nor does it leave the old one in peace. It never ceases to oppress the old media until it finds new shapes and positions for them", schreibt McLuhan in *Understanding Media* (1964). Das gilt nicht nur für innovative Einzelmedien, sondern auch auf der medienepistemologischen Ebene: "All electric forms whatsoever have a decentralizing effect, cutting across the older mechanical patterns" <ebd.>. Mit den Übertragungsmedien technischer Natur kommt solch eine Bruchstelle zur Sprache. "Technische Medien, anders als Schrift, arbeiten nicht auf dem Code einer Alltagssprache. Sie

² Vilém Flusser, *Kommunikologie*, hg. v. Stefan Bollmann / Edith Flusser, Frankfurt/M. (Fischer) 1998, 335

³ Bill Viola, *Der Klang der Einzeilen-Abtastung*, in: xxx

⁴ Dazu Christian Kassung, *Das Pendel. Eine Wissensgeschichte*, München (Fink) 2008

nutzen physikalische Prozesse, die die Zeit menschlicher Wahrnehmung unterlaufen und nur im Code neuzeitlicher Mathematik überhaupt formulierbar sind"⁵ - die Ebene des technisch Realen also, gekoppelt an Vollzugsweisen des Symbolischen.

Medienarchäologie versteht den Übertragungsbegriff maßgeblich vom Kanal her, also vom Prozeß und den Operationen der Übertragung. Von Vordenkern der Medienwissenschaft wie Lewis Mumford und Harold Innis werden Raum- und Zeitbegriffe nicht länger von Religion oder Philosophie, sondern von Transport- und Übertragungsmedien und -kanälen definiert. Kulturen von ihren Speicher- und Übertragungsmedien her zu denken gehört zum Vermächtnis von Innis' *Empire and Communications* (1950) bis hin zur *Médiologie* von Régis Debray. Tatsächlich übertragen analoge Medien, ohne gleichzeitig zu berechnen, aber verrauschend - der ganze Unterschied zum Computer. Dem aristotelischen Medienbegriff entspricht hier Shannons Definition des Kanals: "Der *Kanal* ist nur das Mittel, das man benützt, um das Signal vom Sender zum Empfänger zu übertragen"; Shannon nennt konkret "ein paar Drähte, ein Koaxialkabel, ein Frequenzband, ein Lichtstrahl usw."⁶.

Womit dann aber nichts über den Sinn, die Semantik des Übertragenen gesagt ist: "Die Lichtstrahlen, die mein Auge treffen, sind nur Boten vom Ding, sind Zeichen für das Ding" <Heider 1921 in Engell 1999: 327>. Tatsächlich operiert Shannons Nachrichtenbegriff ausdrücklich diesseits von Semantik; McLuhan gibt dem eine überraschende Wendung, indem er die Aufmerksamkeit der medienarchäologischen Analyse fort von den sogenannten Inhalten hin zur eigentlichen Botschaft (*message*) des Mediums lenkt: Die alle menschliche Wahrnehmung *massierende* Botschaft einer Nachricht, die in einem Kanal von Licht oder lichtähnlicher Frequenz (Hochfrequenzen, UKW) übertragen wird, ist die ungeheure Geschwindigkeit ihrer Übermittlung ("live", Nachrichten als Format in AV-Medien). Übertragung als Raumüberbrückung verlagert sich zu ultrakurzen Momenten der Zeitüberbrückung.

An dieser Stelle ein nachdrücklicher Hinweis darauf, daß Medium eine buchstäblich techno/logische Form des Kanals ist, wie Shannon am Beispiel der Übertragung verschlüsselter, also chiffrierter Nachrichten schreibt: "Der Schlüssel muß durch

⁵ Friedrich A. Kittler, *Geschichte der Kommunikationsmedien*, in: Jörg Huber / Alois Martin Müller (Hg.), *Raum und Verfahren. Interventionen 2*, Frankfurt/M. u. Basel (Stroemfeld / Roter Stern) 1993, 169-188 (180)

⁶ Claude E. Shannon, *Die mathematische Theorie der Kommunikation*, in: ders. / Warren Weaver [*The Mathematical Theory of Communication*, 1949], *Mathematische Grundlagen der Informationstheorie*, übers. v. Helmut Dreßler, München (Oldenbourg) 1976, 41ff (44)

Medien, die gegen Interzeption immun sind, vom Sender zum Empfänger transportiert werden" <Shannon 2000: 120>. Alle Technologie umfaßt als empirisch-kognitive Doublette einmal den mathematischen Aspekt (*logos*, Enkodierung) und einmal die (elektro-)physikalische Technik (*techné*) - womit wir, in Anspielung auf eine notorische Publikation, wieder bei den *Materialitäten der Kommunikation* angelangt wären.⁷

Dergleiche Shannon, der in seiner Master-Arbeit eine Algebra entwickelt hatte, die alle elektrophysikalischen Schaltungen in Notation aus Buchstaben, Operatoren und Klammern zu überführen vermag (hier in der Nachfolge von Charles Babbages "symbolical notation" seines Analytical Engine), schreibt 1939 an Vanevar Bush, den Mastermind des Differential Analyzer, indem er mit einem Begriff anhebt, der ebenso anglophones Alltagsidiom wie die Signatur des Zeitalters digitaler Medien ist: "Off and on I have been wrking on an analysis of some of the fundamental properties of general systems for the transmission of intelligence, including telephony, radio, television, telegraphy etc. Practically all systems of communication may be trhown in to the following general form: $f_1(t) \rightarrow T \rightarrow F(t) \rightarrow R \rightarrow f_2(t)$."⁸ Was ansonsten zumeist als das Shannonsche Diagramm von Kommunikation wiedergegeben wird, erscheint hier einzeilig in algebraischer Eleganz. So viel Mathematik muß sein.

Transportmittel wie Pferd und Streitwagen sowie die Kanalsysteme zur Bewässerung im antiken Vorderen Orient stellen zwar Kulturtechniken da, die grundlegende Konsequenzen für die Technologie des Staates hatten (Entwicklung von Schrift); erinnern wir zudem daran, daß der Kanal als Element medialer Übertragung nicht nur Raum-, sondern auch Zeitüberbrückung meint: „Kanäle“ der Tradition sind Archive, Bibliotheken, Museen, Inventare und andere Gedächtnisagenturen als non-diskursive Operatoren und Datenbanken für das, was auf diskursiver Ebene Geschichte heißt.

Vektoren: Die Eisenbahnung von Geschwindigkeit (Heinrich Heine)

Heinrich Heine theoretisiert das seinerzeit neueste Transportmittel Eisenbahn in Begriffen, in welchen Immanuel Definition von Aprioris der Wahrnehmung noch mitschwingen und welche die Dromologie eines Paul Virilio antezipieren:

Welche Veränderungen müssen jetzt eintreten in unsrer Anschauungsweise und

⁷ Siehe Hans Ulrich Gumbrecht / Karl Ludwig Pfeiffer (Hg.), *Materialitäten der Kommunikation*, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 198xxx

⁸ Zitiert nach dem Nachwort der Herausgeber "Read me first", in: Shannon 2000, 332

in unseren Vorstellungen! Sogar die Elementarbegriffe von Zeit und Raum sind schwankend geworden. Durch die Eisenbahn wird der Raum getötet, und es bleibt uns nur noch die Zeit übrig.⁹

Die Eröffnung der neuen Eisenbahnen verursachte in Paris, so Heine, "eine Erschütterung die jeder mitempfindet" <ebd.> - eine Diskontinuität eingeschliffener Wahrnehmungsmuster. Heines Metaphers ent-spricht selbst schon dem neuen elektro-physiologischen Dispositiv der telephonischen Stimmweitergabe: "Die ganze Bevölkerung von Paris bildet in diesem Augenblick gleichsam eine Kette, wo einer dem andern den elektrischen Schlag mitteilt." Heine konstatiert - in der rhetorischen Figur des Sublimen - "ein unheimliches Grauen", die Ahnung von etwas "Ungeheuerem", "Unerhörtem", "dessen Folgen unabsehbar und unberechenbar sind", und das in einer diskontinuierlichen Serie von Medienumbrüchen: "So muß unsern Vätern zu Muth gewesen seyn <...> als die Erfindung des Pulvers sich durch ihre ersten Schüsse ankündigte" und als - fast zeitgleich - "die Buchdruckerei die ersten Aushängebogen des göttlichen Wortes in die Welt schickte." So beginnt mit der Eisenbahn ein neuer Abschnitt in der Weltgeschichte; für Karl Marx wird die Lokomotive zum Sinnbild der Revolution. "Unsere Generation darf sich rühmen daß sie dabei gewesen", schreibt Heine in Anspielung auf Goethes Ahnung eines politischen Umbruchs in den französischen Revolutionskriegen (seine Autopsie der Schlacht von Valmy); diese politische Ahnung Goethes wird hier von Heine - wie später auch von Walter Benjamin - genuin medial als Ruptur "in unserer Anschauungsweise und in unsern Vorstellungen" diagnostiziert. "Sogar die Elementarbegriffe von Raum und Zeit sind schwankend geworden" - Kants Aprioris. "Durch die Eisenbahnen wird der Raum getötet, und es bleibt uns nur noch die Zeit übrig" - Virilios dromologische Einsicht. Es ist die Zeit der beschleunigten Zeiterfahrung - Nährboden des historistischen und entwicklungsdynamischen Diskurses. Umgekehrt galt damit postmodern *avant la lettre*: "Zum Raum wird hier die Zeit" (Gurnemanz in Richard Wagners *Parsifal*). Heine wird 1843 in Paris durch das Verschwinden der Entfernung zu einer Synästhesie verführt und vermeint nicht nur bereits den Duft der deutschen Linden in der Seine-Metropole zu riechen, sondern "vor meiner Thüre brandet die Nordsee". Martin Heidegger diagnostiziert später die Konsequenzen des Tourismus als Funktion der Verkehrsmittel, indem er die "Ent-Fernung" medientechnisch wörtlich nimmt: als Übertragungskritischen Begriff. Doch zu einem Medienprozeß im wohldefinierten Sinn wird dies erst, wenn nicht mehr schlicht Dampfmaschine und Eisenbahn als Verkehrsmittel durchdacht werden, sondern ebenso das Auftreten des Telegraphen. In der Tat, Marx verharret bei einer materialistischen Analyse der Produktionsbedingungen und ist damit schon zu Lebzeiten anachronistisch: "Marx based his analysis most untimely on the machine, just as the telegraph and other implosive forms began

⁹ Heinrich Heine, *Lutetia*, in: Heines Werke in 10 Bänden, hrsg. v. Oskar Walzel, Leipzig 1910, Bd. 6, 291ff

to reverse the mechanical dynamic."¹⁰ Tatsächlich gilt im Sinne Norbert Wieners für die Epoche der Nachrichtenmedien, also der Gegenwart: Information ist weder Energie noch Materie.

Imperium und Übertragung

Mit der Entwicklung einer medientechnischen Nachrichtentheorie schreibt sich auch der Begriff von Imperium neu. Seereiche wie das (146 v. Chr. durch römische Truppen zerstörte) Karthago oder die Republik von Venedig basierten noch auf Reichtum durch Schiffshandel, während das alternative Modell, das auf militärischer Macht basierend (Rom), auf territoriale Herrschaft setzt.

Today, the multi national enterprise (MNE) wields enormous power, but its motivation is neither the conquest of space nor the conquest of time. <...> The MNE continually seeks improved communications, ignores national boundaries.¹¹

Auch Kanada, von wo aus sich Harold Innis' Studie *Empire and communications* schrieb, die aus einer Wirtschafts- konsequent in eine Geschichte von Übertragungsmedien übergeht, steht dafür: "In fact, like the Phoenicians, we live in another empire's military domain." In der Tat, Impuls- und Auftraggeber der meisten Übertragungstechnischen Innovationen war neben Handel (und heute Unterlatungsindustrie) der Krieg:

In einer strategischen Kette von Eskalationen entstand der Telegraph, um die Geschwindigkeit von Botenposten zu überbieten, der Funk, um die Verletzlichkeit von Unterseekabeln zu unterlaufen, und der Computer, um die ebenso geheimen wie abhörbaren Funksprüche zu entschlüsseln. Alles Wissen, das Macht vergibt, ist seitdem Technologie.¹²

An dieser Stelle ein kurzer Nachweis, wie sehr tatsächliche kulturtechnische Artefakte mit im Spiel ist, und nicht schlicht soziale Phänomene, wenn wir von Medien reden. Im Feldzug von 1809 bringt Napoleon optische Telegraphie zu Einsatz, und überbietet mit dieser Signaltechnik kriegsentscheidend die berittenen Boten schriftlicher Nachrichten der Österreicher. Doch an Sender- und Empfängerstelle sitzen immer noch Menschen, nämlich Invaliden, deren Lese- und Schreibgeschwindigkeit eine natürliche, weil

¹⁰ xxx, hier zitiert nach: Norbert Bolz, *Theorie der neuen Medien*, München (Raben) 1990, 93

¹¹ "Afterword" von xxx zu Harold Innis, *Empire and communications*, Victoria (Press Porcépic), 1986 (Originalausgabe Oxford UP 1950), 171-178 (172); dazu auch Siebert 2003, Kapitel "The Carthage Option", xxx, sowie Michael Hardt / Tonio Negri, *Empire*, xxx

¹² Friedrich Kittler, *Von der Implementierung des Wissens. Versuch einer Theorie der Hardware*, hier zitiert nach der Mailing-Liste *nettime* (Niederlande), E-mail vom 3. Februar 1999

humane Grenze der Übertragungsgeschwindigkeit darstellte.

Claude Chappes optischer Winkeltelegraph von 1792 (Semaphor) war symbolisch, mithin digital enkodiert. In Sichtweite (also der Reichweite von UKW heute) konnte damit in Lichtgeschwindigkeit signalisiert werden; die Trägheit lag vielmehr auf Seiten von Mechanik und Menschen. Erneut kommen hier jene zwei Momente kommen hier ins Spiel, die für die Definition technologischer Medienprozesse zentral sind: die symbolische Kodierung und die Physik des Mediums.

Die Physik optischer Übertragung verheißt zunächst Unverzögerlichkeit. Tatsächlich aber gehört es zu den umwälzenden Entdeckungen der Medienphysik der Neuzeit, daß auch Licht eine Geschwindigkeit hat, also endlich ist. Damit impliziert auch eine Lichtleitung noch ein *Delta-t*, ein mit dem Symbol θ_p (*thanatos* / Prozeß) noch treffender benannte "Totzeit" für die Laufzeit der zu übertragenden Signale. "Dead Time is the delay from when a controller output (CO) signal is issued until when the measured process variable (PV) first begins to respond."¹³ Dieser Verzug fällt jedoch nur aus Sicht ultraschnell wahrnehmender Lebewesen (oder hochtechnischer Medien selbst) ins Gewicht. "Jede Übertragungsleitung könnte als Verzögerungsleitung benutzt werden"¹⁴, aber da die Fortpflanzungsgeschwindigkeit in den meisten Leitungen bei 50 % der Lichtgeschwindigkeit liegt, würde eine Verzögerung von 0,5 Mikrosekunden bereits eine Leitungslänge von mehr als 150 Metern benötigen; demgegenüber vermögen explizite Verzögerungsleitungen die Fortpflanzungsgeschwindigkeit elektromagnetischer Wellen so zu verringern, daß auf 1 Meter Leitungslänge eine Verzögerungszeit von bis zu 1,5 Millisekunden möglich ist <ebd.>. Diese Verzögerung ist kein Myterium, sondern mit der Mathematik der Übertragungsleitungstheorie berechenbar. Nebenbei wird hier deutlich, daß Medientheorie für die Epoche hochtechnischer Medien eine wesentlich mathematische ist: "Tatsächlich ist der einzige theoretische Unterschied zwischen beiden <sc. Laufzeitketten einerseits, Übertragungsleitungen andererseits> die Größe der Induktivität und Kapazität pro Längeneinheit" <ebd.>. Mathematik im engeren Sinne braucht man dazu kaum: Elektromagnetische Wellen in einer Übertragungsleitung sind durch die Formel

$$f = \sqrt{\frac{1}{CL}}$$

¹³ Douglas J. Cooper, controlguru. practical process control e-textbook, Kapitel "Dead Time", online unter <http://www.controlguru.com> (Zugriff 25. November 2008)

¹⁴ HF Übertragungsleitungen, hg. v. Alexander Schure, Berlin (VEB Technik) 1962, 70

gegeben; eine Vergrößerung der Werte von L und/oder C setzt damit die Geschwindigkeit einer durch die Leitung wandernden Welle herab, einhergehend mit einer Verminderung der Wellenlänge. Eine kontinuierliche Laufzeitkette ist auch materiell eine Variante des Koaxialkabels, nur daß der Draht hier schraubenförmig verdichtet ist, umgeben von einer Leiterhülle. Übertragung und (Zwischen-)Speicherung, zwei kulturell bislang emphatisch getrennte Seinsweisen, gehen damit ineinander über - eine relativische Verschränkung von epistemologischer Tragweite.

Das andere Kriterium für Übertragung als kulturell angeeigneter Medienprozeß ist die Kode-Optimierung (Cassirer zufolge ist Kultur überhaupt das Reich des Symbolischen). Polybios berichtet für die griechische Antike von einer Buchstabenübermittlung per binärem Fackel-Code; 25 Buchstaben des Alphabets sind dabei zu einer 5x5-Matrix angeordnet und erfüllen McLuhans Beobachtung, daß Licht einmal reines, inhaltsloses Medium (Beleuchtung) sein kann, ebenso aber zu Informationszwecken eingesetzt werden kann (Ein- und Ausschalten). Zwei Fackelstaffeln übermitteln im Modell des Polybios einmal mit maximal fünf Fackeln die Zeile, zum anderen mit max. 5 Fackeln die Spalte der Matrix. Doch erst, als die Signale nicht mehr aus starren Symbolen, sondern selbst aus kleinsten Zeiteinheiten bestehen, wird der serielle Punkt-Strich-Code von Morse (und, entscheidend mit-zählend, die Pause) 1851 zum weltweiten Telegraphie-Standardcode erklärt; mit Pausen kommunikativ zu rechnen ist eine Revolution analog zur Einführung des *spatium* im Buchdruck Gutenbers, der Entdeckung des Fluchtpunkts in der perspektiven Malerei und zum Siegeszug der Null im Stellenwertsystem abendländischer Mathematik. Operative Zählung also statt diskursiver Erzählung - und an dieser Stelle steht Mediengeschichte als Erzählung selbst auf dem Spiel:

So gesehen ist die narrative Form des Diskurses nur ein *Medium* für die Botschaft, das nicht mehr Wahrheitswert oder informatorischen Inhalt besitzt als jede andere formale Struktur, etwa <...> eine mathematische Gleichung. Als Code betrachtet entspricht die Erzählung einem Vehikel etwa im dem Sinne, in dem das Morsealphabet als Vehikel für die telegraphische Nachrichtenübermittlung dient. <White 1987: 75>

Die Nicht-Erzählung weiß besser um Infrastrukturen der Signalübertragung: Leitungen und Codes. 1858 wird ein erstes Transatlantik-Kabel verlegt, bis daß die drahtlose Übertragung elektrischer Nachrichtensignale durch Marconi 1895 den Begriff der Erdung neu definiert. Der Schreibtelegraph von 1844, der mit den Index-Schreibmaschinen seiner Zeit korrespondiert und von Siemens optimiert wird, operiert lochkartenbasiert; mit dem Intervall der Morse-Taste wird dieses Loch, also räumliche Leere, als zeitliche Absenz operativ - eine Revolution im Zeithaushalt der Kultur.¹⁵

¹⁵ Siehe Brian Winston, *Media Technology and Society*. A

Derselbe Werner Siemens, der 1848 im zeit(geschichts)kritischen Jahr einer politischen Revolution gemeinsam mit dem Feinmechaniker Halske das erste Telegraphenkabel in Preußen verlegt hatte (denn Zeitvorsprung bedeutete im Nachrichtenhaushalt zugespitzter Ereignisse Machtvorsprung), experimentiert 1870 mit der Fernlenkung von Schiffen durch Telegraphendrähte. Hier steht die Nachricht nicht mehr in einem intransitiven Verhältnis zum Ereignis, sondern steuert es selbst - was möglich ist, weil Schiffe nur in einer Ebene gedreht werden, und von daher Schiffsruder durch den Morsecode selbst (seine beiden Zustände *dot* und *dash*) elektrisch gesteuert werden können¹⁶ - der Moment, wo die metaphorische Verwendung des Begriffs Kybernetik für Staatslenkungskunst endet und als *terminus technicus* medienwirksam wird.

In sogenannten oralen Gesellschaften bilden epische Memorierungstechniken (der homerische Hexameter) oder priesterliche Wissensweitergabe Formen von Gedächtnis. "But an oration is not durable: it is not normally repeated. It addresses itself to a particular situation and, in the total absence of writing, disappears from the human scene <...> with the scene itself."¹⁷ Erst das geschriebene oder gar gedruckte Wort ist dann zur symboltechnisch standardisierten, nicht mehr von subjektiven oder poetischen Ideosynkrasien abhängigen Gewähr kultureller Kontinuität gewesen; unter elektrotechnischen Bedingungen aber wird aus dem Primat "historischer" (d. h. im Sinne Giambattista Vicos menschengemachter) Tradition eine kurzfristige Emphase technologischer Übertragung - keine absolute, aber eine grundsätzliche Akzentverschiebung in der kulturtechnischen Signalökonomie. Zwar meint Kultur gemäß Ernst Cassirer nach wie vor das Leben in einem symbolischen Universum aus sinnhaften Zeichen¹⁸, doch dies nicht mehr in seiner schlichten Opposition zur physikalischen Welt; vielmehr verschränken sich der symbolische und der physikalische Kosmos in der Welt der elektrotechnischen Signale auf dramatisch neue Weise gleich einem Möbius-Band in Einem. "Die Elektrifizierung entkoppelte die Telegraphie von der Kommunikation, die physikalisch reine Information vom Menschenverkehr"¹⁹ und damit

History: From Telegraph to the Internet, London / New York 1998

¹⁶ Axel Roch / Bernhard Siegert, Maschinen, die Maschinen verfolgen. Über Claude E. Shannons und Norbert Wiensers Flugabwehrsysteme, in: Sigrid Schade / Georg Christoph Tholen (Hg.), Konfigurationen. Zwischen Kunst und Medien, München (Fink) 2003, 219-230 (221)

¹⁷ Walter Ong, Orality and Literacy. The Technologizing of the Word, London 1999, 141

¹⁸ Siehe Franziska Schößler, Literaturwissenschaft als Kulturwissenschaft, Tübingen 2006, 16

¹⁹ Friedrich Kittler, Krieg im Schaltkreis, in: Frankfurter

auch die Medien- von der Kommunikationswissenschaft im landläufigen, nämlich menschenwissenschaftlichen Sinne. Die tele-kommunikative, also nicht mehr (im aristotelischen Sinne von "Theater" und der altgriechisch-politischen Agora) an die Koexistenz menschlicher Sender und Empfänger im gleichen Raum bei gleicher Zeit gebundene Übertragung analoger akustischer Information (Sprache, Musik) und optischer Felder (Alexander Bains Bildtelegraph von 1844) gelang mit ihrer Konvertierung in elektrische Signale oder genauer: Impulse. Unter der Hand kommt es damit zu einer dramatischen Invertierung, wenn Bilder in Signalfolgen aufgelöst werden - eine Umkehr, die in Samuel Morses eigener Biographie vom Historienmaler zum Erfinder der Telegraphie verkörpert ist. Zunächst ist es in Morses Patent von 1840 eine Zackenschrift, die empfängerseitig diese Stromimpulse selbst registriert, und der Vorteil solcher Impulse gegenüber jeder Telephonie (als unmittelbarer Sprachübertragung) ist ein funktechnischer: Telephonie muß die Sendeenergie auf Bandbreiten von mehreren Tausend Hertz verteilen, während sie bei Telegrafie stetes mit ihrem Maximalwert auf eine einzige Frequenz konzentriert ist und selbst bei Störungen noch höchstwahrscheinlich herausgehört werden kann. Bei Versagen anderer Übertragungsmöglichkeiten ermöglicht oft nur noch die Telegraphie eine exakte Fixierung von Symbolen.²⁰

Das Wesen der Telegraphie aber ist ein rhythmisches, gerechnet in BpM (Beats per Minute), nahegelegt vom Wesen elektrischer Impulse. Ein toncassettenbasierter Morsekurs formuliert es dementsprechend: "Für das Erlernen der Höraufnahme ist die optische Vorstellung solcher Zeichen in der Schrift elektrischer Morseschreiber außerordentlich hinderlich, deshalb prägen Sie sich die Zeichen nur nach dem Klangrythmus ein" <ebd., 8>, und zur Qualitätskontrolle der eigenen Morsefähigkeiten "sollte man einen Telegrafiekundigen zur kritischen Beurteilung bitten, um sich gegen etwaige abgehackte oder unrhythmische Gebeweise rechtzeitig zu sichern" <ebd., 11>.

In Morses Patent stehen die durch Impulse ausgelösten Schriftzacken zunächst für Zifferngruppen, in denen Bedeutungen kodiert sind; sein Mitarbeiter Vail modifiziert dies zu einem vertitablen Alphabet. Die hier noch notwendigen verschieden langen Pausen werden dann vom Hamburger Telegraphieinspektor Fr. C. Gerke 1848 zum bis heute vertrauten Morse-Alphabet, das in seiner Kombination aus "dits", "dots" und Pausen, also von Längen und Kürzen, eher der dichterischen Prosodie Homers nahesteht denn der Schreibmaschine. Der kürzeste Telegraphieimpuls (T_0) ist durch die Bandbreite des Kanals begrenzt:

Allgemeine Zeitung v. 25. November 2000, Nr. 275, I

²⁰ Alfred Müller, Morsekursus des DARC (Deutscher Amateur-Radio-Club), Kiel (DARC Verlag) 1980, 6

"Es können bei ihm aber *beliebig längere Impulse zur Übertragung* verwendet werden. Die Information (kontinuierlich) liegt also in den Zeitpunkten der Nullstellen. Dies bedeutet, daß die Signallänge T_m die Information trägt. Der entsprechende Wert betrage ΔT . Dann ist es sinnvoll, das Signal x hierauf zu beziehen: $T_m(x) = T_0 + x\Delta T$." <Völz 1982: 49>.

Morse selbst gab das Modell des typographischen Setzkastens als Vorbild seiner Zeichenökonomie an, und in der Tat: "Mit dem Prinzip, häufig benutzten Buchstaben kurze, selteneren aber längere Zeichen zuzuordnen, wurden spätere Erkenntnisse der Informationstheorie vorweggenommen" <ebd., 13>, nämlich Claude Shannons Begriff von Information als Maß für Unwahrscheinlichkeit in Signalfolgen.

Seit Mitte des 19. Jahrhunderts (das "seit" indiziert eine Fortdauer, eine Gültigkeit) haben Überlandnetze und Unterseekabel (1866 das erste ständig benutzbare transatlantische Telegraphenkabel) die Erde nicht nur als Kommunikations-, sondern auch als militärisches Operationstheater erschlossen. Doch an der Achillesferse ihrer materiellen Implementierung sind auch medientechnische Nachrichtensysteme noch verletzlich. 1898 brauchten die Vereinigten Staaten im spanisch-amerikanischen Krieg nur im Süden Floridas jenes Unterseekabel zu unterbrechen, das Spanien mit seiner Kolonie Kuba verband, um eine zum Schutz Havannas ausgelaufene Flotte ihrem Verderben auszuliefern. Im August 1914, am zweiten Tag des Ersten Weltkriegs, stach die Royal Navy mit dem Befehl in See, alle Transatlantikkabel der Mittelmächte zu kappen. Nun kommt eine Eigenzeit von Medientechnik als Funktion strategische Eskalationen ins Spiel, die nicht mehr die schlichter Medienhistorie ist; deren Modell von Prothesen eines Menschen, der Augen und Ohren an Apparate der Speicherung oder Übertragung entäußert (Ernst Kapp, Marshall McLuhan), vermag nicht mehr zu erklären, wie aus der Verwundbarkeit eines gewesenen Leitmediums das nächste entspringt. "Nach jenem Schlag der Royal Navy rückte <...> die Drahtlosigkeit als solche aufs Programm" <Kittler ebd.>. Die ersten erfolgreichen Versuche des Physikers Guglielmo Marconi zur drahtlosen Telegraphie senden an ein Kriegsschiff. Konsequenterweise setzt das Nachfolgeunternehmen der Bell Laboratories, an denen Claude Shannon seine Nachrichtentheorie entwickelte und deren Name noch auf den amerikanischen Entwickler des Telefons selbst verwies, unter dem neuen sprechenden Namen Lucent Technologies auf die Laserübertragung per Glasfaserkabel, weil dies schnellere Übertragungsraten erlaubt denn die Übertragung im "Äther" - ein re-entry von "optischer Telegraphie" in Potenz, eine Ironie der Archäologie von Hardware der Kommunikation.

Bell patentierte sein Telephon 1877 unter dem Zeitdruck konkurrierender Ingenieure. Die *Gartenlaube* berichtete in Deutschland über Thomas Alva Edisons Fortentwicklung eines Telephons noch unter dem begriffstastenden Titel „Die menschliche Stimme - auf Reisen“. Edison habe "ein Mittel gefunden, auch die zartesten Modulationen der Stimme getreu in elektrische Ströme zu übersetzen, indem er nämlich an Stelle der Platinspitze des Reis'schen Telephons eine Spitze aus Graphit, dem Material unserer Bleistifte, einsetzt."²¹ Ein vertrautes Schreibwerkzeug schreibt also fortan nicht nur an unseren Gedanken in der von Friedrich Nietzsche gewünschten Geschwindigkeit mit, sondern schreibt Gedanken transitiv im Gleichstrom des Realen. „So spiegelt sich jede Biegung und jeder Schmelz der Stimme getreu in den Strömen; das todte Graphiteinschiebsel giebt der Stimme des eisernen Kehlkopfes die Weichheit und den seelenvollen Klang“ <ebd.> - Sirenen der Gegenwart.

Es kann seitdem rückwirkend und vorausblickend der Mensch selbst schon als Kommunikationssystem beschrieben werden (was dann zum Paradigma der Kybernetik wird). Die Ausstellung eines "gläsernen Menschen", der seinen Knochenbau und die Nervenleitbahnen sehen läßt, trainierte solche Vorstellungen im Deutschen Hygiene-Museum von Dresden in der Epoche der Weimarer Republik.²² Eine populäre Publikation von Fritz Kahn zeigt "Das Auge als Kamera" in einem ausdrücklichen "Reizverarbeitungsmodell"²³:

1. Der stromauslösende Klingelknopf
- 1 Der unter dem Eindruck der Sinneswahrnehmung (a, b, c, d) arbeitende, energieauflösende Wille
- a) Lichtstrahl;
- b) Augenhintergrund;
- c) Sehhügel (Zentrum der Wahrnehmung);
- d) Sehzentrum (Zentrum des Erkennens);
- e) Projektion der Erkenntnis auf den Willen.
- 2 Das vom Druckknopf eingeschaltete elektr. Element.
- 2 Das vom Willen in Erregung gesetzt motorische Zentrum.
- 3 Der stromleitende Draht.
- 3 Der erregungsleitende Nerv
- 4 Der den Strom in Bewegung umsetzende Unterbrecher
- 4 Die den Nervenstrom auf den Muskel übertragende motorische Endplatte
- 5 Der vom Unterbrecher in Schwingung versetzte Klöppel
- 5 Der unter dem Nervenreiz zuckende Muskel

Es resonieren hier die elektro-physiologischen Experimente des späten 18. und des frühen 19. Jahrhunderts (der Myograph Ludwigs, Marey, von Helmholtz). Für Galvani ist der Frosch

²¹ Zitiert nach: Karl-Heinz Göttert, *Geschichte der Stimme*, München (Fink) 1998, 412

²² Dazu Martin Roth (Hg.), *Der gläserne Mensch*, Ausstellungskatalog Deutsches Hygiene-Museum Dresden, 19xxx

²³ In: Fritz Kahn, *Das Leben der Menschen. Eine volkstümliche Anatomie*, Stuttgart 1926-1932, Bd. 4

selbst Träger einer elektrischen Lebenskraft; bei Volta ist er schon zum tierischen Elektrometer transformiert, um am Ende ein Stromunterbrecher zu werden.²⁴ Dreh- und Angelpunkt ist Johannes Müllers physiologische Darstellung der Beziehung zwischen Reiz und Empfindung; sein Schüler Emil Du Bois-Reymond erforschte im Anschluß daran, ob Nerven elektrisch so verbunden werden können, daß es dem Auge möglich würde, Töne zu sehen, und dem Ohr, Farben zu hören.²⁵

Ein weiterer Schüler Müllers, Hermann von Helmholtz, affirmiert das nachrichtentechnische Dispositiv dieser epistemischen Labordinge: "Man hat Nerven vielfach nicht unpassend mit Telegraphendrähten verglichen."²⁶ Entscheidend ist hier der Zeitimpuls. Von dem Moment an, wo Hermann von Helmholtz Messungen an Nervenreizungen vornimmt, die in ihrer mikrotemporalen Erstreckung von menschlichen Sinnen nicht mehr wahrgenommen werden können, falls sie nicht durch Skalen, also Interfaces neuentwickelter zeitkritischer Meßmedien zurückübersetzt werden, schließt sich auch eine Metapher des 19. Jahrhunderts mit der zeitkritischen Kommunikation im Internet kurz. Nathaniel Hawthorne verbucht es bereits als "eine Tatsache <...>, daß unter dem Einfluß der Elektrizität die Welt der Materie zu einem großen Nerv wurde, welcher über tausende von Meilen in einem atemlosen Punkt der Zeit vibriert"²⁷. Hawthorne vergleicht dann den Globus mit einem Gehirn, "welches Instinkt mit Intelligenz verbindet" <ebd.> - als orchestrierte Signalverarbeitung. Am Ende erscheint ihm die Erde "nichts als ein Gedanke, und nicht länger die Substanz, für die wir ihn angesehen haben"; Teilhard de Chardins Begriff der Noosphäre scheint hier auf. Doch erst, als sich das Modell vom organischen Vorbild menschlicher Nervenleitbahnen löst und eine genuin mathematische Logik (Topologie der Graphen) entwickelt, wird es technologisch implementierbar (das ARPA-Rechnernetz von 1969), was in einer weiteren strikt codetechnischen Eskalation (die Übertragungsprotokolle TCP/IP sowie das Datenformat HTML) später Internet heißt. Von der Elektrisierung amputierter Froschschenkel zum "Ping"-Signal im Internet ist es viel mehr als nur ein Schritt. Das WWW ist mehr als eine Fortsetzung telephonischer Netze mit anderen Mitteln; es stellt eine

²⁴ Zum Frosch als Meßmedium siehe den Beitrag von Stefan Rieger, in: Stefan Münker / Alexander Rösler (Hg), Was ist ein Medium?, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2008, xxx

²⁵ Jonathan Crary, Die Modernisierung des Sehens, in: Herta Wolf (Hg.), Paradigma Fotografie, Bd. I,, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2002, 67-81 (79)

²⁶ Hermann von Helmholtz, Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik (*1863), 4. Aufl. Braunschweig (Vieweg) 1877, 245. Vgl. Ernst Kapp 1877

²⁷ Zitiert als Motto in: Marshall McLuhan / Bruce R. Powers, The Global Village. Der Weg der Mediengesellschaft in das 21. Jahrhundert, Paderborn (Junfermann) 1995

Kommunikationstechnologie neuen Typs dar. Was sich bislang in der Übertragung signaltechnisch auch schon erschöpfte (die klassischen "live"-Medien), wird nun durch verteilte ultrakurze Zwischenspeicher und mittelfristiger Datenbanken ersetzt. Ernst Jünger ahnte es, als er medienfiktiv das sogenannte "Phonophor" beschrieb: ein Allsprecher, der jeden mit jedem verbindet und ebenso als Zeitgeber wie als Nachrichtenmedium fungiert. Gekoppelt an ein Zentralarchiv, vermag er den Anschluß an alle elektromagnetsch gespeicherten Texte herzustellen; so dient er hypermedial (*avant la lettre*) als Zeitung, Bibliothek, Archiv und Lexikon. Das Recht auf Nutzung und Befragung des Phonophors ist bei Jünger jedoch noch monopolisiert²⁸; seine zentralmächtige Ausrichtung verkennt damit noch die Option des World Wide Web.

Was heute neologistisch "Infomapping" heißt (und vor allem auf "Infotiming" hinausläuft)²⁹, beruht tatsächlich auf einem präzisen topologischen Modell. Die Rand Corporation veröffentlichte 1962 die Expertise von Paul Baran *On Distributed Communications Networks*, das Ergebnis einer von der U.S. Air Force finanzierten Forschung zur Prävention gegenüber einem möglicher Zusammenbruch militärischer Kommunikationslinien durch einen feindlichen ballistischen Angriff auf zentrale Kommandostellen. Dieser Verletzbarkeit durch eventuelle Interkontinentalraketen setzt Baran (in direkter Allianz mit Shannons Nachrichtentheorie) das Prinzip der "redundancy of connectivity" entgegen. Nach dem Modell der Übertragung von Stimmdaten durch das Telefonsystem schlägt Baran "a common user digital data communication plant designed spefifially for the transmission of digital data among a large set of subscribers" vor³⁰, doch mit einer entscheidenden Differenz: die Zerstückelung und damit Multiplizierbarkeit von Signalketten in Datenpakete, die dann nicht schlicht übertragen, sondern auch verzweigt werden. Genau dazu aber bedarf es der ultrakurzen Zwischenspeicherung von Datenmomenten - das Wesen des Digitalen gegenüber den klassischen Übertragungsmedien. Was sich hier verlagert, ist das Schema, mit der in der Welt kommuniziert wird - mit subliminalen Konsequenzen für die Formen menschlicher Wahrnehmung, näher an ihrer neuro-physiologischen Fundierung,

²⁸ Darauf weist Bolz 1993: 227

²⁹ Siehe Norbert Bolz, *Wirklichkeit ohne Gewähr*, in: Günter Helmes / Werner Köster (Hg.), *Texte zur Medientheorie*, Stuttgart (Reclam) 2004, 326-331

³⁰ Zitiert nach: Michael Hauben / Ronda Hauben. *Netizens. On the history and impact of usenet and the internet*, Los Alamitos, CA (IEEE Computer Society Press) 1997, 116. Was Baran noch in der Pragmatik militärischer Kommunikation entwirft, wird im Entwurf von J. C. R. Licklider und Robert Taylor dann zur intergalaktischen Vision einer neuen Nachrichtenkultur ("The Computer as Communication Device"); siehe ebd., 117

als es je eine Technologie zuvor war.

(Rund) Funktechnik, Wellenbegriff, Radio als Prinzip

Zunächst aber ist ein elektrotechnisches Dispositiv (Stark-, Schwach-, Gleich- und Wechselstrom) sowie seine schrittweise medienepistemologische Denkbareit und Durchdenkung die Bedingung für das, was dann im Verbund später als vernetzte Kommunikation operativ wirksam wird. Die Erfindung des Starkstroms 1866 dient allein der Schwerindustrie und die Erfindung der Glühlampe 1877 allein der Beleuchtung dunkler Räume, solange nicht theoretische Erleuchtung Energie und Information zusammendenkt und daher das Herunterbrechen von Stark- zu Schwachstrom im Wechsel erzwingt.

Norbert Wiener kritisierte (in seinem als "Yellow Peril" bezeichneten Typoskript") die emphatische Trennung von Stark- und Schwachstromtechnik als Manie deutscher Ingenieure; vielmehr sei Nachrichtenübertragung in beiden Formen möglich³¹. Tatsächlich heißt das Institut, an dem der Protagonist der Elektronenröhrenforschung Heinrich Barkhausen Nachrichtentechnik lehrt, an der Technischen Universität Dresden zu Beginn des 20. Jahrhunderts prosaisch "Institut für Schwachstromtechnik". Es gibt diese Differenz zwischen Strom als Energie- und als Signalereignis, manifest im elektrischen Plattenspieler (wie schon der Phonograph und das frühe Grammophon einmal aufgekurbelter Arbeitskraft zum Antrieb, andererseits feiner Mechanik zur akustischen Schallwandlung bedurfte): Zum Antrieb des Plattentellers erfordert es energetischen Stroms aus der 220V-Steckdose; zum Wandeln von mechanischen Rillen in elektromagnetische Signale bedarf es jedoch nur kleinster (verstärkter) Strommengen. Allerdings steht dazwischen der Transformator, der beide Größen ineinander zu überführen vermag.

Im Wechselstrom, den Nicola Tesla gegen den Starrsinn Thomas Alva Edisons durchsetzte, scheint jene Wellenbewegung, jenes Oszillieren der Materie auf, das zu denken Hauptaufgabe der Neuzeit gegenüber ihren vorherigen Epochen gewesen ist. 1673 stellt Christiaan Huygens die Pendelbewegung zu Zwecken der Zeitmessung in seinem Werk *Horologium oscillatorium* als Kombination mechanischer und mathematischer Untersuchungen vor; exakt diese Kombination bildet das Rezept technischer Medien im wohldefinierten Sinn. Parallel dazu stellt er sich

³¹ Harold Hazens protokybernetische "Theory of Servomechanisms" (1934) "recognized that the sensors that provide the error signal (instruments of perception) are generally low-energy devices, whereas the machine to be controlled tends to require higher power (articulation). Hazen thus defined the servo as 'a power-amplifying device': Mindell 2004, 166

einer Herausforderung, die Antike und Mittelalter fremd waren: zeitkritischen Problemen der Synchronisation.³² Immer auch an der operativen Umsetzung von Theorie in Welt interessiert, entwirft er Taschenuhren, die auf Spiralfedern mit Unruhe basieren. Was hier in konkreten Artefakten resultiert, bildet seitdem eine Unruhe epistemischer Dimension: derselbe Huygens begründet mit seinem *Traite de la lumière* von 1690 die Wellentheorie des Lichts.

Eine hypothetischen Analogie zwischen akustischen und optischen Wellen (mit Versuchen zur akustischen Resonanz und zur Resonanz zwischen Pendeln) führt also theoretische Fiktion dennoch zur im naturwissenschaftlichen Sinne rechten Erkenntnis der Wesensgleichheit der elektrischen Wellen mit den Lichtwellen.

1920, also kurz vor der Einführung von Radio als öffentlichem Unterhaltungsrundfunk, heißt es in einem elektrotechnischem Experimentierbuch: "Es ist erwiesen, daß sowohl dem Licht wie auch der Elektrizität dasselbe Medium, der an sich freilich hypothetische Äther, zur Fortbewegung dient."³³ Die theoretische wie syntaktische Konstruktion dieser Aussage indiziert die Verunsicherung, die dem klassischen Medien- als Übertragungsbegriff widerfährt, seitdem das elektromagnetische Feld entdeckt und der Äther experimentell als nicht-existent erwiesen ist - eine medientheoretische Begriffsverschiebung vom Übertragungsmedium zum medieninduzierten Feld. Seitdem schreiben wir den "Äther" in Anführungsstrichen. Als Huyghens das Licht erstmals als eine Wellenbewegung deutete, griff er im klassischen Sinne auf eine Analogie aus dem Reich von Übertragungsmedien zurück:

Wenn über einen Teich eine Welle läuft, weil jemand in ihn eine Stein geworfen hat, so bewegt sich nicht das Wasser von der Einwurfstelle zu den Rändern des Teiches hin, sondern nur die Wellenbewegung bereitet sich auf der Oberfläche des ruhenden Wassers aus. Eine Wellenbewegung scheint also etwas vorauszusetzen, woran sie sich abspielt.³⁴

Der klassische, physikalisch-materielle Medienbegriff (*to metaxy*) induzierte geradezu eine theoretische Fiktion, nämlich die hypothetische die Annahme eines allen Raum durchdringenden Äthers als Träger der Lichtwellen; seit Aristoteles (gegen Leukipp) war es undenkbar, eine Welle im leeren Raum zu imaginieren, weshalb er eine *quinta essentia* unterstellen mußte. "Zu fassen aber war dieser Stoff nicht" <ebd.>. Dem

³² Katja Bammel, Spontane Synchronisation: Rätsel um Huygens' Doppel-Pendeluhr gelöst, Beitrag vom 25. Februar 2002 *online*:

<http://www.wissenschaft.de/wissen/news/150435.html>

(freundlicher Hinweis Jan-Dirk Müller, Berlin)

³³ Eberhard Schnetzler, Elektrotechnisches Experimentierbuch. Eine Anleitung zur Ausführung elektrotechnischer Experimente unter Verwendung einfacher meist selbst herzustellender Hilfsmittel, 72. Aufl. Stuttgart / Berlin / Leipzig (Deutsche Verlagsanstalt) 1920, 294

³⁴ Werner Bloch, Raum, Zeit und Einstein. Masstab und Uhr in der Welt der Physik, Berlin (Condor) 1948, 32

setzt Michael Faraday um 1830 zunächst den Begriff der elektromagnetischen Kraftfelder beiseite; demnach wird der Raum "nicht von den Kräften sozusagen übersprungen, sondern der kräfteerfüllte Raum vermittelt die Wirkung von Körper zu Körper" <ebd.>. Noch bleibt die Äther-Theoriefiktion dabei intakt. James Clerk Maxwell analysiert dieses Feld in mathematischer Form; "innerhalb dieser Theorie trat eine Umrechnungsgröße auf von der Natur einer Geschwindigkeit, und die Bestimmung dieser Größe ergab ihren Wert als übereinstimmend mit der Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichts" <ebd.>. Damit ist ein epistemologisch plausibler, medienarchäologischer Einschnitt gegeben, um den Einsatz von Medien unter hochtechnischen (nämlich hochfrequenten) Bedingungen zu definieren. Heinrich Hertz hat diese theoretisch errechnete Existenz elektromagnetischer Wellen nachgewiesen, indem er sie wirklich erzeugte - "diese Wellen, die uns heute als Träger des Rundfunks völlig vertraut sind" <ebd., 33>. So eng und gleichzeitig entfernt ist der Zusammenhang zwischen Medienepistemologie und Massenmedien. Als Heinrich Hertz auf der 82. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte 1889 "Über die Beziehungen zwischen Licht und Elektrizität" referiert, ist sein Versuchsaufbau ganz und gar diesseits von Rundfunk zu Sprach- und Musikzwecken: Auf der einen Seite die Funkenstrecke eines Induktors, die in Platten oder Kugeln ausläuft und so zu einem Oszillator, einem Schwingungserzeuger, wird; wie von jedem elektrischen Funken breiten sich auch hier wellenförmig elektromagnetische Schwingungen in den Raum aus - ein Sender. Der gegenseitige Empfänger aber ist nicht zum Konsum von auditiven Botschaften gedacht, sondern dient analytisch als Nachweisinstrument³⁵ für diese Wellen - Radio als Meßmedium von Empfang. In diesem Fall ein dies ein einfacher Drahtling mit einer Lücke von einstellbarer Breite, worin winzige Funkenübersprünge jeweils indizieren, daß der Ring von elektromagnetischen Wellen getroffen wurde; die Lückenbreite läßt dabei die Intensität ablesen. Zu einem aktiv eingesetzten Nachrichtenmedium (die Übermittlung von Morsezeichen) wurde diese Apparatur erst in der technologischen Fortentwicklung durch Guilelmo Marconi einerseits und Alexander Stepanowitsch Popow andererseits. Stichworte jenes augmentierten Funks sind hier Antenne, Erdung, Kohärer. Als Popow im März 1896 vor einem Auditorium erstmals öffentlich ein Funktelegramm über eine Distanz von 200 Metern drahtlos übermittelt, lautet die Botschaft "Heinrich Hertz" - das Medium ist die Botschaft (in "Hz").

Soweit die Telegraphie diskret kodierter Nachrichten (die als Pulse-Code-Modulation später potenziert wiederkehrt); Telephonie, also die Übermittlung von Sprache und Ton, war erst nach der künstlichen Erzeugung ungedämpfter Funkwellen

³⁵ Walter Conrad, Am Anfang waren Funken, in: Urania-Universum Bd. 28 (1982), 257-262 (257)

durch Lichtbogensender (Poulsen) und Hochfrequenzmaschine (Fessenden) möglich. Hier lag ein Denkfehler von Heinrich Hertz, dessen notorischen Experimente zur Übertragung elektromagnetischer Wellen nicht anwendungs-, sondern forschungsorientiert waren. Anfang Dezember 1889 fragte ihn der Zivilingenieur Heinrich Huber aus München schriftlich an, ob man mit Hilfe Hertzscher Wellen auch drahtlos würde telephonieren können. In Worten, welche sein Verfahren brilliant auf den Punkt bringen, zugleich aber die Implementierung dessen, was später Radio als Massenmedium heißen wird, nicht zu imaginieren vermögen, antwortet Hertz, der eben nur mit hochfrequenten Wellen experimentiert hatte, aus Bonn am 8. Dezember desgleichen Jahres:

Magnetische Kraftlinien lassen sich ebenso gut wie die elektrischen als Strahlen fortpflanzen, wenn Ihre Bewegungen nur schnell genug sind <...>. Aber die Schwingungen <...> eines Telephons sind viel zu langsam. Nehmen Sie tausend Schwingungen in der Sekunde, so würde dem doch im Aether schon eine Wellenlänge von 800 Km entsprechen

- denn die Wellenlänge ist ein Kehrwert der Frequenz (soviel Mathematik muß sein). So berechnet sich die Wellenlänge λ und die Frequenz f nach der Formel $\lambda(\text{m}) \times f(\text{kHz}) = 300000 \text{ km/sek.}$ Einer Wellenlänge von 300 m entspricht somit eine Frequenz von 1 MHz. Vor diesem Hintergrund schreibt Hertz weiter:

Und von der gleichen Grösse müssten auch die Brennweiten der benutzten Spiegel sein. Könnten Sie also Hohlspiegel von der Grösse eines Kontinentes bauen, so könnten Sie damit die beabsichtigten Versuche sehr gut anstellen, aber praktisch ist nichts zu machen, mit gewöhnlichen Hohlspiegeln würden Sie nicht die geringste Wirkung verspüren. So vermute ich wenigstens.³⁶

Das also unterscheidet hochfrequente Elektroakustik von Klang als Schall (und ebenso Medien- von Musikwissenschaft): die Trennung von Nieder- und Hochfrequenzen, und der Gedanke der Modulation, mithin ein mediengebender, nachrichtentechnischer Informationsbegriff im Unterschied zur musikalischen Modulation. Von daher ist diese Stellungnahme Hertzens auch in einem Blatt der *Naturforschenden* Gesellschaft abgedruckt (1903), nicht etwa in einer geisteswissenschaftlichen, philosophischen oder ästhetischen Publikation.

Schon die klassische elektrische Telephonie litt darunter, daß sich mit zunehmender Leitungsdistanz die Signale schwächten, während das Rauschen zunahm (die von Claude Shannon später benannte Herausforderung namens *signal-to-noise ratio*). Der Ersatz vormals elektrischer durch Bauelemente wie (neben dem

³⁶ Veröffentlicht in: Elektrotechnische Zeitschrift, Jg. 1897, 541; hier zitiert nach: A. Weilenmann, Die elektrischen Wellen und ihre Anwendung zur drahtlosen Strahlentelegraphie nach Marconi, Zürich (Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft) 1903, 15

Kristalldetektor als Halbleiterdiode) vornehmlich die Verstärker- und später die Senderöhre - ist nicht schlicht eine weitere Treppenstufe technikhistorischen Fortschritts, sondern ein Umbruch von medienepistemologischer Dimension - der Denk- und Praxiswechsel von der Elektrotechnik zur trägheitslosen Elektronik, die zunächst im Vakuum operiert (und damit auch quantenphysikalisch die Frage nach der Existenz eines Übertragungsmediums namens Äther erneut hervorruft), dann durch Transistoren betrieben. An die Stelle solcher Einzelbauelemente rückt schließlich das Ensemble, der integrierte Schaltkreis - das Netz auf Hardwareebene, mit dem die Kommunikationsnetze der Gegenwart auch auf logisch-topologischer Ebene korrespondieren.

Wenn ein Medienmagazin im Info-Radio von Radio Berlin-Brandenburg sich vor allem mit neuen Massenmedienformaten beschäftigt und nur im Abspann kokett den früher am Radio regelmäßig gesendeten Satz "Und vergessen sich nicht, die Antenne zu erden!" einspielt, wäre dieser Satz als Memento der Erdung aller Radioinhalte in die Physik des Mediums mit medienarchäologischem Ohr (und nicht nur hermeneutisch) zu vernehmen.

Die Durchquerung des elektromagnetischen Feldes durch Rundfunk eröffnet dem abendländischen Bewußtsein, das phonozentrisch bislang den Begriff von Anwesenheit zwischen Personen schallraumorientiert definiert hat, eine Extension (im Sinne McLuhans), welche alle Reden über die Supplementarität von Schrift gegenüber Sprache durch das Sprachwerden der Elektrophysik selbst unterläuft. Die Rede Albert Einsteins zur Eröffnung der Funkausstellung Berlin 1930 hebt mit einer Adressierung an, welche ihren technischen Übertragungscharakter selbst mit(an)spricht: "Verehrte Anwesende und Abwesende!" Zunächst erinnert Einstein ausdrücklich an die medienarchäologische Bedingung solcher medieninduzierten Redeformen, verbunden mit den Namen Oersted, Maxwell und von Lieben. Letzterem verdanken wir (parallel zu Lee de Forest in den USA) die gittergesteuerte Kathodenstrahl-Elektronenröhre als elektronisches Relais, also als Element technologischer Übertragung (patentiert als Verstärkerelement für schwache NF-Sprachströme in Telephonleitungen); Maxwell lieferte das mathematische Modell für Faradays Experimente mit Elektromagnetismus, und Oersted lieferte den Anlaß dazu, als er (oder genauer: einer seiner namenlosen Studenten) 1819 eher zufällig - im Rahmen einer Experimentalvorlesung - die Ablenkung einer Magnethöhre durch einen entfernten stromdurchflossenen Leiter entdeckte.

Seit der Entdeckung Hans Christian Oerstedes 1819 sind Elektrizität und Magnetismus keine getrennten Phänomene mehr, sondern erweisen sich im Modus eines Zeitereignis verschränkt: Die Schließung eines Stromkreises (oder seine Unterbrechung,

die spätere "hindrance" in Claude Shannons Schaltalgebra) induziert - so Michael Faradays nachfolgender Begriff dafür - in einer nahegelegenen Kompaßnadel einen *momentanen* Ausschlag.³⁷ Zwischen "sofort" (dem metaphysisch Immediaten) und dem "augenblicklich" siedelt sich ein kleinster Zeit-Punkt an, ein zeitkritischer Moment, der bis hin zur Unschärferelation der Quantenphysik nicht mehr eindeutig ausdehnungslos oder eine zeitliche Erstreckung ist. Gleichursprünglich zu dieser Entdeckung ist seine Nutzung zu Zwecken der Nachrichtenübertragung (Telegraphie), zunächst aber noch grundverschieden von jener binären Digitalität, mit der dieses Verhältnis später im elektronischen Computer zum Einsatz kommt. Auch die Tatsache, daß die Umkehrung der Polung eine Richtungsumkehr im Ausschlag der Magnetnadel bewirkt, liest sich lange nicht als Möglichkeitsbedingung dessen, was dann Radio heißen soll: die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen, also die Verstetigung dieses diskreten medienarchäologischen Moments.

"Induktion" muß in diesem Zusammenhang zwiefach erwähnt werden: einmal als elektrophysikalisches Phänomen gleichen Namens, zum Anderen aber auch als methodisches Verfahren. Vor dem Hintergrund der Schriften Oesteds betont sein Zeitgenosse Michael Faraday, "dass seine Theorie eher auf die Versuche leitete, als die Versuche auf die Theorie. Der Zufall schient bei der Entdeckung sehr wenig mitgespielt zu haben, ausser dass er sie verzögerte, denn die Gedanken waren gefasst."³⁸

Tatsächlich vermutet Oested bereits 1807 im 8. Kapitel seines Werks *Eine Untersuchung über die Identität der chemischen und elektrischen Kräfte*, daß - so Faradays Paraphrase - "Elektricität in ihrem latentesten Zustande irgend eine Wirkung auf den Magnet habe" <ebd.>. Was hier an weiterer Einsicht, also die Medientheorie behinderte, war der seinerzeit diskursangebende philosophische Idealismus im Begriff der Identität, den erst Faraday (und Maxwell) durch einen dynamischen Begriff (den Elektrodynamismus) durchbricht.

Oesteds spätere konkrete Versuchsanordnung jedenfalls ist die Verdinglichung, das innere Objekt eines wissensarchäologischen, im Kern ahistorischen Verhältnisses. Denn Oersteds Entdeckung von 1819 holte dieses grundlegende elektro-magnetische Verhältnis aus seiner physikalischen Latenz in die Unverborgenheit der von Menschen gewußten Welt, also in das Feld der Wissensgeschichte (frei formuliert in

³⁷ Anschaulich dargelegt in: Juliusz J. Herlinger, *Geheimnisvolle Wellen*, dt. Übers. v. Siegfried Schmidt, Warschau (Krajowa Agencja Wadawnicza) 1981, Kapitel 7, 29-33

³⁸ Michael Faraday, *Experimental-Untersuchungen über Elektrizität*, Bd. 2 [**Experimental Researches, 1844*], übers. v. S. Kalischer (1890), Frankfurt/M. (Harri Deutsch) 2004, 287 (Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften Bd. 293)

Anlehnung an Giambattista Vicos Definition von geschichtlicher Welt); einmal explizit geworden, wird dieses implizite physikalische Wissen damit techno-physikalisch machbar. Oesteds Befund hat die damalige wissenschaftliche Welt fast unmittelbar und buchstäblich elektrisiert; die deutsche Übersetzung des zunächst lateinisch verfaßten Berichts von Hans-Christian Oersted lautet 1820 "Versuche über die Wirkung des elektrischen Concllicts" auf die Magnetnadel"³⁹. Dieser "Conflict" ist grundsätzlicher Natur, denn er führt zu einer epistemologischen Erschütterung des bisherigen Weltbilds, und nicht von ungefähr bildet die Entdeckung des Phänomens eines Magnetfelds um Stromleiter für Karl Steinbuch⁴⁰ den Auftakt einer Epoche elektrischer Nachrichtentechnik, die mit bisherigen Nachrichten(kultur)techniken bricht. Deren Zweck nämlich erschöpfte sich bislang im Transport von Signalen über räumliche Entfernungen, während elektrische Nachrichtentechnik implizit bereit auf jene Informationsverarbeitung verweist, in der Ein- und Ausgang des Systems keine Frage der Distanzüberbrückung mehr ist, sondern in kleinsten Zeit/räumen vonstatten geht, in denen alles geschieht: numerische und logische Operationen aller Art.

Plötzlich steht also um 1820 mit dem Phänomen elektromagnetischer Induktion ein Fremdkörper im Wissensraum: an sich unsichtbar, nur als Phänomen sinnlich faßbar, also ein genuines Objekt von Medientheorie.

Einsteins medienarchäologische Erinnerung resultiert in der medientheoretischen Forderung, beim Radiohören diese Bedingungen nicht zu vergessen, sondern jeweils mitzuhören - so wie wir heute aufgefordert sind, unsererseits die Tatsache mitzureflekieren, daß diese Überbrückung von Abwesenheit durch elektomechanische Aufzeichnungs- und elektromagentische Wiedergabemedien die beliebige Iteratierbarkeit dieser Rede bedeutet. Eine Compact Disk des Kölner Verlags Supposé läßt Einsteins Stimme derart erklingen:

Verehrte An- und Abwesende! Wenn Ihr den Rundfunk höret, so denkt auch daran, wie die Menschen in den Besitz dieses wunderbaren Werkzeuges der Mitteilung gekommen sind. Der Urquell aller technischen Errungenschaften ist die göttliche Neugier und der Spieltrieb des bastelnden und grübelnden Forschers und nicht minder die konstruktive Phantasie des technischen Erfinders. Denkt an Oersted, der zuerst die magnetische Wirkung elektrischer Ströme bemerkte, an Reis, der diese Wirkung zuerst benutzte, um auf elektromagnetischem Wege Schall zu erzeugen, an Bell, der unter Benutzung empfindlicher Kontakte mit seinem Mikrophon zuerst Schallschwingungen in variable elektrische Ströme verwandelte. Denkt auch an Maxwell, der die Existenz elektrischer Wellen auf mathematischem Wege aufzeigte, an Hertz, der sie zuerst mit Hilfe des Funkens erzeugte und nachwies. Gedenket besonders auch Liebens, der in der elektrischen Ventilröhre ein unvergleichliches Spürorgan für elektrische Schwingungen erdachte, das sich zugleich als ideal einfaches Instrument zur Erzeugung

³⁹ In: Annalen der Physik 66 (1820), 295-304

⁴⁰ Karl Steinbuch, Automat und Mensch, 4. neubearb. Aufl. Berlin / Heidelberg / New York (Springer) 1971, 91f

elektrischer Schwingungen herausstellte. Gedenket dankbar des Heeres namenloser Techniker, welche die Instrumente des Radio-Verkehres so vereinfachten und der Massenfabrikation anpassten, dass sie jedermann zugänglich geworden sind. Sollen sich auch alle schämen, die gedankenlos sich der Wunder der Wissenschaft und Technik bedienen und nicht mehr davon geistig erfasst haben als die Kuh von der Botanik der Pflanzen, die sie mit Wohlbehagen frisst.⁴¹

In seiner Rede erinnert Albert Einstein also zunächst an die medienarchäologischen Bedingungen von Radio, und das ist gerade nicht Radiophonie im Sinne der Übertragung sprachlicher und musikalischer Semantik, sondern die Technologie von drahtlosem Funk.

Damit sind wir bei Formen von Extremradio. Während Massenmedien dadurch definiert sind, daß Radio und Fernsehen dazu dienen, durch Empfangsapparate Programme als Inhalte zu empfangen, meint Extremradio die medienarchäologische Variante: Programme als Testobjekte zur Bestimmung von Wellen und Frequenzen und ihren Bewegungen; dazu dienen speziell Sprache und Musik neben anderen kommunikativen (Morsefunk, Codes) sowie nicht-kommunikativen (Trägerwellen, Störungen) Geräuschen. Dies gilt insbesondere für die dynamischen Radiobewegungen (Kurzwellen, gespiegelt an der Ionosphäre, damit die Physik selbst in ihren Wettern abbildend). Diese Methode ist medienarchäologisch auch im konkreten Sinne von Geschehenem. Als über drahtlose Telegraphie erstmals nicht mehr ein Morsecode aus akustischen Strichen und Punkten, sondern eine menschliche Stimme gefunkt wurde, geschah dies senderseitig zu Testzwecken; menschliche Artikulation (also Kultur) wird zum Testfall technischer Medien. Für experimentelle Testzwecke von amplitudenmodulierten Kurzwellensendungen ist rundfunkrechtlich die Frequenz 13,56 MHz außerhalb der Rundfunkbänder freigegeben; "allerdings muss klar gesagt werden, dass ein eigener Rundfunksender auf dieser Frequenz in jedem Falle illegal ist. Führen Sie also nur kurze Experimente durch und verzichten Sie nach Möglichkeit auf ein regelmäßiges Programm"⁴² - die ganze Differenz zwischen Rundfunk als medienarchäologisches Ereignis und als Massenmedium.

"Radio" meint ja zunächst nicht die Inhalte des Senders, sondern ein elektrophysikalisches Phänomen; wie auch in anderen Fällen des medienepistemischen Labors des 19. Jahrhunderts gilt auch für den Entdeckung der elektrischen

⁴¹ Albert Einstein, Völkerverständigung als Aufgabe des Rundfunks, Berlin, Haus der Funkindustrie, 22. August 1930, Eröffnungsansprache der 7. Großen Deutschen Funkausstellung und Phonoschau, Rundfunkaufnahme. Mit Dank an Sebastian Döring (Berlin) für die exakte Transkription von der Compact Disk xxx, Köln (Supposé)

⁴² Lernpaket Tesla-Energie. Handbuch (Günter Wahl / Burkhard Kainka), Poing (Franzis) 2005, 18

Funkenübertragung, Heinrich Hertz, daß sein Interesse zunächst ein analytisches, nicht medientheatralisches ist.

Doch dann geschieht auch mit drahtloser Telegraphie, was für die Emergenz aller hochtechnischer Medien der Neuzeit gilt: der Umschlag von einer technologischen Syntax zu einer massenmedialen Semantik. So wird aus Hochfrequenzfunk "Radio", und auch Einsteins Berliner Rede läuft auf diese (gegenüber der medienarchäologischen Methode) andere Seite von Medienwissen(schaft) hinaus, nämlich die Globalisierung von Politik durch das Radio:

Bis auf unsere Tage lernten die Völker einander fast ausschließlich durch den verzerrenden Spiegel der eigenen Tagespresse kennen. Der Rundfunk zeigt sie einander in lebendigster Form und in der Hauptsache von der lebenswürdigen Seite. Er wird so dazu beitragen, das Gefühl gegenseitiger Fremdheit auszutilgen. <Einstein a.a.O.>

Damit tritt Radio das Erbe jener Funktion ein, die im 19. Jahrhundert, der Epoche des ästhetischen Historismus, Architektur und das kulturhistorische Museum hatten:

Der Historismus ist heute nicht nur nicht überwunden, sondern er tritt jetzt erst in das Stadium seiner Ausbreitung und Verfestigung. Die technische Organisation der Weltöffentlichkeit durch den Rundfunk und die bereits nachhinkende Presse ist die eigentliche Herrschaftsform des Historismus.⁴³

Heidegger weiß, wovon er (zu diesem Zeitpunkt) schreibt.

Auf der Suche nach den Atmosphären, in denen Denken zustandekommt, erfuhr ich bei meinem Besuch in Todtnauberg durch ein Informationsblatt, daß Martin Heidegger 1962 ein kleines Radio anschaffte, um auch in der Hütte die aktuellen Nachrichten zur damaligen Kuba-Krise hören zu können. Bekanntermaßen hatte Martin Heidegger ein ambivalentes Verhältnis zu den elektronischen Massenmedien (Radio und Fernsehen); dennoch war es zu diesem Zeitpunkt ein solches Gerät, das ihm Anteil an der Ereignishaftigkeit von Welt gewährte (die elektronische Übertragungstechnik nennt es nicht Dasein, sondern "live").

Eine briefliche Anfrage vom Juni 2008 bei Dipl. Ing. Jörg Heidegger in Freiburg nach dem Verbleib von Martin Heideggers Radio, weiterleitet an Hermann Heidegger, ergab für das während der Kuba-Krise angeschaffte Radio ein "Grundig-Musikgerät 88" mit der Fabrikations Nr. 5 1218 No. 16702. Ein typengleiches Gerät vermag dem Seh- und Hörsinn heute Anteil zu geben am Klang einer anderen historischen Zeit und einen zeitsinnhaften Bezug (wenn nicht Kurschluß) herzustellen zwischen 1962 und 2008: eine Kontraktion von Historie durch medieninduzierte Zeitweisen.

⁴³ Martin Heidegger, Der Satz des Anaximander, in: ders., Holzwege, Frankfurt/M. (4. Auflage) 1963, 301

Rückblick auf Fernsehen: Antike Sehstrahltheorie und Kathodenstrahlröhre

Wir hörten es: Ultrakurzwellen im Radiobereich stehen im Frequenzspektrum dem Licht näher als dem Schall. Wiederholen wir noch einmal Heinrich Hertz' prinzipiellen Einspruch gegen die Möglichkeit der drahtlosen Übertragung von Telephonie. Sehen wir an dieser Stelle davon ab, daß es unter dem Namen "Drahtfunk" tatsächlich für eine kurze medienhistorische Epoche zu einer Radioübertragung unter umgekehrten Vorzeichen, nämlich über Telephonleitungen, gekommen ist.

Der 1931 in der Schweiz eingeführte niederfrequente *Telefonrundspruch* übertrug das Radioprogramm über die Telefonleitung. "Die geringe mögliche Sendeleistung von einigen Milliwatt erforderte aber einen Verstärker beim Empfänger. Zudem wurde während eines Telefongesprächs der Telefonrundspruch unterbrochen. Deshalb wurde 1941 der Hochfrequenztelefonrundspruch HF-TR eingeführt."⁴⁴

Hertz hält drahtlose Telephonie, also den Elektromagnetismus im sprachlichen Frequenzbereich, für praktisch undenkbar:

Nehmen sie tausend Schwingungen in der Sekunde, so würde dem doch im Äther schon eine Wellenlänge von 300 Kilometern entsprechen, und von der gleichen Größe müßten auch die Brennweiten der benutzen Spiegel sein. Könnten sie also Hohlspiegel von der Größe eines Kontinents bauen, so könnten sie damit die beabsichtigten Versuche gut anstellen, aber praktisch nichts machen, mit gewöhnlichen Hohlspiegeln würden sie nicht die geringste Wirkung verspüren.⁴⁵ <Weilenmann 1903: 15>

So einschneidend ist die Differenz zwischen dem (später von Athanasius Kircher weitergedachten) spiegeloptischen Brennstrahlensystem zur Übertragung kodierter Nachrichten und einer Technologie, die auch das Medium der Übertragung - die elektromagnetischen Wellen - erst künstlich erschafft.

Sehstrahlen sind ein uraltes Thema im Abendland. In Comenius' Bildatlas *Orbis Sensualium Pictus* von 1659 ist die Allegorie der Prudentia (also der Voraussicht) mit zwei komplementären Medien makrozeitlicher *theoria* ausgestattet, einem katoptrischen und einem dioptrischen. Der reflektierte Blick in die Vergangenheit bedarf des Spiegels. Doch der Blick in die Zukunft bedient sich einer televisuellen Prothese, des Teleskops. "Fernsehen" liegt im medialen Sinn des Begriffs Theorie selbst angelegt (die altgriechische *theoria* als von der Optik abstrahierte Einsicht). Damit Fernsehen aber von einer philosophischen Metapher zum operativen Medium wird,

⁴⁴ <http://de.wikipedia.org/wiki/Telefonrundspruch>; Zugriff 10. Oktober 2008

⁴⁵ Siehe dazu auch Wolfgang Hagen, Radiofunken und Radiowellen. Zur Geschichte der Oszillation eines transienten Mediums, *online* unter www.whagen.de

bedarf es eines grundsätzlich anderen Ansatzes, einer Erdung der Erfindung nach den Gesetzen der Elektrophysik.

Kalenderblatt 10. Dezember 2008: Die EU-Kommission in Brüssel verkündet ihre Vorlage für das EU-Parlament, nach 130 Jahren schrittweise die klassische Glühbirne vom Markt zu nehmen und durch energiesparendere Leuchtquellen zu ersetzen. In der offiziellen Mediengeschichtsschreibung geht die Erfindung der Glühbirne auf den gleichnamigen Thomas Alva Edison zurück, dem wir - fast zeitgleich - die Entdeckung des Phonographen verdanken. Auch hier kann eine Reihe von Vorläufern genannt werden, doch wieder ist erst Edison es, der dem neuen reinen Medium (McLuhan) der Glühbirne zum kommerziellen Durchbruch verhilft (wenngleich noch basiert auf dem von ihm favorisierten Gleichstrom). Soweit die Technik- und Kulturgeschichte; die methodische Differenz aber liegt im Blick der Medienwissenschaft, speziell der Medienarchäologie, auf strukturverwandte Artefakte, die disjunktiv (also im Reich der Phänomene der sogenannten Medienkultur) scheinbar einem ganz anderen Regime angehören. Als nämlich Edison mit Verbesserungen der Glühbirne experimentierte, bemerkte er beim versuchsweisen Anlegen einer dritten Elektrode (gegenüber dem Heizfaden) das Auftreten eines bläulichen Schimmers an der Wand des evakuierten Glaskolbens. Obgleich Edison dieses Phänomen physikalisch und theoretisch nicht zu deuten vermag, läßt er sich diese Beobachtung instinktsicher patentieren. Seitdem gilt der sogenannte Edison-Effekt als Ur-Moment der Elektronenröhre, die in ihrer einfachsten Form (also nicht als Triode) schlicht aus einer Kathode und einer Anode besteht, wozwischen sich bei Anlegen einer Stromspannung ein Elektronenfluß ereignet.

Lee de Forest ergänzt 1906 diese Anordnung durch Einfügung einer mittleren dritten Elektrode, die den Stromfluß zu steuern vermag und damit den Schritt zur Elektronik vollzieht; im gleichen Jahr 1906 läßt sich Robert von Lieben in Wien eine Kathodenstrahl-Elektronenröhre als Verstärker-Relais für die von ihm fabrizierten und betriebenen Telephonleitungen patentieren. Und obgleich die Verstärkerfunktion hier eine ganz und gar andere, nämlich auf niederfrequente Telephonströme hin angelegte ist, stellt die von-Lieben-Röhre dennoch eine Ur-Form der Bildröhre dar, wie sie uns aus Fernsehen, Video und Computermonitoren lange vertraut war, bis daß jetzt in dramatischem Tempo das Flachbildschirm an dessen Stelle rückt, der nicht eine Optimierung, sondern eine grundsätzliche andere Funktionsweise hat und damit eine Differenz von geradezu medienepistemologischer Dimension bildet: von der Einzeilen-Abtastung zum pixelbasierten, also diskret adressierbaren, also nicht mehr nur sprunghaft-halbdigitalen, sondern genuin digitalen Bild.

Bekanntlich wurde die Funktion der Elektronenröhre in den

Massenmedien des 20. Jahrhunderts, also vornehmlich in Radio und Fernsehen, in den 1960er Jahren durch den viel kompakteren und letztlich robusteren Transistor ersetzt, resultierend in einer geradezu revolutionären Miniaturisierung jener Medien (Beispiel Transistorradio). Was sich jedoch der Miniaturisierung widersetzt ist die Funktion der Elektronenröhre als Interface zum Menschen, nämlich die Bildröhre, die schlechthin nicht durch einen Transistor ersetzbar ist, weil der nämlich keine Elektronen auf ein lichtempfindliches Material prallen läßt, also keine Elektronenkanone darstellt. Und so glimmt im Inneren jener Fernseher, wo ansonsten alle anderen vormals mit Elektronenröhren besetzten Schaltelemente durch winzige Transistoren ersetzt sind, immer noch ein rötlicher Punkt weiter: die Kathode der Bildröhre, die sich von außen betrachtet als Mattscheibe für das Fernsehbild gibt: die Erscheinung eines Anachronismus, der nicht technikhistorisch, sondern allein mit medienarchäologischem Vokabular gefaßt werden kann.

Mit der anachronistischen Insistenz der Bildröhre nehmen wir den Faden der vergangenen Woche wieder auf und knüpfen an das Ende der letzten Vorlesung an: Wir waren nämlich auf die Archäologie des zunächst elektromechanischen, dann elektronischen Mediums Fernsehen zu sprechen gekommen.

In der Bildröhre liegt der Sprung von Elektromechanik zu Elektronik des Fernsehens. Hier liegt ihre fortwährende medienarchäologische Bedeutung, über ihren historischen Ursprung und ihr Verschwinden hinaus. "Arché", *nota bene*, meint ebenso den zeitlichen Erstmoment wie das epistemologische Moment. Von daher ein Rückblick auf die vorgängige, nämlich nämlich elektro-mechanische Alternative zum elektronischen Fernsehen: Als Paul Nipkow am 6. Januar 1884 sein Patent für die elektrische Wiedergabe leuchtender Objekte - also immaterielle Datenverarbeitung - anmeldet, lautet es auf einen *elektrischen Teleskopen*. Denes von Mihály's *Telehor* überträgt 1919 erste Fernsehbilder im buchstäblichen Sinne, bis daß diese Elektromechanik an ihre Grenzen gerät und vollelektronisch wird. Von Anfang an schlägt sich also Fernsehen (mit Raphael Eduard Liesegangs *Beiträge zum elektrischen Fernsehen* von 1891) einer anderen *epistémé* zu als das Kino der Gebrüder Lumière oder Edisons von 1895; nicht um die Fixierung, also *Speicherung* und Reaktivierung einer Bewegungsschrift geht es, sondern um unmittelbare *Bildübertragung* - eine andere Medienökonomie der Zeit.

Der Kontext des Fernsehbilds triggert zunächst eine medienarchäologische Anamnese: René Descartes' Sehtheorie,

<linearesw Lesen altgriechisches Lesen implizit>

die auf dem Gewebe an den Enden der Sehnerven namens Netzhaut beruht und radikal mit der Sehtheorie der Antike bricht (wenngleich er Wert darauf legt, in seiner Philosophie mit Aristoteles übereinzustimmen). In Anknüpfung an Platons Dialog *Timaios* hatte der Arzt Galen anatomische Kenntnisse in eine buchstäbliche Erkenntnistheorie des Sehens verwandelt, derzufolge vom Gehirn ein von einem Nerv umgebener Kanal zum Auge führt, wo er sich zu einem netzartigen Gewebe abplattet. Sehen entsteht nun, indem das Auge die umgebende Luft als "Atmosphäre", als Medium im Sinne von Aristoteles benutzt, als Kanal mithin, so daß ein aus dem Auge ausströmendes Sehpneuma, der Sehstrahl, die umgebende Luft in eine Art Verlängerung des optischen Nervs verwandelt <dazu Scholz 2000: 643f>.

Der antiken Sehstrahltheorie gegenüber steht die geometrische Optik, "der es um eine Analyse des Sehens auf mathematischer Grundlage zu tun ist" <Scholz 2000: 644> - wie schon die Perspektive als mathematische und symbolische Form der Bildung von Bildern. Die Antike ahnte davon, wollte es aber nicht wissen (*visum* / sehen), eben weil sie davon aushin, daß unsere Sehstrahlen die Dinge treffen und nicht umgekehrt. Gérard Simon spricht von einer „in unsere Kultur nicht übertragbare(n) Theorie“⁴⁶. Ganz nahe an Marshall McLuhans präferiertem sensorischem Kanal wurde der Sehstrahl in der Antike "als eine Art Auswuchs der Seele aufgefaßt, der <...> die Dinge sozusagen auf Distanz *betastet*" <Simon 1992: 232>. Damit aber sind wir nun doch wieder beim bildarchäologischen Blick des Scanners, denn er ist es, der die Vorlagen beleuchtet, Punkt für Punkt abtastet und speichert. Der Sehstrahl ist "ein konzeptuelles Werkzeug" <Simon 1992: 234>, also eine Theorie-Maschine, die eine geometrische Analyse des Sehens gestattete. Wenn jedem Element des Sichtbaren ein Element des Blicks entspricht, wird die techno-epistemische Grundlage dieser antiken Auffassung evident: das diskrete Vokalalphabet.

Nichts anderes vollzieht der Kathodenstrahl unserer Bildröhren: Er tastet die phosphorisierte Innenoberfläche des Monitors zeilenweise ab und stimuliert sie optisch. In der seriellen (statt parallelen) Bildtechnik wird das Bild durch einen zeitlich ausgedehnten Schreibvorgang auf dem Bildträger erzeugt, also gerade nicht simultan; hier schreibt sich der Widerstreit von telegraphischen Techniken als Funktion der Relation von Ökonomie des Zeichenvorrats und Kanalkapazität fort. Und doch bleibt die technische Kodierung der optischen Daten auf Empfangsseite eine diskrete; „das ermöglicht nicht nur die Bild-Fernübertragung, sondern auch die bildpunktmäßige Beeinflussung des Bildinhaltes.“⁴⁷

⁴⁶ Gérard Simon, *Der Blick, das Sehen und die Erscheinung in der antiken Optik* [*Le regard, Paris 1988], aus d. Frz. v. Heinz Jatho, München (Fink) 1992, 230ff

⁴⁷ Friedrich Bestenreiner, *Vom Punkt zum Bild: Entwicklung,*

Wenn Graphen als Punktmengen anschreibbar sind, sind sie übertragbar - schon mechanisch (etwa durch den Pantographen, mit dem die Lochkarten für Hollerith-Maschinen gestanzt wurden). Das kartesische Koordinatensystem aus x- und y-Achse stellt das Dispositiv dafür bereit (doch vor allem ersetzte Descartes die projektive, anschauliche Theorie durch die analytische, mathematisierte⁴⁸).

Womit der medienarchäologische Tigersprung (wenn nicht Kurzschluß) zur Technik des Fernsehbildes ansetzt: Am Anfang steht die noch auf keinerlei Massenmedium hinausweisende Entdeckung Willoughby Smiths von 1873, daß sich der elektrische Widerstand von Selen unter Einfluß von Licht verändert; folgt die Entwicklung der Photozelle, von Photo- und Kopiertelegraph.

In gleichen Jahr, als Edison bei New York der akustischen Schallaufzeichnung mit seinem Phonographen auf die Spur kommt (1877), hat der Franzose Senlecq die Idee, Bilder oder Objekte über ein Photozellenfeld abzutasten und *alibi*, auf Empfängerseite durch ein Glühlampenfeld wiederzugeben. Jede Photozelle des *Télectroscope* sollte per Kabel mit einer Glühlampe verbunden werden, in grober Analogie zur Übertagung von optischen Signalen im menschlichen Sehnervennetz und zu den gepixelten Bildern am aktuellen Computer. Auch in Senlecqs Entwurf wird das Abbild durch eine Linse auf die sensorischen Photozellen geworfen. Die Firma Telefunken hat das Verfahren später tatsächlich gebaut. Eine Auflösung von 100 x 100 Punkten erforderte 10.000 Glühlämpchen und entsprechend viele Kabelverbindungen - das Bild als Koexistenz von Körpern im Raum (frei nach Gotthold Ephraim Lessings *Laokoon* von 1766) statt Sukzession von Ereignissen in der Zeit.

Das Fernsehen also wird erst möglich aus der Konstruktion eines lichtempfindlichen Schaltelements in Kombination mit Übertragungstechnik, so daß "eine Allgemeine und Vergleichende Medientheorie <...> auf der Basis einer ebenso *Allgemeinen Schaltungstechnik* anzusetzen hat."⁴⁹ Die Helligkeits- und Farbverteilung des Objektes wird in einem optoelektronischen Abtastvorgang in entsprechende elektrische Signale transformiert - also nicht "Zeichen", sondern physikalische Ereignisse, ein (wenn auch nicht immer noch von Menschen) wahrnehmbarer Werteverlauf in Raum und Zeit.⁵⁰

Stand und Zukunftsaspekte der Bildtechnik, Karlsruhe (Wichmann) 1988, Kapitel 4: „Serielle Bildtechnik“, 243ff (243)

⁴⁸ Étienne Jules Marey, *La Méthode Graphique dans les sciences expérimentales*, Paris (Masson) 1894, 11f

⁴⁹ Bernhard Dotzler, *Multimedialität nach Herman Hollerith*, in: Harro Segeberg (Hg.), *Die Medien und ihre Technik*, 2004, 219

⁵⁰ Frei nach Werner Zorn, Professor für Informatik am Hasso-

Die medienarchäologische Bedingung dafür, daß es überhaupt zu Bildübertragungen als semiotischen Kodierungen kommen kann, sind Elektro- und Informationstechnik. Archäologie wird (im freien Anschluß an Nietzsche, Heidegger, Foucault und Deleuze) verstanden als die Frage nach den grundlegenden Wissensformationen, hier konkret: technomathematischen Aprioris abendländischer Kultur, und Genealogie als die Frage nach den Fortzpfanzungslinien des Wissens und seiner Implementierungen in Hardware, die schlagartig neue Wege gehen können und damit nicht auf ihre historische Herkunft reduzierbar sind. Zur Genealogie des Fernsehens gehört dementsprechend seine Wandlung vom Meßmedium zum Massen- und Unterhaltungsmedium; seine medienarchäologische Bedingtheit aber schreibt sich fort. Auf einer Bildträgerfläche des Empfängers wird dieses Muster unter abermaliger optoelektronischer Wandlung "zu einem dem Objekt entsprechenden Bild zusammengesetzt" <Bestenreiner 1988: 249> - wobei das elektrotechnische "Bild" selbst in Führungsstriche gerät. Jetzt wird aus dem Bild ein Medium im nachrichtentheoretischen Sinn, d. h. speicherbar, berechenbar, übertragbar. Das galt schon für die Photographie: Im Sommer 1826 gelingt es Nicéphore Niepce in Maison Gras bei Chalon-sur-Saône die erste *haltbare* Photographie herzustellen <Bestenreiner 1988: 1>. Ist *Bild* erst, was dauert, also speicher- und übertragbar ist? Das Bild, als photographische Streuung von Energie gelesen, verliert im medienarchäologischen Blickfeld seinen ikonischen Charakter. Daran erinnert noch abrupter die ganz andere Funktion der Kathodenstrahl"bild"röhre als Zwischenspeichermedium im sogenannten Manchester Baby, einem frühesten elektronischen Digitalcomputer 1948.⁵¹

Seit Erfindung der Photographie wurden Bilder nicht mehr ausschließlich punkt-, linien- oder strichweise von Hand hergestellt, als geometrische Zuordnung einer Menge von Punkten eines Objektraumes zu einer Menge von Punkten eines Bildraumes, "sondern sie entstanden simultan, d. h. gleichzeitig an allen Stellen des Bildträgers durch Belichtung einer lichtempfindlichen Schicht mit einer bildmäßigen Energieverteilung."⁵² Hier ist der antike Begriff des Sehstrahls dem Prinzip der Fern-Übertragung selbst eingetragen.⁵³

Was geschieht wirklich auf dem sogenannten Bildschirm? Elektronen geben freiwerdende Energie als Lichtquant ab. An dieser Stelle (oder besser: in diesem elektronischen Moment)

Plattner-Institut, Potsdam

⁵¹ Dazu der Beitrag von Peter Berz in: Axel Volmar (Hg.), *Zeitkritische Medien*, Berlin 2009

⁵² Bestenreiner 1988, Kapitel 1 „Elementare Systemtheorie der Bildtechnik“, 1ff (1f)

⁵³ Siehe die Skizze zum Prinzip der Bild-Fernübertragung in Bestenreiner 1988: 249, Fig. 193

werden jene „Bilder der Energie“, die vorher allein Gegenstand allegorischer Darstellung waren, zum physikalischen Naturselbstaussdruck. Die Wirkungsweise der Kathodenstrahlröhre beruht auf der Glühemission von Elektronen im Vakuum sowie deren Beschleunigung und Ablenkung durch elektrische bzw. magnetische Felder, schließlich auf der Umwandlung ihrer Energie zu Licht in einem Phosphor <siehe Bestenreiner 1988: 247>.

Ist die antike Sehstrahltheorie auf die Computergraphik der Gegenwart übertragbar, wenn sie mit der Kulturtechnik der Perspektive verschränkt wird?

Raytracing-Programme beginnen im elementaren Fall damit, den Bildschirm als zweidimensionales Fenster mit Blick auf eine virtuelle Dreidimensionalität zu definieren. Dann folgen zwei Iterationsschleifen über alle Zeilen und Spalten dieses Bildschirms, bis ein Sehstrahl vom virtuellen, vor dem Bildschirm gelagerten Auge sämtliche Pixel einmal erreicht hat. Hinter den Pixeln aber wandern diese virtuellen Strahlen weiter, um lauter unterschiedliche Schicksale zu erfahren. Die meisten haben zwar das Glück, auf keine Oberfläche zu treffen, können also auf schnellstem Weg mit dem Auftrag abbrechen, eine bloße Hintergrundfarbe wie etwa den Himmel wiederzugeben. Andere Strahlen dagegen verstricken sich in eine durchsichtige Glaskugel vom Descartes-Typ, wo ihnen zahllose Brechungen und Spiegelungen bevorstünden, wenn die Ungeduld von Computergraphikprogrammen die maximal zulässigen Rekursionen nicht künstlich begrenzen würde. Das muß schon deshalb sein, weil ein Lichtstrahlspiel, das zwischen zwei parallele und perfekte Spiegel geriete, nie wieder aufhören würde, wohingegen Algorithmen durch endlichen Zeitverbrauch nachgerade definiert sind. Raytracing erzeugt also, kurz gesagt, aus dem Zusammenspiel eines unendlich dünnen Lichtstrahls mit einer Menge zweidimensionaler Oberflächen im virtuellen Raum schließlich physikalisch-reale Hochglanzbilder. Alle Oberflächen, die die analytische Geometrie seit Descartes algebraisch definieren kann, sind erlaubt, alle Interaktionen zwischen Lichtern, spiegelnden und/oder teildurchsichtigen Oberflächen sind modellierbar.⁵⁴

Der Rückgriff auf die antike Sehstrahltheorie, welche *avant la lettre* auch eine Theorie elektronischer Bildabtastung zu sein scheint, hat immer wieder einen aktuellen Anlaß. Am 30. Januar 1999 meldeten die Nachrichten, US-Kampfbomber hätten erneut eine irakische Militärbasis unter Beschuß genommen, weil sie von dort aus durch Radarstrahlen erfaßt worden seien. Und eine solche Erfassung zählt in der militärischen Logistik bereits als Angriff und Eingriff: der Blick, der durchdringt und damit schon verletzt.

Das über die Augen aufgenommene Bild bewegt die Lebensgeister in René Descartes' *Tractatus de homine* (Paris 1677) – oder aber es tötet, wenn der Blick technisch wird; so zeigt es Harun Farockis filmische Essayserie *Auge / Maschine I-III* (D 2000ff) am Beispiel intelligenter ballistischer Waffen. Die Versuche mit Fernsehbomben sind ein Zwilling der V2-Raketen von Peenemünde im Zweiten Weltkrieg.

⁵⁴ Friedrich Kittler, *Optische Medien*, Berlin (Merve) 2002, xxx

Doch William Uricchio registriert eine bemerkenswerte Asynchronität von Mediengeschichte: Fernsehen kam eigentlich zu spät. Wie also wäre Mediengeschichte unter Rücksicht darauf anders zu schreiben?⁵⁵ Vielleicht präzise von ihren medienepistemisch entscheidenden Artefakten und technischen Modulen her, und nicht als Geschichte dessen, was erst immer am Ende zum Ensemble namens Radio oder Fernsehen oder Computer formatiert wurde. Keine Geschichte des Fernsehers also, sondern eine Medienarchäologie der Braunschen Röhre - das eigentliche Fernsehen zu Meßzwecken. Die Bildröhre (falls der Bildbegriff hier überhaupt angemessen ist) ermöglicht Kurvendarstellungen aller Signale, die sich in elektrische Meßsignale überführen lassen - kein ästhetisches, sondern strikt technisches Erbe der Kymographen der Physiologie. Insofern steht dieses Fernsehbild noch in indexikalischem Direktkontakt mit der physikalischen Welt, vor allem auch ihrer Zeitleichkeit - statt nur eine Simulation zu sein, wie es eine Reihe von frühen Medienkritikern wie Alfred Andersch schreiben, ohne selbst fernzusehen.

Das von Karl Ferdinand Braun 1897 entwickelte Artefakt ist eine zu einem Bildschirm geformte Röhre, dessen Elektronenstrahl durch Ablenkplatten in der Richtung gelenkt werden kann. Hier wird ein internes, nomarlerweise im Verborgenen operierendes elektrotechnisches Artefakt plötzlich selbst zum Medientheater, zur Szene, zum Projektionsmedium, zum Äquivalent der Kino-Leinwand, zum "Televisor" frei nach George Orwell - und in umgekehrter *aisthesis* der Bildspeicherröhre früher Computer (Williams Tube).

Auf der Innenseite der Röhre ist Phospor aufgetragen, der durch den Elektronenstrahl angeregt Lichtpunkte erzeugt. Ein ehemals alchimistisches Medium kommt hier funktional zum Einsatz. Durch die hohe Geschwindigkeit, mit der sich der Elektronenstrahl bewegt, nimmt das menschliche Auge (anders als der Blick korrespondierender Maschinen) keine einzelnen Punkte sondern ganze Bilder wahr - technische Bilder im wahrsten Sinne. Die schon vom Stroboskop- und Nachbildeffekt vom Film her bekannte Trägheit des Auges rutscht hier von der makrotechnischen Abfolge diskreter Photographien (16-24 Frames/Sek.) auf die Ebene diskreter Bildpunkte in Zeilen und Matrizen selbst, wie es schon jedes krude Modell einer Nipkow-Scheibe in den Experimentierräumen von Technikmuseen, extrem verlangsamte, noch mechanisch nachvollziehbar macht.

Tatsächlich arbeitet das optische Gedächtnis des Menschen nicht nur mit kognitiven Assoziationen, sondern ebenso mit schlicht physiologisch begründeten Nachbildern. Die Langsamkeit (also im Sinne McLuhans Schwäche) der menschlichen

⁵⁵ William Uricchio, Technologies of time <draft version>, angekündigt für: J. Olsson (Hg.), Visions of Modernity (working title), Berkeley (University of California Press); *online* <http://www.let.uu.nl/~william.uricchio/personal/OLSSON2.html>

Nervenerregung wird hier konstitutiv für einen Medieneffekt, denn "jede Nervenerregung dauert etwas länger, als der Reiz einwirkt, und braucht etwas Zeit zum Abklingen" <Müller 1915: 53> - *nota bene* die akustische Metapher oder eben gerade nicht Metapher, sondern Analogie der Schwingung und der Dämpfung von Schwingungen (Nachbilder, Nachklänge). Klassisches Beispiel sind die Speichen sich drehender Räder, zumal beim Vordergrund eines Lattenzauns (und in zweiter Ordnung gebrochen durch die Filmprojektion selbst, wie in jedem klassischen Western). Kino im Kopf:

Jetzt sind auch Postkarten zu kaufen, die 35 Sekunden lang zu fixieren sind. Wenden wir dann den Blick weg, auf die weiße Wand oder an die Decke, so sehen wir je nach der Vorlage noch lange Zeit, 5-7mal und öfters, das Bild Bismarcks, Hindenburgs usw. Diese Erscheinung beruht durchaus auf "Nachbildern". <Müller 1915: 53>

Auf Empfängerseite ist in der elektronischen Bildpunktübertragung die mit dem Sender korrespondierende rotierende Nipkowscheibe erspart. Die von Robert von Lieben entwickelte Glühkathoden-Verstärkerröhre erlaubte es, einfache Linien und Schriftzeichen unter Zuhilfenahme der Braunschen Röhre zu übertragen. Was einmal als Meßbild gemeint war, wird in allgemeine Signalverarbeitung übertragen.

Schattenrisse von sich bewegenden Scheren und Zangen sendet Dénes von Mihály 1919 über ein 5 Kilometer langes Kabel. Sein noch elektro-mechanisches System „Telehor“ arbeitete mit einer Nipkow-Scheibe von 30 Zeilen und 10 Bildern/Sek.; dieser televisuelle Volksempfänger (als Bausatz verkauft) findet aufgrund mangelnder Bildqualität allerdings wenig Akzeptanz.⁵⁶ Im Sinne McLuhans ist dieses archaische Fernsehen noch allzu "kalt"; im Sinne einer Medienarchäologie aber näher am Wesen des Geräts als alle folgenden TV-Sendungen.

Als bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang von elektronischer Bildübertragung jedoch festzuhalten, daß sie nach dem Prinzip Radio geschah: die niedrige Bildzeilenzahl erlaubte eine Übertragung der optischen Signale im Mittelwellenbereich, war also - ebenso wie der Fernsehton - über das Dispositiv des Radios (auch als Verstärker) zu empfangen. Das eigentliche Fernseheteil war nichts als die Extension, geradezu ein Peripheriegerät, zum Radio. Und nur deshalb ist es auch heute wieder möglich, Fernsehbilder für den Nachbau eines Telehor-Empfängers von Compact Disc abzuspielen: TV-Bewegtbilder werden abgetastet und in wav-Dateien abgespeichert, die dann wiederum die Signalquelle zur Modulation einer sich drehenden Nipkow-Scheibe eingesetzt werden kann.

⁵⁶ Auch dazu die mit entsprechenden Diagrammen versehene Kurzgeschichte des technischen Fernsehens von Movie-College (www.movie-college.de)

Resümieren wir den Zwischenstand dieser Betrachtungen, deren Sinn es ist, medienwissenschaftliche Methoden und vor allem Denkweisen anhand eines Themenschwerpunkts exemplarisch vorzuführen. Zum Kern der Definition operativer Medien - hier als Hervorbringungen der Wissenskultur verstanden, nicht im Sinne der Physik - gehört die Trias "Speichern, Verarbeiten, Übertragen"; in diesem Winter konzentrierten wir uns zunächst auf die Übertragung. Und die setzt mit der Entdeckung des Stroms ein, mit dessen Übertragbarkeit in Leitungen, dann dessen dortige Kodierung (Morse-Telegraphie), also Informationswerdung, Kommunikationswerdung. Losgelöst von den Leitungen werden dann elektromagnetische Wellen als Radio übertragen, und neben die Töne treten zunächst Bilder, dann abstrakte binäre Daten als Objekt der Übertragung. Manfred von Ardenne betrieb im Berlin der Weimarer Republik ein Fernsehforschungslabor (wie es heute im Deutschen Technikum Berlin zwar rekonstruiert, aber nicht mehr funktional einsehbar ist - erstarrt zum Dispositiv und damit bildlos, weil die Hochfrequenztechnik für Demonstrationsversuche mit wirklichem Strom zu riskant ist). Von Ardenne's System brachte die Elektronenröhre sowohl für die Aufnahme und Wiedergabe von Fernsehbildern wie für analytische Oszilloskope zum Einsatz. Ihr Vorteil: Gegenüber allen anderen Meßinstrumenten mit mechanischem Zeiger schlägt der abgelenkte Elektronenstrahl trägheitslos aus, denn die Ablenkung geschieht durch in der Mitte der Röhre angebrachte Elektroden.

Medienepistemischer Hauptdarsteller ist also jene Elektronenröhre, die nicht nur Lichtbilder wie die Kinematographie auf Zelluloid erzeugt, sondern mit Lichtquanten selbst operiert. Vladimir Kosma Zworykins elektronischer Bildabtaster von 1923 praktiziert ein nahezu trägheitsloses Verfahren ohne rotierende Scheibe, worin das Bild von einer photosensiblen Speicherplatte mit dem Elektronenstrahl einer Röhre abgetastet wird. Hier operiert also im scheinbaren *live*-Medium Fernsehen schon ein Mikro-Zwischenspeicher. Über den Zeitpunkt der Gegenwart sinnieren schon Augustin in Buch XI seiner *Confessiones* und im Anschluß daran Edmund Husserl in seiner Phänomenologie des inneren Zeitbewußtsein; elektrotechnisch wird er nun als Puffer festgeschrieben und damit zur "Dauer" auf kleinster, zeitkritischer Ebene des Zeitfensters gedehnt. In zwei Hinsichten ist also beim nicht mehr elektro-mechanischen, sondern vollelektronischen Fernsehen ein kleinster Speicher am Werk. Das Ikonoskop speichert aufnahmeseitig die Bildpunkte *zwischen*, um sie von der Kathodenstrahlröhre abtastbar zu machen - das Medium, *to metaxy*, rutscht von der materiell-räumlichen in die zeitliche Achse.

Die medientechnische Differenz zwischen Film und Fernsehen schlägt sich auch ästhetisch nieder. René Clair sieht zwar in

seinem Buch *Réflexion Faite* im Fernsehen allein kein Mittel dramatischen Ausdrucks; es sei "lediglich ein anderes Mittel, um Filme wiederzugeben."⁵⁷ Zwar nutzen Fernsehen wie Film die Trägheit des menschlichen Auges aus (25facher Bildwechsel pro Sekunde im Fall des Fernsehbildes). Doch "der photoelektrische Entstehungsweg des Fernsehens ist ein anderer als der ophotomechanische des Films" <Eckert 1953: 6> und steht technisch eher dem Radio, also Rundfunk nahe. Im Unterschied zum Film ist "die Gleichzeitigkeit des Fernsehens <...> die dem Medium gemäße Technik" <Eckert 1953: 8> - live im Unterschied zum Speichermedium Film. Gibt es Medien "bequeme" Signalwelten, analog dazu, wie Gotthold Ephraim Lessing in seinem Traktat *Laokoon* 1766 forderte, daß ästhetische Zeichen in einem "bequemen" Verhältnis zu ihren jeweiligen Darstellungsmedien (je nachdem bildende Kunst oder Literatur) stehen sollen? "Es ist nur ein Problem fehlender Begriffe, daß der Name des Mediums hier auch für eine bestimmte Gattung angewandt werden muß: Medium Film und Gattung Film sind zweierlei!" <Eckert 1953: 10>. Differenzieren wir also, im Anschluß an Fritz Heider, Niklas Luhmann und Stefan Heidenreich zwischen Ding, Form, Medium und Format. Zugleich ist damit die kritische Frage aufgeworfen, in welchem Verhältnis die Materialität eines Mediums zum Begriff der Information steht - denn beide Hinsichten bilden das Feld von Medienwissenschaft.

ENTROPIE ALS MEDIENZEIT: VON DER ENERGIE ZUR INFORMATION

Telegraphie

Das Intervall einer Zugreise ist noch vergleichsweise (und buchstäblich) erfahrbar für den menschlichen Zeitsinn; anders sieht es schon aus für die Telegraphie. Übertragung und Kommunikation sind in *dieser* Hinsicht keine grundverschiedenen Kategorien mehr, sondern zeitkritische Gewichtungen eines Intervalls: Kommunikation rechnet mit kurzen Zeitspannen, Übermittlung mit langen.⁵⁸

In dergleichen Epoche, welche die klassischen Transportvehikel wie Eisenbahn hervorbringt, erhält der körpergebundene Übertragungsbegriff auch schon Konkurrenz. 1843 beantragt Alexander Bain das Patent für seine Methode zur telegraphischen Übertragung von Bildern vermittelt Elektrizität. Das Reich der technomathematischen Medien ist nicht die materielle, sondern informationelle Überbrückung von

⁵⁷ Zitiert nach: Gerhard Eckert, *Die Kunst des Fernsehens*, Emstetten (Lechte) 1953, 7

⁵⁸ In diesem Sinne argumentiert Régis Debray, *Pour une médiologie. Définitions premières*, in: *Manifestes médiologiques*, Paris 1994, 21-33

Raum und Zeit. Zur medien- und kommunikationstechnischen Praxis wird dies in dem Moment, wo nicht mehr die Kombination von Materie und Energie als Bedingung für Transport, sondern Informationsübertragung als Funktion der Kalkulation von Kanalkapazität zählt - also nicht die Geschwindigkeit der Eisenbahn selbst, sondern die sie begleitenden Telegraphenlinien. Die elektrische Telegraphie war zwar im ersten Drittel des 19. Jahrhunderts zeitgleich zur ersten Eisenbahn schon erfunden; durchgesetzt aber hat sie erst der praktische Beweis ihres Einsatzes, legendär am Beispiel der Verhinderung eines Zugunglücks in England durch die Geschwindigkeit einer warnenden Telegraphie, notwendigerweise schneller als die betreffende Eisenbahn selbst. Vor diesem Hintergrund gründen Cooke und Wheatstone 1846 (zwei Jahre nach der Inbetriebnahme von Samuel Moses erster Telegraphenleitung zwischen Washington und Baltimore) die Aktiengesellschaft Electric Telegraph Company - mit dem medienarchäologischen Akzent auf "electric".

Ausgebremst wird das Übertragungspotential elektrischer und gar elektronischer Kommunikationsmedien zunächst vom Menschen, von dessen begrenzter Aufmerksamkeitsfähigkeit gegenüber telegraphischen Klingelzeichen und der Geschwindigkeit, Morsecode per Hand einzutippen. Thomas Alva Edison, immer bedacht auf die Optimierung technischer Systeme, erfand daher eine Methode, die Übertragungsgeschwindigkeit ausgerechnet über Zwischenspeicherung telegraphischer Signale zu beschleunigen, was zunächst wie ein Umweg aussieht:

"Ein kleiner Griffel, der von einem Elektromagneten in Schwingung versetzt wurde, ritzte automatisch die Punkte und Striche des Morsealphabets in die Oberfläche eines Wachszyinders. Wenn man später den ganzen Prozeß umkehrte, setzte der Zylinder den Griffel in Bewegung und gab genau die festgehaltenen Zeichen wieder. Man konnte sie der nächsten Station übermitteln, wobei das Tempo weitaus größer war (denn man konnte den Zylinder schneller rotieren lassen als bei der Aufzeichnung). Eines Tages sagte Edison sehr laut etwas zu einem seiner Assistenten. Seine Hand befand sich gerade dicht an der scharfen Griffelspitze, und plötzlich verspürte er ein leichtes, aber deutlich spürbares Stechen. Die an einer Membran befestigte Nadel war durch seine Stimme in Bewegung gesetzt worden. Edison begriff sofort, worum es dabei ging. Wenn der Griffel unter dem Einfluß seiner Stimme in Schwingung versetzt worden war, konnte er ebenso gut den Zylinder entsprechend 'stechen' und kürzere oder längere, tiefere oder flachere Spuren darauf hinterlassen. Was aber würde geschehen, wenn man anschließend einen anderen, an einer Membran befestigten Stift diese Spuren entlangführte? Die Furchen im Wachs oder besser noch auf einer Zinnfolie müßten die Membran über den Stift in ebensolche Schwingungen versetzen."⁵⁹

Für eine Epoche, die wissenschaftlich damit beschäftigt war, die menschliche Stimme nicht mehr primär nach Maßgabe alphabetischer Buchstabenschrift, sondern sondern wirklich phonetisch und morse-alphabetisch als Zusammensetzung von

⁵⁹ Juliusz J. Herlinger, Geheimnisvolle Wellen, deutsche Übersetzung Siegfried Schmidt, Warschau (Krajowa Agencja Wydawnicza) 1981, 49f

Frequenzen zu begreifen (namentlich Hermann von Helmholtz), war die Konsequenz sofort klar. "Der heutige Plattenspieler ist also nichts anderes als eine der Tausende von Verbesserungen des ... Telegrafen" <Herlinger 1981: 50>. Von daher formulierte der *Phonographische Salon*, ein Stück epistemologisches Medientheater hier vor Ort im Dezember 2007, zurecht "Die Geburt des Phonographen aus dem Geist der Signalverarbeitung". So verschränkt sind Analoges und Diskretes, sind Musik & Medien: "The engineers have realized <...> that the same techniques used in electrical engineering are also applicable in acoustics, and the modern phonograph is the result of an explicit collaboration between these disciplines", resümiert der Gottvater der Kybernetik, Norbert Wiener, in seinem bemerkenswerten Text unter dem Titel "Time, Communication and the Nervous System" <Wiener 1948/50: 202>.

Elektrische Telegraphie, also medientechnische Signalübertragung, ist also nicht nur von Gnaden der Elektrizität schneller als jedes mechanische Vehikel (ein elektrischer Impuls vermag in Leitungen die Erde acht mal pro Sekunde zu umkreisen); sie ist es ebenso als Funktion ihrer optimierten Codierung als Information. Dieser Begriff von Information im nachrichtentechnischen Sinne ist eng gekoppelt an ein anderes im 19. Jahrhundert entdecktes epistemologisches Ding: die Entropie, die zunächst in der Thermodynamik als quantitatives Maß für die Ausgeglichenheit für Temperatur und Druck figuriert. Hier nun unterscheidet sich eine Archäologie der Übertragungsmedien von reiner Technikgeschichte, denn neben die Fragen physikalisch-technischer Raum- und Zeitüberbrückung tritt die Mathematik der Kodierung. Die leitet sich nun bemerkenswerterweise von einer Wahrscheinlichkeitsrechnung ab, die zunächst gar nicht anhand von Fragen der Kommunikation, sondern der Teilchenphysik entwickelt wurde. "We <...> propose to introduce ideas belonging to the Gibbsian statistical mechanics into the theory of communication"⁶⁰, heißt es bei Norbert Wiener, und weiter explizit: "Communication engineering is not in any essential way a branch of electrical engineering" <ebd.>. "The message, to convey information, must represent a choice from among possible messages" <ebd.>. Wiener nennt als Beispiel die telegraphische Übermittlung von Weihnachts- oder Geburtstagsgrüßen, die immer eine Auswahl aus einem möglichen Set von Variationen darstellen, und kommt auf den medientechnischen Moment: "If in nine cases out of ten I send a dot each second, but in the tenth case omit it, it is only when I omit it that I am furnishing significant information" <ebd.>; dies gilt für generell für alle Formen von Zeitserien. "Entropy here appears as the negative of the amount of information contained in the message" <ebd., 203>, und damit

⁶⁰ Norbert Wiener, *Time, Communication, and the Nervous System*, in: *Annals of the New York Academy of Sciences*, Bd. 50, 1948/50, 197-219 (202)

kommen wir zu einer Definition von Information als Kehrwert einer physikalischen Eigenschaft - welche eine dramatische epistemologische Wendung vom 19. zum 20. Jahrhundert.

Der Zweite Hauptsatz der Thermodynamik besagt, daß die Entropie (die Tendenz zur "Unordnung". d. h. gleichwahrscheinlicher Verteilung der Elemente) für geschlossene Körper nur wachsen, bestenfalls konstant bleiben kann, aber nie abnimmt. Im Laufe der Zeit aber kann auch in einem System von Gasen tatsächlich der negentropische Ausgangszustand der Moleküle wieder erreicht werden: "Es gibt eine Zeit, nach der der Zustand A wieder mit beliebig großer vorgegebener Genauigkeit reproduziert wird"⁶¹. In George Perecs Hörspiel *Die Maschine* wird ein Gedicht von Goethe, *Wanderers Nachruh*, durch algorithmische Buchstabenpermutation allmählich zum Buchstabensalat; wenn wenn eine Unmenge von Affen eine endlos lange Zeit auf einer Schreibmaschine heruntippt, mag für einen Moment auch genau Goethes Gedicht als Zustand erscheinen. Gottfried Wilhelm Leibniz' buchstäbliche Spekulation *Apokatastasis panton* hat das kombinatorische Modell von Historie durchgespielt. Der sogenannte Wiederkehrsatz von Poincaré besagt, daß jeder beliebige Zustand im Laufe der Zeit erreicht wird. Man kann diese Zeitspanne sogar berechnen.

Entropie: James Clerk Maxwells *Theory of Heat* (1871)

Die Gesetze der klassischen, Newtonschen Physik beruhen auf dem Grundgedanken der Reversibilität der betreffenden Prozesse. Das Kreisen von Planeten ist kinematographisch auch rückwärts abspulbar und verletzt dabei nicht die Gesetze der Mechanik. Nachrichtentheoretisch aber sind sie damit uninformativ, denn sie erzeugen nichts Neues außer Redunanz; dagegen zeitigen Evolution und Biologie Unerwartetes. Genau dies war Henri Bergsons vitalistisches Argument: reversible Mechanik versus Irreversibilität im Reich der organischen Chemie.

In diesem Zusammenhang bietet Norbert Wiener eine Epochenlehre, die nicht von der Geschichtsphilosophie her gedacht wird, sondern von den technologischen Dispositiven der Kultur. Ingenieure, Landvermesser, Astonomen, Seefahrer; im 17. und 18. Jahrhundert dann Uhrmacher und Linsenschleifer. "Eine Taschenuhr ist nichts anderes als ein Taschenplanetarium, sich notwendig wie die himmlischen Sphären bewegend, und wenn Reibung und Energieverlust in ihr eine Rolle spielen" - zeitkritisch also, wie Huygens am Chronometer

⁶¹ W. Heitler, Reversible Vorgänge, in: R. W. Meyer (Hg.), Das Zeitproblem im 20. Jahrhundert, Bern / München (Francke) 1964, 202

feststellte - "müssen ihre Auswirkungen beseitigt werden, so daß die Bewegung der Zeiger so periodisch und regelmäßig wie möglich ist."⁶² Der Epoche planetarischer Zeitästhetik folgt das Zeitalter von Dampfmaschinen, die Verwandlung von Wärme in mechanische Energie. Die damit verbundene Epistemologie ist ein Denken von Zeit als irreversibel, kulminierend im Zweiten Hauptsatz der Thermodynamik. Für seine eigene (ihrerseits noch nicht zur Historie geronnene) Jetztzeit aber diagnostiziert Wiener "das Zeitalter der Kommunikation und der Regelung" <ebd., 441>. Das Epochenkriterium ist eine medienarchäologische Diskontinuität: der Unterschied zwischen mechanisch-kinetischer Antriebs- und signalverarbeitender Nachrichtentechnik. Nachrichtentechnik zielt nicht auf Optimierung von Energieproblemen, sondern auf die genaue Reproduktion eines Signals. Dies erzwang eine neuartige Allianz von Mathematik und Physik.

Hier stellt sich die medienarchäologische Gretchenfrage. Ein komplexer medienarchäologischer Gegenstand wie die technische Entstehung von Bildübertragung (Fernsehen) ist in schlichter chronologischer Linearität nicht angemessen faßbar.⁶³ Gewiß, der Test aller Medientheorien ist die Faktizität von Medien in ihrer Geschichte. Technische Schritte setzen einander auf makrohistorischer Ebene ebenso voraus wie algorithmische Schrittfolgen in der Mikrozeit von Computerprozessoren; von Foucault aber haben wir gelernt, darin keinen Fortschritt, sondern vielmehr Transformationen oder gar quasi-kinematraphische Schnitt- und Bruchstellen zu entziffern.

Der in diesem Sinne einschneidende Unterschied dynamischer Medien (und kybernetischer Maschinen) zur Mechanik der ewigen Wiederkehr des Gleichen liegt in der Rückkopplung, im *feedback*. 1868 veröffentlicht Clerk Maxwell seine Abhandlung *On Governors*, eine Analyse von Regelungs- und Rückkopplungsmechanismen. Damit eskalieren Mechanismen zu selbstreferentiellen Systemen, da sie Ergebnisse zurückliegender Dateneingaben und -berechnung noch in die aktuelle Ablaufsequenz wiedereinspeisen können und damit permanent Laufzeitkorrekturen ermöglichen. In einem bestimmten Zeitfenster ("Echtzeit") wird dies zeitkritisch. "Die bei der Arbeit der Maschine bereits auftretenden Vorgänge können als Grundlage zur Steuerung an ein neues durch die Maschine selbst hergestelltes Programm oder an eine Abwandlung des alten übergeben werden."⁶⁴

⁶² Norbert Wiener, *Cybernetics* [1948], 39; dt. Auszug in: Pias et al. (Hg.) 1999: 440

⁶³ Eine These der Magisterarbeit von Christina Vagt, *Zeit und Fernsehen. Zeitkritische Wahrnehmung nach Martin Heidegger und Henri Bergson*, Humboldt-Universität zu Berlin, Fach Kulturwissenschaft, Sommersemester 2004. Siehe auch William Uricchio, xxx

⁶⁴ Norbert Wiener, *Mensch und Menschmaschine*, Frankfurt/M,

Charles Babbage hat mit seiner Mechanisierung algorithmischer Mathematik namens Analytical Engine solche Lernfähigkeit als rekursive Programmierung konzeptionell realisiert, bevor ihr Name Computer lautete. In der ergänzenden Anmerkung B seines *Ninth Bridgewater Treatise* beschreibt Babbage die Analytical Engine:

Im Oktober, 1834 entwirft er eine (gegenüber seiner Difference Engine) "far more powerful engine" - wobei *powerful* hier nicht die thermische Energie einer Dampfmaschine meint, sondern ihre mathematische Mächtigkeit: "[A]t any period previously fixed upon, or contingent on certain events, it will cease to tabulate [an] algebraic function, and commence the calculation of a different one, and that these changes may be repeated to any extent."⁶⁵

Im neunten Kapitel der genannten Abhandlung ("On the Permanent Impression of Our Words and Actions on the Globe We Inhabit") beschreibt Babbage - mehr als ein Jahrhundert vor Konrad Zuses Publikation *Rechnender Raum* (Aufsatz 1967, Monographie 1969) - das Universum überhaupt als universalen Rechner, dessen physikalische Medien (Luft, Wasser) alle nur denkbaren Bewegungen, die je stattfanden, registrieren, speichern und gegebenenfalls wieder einspielen. Das dem zugrunde liegende Zeitmodell beruht auf der von Pierre Simon de Laplace entwickelten Mathematik, dessen Wahrscheinlichkeitslehre von 1812 ein kausal deterministisches Weltbild entwarf, dessen Wißbarkeit zu jedem Moment dem Laplaceschen Dämon vorbehalten ist. Babbage konkretisiert diesen Dämon als Maschine, gekoppelt an eine verlustfreie "Bibliothek" (*library*) vergangener Ereignisse - nicht auf historischer Makro-, sondern atomistischer Mikroebene. *Library* ist auch jener Teil seiner Analytical Engine, welche die Lochkartenstapel zur Programmierung enthält. Schon Leibniz hörte in den Wellen am Meeresufer die Natur sich kalkulieren⁶⁶; Babbage seinerseits beschreibt die Luft als "one vast library, on whose pages are forever written all that man has ever said or woman whispered", denn:

Berlin 1952 (*1950 *The Human Use of Human Beings. Cybernetics and Society*), 165

⁶⁵ *The Works of Charles Babbage*, Bd. 9: *The Ninth Bridgewater Treatise. A Fragment* [1837], 2. Aufl. 1838, hg. v. Martin Campbell-Kelly, London (William Pickering) 1989), 68. Eine dezidiert informatische Lektüre dieser Abhandlung gab Alan Liu (Dept. of English, UCSB) unter dem Titel *Escaping History. New Historicism, Databases, and Contingency* auf der Konferenz "Digital Retro-Action", University of California, Santa Barbara, September 2004

⁶⁶ Dazu Gilles Deleuze, *Die Falte. Leibniz und der Barock* [OF 1988], Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1995, 142f

"No motion impressed by natural causes, or by human agency, is ever obliterated. The ripple on the ocean's surface caused by a gentle breeze, or the still water which marks the more immediate track of a ponderous vessel gliding with scarcely expanded sails over its bosom, are equally indelible. The momentary waves raised by the passing breeze, apparently born but to die on the spot which saw their birth, leave behind them an endless progeny" <ebd., 36f>

- infinitesimal. Jede natürliche oder menschliche Bewegung schreibt sich als Spur im Sinne des thermodynamischen Satzes von der Erhaltung der Energie fort, "for ever registered in the future movement of all succeeding particles which may occupy its place" <ebd., 37>. Anders aber, als es das Alphabet bislang historiographisch zu leisten vermochte, ist dieser Begriff von *record* frequenzbasiert; Babbage schreibt im Zeitalter der ersten physiographischen Kymographen in Laboren, welche das Leben selbst im Meßakt zu schreiben trachten. Korrelation und Rückkopplung: Die Aufzeichnung eines Ereignisses selbst führt zu dessen Aufgehobenheit und Fortgang zum Zeitpunkt seiner späteren Lektüre, einer Auslesung im Sinne (elektro-)mechanischer, später vollelektronischer röhren- oder transistorbasierter Speicher.

Der große Bogen der vorliegenden Argumentation beruht auf einer zentralen Beobachtung: Die Entwicklung technischer Kommunikations- als Übertragungsmedien im 19. Jahrhundert, kulminierend in Sätzen wie in der Patentschrift Paul Nipkow für ein *elektrisches Teleskop* 1884 ("Der hier zu beschreibende Apparat hat den Zweck, ein am Orte A befindliches Objekt an einem beliebigen anderen Orte B sichtbar zu machen" - und zwar gleichzeitig) geht einher mit der Entwicklung eines Begriffs von Entropie in der Physik, der unerwartet in einer informationstheoretischen Neuformulierung des Begriffs der medienbasierten Kommunikation resultiert. Norbert Wiener deutete 1948 den Geist der uns gegebenen (und mitgebenden) Epoche, also die Gegenwart, mit der lakonischen Formel: Information ungleich Materie ungleich Energie. Wiener kritisiert am Bild der Menschenmaschine den zugrundeliegenden Begriff der Wärmekraftmaschine, den er nicht auf lebende Organismen übertragen möchte. An die Stelle der Uhrwerke und Dampfmaschinen setzt Wiener die informationsverarbeitende Maschine (die dann Gotthard Günther plausibler in "transklassische Maschine" umtauft): "Die neuere Untersuchung der Automaten, ob aus Metall oder aus Fleisch, ist ein Zweig der Nachrichtentechnik, und ihre Hauptbegriffe sind jene der Nachricht, Betrag der Störung oder 'Rauschen' - ein Ausdruck, übernommen vom Telefoningenieur -, Größe der Information, Kodierverfahren."⁶⁷ Es blieb dann Heinz von Foerster vorbehalten, diese Theorie beobachteter geschlossener Systeme

⁶⁷ Norbert Wiener, *Kybernetik*, Rowohlt's deutsche Enzyklopädie, Reinbek b. H. 1968, 67

durch eine Kybernetik zweiter Ordnung, nämlich der beobachtenden Systeme, zu ergänzen.⁶⁸

Verweilen wir jedoch für einen Moment beim (geradezu syllogistischen) Mittelglied dieser Kette, beim "energetischen Imperativ" der Moderne (Wilhelm Oswald).

Ludwig Boltzmann entwickelte seine kinetische Theorie der nur noch statistisch faßbaren, im konkreten Fall unvorhersagbaren Varianten des Zusammenstoßes von Gasmolekülen Ende des 19. Jahrhunderts zu ihrer klassischen Form. Sein H-Theorem, die statistische Fassung des Zweiten Satzes der Thermodynamik, definiert, daß solche Moleküle von unwahrscheinlichen Zuständen der Ordnung zu wahrscheinlichen der Unordnung tendieren, bis hin zum entropischen Maximum als spannungs-, energielose Gleichverteilung aller Elemente.⁶⁹ Als wolle Boltzmann dies (paradoxe Weise) für alle Ewigkeit unserem Wissen mitgeben, steht seine Entropie-Formel in Marmor gemeißelt auf seiner Grabstätte im Wiener Zentralfriedhof.

Diesem unerbittlichen physikalischen Zeitpfeil, dem auch alles menschliche Leben bis zum Ende und alle bio-chemischen Körper als Leiche bis zum Staubwerden unterliegen, stemmt sich Kultur mit hohem energetischen Aufwand trotzig und geradezu widernatürlich (denn das ist ihre Definition) entgegen. Behördliche Archive stehen für den Versuch, geregelte Prozesse (Aktenübertragung) in die dauerhafte Ordnung eines Speichers zu überführen, prinzipiell katechontisch, ebenso negentropisch wie alle Akte von Verwaltung und Kultur. Damit korrespondiert ein Diskurs von Historie, welcher dem thermodynamisch definierten Zeitpfeil physikalischer Vorgänge dämonisch einen Sinn (Fortschritt, Entwicklung) entgegenstellt. Und doch lauert der Dämon um die Ecke des Archivs, denn darin ist es möglich, mit minimalstem Energieaufwand anachronistische Operationen am vorgeblichen Zeitverlauf zu vollziehen.

Um 1880 übersetzte der Historiker Henry Adams den naturwissenschaftlichen Entropiebegriff in eine Metapher für Geschichte überhaupt.⁷⁰ Informationsspeicherung tritt an die Stelle der Erzählung, "oder anders gesagt, Texte fallen nicht länger unter die Kategorie der Geschichte sondern unter die Kategorie des Archivs"⁷¹. Dieser Satz erhebt selbstredend auch

⁶⁸ Heinz von Foerster, *Kybernetik*, Berlin (Merve) 1993

⁶⁹ Albert Kümmel, *Möglichkeitsdenken. Navigation im fraktalen Raum*, in: *Weimarer Beiträge*, xxx [Typoskript]. Vgl. ders., Beitrag <Shannon>, in: Daniela Kloock / Angela Spahr (Hg.), *Medientheorien. Eine Einführung*, München (UTB / Fink) 1998, xxx

⁷⁰ Siehe Lutz Niethammer, *Posthistoire. Ist die Geschichte zu Ende?*, Rowohlt (Reinbek b. Hamburg) 1989, 51

⁷¹ Bernhard Siegert, *Totales Wissen versus totaler Ruin. Entropie und die Phantasmen der Bürokratie*, in: Sven Spieker

ein Veto gegen seine schlicht wissenschaftsgeschichtliche Einordnung und fordert eine alternative, genuin medienarchivologische Darstellungsform.

Als Claude Shannon in seiner mathematischen Theorie der Kommunikation Information als Wahlfreiheit aus einem gegebenen (quasi "archivisch" festgelegten) Repertoire von Zeichen - also Alphabet - definiert, ist das Maß der Information mit Boltzmanns H-Theorem identisch; auf den Rat John von Neumanns hin bezeichnete er deshalb das informationelle Maß als "Entropie":

"Es kennzeichnet den Grad an Überraschung, den eine Nachricht beim Empfänger auslöst. Das Maximum an Information ist erreicht, wenn alle nur denkbaren Nachrichten gleichwahrscheinlich sind, und es aus diesem Grund unmöglich ist, die jeweils folgende vorherzusagen. Dieses Maximum ist vom weißen Rauschen, das alle Kanäle begleitet, ununterscheidbar." <Kümmel, xxx, in: Weimarer Beiträge xxx>

Das entropische Maximum, der Wärme- bzw. Kältetod, wird bei dem nicht nur im Umgang mit Buchstaben, sondern auch mit mathematischen Symbolen ausgebildeten Musil im *Mann ohne Eigenschaften* von General Stumm als Schreckensvision einer allumfassenden zivilisatorischen Menschheitsordnung, gedächtnismedientechnisch konkret: einer totalen Bibliothek, angesprochen.⁷²

Erst der Zweite Hauptsatz der Thermodynamik gibt erstmals eine naturwissenschaftliche Begründung für das, was vormals nur philosophische Zeitbehauptung war: die lineare Transformation des "früher" in ein "später". Was in kosmischer Dimension die Zeit selbst ist, wird medientechnisch beschleunigt: "Ein elektrischer Funke durchmisst die ganze Mannigfaltigkeit seines Daseins in einer Tausendstelsekunde"⁷³ - im Unterschied zum Verfall kultureller Monumente oder gar geologischer Strukturen.

Die Reversibilität von Leben und Tod im Speichermedium Film markiert zugleich seine Differenz zur Wirklichkeit. In der Physik ist die Entropie ein Maß für die Zufälligkeit oder „Vermischtheit“ einer Situation, "und die Tendenz der

(Hg.), Bürokratische Leidenschaften. Kultur- und Mediengeschichte im Archiv, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2004, 105-118 (106)

⁷² Robert Musil, *Der Mann ohne Eigenschaften*, Reinbek b. Hamburg (Rowohlt) 1990, 464

⁷³ Wilhelm Ostwald, *Geschichtswissenschaft und Wissenschaftsgeschichte* (1927), HS im Nachlaß Wilhelm Ostwald, Archiv der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, Archiv-Signatur 4922, Bl. 16; publiziert in: *Archiv für Geschichte der Mathematik, der Naturwissenschaften und der Technik* 10, N. F. 1 (1927/28), Leipzig (Vogel) 1928, 1-11

physikalischen Systeme, weniger und weniger organisiert, immer perfekter `vermischt` zu werden, ist so grundsätzlich, daß Eddington behauptet, daß in erster Linie diese Tendenz der Zeit ihre Richtung gibt - uns also zeigen würde, ob ein Film der physikalischen Welt vorwärts oder rückwärts läuft."⁷⁴

Ein System, das eine Folge von Symbolen hervorbringt, die einer gewissen Wahrscheinlichkeit entsprechen, heißt stochastischer Prozeß. Der Unterschied zwischen der Rolle von Buchstaben in Bibliotheksordnungen und in der Literatur ist der zwischen stochastischem Prozeß und seinem Sonderfall, bei dem die Wahrscheinlichkeit einer Letternfolge von vorhergehenden statistischen oder semantischen Ereignissen abhängt (Markov-Kette respektive -Prozeß).⁷⁵

Die Entropie von Energien ist das irreversible Gesetz der physikalischen Zeit, wie die Entropie in der Nachrichtenübertragungstheorie das Maß für Information wird. Der Maxwellsche Dämon ist nichts anderes als ein Archivar, denn Kultur und Ordnung sind kybernetische Bollwerke gegen diese Tendenz zur Nivellierung der Wärme - Jacques Lacans "kybernetische Tür".

Die diskursive und weltwirksame Dominanz von Mechanik, Energie und Information schlicht als historische Abfolge beschreiben wäre eine kulturgeschichtliche Verkürzung; vielmehr war die Irritation des Energiebegriffs von Seiten eines Unwesens namens Information bereits in der Theorie der Energieerhaltung selbst am Werk. James Clerk Maxwells Gleichnis vom "Dämon", das geradezu das Bild der Lochkarte wachruft, rüttelte an die physikalischen Grundfesten der Thermodynamik. Maxwell unterstellt in seiner Theoriefiktion ein Wesen, das - im Unterschied zu menschlichen Sinnen - in der Lage ist, die höchst diversen Geschwindigkeiten einzelner Moleküle in einem Gasvolumen auf ihren Bahnen zu verfolgen (und damit auch schon zu messen); die Teilung eines flimmernden Gasvolumens in zwei Kammern stellt im Kern schon das Dispositiv für unkontrollierte Kommunikation dar:

⁷⁴ Warren Weaver, Ein aktueller Beitrag zur mathematischen Theorie der Kommunikation, in: Claude E. Shannon / ders., Mathematische Grundlagen der Informationstheorie [*The mathematical theory of communication <sic>, 1949], 11-40 (22)

⁷⁵ Siehe Leonard B. Meyer, Meaning in Music and Information Theory, in: Journal of Aesthetics and Art Criticism, Juni 1957, zitiert in: Eco 1990: 143f. Ebenso definiert in: Warren Weaver, Ein aktueller Beitrag zur mathematischen Theorie der Kommunikation, in: Claude E. Shannon / ders., Mathematische Grundlagen der Informationstheorie [*The mathematical theory of communication <sic>, 1949], 11-40 (21)

"Nehmen wir nun an, eine Trennwand teile das Volumen in zwei Teile A und B; in dieser Trennwand sei ein kleines Loch, und ein Wesen, das die einzelnen Moleküle sehen kann, öffne und schließe dieses Loch so, daß nur die schnelleren Moleküle von A nach B gelangen und nur die langsameren von B nach A. Damit erhöht das Wesen die Temperatur von B und senkt die Temperatur von A, ohne Arbeit zu verrichten - im Widerspruch zum zweiten Hauptsatz der Wärmelehre."⁷⁶

Und so birgt ausgerechnet eine *Theory of Heat* den Kern der Informationstheorie. "The Maxwell demon was <...> the first sensory receptor for receiving and processing information"⁷⁷ und wurde nicht von ungefähr in einer Epoche formuliert, als das britische Empire eine Antwort auf die Verrauschung weltweiter Nachrichtensysteme finden mußte. "This involved reorienting the idea of the archive - Britain's projected imperial domain of comprehensive knowledge - around this axis of Entropy" <ebd., 75>. Ebenso wenig von ungefähr schreibt Maxwell dies in der Epoche der Morsetelegraphie. In dieser binären Operation von *on* und *off* wird zwar Arbeit verrichtet und damit Energie verbraucht, doch die ist subkritisch gegenüber dem Verhalten des Systems. Hiermit tritt Information an die Stelle von Kraft und Materie.

"The demon has a perfect signal-to-noise ratio. In the demon's system energy can be transformed, and information transmitted, without loss or waste. The demon does not merely minimize entropy: it gives something for nothing by countering entropy through feedback" <ebd., 82>, indem der Dämon quasi Ventileigenschaften einer Diode annimmt.

"The sense of sight provides the means for controlling entropy without itself being subject to the entropic process. <...> no fluctuation such as radiation interferes with the visual field, and the light that strikes the demon's eye does not share in the entropic properties of mechanical motion itself."⁷⁸

Die informationsästhetischen Konsequenzen daraus sind dramatisch, denn sie bewirken ein Umdenken der klassischen Formen von Kultur.

Die Sehnsucht nach archivalischer Ordnung ist eine Funktion der Epoche des Buchdrucks. Die Alternative dazu ist eine Medienkultur, welche mit dem *Anarchiv* nicht mehr buchstäblich, sondern technomathematisch (im alphanumerischen Code) rechnet.

Anstatt in digitalen Begriffen gilt es das Archiv entropisch zu denken, also ein Höchstmaß an Unordnung zu erlauben, im Dienst maximaler potentieller Information. In einer Vorlesung unter dem Titel "The Storm-Cloud of the Ninetenth Century"

⁷⁶ James Clerk Maxwell, *Theory of Heat*, 1871

⁷⁷ Thomas Richards, *Archive and Entropy*, in: ders., *The Imperial Archive*, London / New York 1993, 81

⁷⁸ Thomas Richards, *The Imperial Archive*, Kapitel "Archive and Entropy", 82

reagierte Ruskin 1884 darauf, daß das museale Konzept der klassifikatorischen durch eine Theorie des Archivs *in Bewegung*, eine Art Fließgleichgewicht, ersetzt werden muß: "Instead of the order of things attributed to nature within the Victorian museum <...>, Ruskin finds in the weather a thermodynamic phenomenon which brings forces into play that radically alter ordinary mechanistic representation of nature", genauer: "*order by fluctuation*, a form of order understood as process rather than state." So daß Entropie nicht die Negation von Ordnung ist, sondern vielmehr ihre andere Möglichkeit, "an organizing principle of disorder that only made sense when observed from on high" <Richards 1993: 86f>.

Ganz unkritisch ist der minimalinvasive Energieaufwand bei Rekonfigurationen des Archivs zu Zwecken des Informationsgewinns über Vergangenheit jedoch nicht. Leo Szilard wies 1929 in seinem Aufsatz über den "Maxwellschen Dämon" darauf hin, daß jeder intelligente Beobachter (seiner Auffassung nach - und damit ganz im Sinne des medienarchäologischen, transsubjektiven Blicks - prinzipiell auch durch einen Meßapparat ersetzbar) beim Akt der Messung eine Entropieerhöhung produziert.

Szilard betont, daß es nicht eines (wie in Maxwells Gleichnis) intelligenten Wesens bedarf, das seinerseits notwendig unter Entropieerzeugung messend in das System eingreift, sondern schlicht eines mit Erinnerung begabten Mechanismus, des automatisierten Sekretärs. In dem Moment, wo Massen an Messung gekoppelt werden, kommt einerseits das quantentheoretische Beobachterproblem der Nicht-Lokalität, und zugleich das Archiv ins Spiel, denn erst die Registrierung macht Gemessenes zu Daten - als Reich der symbolischen Ordnung die komplementäre Seite der Energie im Realen.

"Der Dämon kann nur auf empfangene Information handeln, und diese Information stellt <...> eine negative Entropie dar. Die Information muß durch irgendeinen physikalischen Prozeß, sagen wir irgendeine Form von Strahlung, übertragen werden. <...> Nach der Quantenmechanik ist es jedoch unmöglich, irgendeine Information zu erhalten, die die Lage oder den Impuls einer Partikel angibt <...>, ohne eine positive Wirkung auf die Energie des untersuchten Teilchens auszuüben, die ein Minimum überschreitet, das von der Frequenz des für die Untersuchung benutzten Lichtes abhängt. So ist diese ganze Kopplung strenggenommen eine Kopplung, die Energie enthält <...>. Auf die Dauer gesehen ist der Maxwellsche Dämon selbst Gegenstand einer zufälligen Bewegung, die der Temperatur seiner Umgebung entspricht, und wie Leibniz von einigen seiner Monaden sagt, erhält er eine große Zahl von kleinen Eindrücken, bis er 'in einen gewissen Schwindelanfall' verfällt und unfähig ist, klare Wahrnehmungen zu machen"⁷⁹

- *petits perceptions*, die neurologische Massage menschlicher Sinneskanäle durch elektronische Medien (McLuhan).

⁷⁹ Norbert Wiener, *Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung im Lebewesen und in der Maschine* [OA 1948], Düsseldorf u. a. (Econ) 1992, 100

Die messenden Beobachtungen des Maxwellschen Dämons sind keine harmlosen, sondern invasiven Eingriffe. Szilard hat dabei einen ganz und gar unemphatischen, pragmatischen Begriff von Erinnerung (und von belebten Vorgängen) im Sinne einer Markov-Kette und einer mechanischen Kopplung: "Ein System, in welchem solche Messungen vorkommen, weist <...> eine Art Erinnerungsvermögen auf, in dem Sinne, daß man an dem Zustandsparameter y erkennen kann, was für einen Wert ein anderer Zustandsparameter x zu einem früheren Zeitpunkt gehabt hat⁸⁰ - ein Verstoß gegen den Zweiten Hauptsatz der Thermodynamik also, wenn sich der Meßvorgang ohne Kompensation abspielen würde. Am Ende bleibt nur eine prosopopöietische Metapher: So "kann eine einfache unbelebte Vorrichtung mit Bezug auf das, was wesentlich ist, dasselbe leisten, was die Eingriffe intelligenter Wesen leisten würden" <ebd., 854f>. Leben als Metapher, in Anführungszeichen: "Wir haben <...> die 'Lebensvorgänge' einer unbelebten Vorrichtung verfolgt und sehen können daß durch sie genau die von der Thermodynamik geforderte Entropiemenge erzeugt wird" <ebd., 855>.

"Die eigentliche Vertreibung des Dämons" (Holger Lyre) gelang Charles H. Bennett unter Rückgriff auf die Arbeit von Rolf Landauer über die physikalischen Grenzen beim maschinellen Rechnen. Norbert Wiener hielt den energetischen Anteil bei der binären Informationsverarbeitung noch für vernachlässigbar, solange er unterhalb einer auf die Entscheidung Einfluß nehmenden Schwelle liegt. Im elektronischen Computer bilden die Spannungswerte für die physikalische Realisierung ("Repräsentation" unter verkehrten Vorzeichen) der symbolischen Werte Null oder Eins auch ein erheblich tolerantes Intervall: zwei deutlich getrennte Spannungspegel 0 und 5 Volt, so daß auch bei Spannungsschwankungen die binäre Interpretation eindeutig bleibt. Landauers Untersuchungen erwiesen nun,

"[...] daß die eigentlichen thermodynamischen Kosten nicht beim Meßvorgang selbst entstehen, sondern beim Löschen des Speichers, in den die neuerliche Meßinformation eingetragen werden soll. Nicht die Aufnahme von Information, sondern die Bereitstellung von Speicherplatz, Gedächtnis oder Erinnerungsvermögen kommt thermodynamisch teuer."⁸¹

Maxwell höchstselbst sah sich angesichts der Beobachtung mikrophysikalischer Prozesse genötigt, "die strenge historische Methode aufzugeben und die statistische Methode zu

⁸⁰ Leo Szilard, Über die Entropieverminderung in einem thermodynamischen System bei Eingriffen intelligenter Wesen, in: Zeitschrift für Physik (1929), 840-856 (842)

⁸¹ Holger Lyre, Quantentheorie der Information. Zur Naturphilosophie der Theorie der Ur-Alternativen und einer abstrakten Theorie der Information, Wien / New York (Springer) 1998, 36

übernehmen" <zitiert nach Siegert 2004: 106>; seitdem bricht die althergebrachte Analogie zwischen Makro- und Mikrokosmos (die ästhetische Voraussetzung der Kunst- und Wunderkammern). Klassische und transklassische Physik scheiden sich am Zeitbegriff: Zeit in Makrosystemen (Planetenumlauf) ist reversibel, im Sinne der Newtonschen Physik; Zeit in Mikrosystemen (Wolken, Teilchenpartikel) hingegen ist irreversibel; Norbert Wieners *Kybernetik* widmet diesem Befund ein eigenes Kapitel. Und doch, seitdem Hochgeschwindigkeitsrechner (in Wieners Epoche monitorloser Rechner noch unvorstellbar) die mathematischen Gleichungen komplexer Variablen zu Bildern abzukürzen vermögen, gibt sich wahrhaft medientheoretisch eine Natur zu erkennen, "die kein Menschenauge je zuvor als Ordnung erkannt hatte: die Ordnung von Wolken und Meereswellen, von Schwämmen und Uferlinien. Die digitale Bildverarbeitung fällt also, gerade weil sie im Gegensatz zu hergebrachten Künsten gar keine Abbildung sein will, mit dem Reellen zusammen."⁸² Leibniz glaubte bekanntlich einst, in den sich am Sandstrand brechenden Meereswellen die Natur selbst sich rechnen, buchstäblich *kalkulieren* zu hören (dem Gehör traute er diese *petits perceptions* als unbewußte - *nesciens* - Mathematik ebenso zu wie später Hermann von Helmholtz, demzufolge die Basilarmembran tatsächlich Frequenzen rechnet). "Was sich in Siliziumchips, die ja aus demselben Element wie jeder Kieselstein am Wegrand bestehen, rechnet und abbildet, sind symbolische Strukturen als Verzifferungen des Reellen" <Kittler ebd.>. Leibniz hat es in der (dann von Deleuze wieder aufgegriffenen) Figur der Falte geahnt⁸³ (wie analog dazu das Phänomen der schwingenden Saite von Mersenne bis hin zu Euler und d'Alembert begriffen wird), doch in seinem Willen zu kontinuierlichen, nicht-sprunghaften Naturprozessen übersieht er dabei geflissentlich, daß eine Welle, sobald sie sich bricht, sich selbst vorausseilt, also unstetig in einen anderen zeitlichen Zustand kippt. Während Leibniz also an der Welle die Natur sich selbst rechnen zu hören glaubte, rechnet sich dort unter der Hand eine andere, *emergierende* Mathematik (um im Bild der Welle zu bleiben): "Ausgerechnet die Brandung, die Leibniz ins Ohr gesungen hat, daß die `sinnlichen Ideen´ aus unendlich vielen aktual infinitesimal kleinen Einzelschwingungen zusammengesetzt sind, ist nun dabei, sein Kontinuitätsproblem zu verletzen. Die Leibnizschen Ontologie des Infinitesimalen überholt sich selbst" <Siegert 2003: 235>. Bernhard Riemann formuliert später die Mathematik des Verdichtungsstoßes: Sobald an einem Punkt der in einem Funktionsgraphen symbolisch modellierten

⁸² Friedrich Kittler, *Optische Medien*. Berliner Vorlesung 1999, Berlin (Merve) 2002, 320

⁸³ Auch Lessing zufolge wird eine Falte geworfen durch den "vorigen Augenblick des Gewandes und itzige des Gliedes" <zitiert nach Siegert 2003: 220> - eine differentiale Verschränkung, eine infinitesimale Annäherung von aktueller Gegenwart und im Nu vergangener Gegenwart: Zeitfaltung.

Welle die Dichtigkeitsstufe senkrecht zur Abszissenachse tritt, "tritt in dieser Curve eine Diskontinuität ein, so dass ein größerer Werth <...> einem kleineren unmittelbar nachfolgt" <zitiert hier nach Siegert 2003: 236> - was die Prinzipien von Ursache und Wirkung in der Klassischen Physik verletzt. "Die Verdichtungswellen, d. h. die Theile der Welle, in welchen die Dichtigkeit in der Fortpflanzungsrichtung abnimmt, werden demnach bei ihrem Fortschreiten immer schmaler und gehen schliesslich in Verdichtungsstöße über" <ebd.>, mithin: diskrete Impulse. Diskrete Pulse von endlicher Amplitude und gegen Null gehender Dauer aber laufen auf Dirac-Impulse, also auf die Delta-Funktion, hinaus, mithin das (wellenmechanische) Reale der Physik, wie es nur noch im Modus mathematischer Analysis in dieser Form(ulierung) existiert, sich aber am Effekt der Überschallgeschwindigkeit auch phänomenologisch, nämlich akustisch manifestiert - als Knall, schneller als der Schall, also als zeitkritischer Überschlag. Das ist vergangene Zukunft *in nuce*.

Die Analyse solcher Prozesse ist von menschlichen Sinnen nicht mehr zu leisten (es sei denn symbolisch: als zeitunkritische Mathematik); nur noch hochtechnische, nämlich höchst(zeit)empfindliche Meßmedien vermögen solche Natur zu verstehen. 1886 verwendet Erst Mach gemeinsam mit dem Professor für Physik und Mechanik Peter Salcher den elektrischen Funken höchstselbst, um Knallwellen durch selbstauslösende Ultrakurzzeitbelichtung photographisch zu bannen. Das Projektil und die von ihm bewirkten Dichtenänderungen in der Luft bilden sich bei diesem Zusammenspiel mit dem Funken in der Momentanbeleuchtung ab, "die in dem geeigneten Zeitpunkt von dem Projektil selbst im verdunkelten Zimmer ausgelöst wird"⁸⁴ - mediale automathesis, Kurzschluß, der zeitkritische, kairotische Moment.⁸⁵

Operative Formen *vergangenener Zukunft* (in Anspielung auf einen Buchtitel des Historikers Reinhart Koselleck, der damit u. a. die Gegenwartswirksamkeit von Utopien beschreibt) finden nicht nur auf der emphatischen Makroebene von geschichtlichen Prozessen und ihrer Theorien, sondern auch auf der meso-temporalen Ebene in Feuerleitsystemen der Flugabwehr und als mikrophysikalisches Zeitereignis statt, in einer mikrodramatischen Ereigniswelt. Insofern solche Zeitverhältnisse auf Impulsebene Ende des 18. Jahrhundert (mit Leonard Euler) gleichzeitig zur Entwicklung der emphatischen Geschichtsphilosophie gleichsam als deren Kehrwert mathematisch analysierbar, also berechenbar wurden, war der medienarchäologische Grund (die *arché*) ihrer technologischen Synthese gelegt und damit das Tor zur "virtuellen" (also nicht

⁸⁴ Hier zitiert nach Siegert 2003: 237

⁸⁵ Dazu auch der Beitrag von Jens Schröter, xxx, in: Axel Volmar (Hg.), *Zeitkritische Medien*, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2009, xxx-xxx

mehr in der *physis*, sondern genuin im Computer gerechneten) Ereigniswelt geöffnet.

Eine mathematische Theorie der Kommunikation (Shannon / Weaver)

Die symbolische Zeitmaschine Kalender, also ein formaler Mechanismus, in Paarung mit dem imaginären Gesetz der runden Zahl und der Logik von Nachrichtenmedien, ständig auch Zeitzeichen zu senden (zeitbasierend wie der Langwellensender 77 kHz), verhilft uns immer wieder zur medienarchäologischen Anamnese. Am 23. Januar 2009 jedenfalls erinnerte der Deutschlandfunk im Rahmen seines täglichen Sendeformats "Kalenderblatt" daran, daß am gleichen Tag vor hundert Jahren, also 1909, erstmals ein havarierendes Passagierschiff einen Morse-Notruf absetzte; damals lautete die Botschaft noch CQSD onomatopoietisch für "seek us / distress".

Dieser Code wurde später auf einer internationalen Konferenz in das vertraute SOS verwandelt, das jedoch keine Anverwandlung an "Save our Souls" meint, sondern im akustisch-zeitkritischen Sinne eine leicht merkbare Signalfolge aus kurzen und langen Strömen darstellt - hier unerwartet analog zum Wesen der antiken Prosodie, die nicht mit Hebungen und Senkungen der Stimme, sondern mit Dehnungen derselben operierte.

Und wieder schalten sich die Massenmedien in die aktuelle Argumentation ein. Anfang Februar 2009 strahlt das Zweite Deutsche Fernsehen im Rahmen der Serie Terra X eine Dokufiction zur Erfindung des Telephon aus; Protagonist darin ist selbstredend Alexander Graham Bell, Lehrer an einer Taubstummenanstalt und seinerseits verliebt in die taubstumme Frau seines Geldgebers. Zwei Energien sind bei der Entwicklung des Telephons am Werk: die Zeitlogik des amerikanischen Kapitalismus, der im Fordismus kulminiert und auf Zeitoptimierung zielt; für die Nachrichtenmedien des 19. Jahrhunderts heißt dies konkret: die Mehrfachübertragung in Telegraphenleitungen. Der andere Antrieb zur Medienentwicklung ist wieder einmal ein Defizit menschlicher Sinne: die Prothesenbildung.

Das Reissche Telephon lag als erstes elektromagnetisches Artefakt zur akustischen Signalübertragung vor; nicht erwiesen ist, ob damit jemals wirklich Sprache übertagen wurde und nicht vielmehr nur bestimmte musikalische Töne (mit dem Edisonschen Grammophon verhielt es sich gerade umgekehrt; so definieren die technischen Parameter einer Apparatur im Sinne der *Archäologie des Wissens* von Michel Foucault im ideosynkratischen Wortgebrauch von *l'archive* (nicht zu

verwechseln mit papierbasierten Staatsarchiven, die im Französischen stets im Plural erscheinen: *les archives*) das Gesetz des Sag- oder Singbaren. Anders das Telephon von Alexander Graham Bell: Es setzte sich seit 1876 schlagartig als Kommunikationsmedium durch, weil es für die mittlere Bandbreite menschlicher Sprachfrequenzen geradezu optimal anspricht. Die Eingebung kam Bell der Legenda nach an einem Instrument, das bereits Hermann von Helmholtz zur Analyse von sprachlichen Vokalen und deren Formanten entdeckt hatte: ausgerechnet das bürgerliche Klavier. So verschränken sich Medien und Musik aufs Schönste: Bell läßt seine taubstumme Frau die Vibrationen jener Tasten spüren, die beim lauten Sprechen oder Singen in den Klangkörper ertönen, d. h. mit dem jeweiligen Frequenzanteil seiner Stimme resonieren. Wenn es also möglich war, über Luft Vibrationen in physikalische(n) Medien zu übertragen (in diesem Fall das Ur-Meßmedium, das pythagoreische Monochord), warum dann nicht durch technologische Prothesen auch in die Ferne? Und so überträgt das elektromagnetische Telephon, basierend auf dem Werk der Induktion, die mechanischen Schwingungen der stimmbewegten Schallmembran in Wechselströme, die als Impulse über elektrische Leitungen versendbar und am Ende wieder umgewandelt werden können.

Der Sprung vom Übertragungsmedium Telegraphie zur Telephonie war im fortgeschrittenen 19. Jahrhundert nicht rein technischer Natur, sondern eröffnete zugleich eine Kluft von epistemologischer Dimension und war für die herrschende Kommunikationspraxis zunächst noch kaum denkbar und ästhetisch faßbar. Die Semantik einer Kultur hinkt den technomathematischen Alternativen zumeist hinterher, die ihr vorausziehen wie das elektrische dem magnetischen Feld in einem Schwingkreis. Die Epoche der Telegraphie und der Teletypie war (und ist) eine durch und durch digitale: denn sie praktiziert diskrete Kodierung, etwa als Sequenz von Buchstaben oder Zahlen. Der Telegraphiekanal ("eine Zwischenstellung zwischen dem binären und analogen Kanal") operiert sogar binär, denn sie verfügt nur über eine positive bzw. negative Spannung: "Seine *Amplitude* besitzt also wie der binäre Kanal *nur zwei Werte*."⁸⁶

Dem steht eine grundverschieden andere Form der Telekommunikation gegenüber, für die Claude Shannon in seinem Aufsatz unter dem schönen, aber zugleich an Kommunikationsprobleme unter Kriegsbedingungen erinnernden Titel "Communication in the Presence of Noise" ausdrücklich Radio und Telephonie nennt. Signalübertragung heißt hier "a continuous function of time $f(t)$ " <Shannon 1949: 10>. Diese Form von Kommunikation also ist radikal in der Zeit; die diskrete Kodierung hingegen unterläuft sie. Der eigentliche

⁸⁶ Horst Völz, *Information I. Studie zur Vielfalt und Einheit der Information*, Berlin (Akademie) 1982, 49

Sender operiert hier einmal als Transformator, einmal als Kodierer: "In telephony this operation consists of merely changing sound pressure into a proportional electrical current" (das Prinzip der Analogmedien), "in telegraphy, we have an encoding operation which produces a sequence of dots, dashes, and spaces corresponding to letters of the message" - ein Alphabet zweiter, medientechnischer Ordnung <Shannons 1949: 11>.

Nachrichtenverarbeitung "in the animal" (Wiener) verschränkt beide Weisen der Signalverarbeitung, wie sie uns aus technischen Kommunikationsmaschinen vertraut sind: Einerseits entdecken McCulloch und Pitts, daß Neuronen im Gehirn im wesentlichen dem Alles-oder-Nichts-Prinzip folgen, sich also in Begriffen der binären Aussagenlogik beschreiben und modellieren lassen; andererseits weist die Physiologie nicht nur darauf hin, daß es in den Regelmechanismen der Körper eine Reihe chemischer Steuerungen gibt, bei denen stetige Parameter wie Hormonkonzentrationen die Hauptrolle spielen, sondern "daß nicht alle elektrischen Vorgänge diskreten Charakter haben, sondern daß es sich vielfach um feldartige Ausbreitungsvorgänge handelt, durch welche die Erregungsschwellen der Neuronen herauf-oder herabgesetzt werden. Daher trat der formallogischen Interpretation von Hirnvorgängen die dezidiert alternative Auffassung entgegen, "der zufolge das Gehirn, das Nervensystem, nicht wie eine elektronische Ziffernrechenmaschine funktioniert, sondern wie ein Analogierechner."⁸⁷ Der ehemalige Lehrstuhlinhaber für Logik, Georg Klaus, hob in seinem Referat "Die philosophische Bedeutung der Anwendung der Kybernetik auf Biologie und Medizin" aus Anlaß der 150jahrfeier der hiesigen Humboldt-Universität 1960 diesen Widerstreit im Namen des dialektischen Materialismus auf.

Ebenso im Zusammenhang der Liaison von Biologie und Humanwissenschaften stellte Michel Foucault auf einer Medizinertagung einmal die ebenso epistemologische wie signal- und symptomdiagnostische Frage "Message ou bruit?".⁸⁸ Nicht von ungefähr klingt hier eine Vertrautheit mit Begriffen durch, die sich Shannons mathematischer Theorie der Kommunikation verdanken. Die zwei Daseinsweisen von Übertragung, die (grob vereinfacht) "analoge" und die "digitale", korrespondieren mit zwei Weisen ihrer Störanfälligkeit:

⁸⁷ Georg Klaus, Die philosophische Bedeutung der Anwendung der Kybernetik auf Biologie und Medizin, in: Arzt und Philosophie. Humanismus, Erkenntnis, Praxis. Verhandlungen auf dem Symposium über philosophische Fragen der Medizin anlässlich des 150jährigen Jubiläums der Humboldt-Universität und des 250jährigen Jubiläums der Charité, Berlin, 7.-9. November 1960, hg. v. F. Jung / G. Klaus / A. Mette / S. M. Rapoport, Berlin (Volk und Gesundheit) 1961, 113-122 (119)

⁸⁸ Dt. in: ders., Botschaften der Macht, Wien (Passagen) xxx, xxx-xxx

During transmission, or at the receiving terminal, the signal may be perturbed by noise or distortion. Noise and distortion may be differentiated on the basis that distortion is a fixed operation applied to the signal, while noise involves statistical and unpredictable perturbations. Distortion can, in principle, be corrected by applying the inverse operation, while a perturbation due to noise cannot always be removed, since the signal does not always undergo the same change during transmission. <Shannon 1949: 11>

Die Irreversibilität der Entropie ist hier als Rauschen am Werk: das, was der Pariser Wissenschaftstheoretiker Michel Serres unter dem Titel *Der Parasit* als Kernelement von Kommunikation bezeichnet hat. Damit ist erneut jene seltsame Konvergenz aufgerufen, daß die Übertragungstechniken des 19. Jahrhunderts, vornehmlich die Telegraphie, über den Umweg der zeitgleich in der Physik entwickelten Thermodynamik, besonders den Entropiesatz, zum Informationsbegriff des 20. Jahrhunderts findet.⁸⁹ Norbert Wiener beschreibt in seiner *Kybernetik* von 1948, wie der Informationsgehalt eines Systems ein Maß für den Grad der Ordnung ist, und dessen Entropie ein Maß für den Grad an Unordnung; das eine ist schlicht der Kehrwert des anderen. In seinem Buch *The Human Use of Human Beings* (1950) spitzt Wiener diesen Befund auf die Frage zu, ob in diesem Sinne auch der menschliche Organismus als System von Information, also als nachrichtenverarbeitendes System zu interpretieren ist. Ist der Mensch einmal als Information berechnet, läßt er sich über Telegraphenleitungen übertragen:

Wenn eine Zelle sich in zwei teilt, oder wenn eines der Gene, das unser körperliches und geistiges Erbe trägt, bei der Vorbereitung zur Reduktionsteilung einer Keimzelle gespalten wird, ist dies eine Trennung von Materie, bedingt von der Kraft eines dem lebenden Gewebe innewohnenden Schemas, sich selber zu verdoppeln. Da dies so ist, gibt es keine fundamentale absolute Grenze zwischen den Übermittlungstypen, die wir gebrauchen können, um ein Telegramm von Land zu Land zu senden, und den Übermittlungstypen, die für einen lebenden Organismus wie den Menschen zum mindesten theoretisch möglich sind.⁹⁰

Menschen lassen sich über einen Kommunikationskanal wenn nicht physikalisch, dann doch als Information übermitteln, und der Diskurs des genetischen Codes wird damit zur flankierenden Disziplin von Medienwissenschaft.⁹¹ Eine Frage von Leben und Tod: "Die Tatsache, daß wir das Schema eines Menschen nicht von einem Ort zu einem anderen telegrafieren können, liegt wahrscheinlich an technischen Schwierigkeiten und insbesondere

⁸⁹ "The century that developed the steam engine and developed the internal combustion engine also created a unified field theory of heat as entropy." Richards 1993: 78

⁹⁰ Norbert Wiener, *Mensch und Menschmaschine*, Frankfurt/M. u. Berlin 1952. Hier zitiert nach: Sigrid Weigel, *Die "innere Spannung im alpha-numerischen Code"* (Flusser). *Buchstaben und Zahl in grammatologischer und wissenschaftsgeschichtlicher Perspektive*, Köln (Walther König) 2006, 26

⁹¹ Lily E. Kay, *Who Wrote the Book of Life? A History of the Genetic Code*, Stanford 2000; dt.: *Das Buch des Lebens. Wer schrieb den genetischen Code?*, München 2001

an der Schwierigkeit, einen Organismus während solch einer umfassenden Rekonstruktion am Leben zu erhalten. Sie liegt *nicht an der Unmöglichkeit der Idee*" <Wiener, zitiert ebd., 26f>. Dergleichen Logik folgend beschäftigt sich auch Paul Virilios Dromologie, die Theorie von Übertragung und Geschwindigkeit, am Ende mit der genetischen Transplantation.

Die (auch für Übertragungsmedien) entscheidende Frage ist hier die, ob unter Leben diskrete oder stetige Signalverarbeitung verstanden wird:

If the source is producing a continuous function of time, then <...> we must ascribe it an infinite rate of generating information. <...> to specify exactly one quantity which has a continuous range of possibilities requires an infinite number of binary digits. We cannot send continuous information *exactly* over a channel of finite capacity" <Shannon 1949: 21>;

der Ausweg lautet das Inkaufnehmen von Abstrichen in der "fidelity" <ebd.> der empfangenen Botschaft gegenüber ihrer Sendung. Laut dem von Shannon (mit-)entwickelten Sampling-Theorem spielt dieser Verlust an Treue für menschliche Sinne keine Rolle mehr, sobald Signale mit der doppelten Frequenz ihrer höchsten Frequenzanteile abgetastet und digital quantisiert wird. Die messmediale Kartographie menschlicher Sinneswahrnehmung zielt auf die Erkenntnis: Wahrnehmung will betrogen werden.

Ist also mit Wieners Gedankenspiel das aus der Science Fiction vertraute *beamen* möglich? Als Einspruch meldet sich gegenüber Wieners jene Eigenschaft aller Kanäle zu Wort, die bei aller Übertragung parasitär mit ins Spiel kommt: Rauschen und Verrauschen. So resümiert Shannon zum Thema Übertragungskanal:

The capacity C measures the maximum rate at which a random series of binary digits can be transmitted when they are encoded in the best possible way. In general, the information to be transmitted will not be in this form. It may, for example, be a sequence of letters as in telegraphy, a speech wave, or a television signal. Can we find an equivalent number of bits per second for information sources of this type? Consider first the discrete case; i. e., the message consists of a sequence of discrete symbols. In general, there may be correlation of various sorts between the different symbols. If the message is English text, the letter E is the most frequent, T is often followed by H , etc.. These correlations allow a certain compression of the text by proper encoding. We may define the entropy of a discrete source in a way analogous to that for a noise.⁹²

Die buchstäblich signalökonomische Kalkulation der Wahrscheinlichkeit von Symbolfolgen katapultiert uns damit nicht nur direkt in die gegenwärtige Zukunft digitaler Mobiltelefonie, zurück zugleich zurück in die Epoche der Telegraphie. Medienarchäologisches Denken verabschiedet sich hier vom Diskurs historischer Zeit.

⁹² Claude Shannon, Communication in the Presence of Noise, in: Proceedings of the I.R.E, Bd. 37, Heft 1 (1949), 10-21 (20)

Der medienarchäologische Begriff von Kommunikation beschränkt sich dabei nicht auf menschliche Artikulation allein, sondern meint ebenso Vorgänge, "durch die eine Maschine (z. B. ein Automat, der ein Flugzeug aufspürt und dessen wahrscheinliche zukünftige Position berechnet) eine andere Maschine beeinflusst (z. B. eine Lenkwaffe, die dieses Flugzeug verfolgt."⁹³ Damit ist deutlich, wie sehr dieser Kommunikationsbegriff sich aus der Feuerleittechnik des Zweiten Weltkriegs, nicht aus dem Bedürfnis nach gewaltfreier Verständigung ableitet. Dies ist der kalte Blick der Kybernetik - und die Kybernetisierung des Blicks (militärische Aufklärung) selbst. „The theory of the control mechanism involves communication to an effector machine and often from it, although the machine may not be watched by any human agent.“⁹⁴

Umgekehrt ist jene mathematische Theorie, wie sie von Shannon in den Bell Telephone Laboratories für die technischen Aspekte der Kommunikation entwickelt wurde, nur bedingt rückübertragbar auf nicht-technische Bereiche. Tatsächlich darf in der medienästhetischen Sphäre Information *nicht* der Bedeutung gleichgesetzt werden <Weaver 1976: 18>. Das hat nachrichtentheoretische Konsequenzen für die Interpretation von Massenmedien unter dem Blick von Ingenieuren:

Die *technischen* Probleme betreffen die Genauigkeit der Übertragung vom Sender zum Empfänger von Zeichenfolgen (geschriebene Sprache) oder von kontinuierlich sich ändernden Signalen (telefonische oder drahtlose Übertragung von Stimme oder Musik) oder von kontinuierlich sich ändernden zweidimensionalen Mustern (Fernsehen) usw. Mathematisch gesehen bedeutet das erste die Übertragung einer endlichen Menge von diskreten Zeichen, das zweite die Übertragung einer stetigen Funktion der Zeit und das dritte die Übertragung von mehreren kontinuierlichen Funktionen der Zeit oder von einer kontinuierlichen Funktion der Zeit und von zwei Raumkoordinaten⁹⁵,

bis daß mit dem Farbfernsehen noch eine weitere Code-Ebene hinzukommt. So wird das Rauschen der Bilder im Unterschied zum nur im Geist deutscher Romantik beschreibbaren "Rauschen" von Texten (Buchstaben) zu einer strikt mathematischen Funktion. Was in McLuhans Differenz zwischen *heißen* und *kalten* Medien noch metaphorisch klingt, gilt in Begriffen der Thermodynamik

⁹³ Warren Weaver, Ein aktueller Beitrag zur mathematischen Theorie der Kommunikation, in: Claude E. Shannon / ders. [*The Mathematical Theory of Communication, 1949], Mathematische Grundlagen der Informationstheorie, übers. v. Helmut Dreßler, München (Oldenbourg) 1976, 11-32 (12)

⁹⁴ Norbert Wiener, Time, Communication, and the Nervous System, in: Annals of the New York Academy of Sciences, Bd. 50, 1948/50, 197-219 (202)

⁹⁵ Warren Weaver, Ein aktueller Beitrag zur mathematischen Theorie der Kommunikation, in: Claude E. Shannon / ders., Mathematische Grundlagen der Informationstheorie [*The mathematical theory of communication <sic>, 1949], 11-40 (12)

wörtlich. Hans Magnus Enzensberger schließt sich *nolens volens* dieser mathematischen Informationsästhetik an. Fernsehen nähert sich dem kommunikativen Nullpunkt an, da das Medium alle sinnvollen Unterscheidungen wie etwa Programm oder Sprache auf ein Minimum reduziert und damit Kommunikation verweigert:

Man schaltet das Gerät ein, um abzuschalten. <...> Dagegen ereignet sich so etwas wie eine Bildstörung, sobald im Sendefluß ein Inhalt auftaucht, eine echte Nachricht oder gar ein Argument, das an die Außenwelt erinnert. Man stutzt, reibt sich die Augen <...> und greift zur Fernbedienung.⁹⁶

Genau das aber ist das weiße Rauschen am Ende der Sendung? Denn erst in Momenten der Störung, der Katastrophe entsteht Information. Mit solchen Interferenzen rechnet die Nachrichtentheorie Shannon ausdrücklich: "Während der Übertragung oder an einem der `Terminals` kann das Signal gestört werden".⁹⁷ An dieser Stelle trennen sich Mensch und Maschine; so unterscheiden sich Semiotik und Signaltheorie in den Worten Umberto Eco:

Auf der Ebene der Maschine waren wir noch im Bereich der Kybernetik, die sich für das Signal interessiert. Durch die Einführung des Menschen sind wir zur Welt des Sinnes übergegangen. Es hat sich ein *Signifikationsprozeß* eröffnet, weil das Signal nicht mehr eine Reihe von diskreten Einheiten ist, die in bit Informationen berechenbar sind, sondern eine signifikante Form, die der menschliche Empfänger mit Bedeutung füllen muß.⁹⁸

"Muß"? Dem gegenüber steht der medienarchäologische Blick, der die Wahrnehmung des Scanners selbst zum Archäologen eines Bild-Wissens macht, das menschlichen, (be)deutungsfixierten Augen entgeht und gerade die Leere, die Verständnislosigkeit, die "Blödigkeit der Signifikanten" (Lacans *alphabêtise*) zur Chance erklärt und damit auf andere, denk- und sichtbare Zusammenhänge oder Ähnlichkeiten zwischen den Bildern lenkt. Dies hat Konsequenzen für den Bildbegriff selbst: Bilder im technischen Sinne sind "zweidimensionale Verteilungen von Helligkeiten, die für sich genommen weder Tiefe noch Form oder gar Stimmungen enthalten."⁹⁹

Am Anfang steht immer eine Art virtuelles Archiv: "Die Nachrichtenquelle wählt aus einer Menge von möglichen

⁹⁶ Hans Magnus Enzensberger, "Das Nullmedium", in: Mittelmaß und Wahn, Frankfurt/M. 1991, 89 u. 103

⁹⁷ Claude E. Shannon, Die mathematische Theorie der Kommunikation, in: ders. / Warren Weaver [*The Mathematical Theory of Communication, 1949], Mathematische Grundlagen der Informationstheorie, übers. v. Helmut Dreßler, München (Oldenbourg) 1976, 41ff (44)

⁹⁸ Umberto Eco, Vom Signal zum Sinn (1968), in: Engell u. a. (Hg.) 1999: 192-195 (192)

⁹⁹ Hanspeter A. Mallot, Sehen und die Verarbeitung visueller Information, Braunschweig / Wiesbaden (Vieweg) 2000, Vorwort

Nachrichten eine gewünschte *Nachricht* aus" <Weaver 1976: 16>, die dann der realen Aktualisierung, d. h. Implementierung in symbolischen Systemen (Sprache, Schrift, Bilder Musik) harrt. "Information in der Kommunikationstheorie bezieht sich nicht so sehr auf das, was gesagt *wird*, sondern mehr auf das, was gesagt werden *könnte*"¹⁰⁰ - mithin virtuelle, speicherprogrammierbare Archive als das Gesetz und zugleich als die Menge dessen, was gesagt werden kann. Die technischen Aspekte (das mediale Gesetz) sind dabei nicht unabhängig von den semantischen (die Menge), auch wenn die semantischen Aspekte der Kommunikation (so Shannon) unabhängig sind von den technischen. "Der *Empfänger* ist eine Art umgekehrter Sender, der das übertragene Signal in eine Nachricht zurückverwandelt und diese Nachricht an das Ziel weitergibt" <Weaver a.a.O., 17> - was Bertolt Brechts Radiotheorie in ein technopolitisches Argument gekleidet hat.¹⁰¹

Die mathematische Nachrichtentheorie gilt auch für komplexere Anordnungen von Sender und Empfänger, etwa solche mit „Gedächtnis“ (in Anführungszeichen: *memory* als Metapher), so daß die Art, wie ein bestimmtes Nachrichtenzeichen kodiert wird, nicht nur vom Zeichen selbst abhängt, sondern auch von den vorhergegangenen Nachrichtenzeichen und der Form ihrer Kodierung - die Historizität von Markov-Ketten.¹⁰² Daraus ergibt sich für eine medienarchäologische statt -historischen Darlegung die Option eines anderen Modells von kultureller Tradition (als Übertragung): diskrete Zustände, deren Wahrscheinlichkeit (im Unterschied zu kontingenten Ereignissen) in Kenntnis der vorherigen Zustände gefaßt werden kann. Rechnen wir also mit einer beiderseitig augmentierten Gegenwart: das Zeitfenster von Kommunikation.

Internet *avant la lettre*: Wilhelm Ostwald und *Die Brücke*

Ein Beispiel dafür ist die Darstellung von Wilhelm Ostwalds Meta-Organisation *Die Brücke* als multimediale (auch visuelle Werbung neben wissenschaftlichen Verkehrsnormen umfassende)

¹⁰⁰ Warren Weaver, Ein aktueller Beitrag zur mathematischen Theorie der Kommunikation, in: Claude E. Shannon / ders., Mathematische Grundlagen der Informationstheorie [*The mathematical theory of communication <sic>, 1949], 11-40 (18)

¹⁰¹ Bertolt Brecht, Der Rundfunk als Kommunikationsapparat, in: ders., Gesammelte Schriften, Bd. 18, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1967, 117-134

¹⁰² Warren Weaver, Ein aktueller Beitrag zur mathematischen Theorie der Kommunikation, in: Claude E. Shannon / ders., Mathematische Grundlagen der Informationstheorie [*1949], München (Oldenbourg) 1976, 11-40 (27)

Vorform des Internet.¹⁰³ Der Chemie-Nobelpreisträger Ostwald konzipierte in seinem Aufsatz "Das Gehirn der Welt" eine Informationsvermittlungsstelle "vergleichbar dem telephonischen Zentralamt in einer großen Stadt" <zitiert in Sachsse: 44>; das Internet aber hat keine Zentrale. Weshalb es sich bei Ostwalds Spekulation auch nur bedingt um einen diskursiven Vorläufer des Internet handelt, das Rolf Sachsse als "die Festlegung unscheinbarer, sprachähnlicher Grundstrukturen als Basis oder Transfer-Protokoll eines nicht-hierarchischen, fachübergreifenden, chaotischen Austauschs von Wissenspartikeln und -referenzen" definiert <ebd.>. Medienarchäologie schaut nicht auf diskursive Präludien, sondern non-diskursive Möglichkeitsbedingungen solcher Reden und Gedanken. Operationale Basis für Ostwalds Formatierung der Kommunikation sollte die Standardisierung von Druck-, Papier- und Bildträgerformaten sein; die Organisation Die Brücke sah auch eine Publikation zu stereometrischen Formaten ("Weltformate für Körper") vor, die aber nie erschienen ist <Sachsse 45>. Das Eine medialer Technologien ist die Genealogie von Techniken; das Andere aber deren Standardisierung, also massenhafte Durchsetzung. Neben Kodierung und Kanal zählen zur Medientechnik von Kommunikation, gleichsam auf halbem Weg zum nachrichtentechnischen Informationsbegriff, auch die Formate. Diese haben keine Geschichte; sie existieren vielmehr in weitgehenden Intervallen und darin in invarianter Zeitlichkeit, die nur in abrupten Sprüngen andere Form annimmt.

Ob es nun die Vereinfachung von Druck und postalischem Versand oder die Festlegung digitaler Programmiersprachen sind, hinter beiden stand und steht die Idee eines weltweit gleichmässigen Zugriffs auf Informationen, unabhängig vom Ort und sozialen Kontext der Benutzer, "wie es schon 1912 heißt" <Sachsse 2000: 44>. Das Modell, welches dem Internet Vorläufer unterstellt, ist ein historisches, insofern es in zeitlich adverbialen Pointern (wie dem "schon") zutage tritt. Medienarchäologie aber tröstet nicht durch vorschnelle Analogien, sondern weist die Diskontinuitäten nach, die gerade im Technisch-Logistischen liegen. Die Differenz zwischen Oswalds Modell und dem Internet wird in seiner Bemerkung von 1911 über die nicht-zirkulierbare Überproduktion an Wissen manifest: "Ursache dieses Mangels ist eben das Fehlen eines `Gehirnes der Menschheit', das Fehlen eines Zentralorgans, welches diese einzelnen Produktionen zueinander ordnet und in geordneter

¹⁰³ Rolf Sachsse, Das Gehirn der Welt: 1912. Die Organisation der Organisatoren durch die Brücke. Ein vergessenes Kapitel Mediengeschichte, in: Mitteilungen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen e.V., 5. Jg., Heft 1/2000, 38-57; *seinerseits* im Internet - also Subjekt und Objekt seines Themas - unter: <http://www.heise.de/tp/deutsch/inhalt/co/2481/1.html>

Weise jedem Bedürftigen zugänglich macht" <zitiert in Sachsse 2000: 44f>. Aber erstens ist der Computer dadurch definiert, daß er rechnet - das Ostwaldsche "Gehirn der Menschheit" aber eben nicht (womit es noch kein operatives Medium ist, sondern ein schlichter Apparat). Zweitens ist das Internet gerade dadurch definiert, daß es sich vielmehr als Maschen, als Netz, als Maschinennetz auszeichnet. Gerade ein Zentrum sollte in der militärischen Logik vermieden werden, damit nicht ein feindlicher Raketenschlag die Kommunikation mit einem Male auslöschen kann. Jeder einzelne Punkt im Netz ist umgehbar und damit ersetzbar - von daher das *packet switching*, das jede gesendete Botschaft in Parzellen aufteilt, über verschiedene Wege verschickt und am logischen Ort der Adresse erst wieder zusammensetzt.

Ostwalds Plädoyer für die Einführung eines geometrisch begründeten "Weltformats" ist am Ende nur "metaphorisch" - schreibt Sachsse nun doch - "dasselbe, was derzeitige Kommissionen zur Festlegung von HTML, Unicode und Datentransferprotokollen umtreibt" <44f>. Im Begriff der Metapher aber scheiden sich Sichtweisen von Medien überhaupt. Denn Metapher ist Übersetzung; im nicht mehr bloß rhetorischen, sondern medientechnischen Sinn "ist sie die Tautologie ihrer eigenen Setzung"¹⁰⁴. Jay Kaplan unterscheidet zwischen Metaphern „characterized by association and metaphors entailing physical transformation“.

Angeregt von einem Treffen auf dem Chemiker-Kongreß kurz vor 1900 mit Paut Otlet, dem Leiter des Internationalen Bibliographischen Intituts in Brüssel, übertrugen Ostwalds Brücke-Mitarbeiter die Brüsseler Verschlagwortung unter dem Titel *Die Welt-Registatur* ins Deutsche.¹⁰⁵ Ein Bestandteil war das "Bibliotheksverzeichnis der 325 Großbibliotheken der Erde" - nur daß damit zwar Metadaten, nicht aber Volltexte zugänglich waren. Ein Neuerungsvorschlag von Seiten der *Brücke* sah vor, die Bücherei-Karteikarten mit Schlagworten gleich auf dem Buchrücken darzustellen; ein Registraturschema aus 19 Einzelpunkten sollte auf einen Blick sämtliche Ab- und Anfragen an den Inhalt beantworten - ein Interface also zwischen Buch und Nutzer. Womit die Meta-Daten nicht in einem intrasitiven, sondern transitiven Verhältnis zum Buch stehen, parergonal (Kant) und paratextuell (Genette) wie das Inhaltsverzeichnis, und damit Teilmenge des Buchs selbst sind. Karteikästen sind ein Protagonist der Brücken-Bewegung; die Kontroverse um die Normung der Zettel in Bibliothekskatalogen fällt mit der Vielfalt entsprechender Apparate ihrer Bindung

¹⁰⁴ Paul de Man, *Epistemologie der Metapher*, in: Anselm Haverkamp (Hg.), *Theorie der Metapher*, Darmstadt (WBG) 1983, 419

¹⁰⁵ Siehe Markus Krajewski, *Restlosigkeit*, in: Hedwig Pompe / Leander Scholz (Hg.), *Archivprozesse: Die Kommunikation der Aufbewahrung*, Köln (DuMont) 2002, xxx

und Heftung zusammen - ein Beispiel für Formate als Effekte von Hardware. Charakteristisch ist die Rahmung aller wichtigen Details von Brücke-Publikationen in rechteckigen Kästen und die Vorführung der Weltregistratur in einem Setzkasten-ähnlichen Gehäuse <Sachsse 2000: 53> - Papiermaschinen, ein Gestell im zwei- wie im dreidimensionalen Raum. Doch erst mit dem Internet-Protokoll wird diese Formatierung dynamisch.

Doch hat diese Registratur den Charme einer gewissen chinesischen Enzyklopädie, auf welche Michel Foucaults *Ordnung der Dinge* unter Rekurs auf Jorge Luis Borghes referierte:

Unter den Sprachen dieser Welt hat das Plattdeutsche die gleiche Ordnungsnummer wie das Japanische, und die künstlerischen Arbeiten afrikanischer wie australischer Völker finden schon gar keinen Platz im System. Die humanen Wissenschaften sind noch im Sinne des 19. Jahrhunderts geordnet: Da ist Phrenologie der Psychologie gleichgestellt, und letztere ist mit "Okkultismus, Spiritismus, Geister, Hallucinationen, Prophetie, Zauberei" in ein Fach geraten. <...> Diese Systematik belegt wie alle anderen, dass es keine neutralen Ordnungsverfahren gibt - das gilt auch für die Standards, die heutige Internet-Konferenzen festlegen <Sachsse 2000: 47>

- zwischen ASCII-Imperialismus und UNICODE, als *domain names* und Übertragungsprotokolle.

Immerhin läßt die Registriertkarte Einzelabfragen gleichwertig nebeneinander stehen und somit beispielsweise dem Designer eines Buches denselben Stellenwert einräumen wie dem Autor <Sachse 2000: 47>. So sehr dieser Ansatz auch an die epistemologische Formation, also die Wissensästhetik der barocken Kunst- und Wunderkammer erinnert, so sehr ist diese radikale Absicht von Semantik eine Bedingung des Datenaustauschs im Sinne Shannons. In der parataktischen Reihung von sequentiellen Einträgen "kann auf eine Hierarchie behandelte Themen und Gegenstände verzichtet werden, darf Kleines und Großes, scheinbar Wichtiges und Unwichtiges ebenso bruch- wie übergangslos nebeneinander stehen bleiben" <Sachsse 2000: 43>. "Weitsichtig ist die Bereitstellung zweier Gegenstände und dreier Verknüpfungen, die ziemlich exakt dem durchschnittlichen wissenschaftlichen Gebrauch heutiger Meta-Suchmaschinen entspricht" <ebd., 47>. Dem übergeordnet sollte ganz im Sinne der biomechanistischen Vorstellungen von Ostwalds Zeitgenossen Avenarius, Mach, aber auch Schreber *Die Organisation der Organisatoren* Nervenstränge bilden, die zu wesentlichen Fragen aller Art Stellung nehmen könnten - ein telegraphisches Dispositiv.¹⁰⁶ Ostwald verweist mehrfach auf die Notwendigkeit einer Vereinheitlichung im Bereich der Elektrizität - Normierung also nicht allein auf der symbolischen Ebene von Buchstaben und Worten (wie sein

¹⁰⁶ Sachse verweist in diesem Zusammenhang auf Niklas Luhmann, *Die Autopoiesis des Bewußtsein*, in: *Soziale Welt* 36 (1985), 402-446

Vorschlag der Weltsprache *Ido*), sondern auch auf Seiten der Physik und der Hardware (Karteikarten).

Tatsächlich gelang dem Chemiker Ostwald seit 1914 mit seinem Farbatlas die Farbnormierung, die sich bis hin zum additiven RGB-Farbraum des Computermonitors fortschreibt.

Ostwalds Schlagwort lautet 1913, also im Jahr der Grundsteinlegung der Deutschen Bücherei zu Leipzig: "vom Individualismus zur Organisation"¹⁰⁷. Diese Einsicht setzt im Ersten Weltkrieg die Einrichtung eines Instituts für Normung aus kriegswirtschaftlichen und waffentechnischen Gründen durch, resultierend in der Deutschen Industrie-Norm. Modulare Medientechnologie und Formatierung gehen hier Hand in Hand.¹⁰⁸

Ostwald fordert die Standardisierung von Wissenstransfer (Daten und Farben) auf der "untersten Kulturstufe" - mithin also die archäologische Schicht im Raum von Kulturtechniken <zitiert nach Sachsse 2000: 52>. Er selbst praktiziert einen medienarchäologischen, d. h. anteilnahmslosen, bewußt nicht semantischen Blick, wenn er Kultur nicht idealistisch, sondern kulturtechnisch sieht. "Jenseits nationaler Kunstgeschichten, diesseits der jeweiligen Landessprache, unterhalb jedweder Symbolik" <Sachsse 2000: 51> - also subsemantisch - sollten im Weltformat interkulturelle Maßverhältnisse und Proportionen angesiedelt werden, auf die sich alle Menschen einigen können; auch der Vorschlag einer "Weltmünze" kommt hier zum Zug. Ostwald geht in später Nachfolge Leibniz' so weit, "die Begründung ästhetisch-mathematischer Entscheidungen als Grundlagen aller Kommunikation, allen Verkehrs und menschlicher Existenz insgesamt hinzustellen" <Sachsse ebd.> - eine genuin kybernetische Ästhetik. So gibt *Die Brücke* (wie das Königsberger Brückenproblem einst für Leonard Euler) den Anlaß zu einem topologischen Denken, das seiner Materialisierung als Informationsnetz harret.

Gerade die Distanz zu hierarchisch gegliederten Bildungs-, Vermittlungs-, Sammel- und Archivierungstätten hat die Dynamik der Brücke-Idee der Auskunft aller Auskünfte entstehen lassen.

Hier vor allem liegt die Gemeinsamkeit zu den Internet-Ideen der frühen und mittleren neunziger Jahre: Ein nicht-hierarchisches, leicht anarchistisch angehauchtes System der Vermittlung aller Referenzen, die Schaffung einer Gemeinschaft von Wissenden, denen kein Gedanke zu wertlos ist, um ihn nicht in die soziale Kommunikation einfließen zu lassen. <Sachsse xxx: 53>

¹⁰⁷ Wilhelm Ostwald, Normen., in: Werkbund-Jahrbuch 1914, Nachdruck in: Ausstellungskatalog: Zwischen Kunst und Industrie. Der Deutsche Werkbund, München 1975

¹⁰⁸ Dazu Peter Berz, 0815. xxx

Demgegenüber akzentuiert Medienarchäologie vielmehr die Differenzen zwischen den Schichten und Praktiken des Wissens - eine Art Theorie medialer Zeiten, die selbst in diskreten Zuständen, in apparativen Umschaltungen, nicht in Begriffen des historischen Fortschritts rechnet. Eine technologisch akzentuierte Mediengeschichte schreibt vom Ort medialer Geschichtstechniken aus, *nicht* aus jener Perspektive, die alle vorherigen Medien zu Vorgeschichten der aktuellen Macht entziffert. Die medienanthropologische Figur einer Kontinuität von Ideen verwischt die harten Brüche, deren Wahrnehmung die Eskalationen von Medienkultur erst in den Blick geraten läßt. Das "Hirn der Welt" ist kein Internet, denn letzteres ist gegenüber vorherigen Postsystemen (auch der Rohrpost) in einer anderen techno-logischen Materialität implementiert. Das Internet ist keine Konsequenz genormter Papierformate, sondern eine Emanation des Computers als System, das auf diesem Wege sich selbst (nämlich durch Verschickung von Codes und Programmen) zu kommunizieren vermag. Also nicht das, was genausogut im Medium der Gutenbergtexte verschickt werden kann, ist die entscheidende Differenz, "sondern es geht um Meßdaten oder um Computerkonstruktionszeichnungen, die alle computertechnisch repräsentiert sind, oder anders als im Computer gar nicht zu haben wären."¹⁰⁹

Als Vannevar Bush im Juli 1945 unter dem Titel "As we may think" in der Zeitschrift *Atlantic Monthly* nach dem Modell des menschlichen Denkens die Konzeption eines *memory extender* als assoziativen, nicht klassifikatorischen Mechanismus publiziert, endet die Epoche der Suprematie klassischer Archiv- und Bibliothekstechniken zugunsten von Speichertechnologien. Es handelt sich hier um eine bislang ungebraute Gedächtnismaschine, deren Bauplan nichtsdestotrotz existiert: der Entwurf eines Indizierungsmechanismus abgespeicherter Daten, der zum Vorbild für die aktuelle Desktop-Metapher von Computer-Interfaces wurde - nämlich ein technifizierter Schreibtisch. Die Mechanik der *Memex* beruht ihrerseits auf einem technischen Medium, der zum Mikrofilm kondensierten Photographie. Bereits 1926 war von Watson Davis und Edwin Slosson Mikrofilm zur Reproduktion und vor allem Verbreitung wissenschaftlicher Literatur vorgeschlagen worden. Bei einem Treffen mit Bush im November 1932 diskutierte Davis die Option, Information durch Indizierung auf Mikrofilm aufzuzeichnen. Davis inspiriert damit auch H. G. Wells, der in seiner Vortragsreihe 1936-38 *World Brain* (publiziert 1938) für eine „permanent World Encyclopedia“ plädiert, zur Vereinheitlichung und Verkörperung des gesamten Wissens. Anders als Ostwalds "Gehirn der Welt" ist hier das Medium der Synchronisation von Wissen nicht mehr Papier, sondern ein

¹⁰⁹ Friedrich Kittler, *Internet: Postsystem, Emanation und Stadt*, in: <http://www.lrz-muenchen.de/~MLM/telepolis/deutsch/ejour>, access date: 23. Oktober 1995

post-gutenbergisches Medium:

By means of microfilm the rarest and most intricate documents and articles can be studied now at first hand, simultaneously in a score of projection rooms. There is no practical obstacle whatever now to the creation of an efficient index to all human knowledge, ideas and achievements, to the creation, that is, of a complete planetary memory for all mankind. And not simply an index; the direct reproduction of the thing itself can be summoned to any properly prepared spot.¹¹⁰

Die dafür notwendige Infrastruktur bedarf zwar einer „centralized and uniform organization“, doch dies nicht mehr im geo-, sondern wissenstopographischen Sinne: „It need not have any single local habitation because the continually increasing facilities of photography render reduplication of our indices and records continually easier“ <Wells 1938: 63>. Die *Nachrichten für Dokumentation* fassen 1953 dementsprechend den Begriff des Dokuments im Medienverbund. Wenn nicht Energie und Materie, sondern Information zählt, sei die Herstellungsart unwesentlich; von "Kleinschriften-Aufzeichnungen und Hieroglyphen, Handschriften und Schriftstücke, heute im Mittelpunkt alle Erzeugnisse der Druck- und Reproduktionstechnik" bis hin zur "Aufnahme von Wort und Ton <...> und die fertigen Lochkarten".¹¹¹ Im Unterschied zur Datenaggregation des Archivs ist der Begriff der Dokumentation originär an Maschination gekoppelt.

Nonlineare Übertragung: Hypertext

Die ultimative Herausforderung an den raum- und zeitfixierten Übertragungsbegriff ist die Mathematisierung der Kommunikation, da hier nicht mehr Energie (elektrophysikalische Signale) oder gar Materie "übertragen" wird, sondern ein technomathematischer Inbegriff von Information (vorrangig in Form von *bits*) zum Vollzug kommt und damit die Semantik der sogenannten Telekommunikation obsolet macht. Vilém Flusser prägte zur Beschreibung dieses aktuellen "diskursiven Schaltplans" den Begriff der *Telematik* - ein Neologismus, der die Begriffe Telekommunikation und Informatik verschmilzt.¹¹² Aus Nachrichtenübertragung als im elektrophysikalischen Sinne organisierter Materie (OM) wird - frei nach Régis Debray - die materialisierte Organisation

¹¹⁰ Wells 1938: 60, zitiert nach: James M. Nyce / Paul Kahn, *A Machine for the Mind: Vannevar Bush's Memex*, in: dies. (Hg.), *From Memex to Hypertext: Vannevar Bush and the Mind's Machine*, San Diego / London (Academic Press) 1991, 39-66

¹¹¹ *Nachrichten für Dokumentation*, Heft 4/1953, 168, hier zitiert nach: Fritz Zimmermann, *Die Stellung der Archive innerhalb eines Systems der Dokumentation*, in: *Archivalische Zeitschrift* 62 (1966), 87-125 (88f, Anm. 8)

¹¹² Vilém Flusser, *Ins Universum der technischen Bilder*, Göttingen (European Photography) 1999, 86

(MO). Manifest wird dieses Phänomen am und im Internet.

Geboren aus dem Sputnik-Choque von 1957 entwickelt die Advanced Research Projects Agency (ARPA) in den USA ein dezentrales Kommunikationssystem, das von der Unverwundbarkeit militärischer Kommandostrukturen am Ende zu dessen logistischer Enthierarchisierung führt. 1969 kommt das ARPANET den ersten Universitäten Kaliforniens zugute. Mit dem von Paul Baran und Donald Watts 1963 entwickelten *packet switching* einerseits und dem von Bob Kahn und Vinton Cerf entwickelten Transmission Control Protocol (TCP) andererseits, das später vom Internet Protocol (IP) flankiert wird, transformiert die postalische Epoche der übertragungsorientierten Medien zu einer geradezu unmittelbaren Adressenorientierung - womit auch das Modell von Tradition (die Fixierung auf den zeitlichen Kanal) vom neuen Archiv, nämlich dem Priomat der technomathematischen Kodierung, abgelöst wird. Internet-Protokolle dienen vor allem dazu, Fragmente der Datenpakete wieder passend zusammensetzen - und das nicht nur im bildlichen Sinne passend, sondern vor allem auch im zeitlichen Sinne als Synchronisation. Im Verbund mit der nachrichtentechnischen Puls Code Modulation (PCM) wird die Übertragung mathematisch unabhängig vom physikalischen Typ der Datenleitung (ob Telefonleitung, Glasfaserkabe oder Satelliten) und damit überhaupt erst Information im Sinne Norbert Wieners. "So streicht das Bit die Raumkonstante aus den Berechnungen für den Redundanzaufwand für den Kanal, d. h. die Distanz spielt keine Rolle mehr im Verhältnis zwischen Kapazität und Übertragungsrate. Das bedeutet folglich, daß Kommunikationstheorie mit (Brief-)Post nichts mehr zu tun hat."¹¹³

Das Signal also eine diskrete, damit mathematisch manipulierbare physikalische Einheit, unterläuft den klassischen Begriff kontinuierlicher Übertragung. Der Einsatz der Elektronenröhre als Verstärkerelement (*electronic repeater*) ermöglichte in den USA 1915 nicht nur die erste transkontinentale Telephonleitung. Einher mit dieser neuen Quantität von telephonischer Distanzüberbrückung ging eine neue medientechnische Qualität:

The network became machine. No longer was the network a passive device, for repeater amplifiers actively added energy along along the route. This change decoupled the wave that represented the conversation from its physical embodiment in the cable. <...> Electricity in the wires was now merely a carrier, separate from the message or signals it carried <...>. Now voices becamas signals <...>. The message was no longer the medium; now it was a signal that could be understood and manipulated on its own terms, detached from its physical embodiment."¹¹⁴

¹¹³ Bernhard Siegert, *Relais. Geschichte der Literatur als Epoche der Post*, Berlin (Brinkmann & Bose) 1993, 289f

¹¹⁴ David A. Mindell, *Between Humans and Machine. Feedback, Control, and Computing before Cybernetics*, Baltimore / London (Johns Hopkins University Press) 2004 [Erstausgabe 2002], 112

Die Nachrichtentheorie des 20. Jahrhunderts wurde buchstäblich entlang von Telephonleitungen entwickelt (Nyquist, Bode); der Signalbegriff, gekoppelt an den mathematischen Informationsbegriff einerseits und das Dispositiv der Verstärker andererseits, unterläuft den manifesten Materialismus der klassischen Übertragung. Damit korrespondiert die Umschaltung vom niederfrequenten auf das hochfrequenter Spektrum im Bereich der Signalübertragung; die menschliche Stimme ist nicht länger selbst das medienbestimmende Ereignis, sondern marginalisiert vielmehr zur Modulation einer Trägerfrequenz. Radiogleich wird aus dem klassischen elektrischen Telephon eine Transmission abstrakter Signale: "The Bell System became not merely a set of voice channels but a generalized system capable of carrying any signal as a new currency: information" <Mindell 2004: 107>. Was bleibt also vom Menschen in der Übertragung? Ein Sonderfall von Kommunikation, ein Ausschnitt im Frequenzspektrum gleich dem Licht als phänomenologische Emanation des elektromagnetischen Wellenspektrums.

Seit der mathematischen Nachrichtentheorie des 20. Jahrhunderts herrscht nicht mehr das postalische Primat der Übertragung im zeiträumlichen Kanal; was buchstäblich *entscheidend* (0/1) ebenso buchstäblich *zählt*, ist die Kodierung. Ist damit Zeit in Medien kassiert? Bernhard Vief sieht den Ersatz von Übertragung (Raum, Zeit) in den Neuen Medien durch "Vervielfältigung", die digitale (verlustfreie) Kopie.¹¹⁵

Übertragung heißt im 20. Jahrhundert also nur noch metaphorisch das, was es bis ins späte 19. Jahrhundert einmal meinte: Nachrichtentransport von A nach B. Es hieße einem nostalgischen Medienbegriff aufzusitzen, wenn er nur das raum- und zeitgreifende Vehikel, also die Überbrückung einer Ferne meint - metaphorisch auch im Sinne jener *Metaphora*, mit der im heutigen Griechenland die öffentlichen Nahverkehrsmittel bezeichnet werden. Technomathematik macht den klassischen Medienbegriff selbst metaphorisch.

Doch noch von einer anderen Seite wird die klassische Übertragungsmetapher unterlaufen. Erich Jantsch beschreibt Kommunikation analog zum Phänomen der (elektro-)physikalischen Resonanz, demzufolge Schwingungen in einem Spektrum verwandter Frequenzen nahezu ohne Übertragung von Energie induziert werden¹¹⁶ (Nicola Tesla allerdings suchte unter verkehrten

¹¹⁵ Bernhard Vief, 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

¹¹⁶ Erich Jantsch, Erkenntnistheoretische Aspekte, in: xxx, 171.

Vorzeichen Energie drahtlos in gekoppelten Schwingkreisen zu übertragen).

Klassische Übertragungskanäle, etwa Leitungen zwischen elektronischen Bauteilen, implizieren auch auf minimalsten Strecken immer schon eine Lauf-, also "Totzeit". In geschlossenen Schaltungen, etwa in Kontrollschleifen, macht sich als Störung bemerkbar, was in Laufzeitspeichern früher Computer positiv zum Einsatz kam:

The time it takes for material to travel from one point to another can add dead time to a loop. If a property (e.g. a concentration or temperature) is changed at one end of a pipe and the sensor is located at the other end, the change will not be detected until the material has moved down the length of the pipe. The travel time is dead time. This is not a problem that occurs only in big plants with long pipes. A bench top process can have fluid creeping along a tube. The distance may only be an arm's length, but a low enough flow velocity can translate into a meaningful delay."¹¹⁷

Beim Sampling als Verfahren der A/D-Wandlung kommt dies in technomathematischer Form zum Zug, denn das Digitale beruht notwendig auf Momenten der Zwischen(wert)speicherung:

Control loops typically have "sample and hold" measurement instrumentation that introduces a minimum dead time of one sample time, T, into every loop. This is rarely an issue for tuning, but indicates that every loop has at least some dead time. <Ebd.>

Die Mächtigkeit von Technomathematik aber erweist sich in genau diesem Zusammenhang: Der Einsatz eines *predictor* vermag die absehbare Totzeit vorausrechnend zu kompensieren - ein Verfahren, das seit dem Zweiten Weltkrieg in der Artillerie zur Flugabwehr im Einsatz war und die mathematische Kybernetik ebenso wie den Elektronenrechner beflügelte. Was weggerechnet wird, ist die Übertragungszeit selbst.

Das Durchbrechen semantischer Kontexte wurde als hypertextuelles Schreibverfahren technisch implementiert. Hypertext trägt den rekursiven Strukturen aufgezeichneter Sprache Rechnung, denn da er Worte und Texte verbindet, deren Bedeutung jenseits der Linearität des Diskurses in Beziehung und Resonanz zueinander stehen, praktiziert er medienoperativ die bislang eher theoretische Einsicht, daß Text immer auch ein Netz von Assoziationen ist.¹¹⁸ Womit auch der Begriff der Tradition sich vom historiographischen zum archivischen

Dazu Norbert Bolz, Am Ende der Gutenberg Galaxis. Die neuen Kommunikationsverhältnisse, München (Fink) 1993, 41. Vgl. auch xxx Sheldon über Resonanzen als ERklärung von Evolution;

¹¹⁷ Doug Cooper, "Dead Time Is The 'How Much Delay' Variable"; online unter: <http://www.controlguru.com/wp/p51.html>; Zugriff 25. November 2008

¹¹⁸ Pierre Lévy, Die Metapher des Hypertextes, in: Les Technologies de l'intelligence. L'avenir de la pensée à l'ère informatique, Paris 1990, 78-82; dt. in: Engell u. a. (Hg.) 1999: 2000, 529

Dispositiv hin ändert: "Das elementare Schema der Kommunikation wäre nicht mehr `A übermittle etwas an B´, sondern `A modifiziert eine Konfiguration, die Ab, B., C, D usw. gemeinsam ist."¹¹⁹

Nonlineare Signalübertragung in binär kodierter Nachrichtenmedien ist vertraut aus einer ebenso symbolischen wie mechanischen Operation: der "Übertrags" bei Additionen über einstellige Werte hinaus (Zehnerübertrag). Leibniz löste dies für seine Vierspezies-Rechenmaschine durch die Konstruktion der Staffelwalze¹²⁰; die zentrale Recheneinheit in Computern kennt eine Variante davon im Gatter der Halbaddierer. Die "Eins im Sinn" ruft nach dem Zwischenspeicher (Register).

Eine Form der Übertragung, die topologisch oder assoziativ von einem Punkt zum anderen springt, mag verwirrend erscheinen; aus dem Internet aber ist diese Form, sich in Informationsmengen zu orientieren, vertraut. Walter Benjamin hat es in seinem Buch *Berliner Kindheit* als Stadterfahrung definiert: Es gelte, sich in Labyrinthen verirren zu lernen. Claude Shannons logisch-kybernetisches Labyrinth-Spiel ist die Antwort darauf.

Theodor Holm Nelson war inspiriert von Bushs "Memory Extender", der ausdrücklich "associative indexing" leisten sollte, "the basic idea of which is a provision whereby any item may be caused at will to select immediately and automatically another" <Bush a.a.O.>. Daraus entwickelt Nelson sein Konzept der Dokumentenverknüpfung nicht durch Metadaten, sondern aus der Textmetrie selbst: "Links are intrinsic to documents"; nonlinear "[i]t is put in by a human". Eine solche "connection between parts of text or other material"¹²¹ ist tatsächlich nicht nur ein hypertextuelles, sondern ein hypermediales Ereignis, dem multisensorischen Schauplatz einer mittelalterlichen Handschrift näher als dem "heißen" Medium Buchdruck, und zugleich eine Fragmentierung der klassischen Wissensseinheit von Buch und Seite zugunsten elementarer Wortbestandteile.

Der klassische Übertragungskanal zersplittert ebenso räumlich (von linearen zu dissipativen Strukturen und Netzen) wie zeitlich (von der synchronen, im Wesen der elektromagnetischen Wellenausstrahlen selbst angelegten Broadcast-Kommunikation klassischer Funk- und *live*-Medien zur asynchronen

¹¹⁹ Pierre Lévy, [Hypertext] xxx, in: Engell et al. (Hg.) 1999: 529

¹²⁰ Siehe Reinhard Finster / Gerd van den Heuvel, Gottfried Wilhelm Leibniz mit Selbstzeugnissen und Bilddokumenten, Reinbek b. Hamburg (Rowohlt) 1990, 104-107

¹²¹ Theodor Holm Nelson, *Literary Machines. The Report on, and of, Project Xanadu*, Sausalito, CA (Mindful Press) 1991, 2/23

Kommunikation, mit dem speicherbegabte Kommunikationsmedien - E-mail etwa - jenseits von analoger Telephonie einerseits an die Epoche vortechnischer, zeitversetzter Kommunikation per Brief anknüpfen, sie aber auf der Ebene elektronischer Unmittelbarkeit zugleich auch wieder unterlaufen¹²²). Erstmals generieren vernetzte Computer eine Kommunikation nach eigenem mediengesetzten Recht, das dem menschlichen Kommunikationsbedürfnis im Entwurf des World Wide Web durch Tim Berners-Lee (Prototyp 1990, öffentlicher Gebrauch seit 1993) zwar auf der Ebene postalischer Praxis entgegenkommt, ihm tatsächlich aber seine eigenen Gesetze aufzwingt. Die erste Aussage jeder Internet-Webseite sagt Hypertext, nämlich Verweis¹²³; erst die kybernetische Auslösung dieses Link setzt diese Qualität in Vollzug. Anders als für Nur-Lese-Texte kommt damit eine mediale Form von Kommunikation in die Welt, die sich erst im Übertragungstechnischen Vollzug realisiert - ein technisches Medium im eigentlichen Sinne, und eine Realisation von Charles S. Peirces Modell einer triadischen Semiotik des endlosen Verweises.

Das Internet - ein zeitkritisches We(i)sen

Kommunikation, verstanden im medienwissenschaftlichen, also nachrichtentechnischen Sinne als Signalübertragung, ist in der Epoche hochtechnischer, genauer: technomathematischer Medien zeitkritisch geworden. Zeit selbst wird verschluckt.

Transport und Signalübermittlung unterscheiden sich fortan grundsätzlich. Elektronische Geschwindigkeit für drahtlose oder kabelgebundene Kommunikation meint keine Vehikel:

Die drahtlosen Wellen sind elektromagnetische Vorgänge, die weder an Materie noch Energie gebunden sind. Sie durchdringen <...> - wie das Licht - den leeren Raum, in dem gar keine Elektronen vorhanden sind. Und im Kabel fließen zwar Ströme, die aus Elektronen bestehen. Aber man darf sich das nicht so vorstellen, daß <...> die Elektronen die Nachricht <...> materiell befördern, indem sie <...> die Nachricht mit sich tragen. Tatsächlich bewegen sich die Elektronen selbst nur ganz langsam. <...> Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit, mit der das Sprachsignal <sc. telephonisch> übertragen wird, <...> kommt nur so zustande, daß ein sich verschiebendes Elektron sozusagen auf das nächste drückt, das nun seinerseits diesen Druck weitergibt¹²⁴

- eine Welt der Impulse, der Kontiguität - weshalb Marshall

¹²² Das "asynchrone Dasein" beschreibt Nicholas Negroponte, Total Digital, xxx1995, 206f

¹²³ www.w3.org/History/19921103-hypertext/hypertext/WWW/Link.html

¹²⁴ W. T. Runge, Elektronische Geschwindigkeit ist keine Hexerei (Vortrag, gehalten am TELEFUNKEN-Empfang der Fachpresse anlässlich der Hannover-Messe 1966), in: radio-tv-service Nr. 77/78, 19xxx, 2895-2899 (2895)

McLuhan für die Epoche der Elektronik die Rückkehr des Audio-Taktilen (analog zum Luftdruck) diagnostiziert.

Schnelligkeit ist hier nicht in Bezug auf Raumüberquerung (Fortbewegung), sondern als Kurzzeitigkeit gedacht. Die Redensweise "schnell vom Begriff" steht diesem technologischen Verständnis von Geschwindigkeit nahe: schnelle Schaltung. Mit der Vakuum-Elektronenröhre wurde es manifest: die zeitkritische Eigenschaft von Elektronen, schnell beschleunigt und abgebremst zu werden, ohne dabei rasch an die Grenzen der Masseträgheit zu stoßen. Ein Elektron hat die geringfügige Masse von ca. 10^{-27} Gramm; mit buchstäblicher Leichtigkeit kann die Elektronenröhre damit in frühen Computern blitzschnell schalten respektive hochfrequenten Schwingungen für Radio und Fernsehen "fast ohne Verzögerung" <Runge a.a.O., 2896> folgen.

Die Teleskopie Galileo Galileis ist noch eine (wenngleich irritierende, weil ganz und gar auf die Autorität der Linsen begründete) klassische Ausweitung des Menschen, hier: seines Sehnsinns:

Die Bezeichnung "Fernsehen" ist eigentlich irreführend. Wir sind nämlich keineswegs in der Lage, mit bestimmten Hilfsmitteln tatsächlich "in die Ferne zu sehen", sondern besitzen nur unter erheblichen Einschränkungen die Möglichkeit, irgendeinen optischen Vorgang von einem Ort zu anderen zu übertragen.¹²⁵

Mit ingenieurshafter Klarheit schreibt es die notorische Patentschrift für elektromechanisches Fernsehen Paul Nipkows 1884 gleich im ersten Satz: "Der hier zu beschreibende Apparat hat den Zweck, ein am Orte A befindliches Object an einem beliebigen anderen Orte B sichtbar zu machen."¹²⁶

Weder "Tele-" noch "-kommunikation": Im elektronischen muß Fernsehen ein Synchronisationsimpuls, der dem eigentlichen Bild(zeilen)inhalt im Videosignal hinzugefügt wird, für die strikte Taktung von Sender- und Empfängerzeit sorgen. "Da eine Verständigung zwischen Sender- und Empfängerseite in der Praxis nicht möglich ist, muß man einen Kunstgriff zur Erzwingung des Gleichlaufs zu Hilfe nehmen."¹²⁷

In Form von Time-Sharing, d. h. der echtzeitigen (im

¹²⁵ Heinz Richter, Fernsehen für Alle. Eine leichtverständliche Einführung in die Fernseh-Sende- und Empfangstechnik, Stuttgart (Franckh) 1951, 11

¹²⁶ Kaiserliches Patentamt, Patentschrift Nr. 30105 (Klasse 21: Elektrische Apparate): Paul Nipkow in Berlin, Elektrisches Teleskop ("patentirt im Deutsche Reiche vom 6. Januar 1884 ab")

¹²⁷ Heinz Richter, Fernsehen für Alle. Eine leichtverständliche Einführung in die Fernseh-Sende- und Empfangstechnik, Stuttgart (Franckh) 1951, 23

menschlichen Wahrnehmungsfenster von Gegenwart liegenden) scheinbar gleichzeitigen Nutzung von Rechenzeit eines Prozessors durch mehrere Benutzer an Terminals wird ein System vernetzter Computer zeitkritisch. Dieses Momentum artikuliert sich im "Ping"-Signal des Internet. Das Vorbild dieses zeitkritische Signal (seit 1983 zum Test der Erreichbarkeit und Dauer des Verbindungsaufbaus in der Kommunikation zwischen Computern) stammt aus der submarinen Welt; die Visualisierung eines solchen U-Boot-"Ping" beginnt im Analogen, verebbt aber im Digitalen.¹²⁸

Nirgendwo wird die Differenz zwischen früheren Bibliotheksphantasien einer Weltenzyklopädie und dem Internet als operativer Medienpraxis deutlicher als in dem Moment, wo der *online*-Enzyklopädie Wikipedia das Suchwort *ping* selbst aufgegeben wird. Die Antwort liegt im Vollzug: Wenn der wikipedia.com-Server nicht durch dieses Suchwort, sondern sein elektronisches Referential, nämlich das *ping*-Signal selbst adressiert wird, sieht die Antwort - kein Text, sondern ein Zeit-Protokoll etwa so aus:

```
$ ping -c 5 wikipedia.com
PING wikipedia.com (130.94.122.195): 56 data bytes
64 bytes from 130.94.122.195: icmp_seq=0 ttl=235 time=284.3 ms
64 bytes from 130.94.122.195: icmp_seq=1 ttl=235 time=292.9 ms
64 bytes from 130.94.122.195: icmp_seq=2 ttl=235 time=289.7 ms
64 bytes from 130.94.122.195: icmp_seq=3 ttl=235 time=282.4 ms
64 bytes from 130.94.122.195: icmp_seq=4 ttl=235 time=272.0 ms
```

Ping meint eine Praxis von Kommunikation, die den Menschen vorläßt. Ein Quellrechner sendet dabei kleine Datenpakete vom Typ *echo request* an den Zielrechner. Erreichen diese Pakete ihr Ziel, dann antwortet diese Konfigurationsgemäß mit *echo reply*. So kann überprüft werden, ob eine *online*-Datenverbindungen zwischen zwei Maschinen prinzipiell, also auf medienarchäologischer Ebene funktioniert. Bei der Suche nach Störungen in Netzen ist dies der erste Schritt. Ein Relikt aus medienarchäologischer Zeit ist der "ping of death": Eine Zeitlang waren manche TCP/IP-Stacks gegen übergroße Ping-Pakete empfindlich und stürzten so radikal ab, daß sie die gesamte Maschine mitrissen.¹²⁹

Was das Synchronisationssignal als Bedingung des gelingenden Bildes in der elektronischen Fernsehübertragung war, setzt sich auch im Netz fort, als "Sync"-Signal. Springen wir von hier aus zum sogenannten Time-Hopping (im Unterschied zum Frequency-Hopping, gleich der Differenz von AM und FM in der klassischen Funktechnik):

¹²⁸ "Submarine Sonar Sound"; Quelle: www.uboataces.com = SONAR.WMF

¹²⁹ Siehe

<http://www.lmtm.de/InformatiXTM/netzwerke/texte/ping.html>

"Das Time-Hopping-Verfahren bzw. Zeitsprungverfahren, im Englischen als Time Hopping Spread Spectrum (THSS) bezeichnet, ist ein Modulationsverfahren bei dem die einzelnen Bits eines Teilnehmers nur in kurzen Zeitabschnitten gesendet werden. Der Abstand dieser Zeitabschnitte innerhalb einer Übertragungsperiode wird dabei variiert. Dadurch ist es möglich, dass mehrere Teilnehmer auf der gleichen Frequenz senden können. Jeder Teilnehmer variiert dabei sein Zeitfenster, so dass es zwar zu Kollisionen kommen kann, die aber durch die ständige Änderung des Zeitfensters der Teilnehmer eher selten auftreten. <...> Dieser Zeitschlitz wird durch ein pseudozufälliges Muster festgelegt. Damit der Empfänger alle zusammengehörenden Bits empfangen kann, muss auch dieser das Zufallsmuster kennen, damit er das Signal wieder zurückgewinnen kann. Das Zufallsmuster kann dementsprechend auch als Code betrachtet werden, denn jeder der das Signal abhören will, muss ebenfalls das Zufallsmuster kennen mit dem die Zeitschlitze für die Übertragung festgelegt wurden."¹³⁰

Entwickelt wurde das Frequenzsprungverfahren als kryptographisches System für drahtlose Nachrichtenübertragung aus dem Geist der elektronischen Musik:

"Avant garde composer George Antheil [...] had experimented with automated control of instruments. [...] On 11 August 1942, U.S. Patent 2,292,387 was granted to Antheil and Hedy Kiesler Markey. This early version of frequency hopping used a piano roll to change between 88 frequencies and was intended to make radio-guided torpedoes harder for enemies to detect or jam"¹³¹

- implizit sonisch, eine elektrotechnischen Medien eigene Weise der Kommunikation.

Solches Telefunk(en)-Wissen um die Option von *frequency hopping* mag "in the open literature" durch die englische Übersetzung von Johannes Zennecks Buch *Wireless Telegraphy* (deutsches Original 1908, englische Übersetzung McGraw Hill, 1915) nach Amerika gelangt sein¹³² - zugleich eine Erinnerung an die Kultur nicht-proprietären Wissens ("creative commons"), die einen Wert der universitären Wissenschaft höchstselbst darstellt.

¹³⁰ http://de.wikipedia.org/wiki/Time_Hopping; Zugriff 22. Oktober 2009

¹³¹ <http://www.macupdate.com/info.php/id/25427>; Zugriff 22. Oktober 2009

¹³² Philosophy of Science Portal. A venue for discussions of science and philosophy; *online* <http://philosophyofscienceportal.blogspot.com/2009/05/heddy-lamarr-fritz-mandalfrequency.html>; Zugriff 22. Oktober 2009