

VERSCHICHTE

100 Jahren Elektronenröhre, medienarchäologisch quer gelesen gegenüber 100 Jahren Radio¹

Mag auch Reginald Fessendens "Radiosendung" vom Heiligabend, dem 24. Dezember 1906 noch im unserem Ohr resonieren - ein regelmäßiger Unterhaltungsradiofunk, also Radio im massenmedialen Sinn, startete selbst in den USA erst im November 1920. Erst dann beginnt also Radio im klassischen Sinn und beendet die medienarchäologische Epoche von Radio, in der nicht der strukturierte makrozeitliche Programmfluß (der von den Cultural Studies definierten "flow"²), sondern die elektromagnetischen Frequenzen selbst die vornehmliche Botschaft des Mediums waren, wie sie im zeitkritischen Bereich buchstäblich als "Funkens" oszillieren.

Nicht die Eigenzeit elektronischer Medien, sondern der altbackene historische Diskurs erzeugt die Logik kalendarischer Erinnerungszyklen gemäß dem Gesetz symbolischer Zahlen in unserer vom Dezimalsystem beherrschten Kultur ("100 Jahre", während beispielsweise die Altbabylonier vielmehr etwas schon dann gefeiert hätten, wenn es "60 Jahre" heißt, im Sexadezimalsystem - und prompt stoßen wir auf 60 Jahre röhrenbasierten Elektronenrechner, den ENIAC (wir werden darauf zurückkommen). Welchen Sinn machen Jahreszahlen über den Beginn des Radios, außer daß sie - zur Freude von heutigen Rundfunkanstalten wie dem ORF - eine ganze Serie von "Geburtstagen" (1906 bis in die 1920er Jahre) produzieren, also bis hin zum Jahr 2020 und mehr; in Wien sendete die staatliche RAVAG seit 1924 amtliche Nachrichten und Musik für Detektorempfänger. All diese Daten, so meine These, waren nicht der Anfang, sondern das Ende von Radio als Produzent von Mediumwissen; der Beginn von Rundfunk als Massenmedium meint schon ein anderes Radio.

100 Jahre Radio?

Noch gut kann ich mich erinnern, daß in Deutschland von Seiten des Rundfunkarchivs (etwa) im Oktober 1998 "75 Jahre Radio" gefeiert und in Form von Radiosendungen und multimedialen Web-Auftritten die erste öffentliche Rundfunksendung aus dem Berliner Vox-Haus manifestiert wurde. Meine arithmetischen Mindestkenntnisse sagen mir, daß in der Zeit von 1998 bis heute, also in gut 8 Jahren, nicht die Zeit zwischen 75 Jahren Radio und 100 Jahren Radio vergangen sein kann - es sei denn, Medienzeit selbst erzeugt im Sinne Minkowskis und Einsteins

¹ Mit Dank an Dr. Habil. Renate Tobies (Technische Universität Braunschweig) für einen kritischen Blick auf meine Ausführungen.

² Siehe Raymond Williams, *Television. Technology and Cultural Form*, London (2. Aufl.) 1990 [*1975]

eine Raum- und Zeitdilation. Der medienarchäologische Blick lauert geradezu auf solche Momente der Verunsicherung, um sie als Chance zu formulieren, andere Wahrnehmungsweisen zu wagen, andere Gedächtnisschneisen zu schlagen - alternativ zur mediengeschichtlichen Betrachtung.

Auf den ersten Blick begehen wir einen medienhistorischen Geburtstag: ein Jahrhundert Radio. Doch ist Radio, wenn es läuft, je in einem historischen Zustand und nicht vielmehr in einem immer nur gegenwärtigen? Nur scheinbar fügt sich das Medium der Logik historischer Epochenbegriffe; tatsächlich unterläuft es dieselbe und setzt eine andere temporale Ökonomie. Wenn etwa aus einem alten Röhrenradio, sofern es nach wie vor mit 220 Volt betrieben werden kann, heute ein O-Ton ertönt, ist die Historie daran kaum hörbar. So praktiziert ein Röhrenradio *gestauchte* Zeit hinsichtlich unserer Sinneswahrnehmung, sofern diese nicht von "historischem Sinn" überlagert wird, der kognitiv nicht dem tatsächlichen Mediengeschehen von Radio entspricht, sondern der Logik schriftfixierter Historiographie.

Stellen wir die Frage nach der Temporalität elektronischer Medien. Stellen wir die Frage nach Sein und Zeit des Radios. Scheinbar historische Medienobjekte sind reine Gegenwart, sobald sie funktionieren. Martin Heidegger fragte schon 1927: "Inwiefern ist dieses Zeug geschichtlich, wo es doch *noch nicht* vergangen ist? <...> Oder haben diese 'Dinge', obzwar sie heute noch vorhanden sind, doch 'etwas Vergangenes' 'an sich'?" Vergangen ist - auch nach 100 Jahren Radio - "nichts anderes als die Welt, innerhalb deren sie, zu einem Zusammenhang gehörig, als Zuhandenes begegneten und von einem besorgenden, in-der-Welt-seienden Dasein gebraucht wurden. <...> Das vormals *Innerweltliche* jener Welt aber ist noch vorhanden."³ Die innerweltliche Zuhandenheit von Radio vor 100 Jahren - wenn wir uns an diese Zeitvorgabe halten - weist punktgenau auf ein medienepistemisches Artefakt im Kern des Radios, die (damals neue) Elektronenröhre - ein elektrotechnisches Artefakt im Zwischenraum von Radio, seine Seele.

Im Jahr 1906, in dem Lee de Forest seine Triodenröhre patentierte, war Radio vor allem noch ein epistemisches Ding zur Hervorbringung von Wissen über das Wesen elektromagnetischer Wellen an sich. Der Wiener Telephonfabrikbesitzer Robert von Lieben meldete im gleichen Jahr die Verstärkerröhre als Kathodenstrahlenrelais zum Patent an. Ein Satz aus der Berliner Rede Albert Einsteins vom 22. August 1930 zur Eröffnung der 7. Großen Deutschen Funkausstellung und Phonoschau sagt es, prägnant adressiert an "Verehrte An- und Abwesende" (was wir heute auch als Botschaft aus der Tiefe der relativisch verschränkten RaumZeit hören):

³ Martin Heidegger, *Sein und Zeit*, Tübingen, 16. Aufl. 1986, 380

"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 elektrischer Schwingungen herausstellte."

Beide Erfindungen, die von Liebens und de Forests, kopierten sich sukzessive gegenseitig, schwingen sich gleichsam auf. 1907 reichte de Forest ein weiteres Patent ein, denn er hatte entdeckt, daß sich die Radioröhre nicht nur als Verstärker nutzen läßt, sondern die gleiche Arbeit verrichten kann wie ein Kristalldetektor. Hier wird die semantische Botschaft, die modulierte Sprache (also der hörbare, niederfrequente Anteil) von der Hochfrequenz als dem eigentlichen Übertragungsmedium getrennt. Das Wesen der röhrenbasierten "Audionschaltung" des Empfängers ist kein rein elektrisches mehr, sondern ein kybernetisches, die Rückkopplung. Die bereits durch das Audion gegangenen Radiowellen werden hier noch einmal auf den Eingangskreis rückgekoppelt, um diesen in einem für den Empfang günstigen Sinne zu beeinflussen. 1913 verbessert Meißner die ausgereifte Rückkopplungsschaltung: der im Anodenkreis schwingende Strom wirkt auf den Gitterkreis zurück, und die Rückkopplung schaukelt sich solange auf, bis der gesamte Anodenstrom im Rhythmus der ankommenden Wellen pulsiert. Anoden- und Gitterkreis des Audions geraten so in Resonanz - "Musik" schon vor allem akustischen Einsatz für menschliche Ohren. Seitdem vermag die Radioröhre nicht nur den Empfang zu verbessern, sondern ihrerseits Schwingungen in den Äther (*sit venia verbo*) zu senden.

Liebens Patent bezog sich funktional zunächst auf die Telephonie; tatsächlich war Broadcasting vor dem Radio eben nicht wireless, Radio als elektrischer Funkenstrom, sondern Telephon, etwa 1893 das Drahtfunksystem in Budapest namens Telephon-Hirmondo, von Theodor Puskas als "sprechende Zeitung" erschaffen.⁴ De Forests Röhrenschaltung in ihrer dreifachen Funktion von Entdämpfung des Schwingkreises, Demodulation des HF-Signals und Verstärkung des gewonnenen NF-Signals hatte den Zweck, Sprache besser zu verstehen, favorisiert also Radio im Sinne des Massenmediums. De Forests Patent für das Audion sagt schon im Namen, daß seine Drei-Elektroden-Hochvakuumröhre genuin der Übertragung von sonischer Artikulation dienen soll. 1910 wird damit aus der Metropolitan Opera in New York eine Aufführung mit dem Sänger Caruso übertragen; 1912 setzt de Forest die Elektronenröhre zur Schwingungserzeugung als Oszillator ein und vervollkommen damit die drahtlose Telephonie.⁵ Dagegen diente die von Lieben-Röhre vornehmlich

⁴ Oskar Blumtritt, Nachrichtentechnik. Sender, Empfänger, Übertragung, Vermittlung, 2. erw. Aufl. München (Deutsches Museum) 1997, 79

⁵ Über solche "Ferntelefonsysteme": Franz Pichler, Telegrafie- und Telefonsysteme des 19. Jahrhunderts, in: Edith Decker / Peter Weibel (Hg.), Vom Verschwinden der Ferne. Telekommunikation und Kunst, Köln (DuMont) 1990, 253-286 (281)

der Verminderung von Verzerrungen in telephonischen Leitungen, hat also buchstäblich einen anderen technologischen Anschluß; sie hatte den Zweck, die rasch schwächer werdenden elektrisch umgesetzten Signale in Telephonleitungen relaishaft zu verstärken. Erreichbar waren damit Distanzen bis 1000 Kilometer; die Steuerung des Elektronenstroms erfolgte von außen mittels eines Magnetfeldes (erst die verbesserte Lieben-Röhre von 1911 verfügt über ein Steuergitter). Zuvor schon entwickelte Valdemar Poulsen ein Verfahren, Telephongespräche durch Induktion auf einem sich abspulenden Draht elektromagnetisch aufzuzeichnen. Im *Telegraphon* findet die elektrische Stimmübertragung ihr kongeniales Speichermedium, bildet sozusagen ein Kontinuum beider Vorgänge im elektromagnetischen Feld. So läßt sich das Wunder erklären, daß wir prinzipiell die diesem Feld anvertraute Sprache (ob Telephon, ob Radio), artikuliert vor 100 Jahren, auch heute noch *in its own medium* (nämlich im Elektromagnetismus) unter Strom hören können.

Lauschen wir weiter Einsteins Berliner Rede, in der er uns ermahnt: "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." Schauen wir also nicht nur auf die Rolle, welche die Röhre im Radio spielt, sondern schauen wir in die Röhre selbst und erfassen 100 Jahre Radio als 100 Jahre Elektronenröhre. Nur wenn wir Radio nicht als Massenmedium und Sendeformat, sondern von seinem konkreten epistemischen Ding, der Elektronenröhre her, betrachten, ergeben sich Bezüge einer Medienzeitlichkeit, die quer zur "Radiogeschichte" steht. Eine Medientheorie der Elektronenröhre sucht zum Pluralismus beizutragen - die Röhre als ein Basis-Medium, das transversal verschiedene Medienkomplexe verbindet (Radio, Oszilloskop, Fernsehen, Computer). Medienepistemische Dinge stehen quer zur jenen Geschichten, die Medien nur als Massenmedienwerden solcher Technologien ausdifferenzieren.

Nicht (schlicht) die Vorgeschichte, sondern die Alternative zum Massenmedium Radio

Die medienarchäologische Frühphase des Radios stellt nicht schlicht die Vorgeschichte, sondern die Alternative zum Massenmedium Radio dar. Als Heinrich Hertz entdeckte, daß elektromagnetische Wellen sich durch hochfrequente Erregung eines offenen Schwingkreises in den Raum ausbreiten, war dies das Ergebnis einer Forschungsfrage. Rundfunk meinte zunächst gerade nicht Sprache und Musik, sondern Funkwellen zur drahtlosen Telegraphie, vor allem die *radio telegraphy* im Schiffsfunk nach 1900. Radio wurde dementsprechend

wortwörtlich genommen, um die spezifischen Eigenschaften elektromagnetischer Felder zu betonen, nämlich die Radialwirkung der Wellen, *broadcasting* auf physikalischer Ebene. Es ist also zu kurz gegriffen, Radio schlicht als ein Gerät zum Empfang von Hörfunksendungen zu definieren und damit primär dessen Inhalte zu meinen. Vom *radius*, also Strahl her gedacht, ist die Botschaft vor allem das Medium: elektromagnetische Wellen und hochfrequente elektrische Signale, Sendung und Schall.⁶ Diese Botschaft ist es, die Radio unter der Hand, also latent gegenüber unseren Sinnen fortwährend verkündet, allem manifesten Programmsinn zum Trotz. Der Rundfunk des 20. Jahrhunderts war eine fortwährende Massage⁷ für die in der abendländischen Kultur gültige Wahrnehmung von Klang. Die elektrotechnische Transformation von Rede in Signale, von Signalen in Wellen, in Aufzeichnung und Abstrahlung hat dem kollektiven Bewußtsein eingeprägt, daß sprachliche Bedeutung in Medien immer zu Klang gerät, Klang zum Signal, Signal zu Rauschen; selbst die Stimme von Führern und Diktatoren war damit "nichts weiter als eine Welle in der Luft".⁸.

Doch überall, wo keine universitären Ausstattungen solche rein wissenwollenden Experimente staatlich finanzierten (das preußische Professoralsystem etwa), waren Geister wie Thomas Alva Edison gezwungen, ihre Forschung durch Vermarktung selbst zu finanzieren - gleich Guglielmo Marconi, der Popovs St. Petersburger Versuche mit dem Kohärier als Gewittermelder aufgriff und mit der Idee einer Sendeantenne kombinierte; nicht mehr der natürliche Blitz, sondern der Mensch selbst ist nun der Sender. Analog zu Edison war auch Marconi gezwungen, seine Erfindung als Geschäft zu finanzieren; er praktizierte drahtlose Telegraphie. 1901 wird in "Anwendung elektromagnetischer Wellen für den Transport informativer Signale"⁹ der Atlantik überbrückt. Aber "wireless" ist eben nicht immer schon das Synonym für Radio gewesen. Das Patent von Marconis Ingenieur John Ambrose Fleming (1904) entwickelte den von Edison entdeckten Effekt an Glühbirnen weiter, demzufolge Strom vom Glühdraht zu einer weiteren eingeschlossenen Elektrode fließen kann, auch wenn keine direkte Verbindung herrscht; in seiner Patentschrift von 1884 *Eine Erscheinung der Edisonlampe* beschrieb Edison ausdrücklich, daß der Strom durch das Vakuum "ohne Drähte" fließt - buchstäblich "wireless", Radio im Innern der evakuierten, ätherlosen Röhre selbst.

⁶ In diesem Sinne der deutschsprachige Eintrag "Radio" der *online*-Enzyklopädie Wikipedia (Zugriff Dezember 2006)

⁷ Im Sinne von Marshall McLuhan / Quentin Fiore, *Das Medium ist Massage*, Frankfurt/M. et al. (Ullstein) 1984

⁸ Paul DeMarinis, Begleittext zu seiner Installation *Firebirds und Tongues of Fire* in der Singuhr-Hörgalerie der Parochialkirche Berlin-Mitte, Juni–August 2004

⁹ Hagen Pfau, in: Steffen Lieberwirth (Hg.), *Mitteldeutscher Rundfunk. Radio-Geschichten*, Altenburg (Kamprad) 2000, 10

Umso härter ist der medienepistemische Bruch, wenn wir über die Geburtsdaten von Radio spekulieren: "Um zu den Anfängen der drahtlosen Übertragung von Sprache und Musik zu gelangen, müssen wir uns von den Funkenstrecken der ersten Sender trennen. Sie erzeugten nur gedämpfte, impulsförmige Wellen" - also Signale, nicht Zeichen, und kaum in der Lage, Töne und Klänge zum Empfänger zu transportieren - womit auch das Rätsel geklärt ist, wieso Heinrich Hertz bei seinen Versuchen nicht schon an Radioinhalte denken wollte.

Früher Rundfunk stand zunächst dem Morse-Code näher als dem Radio, oder anders formuliert: Er war *buchstäblich* digital, bevor er durch Sprach- und Musikmodulation zum Analogmedium wurde und die Digitalität ihr *re-entry* erst wieder durch Pulse Code Modulation vollzog - womit Radio in der Tat zu seinem ursprünglichen Potential als Rundfunk zurückfindet. Von daher eine weitere Erinnerung an das Jahr 1906, als die Welt-Funk-Konferenz in Berlin den Umgang mit Funk regelte; doch erst mit der Einführung der Röhren-Technik tritt auf Dauer an die Stelle der Morsezeichen die menschliche Stimme respektive Musik. Radio ist die Funktion einer technologischen Eskalation, der Röhre. Das Gegenteil solcher Elektronik auf Schwachstrombasis war die Telefunken-Hochfrequenzmaschine mit einer Frequenz von 10kHz von 1912, die auf 170kHz hochtransformiert werden konnte und 1913 Telephonie-Versuche aus Königs Wusterhausen bis nach Wien ermöglichte. Die mechanischen Grenzen dieser Wellenerzeugung erzwangen geradezu den Paradigmenwechsel zum Feld der nahezu trägeheitslosen **Elektronik**, das Reich des steuerbaren Elektronenflusses im luftleeren Raum - also zum Elektronenröhrensender. Sprache ereignet sich bekanntlich in einem Frequenzbereich, der weit unterhalb jener Hochfrequenzen liegt, die mit elektrischen Sendern in den freien Raum abgestrahlt werden. Sprache muß also als Signalverlauf den Hochfrequenzbereichen aufgeprägt werden, indem eine abstrahlfähige hochfrequente Schwingung von einer durch Sprache erzeugten niedrigen Frequenz gesteuert wird. Die Steuerbarkeit von Elektronen ist die Definition von "Elektronik" gegenüber der schieren Elektrizität überhaupt. Die von de Forest erfundene Triode und sogleich durch von Lieben fortentwickelte steuerbare Glühkathoden-Röhre erlaubte genau diese Erzeugung hochfrequenter Schwingungen und die Verstärkung modulierter Ströme als Ermöglichung von Amplitudenmodulation; fortan kann man "funken ohne Funken" (so Ferdinand Braun in seiner Nobelausprache 1909). An dieser Stelle sei ein Moment Frequenzontologie erlaubt: Die von einer Röhre in Kombination mit einer Antenne ausgestrahlten Wellen sind ganz anderen Wesens als die der Funkenstrecke, da erst die Röhre - als Audionschaltung - wirklich gleichmäßig und stetig abstrahlt, also Medium (und nicht nur Maschine) ist. Es werden nicht mehr elektromagnetische Funken als kodierte Information gesendet (Morsecode), sondern sie selbst bilden ein hochfrequentes Medium, über das dann niederfrequente

Signale (Sprache, Musik) geschickt werden kann - eine Eskalation von epistemischer Dimension.

In Amerika schaltete die Röhre rasch durch zum Massenmedium Radio, während sie im funk(en)orientierten Alteuropa in hohem Maße lange vor allem ein Ding des Wissens - ein Ding *der* und *zur* Erforschung - blieb. Als Hertz mit seiner Experimentalanordnung nachwies, daß sich von Funken erzeugte elektromagnetische Wellen durch einen Zwischenraum prinzipiell wie Lichtwellen verhalten, war dies nicht der Anfang von Radio als Massenmedium, sondern der Endpunkt einer Frage angewandter Medientheorie - der aristotelischen Medientheorie als Frage danach, was im Dazwischen (*to metaxy*) passiert. Im engeren Sinne war Hertz' Experiment als meßmedientechnische Verifikation gedacht, nämlich als der empirische Nachweis eines seinerseits theoriegeborgenen Gedankens, Clerke Maxwell's mathematische Berechnung des von Michael Faraday entdeckten elektromagnetischen Feldes, nachdem ebenso zufällig wie notwendig die surrealistische Nähe einer Magnetnadel auf dem Experimentiertisch in Oesteds Vorlesung beim Durchleiten eines Stromstoßes durch einen Draht dessen Ablenkung gezeigt hatte - das Labor als Medientheater. Tatsächlich stellte Faraday mit dem Neologismus eines elektromagnetischen "Feldes" (womit er zumindest semantisch den von ihm experimentell entdeckten Effekt der Induktion in den Griff bekam) den Medienbegriff überhaupt auf eine epistemologisch aufregend neuartige Basis. Aus dieser Perspektive ist die Elektronenröhre von 1906 vielmehr ein Endpunkt von 100 Jahren Analyse elektromagnetischer Phänomene, und schlägt erst dann um zur Geburt von weiteren, anderen 100 Jahren Radio-als-Sendung, die mit der Epoche von Internetradio nun Ihrerseits allmählich zu Ende geht, während das im medienarchäologischen Sinn eigentliche Funkmedium Radio in unseren Supermärkten als Radio Frequency Identification (RFID) von Waren sprach- und musiklos hinterrücks wieder am Werk ist.

100 Jahre Radio(röhre)

Eine Medienarchäologie von 100 Jahren Radio(röhre) macht die Verunsicherung über die Frage, wo Radiogeschichte beginnt, als Wissen produktiv. Es lässt sich keine geordnete oder gar lineare Entwicklungsgeschichte der Röhre schreiben, weil die Röhre keine lineare diskursive Geschichte hat, sondern gerade zu Beginn eher einen Zickzackkurs von experimentellem Herumtasten vollzieht.¹⁰ Für technologische Archäologie gilt gerade der Defekt als Index des Realen. So ist die Röhre ein Dispositiv, demgegenüber ihre konkreten Realisierungen und Ausdifferenzierungen (Radio, Fernsehen, Computer) eher

¹⁰ Frei formuliert nach dem Beitrag von Hartmut Petzold zum Workshop: Archäologie, Theorie und Künste der Elektronenröhre, Kunsthochschule für Medien, Köln, 4./5. Juni 1997

Abweichungen darstellen.

Die Lieben-Röhre als Monument der Verstärkertechnik ist nicht notwendig gekoppelt an die Radio-Idee. In der medienarchäologischen Phase meinen Medien vor allem Messung. Vor 1906 schon, nämlich 1898, wurde die Kathodenstrahlröhre von Ferdinand Braun als Meßinstrument zeitabhängiger elektrischer Größen durch Darstellung elektrischer Signale an einem fluoreszierenden Bildschirm entdeckt, die medienarchäologische Urform der Fernsehbildröhre.¹¹ Die Geschichte der Braunschen Röhre nimmt die Geschichte der vom Radio vertrauten Röhre vorweg. Im Einsatz bei Braun ist das neue Medium zunächst selbst die Botschaft: Zum Sichtbarmachen der Schwingungen des neuen Wechselstromgeneratores im Elektrizitätswerk Straßburg im Februar 1897. Während die Radioröhre weitgehend verschwunden und durch Transistoren ersetzt ist, habe sich die Bildröhre bis heute als Fernsehbildröhre und als Bildschirm für den Computer erhalten, schrieb Franz Pichler noch vor wenigen Jahren.¹² Es sei in der Informationstechnik nicht selbstverständlich, daß ein Baustein über den Zeitraum von 100 Jahren sich in seiner prinzipiellen physikalischen Funktionsweise erhält. Rasant aber geht diese Epoche zu Ende, geradezu abrupt, mit dem Ersatz von Kathodenstrahlröhren durch Flachbildschirme an Computer und Fernsehen - mit Konsequenzen für die graphische Ontologie (Rasterbilder). Auf der Ebene des Displays wird auch diese letzte Hochburg des "Analogen", der Kultur der Elektronik, ersetzt durch die (digitale) Ästhetik der Information. Im alternativen Einsatz der Kathodenstrahlröhre hatte sich dies schon angedeutet: Während die Bildröhre beim Fernsehen als Darstellung von Analogwerten Bilder erzeugt, ist bei ihrem Einsatz als Computerbildschirm die digitale Darstellung gegeben; jeder Bildpunkt ist dabei die Funktion eines binären Codewortes. Ein und dieselbe (an sich analoge) Elektronenröhre ist also einmal ein analogisierendes, einmal ein digitalisierendes Ding.

Für eine Kultur des Rauschens

An dieser Stelle verfalle ich in einen nostalgisch-melancholischen Ton, im Zeichen eines Abschieds. Der auf der letzten Internationalen Funkausstellung (IFA) in Berlin ablesbare Trend zur Digitalisierung des Kurzwellenradios (Digital Radio Mondial) - und die jüngsten Gerüchte zum Abschalten des analogen Kurzwellenempfangs in den USA - geben Anlaß zum Nachdenken über das medienepistemologische Opfer,

¹¹ Ferdinand Braun, Ueber ein Verfahren zur Demonstration und zum Studium des zeitlichen Verlaufes variabler Ströme, in: Annalen der Physik und Chemie, 15. Februar 1897

¹² Franz Pichler, 100 Jahre Braunsche Röhre. Ein Jubiläum für einen Interfacebaustein, in: PLUS LUCIS 2/97, 14-16 (14)

das mit dieser Digitalisierung verbunden ist. Wenn Sendungen auf einer digitalisierten Mittelwellenfrequenz übertragen werden, hören wir mit dem analogen Empfänger zwar nicht nichts, aber auch nicht viel mehr als Rauschen - digital kodierte Signale sind mit dem analogen Empfänger nicht rechenbar für unsere Ohren.

Als Gewinn des digitalen Empfangs wird Störungsfreiheit gepriesen; gegenüber dem bisherigen analogen AM-Rundfunk heißt es in einem Fachbuch: "Mit DRM gehören <...> starkes Rauschen und Schwunderscheinungen der Vergangenheit an."¹³ Doch nicht klassisches Radio findet hier zu seinem ursprünglichen Potential zurück, sondern das in Information verwandelte Radio. Zwar sind es immer noch elektromagnetische Wellen, die den Äther durchwabern, doch auf ihnen reiten digitalisierte Signale, in ihrer Eigenschaft als Information. Sie zu dekodieren, ist ein Akt der Mathematik bzw. mathematischer Maschinen, also Computer, dem kein klassisches Röhrenradio mit klassischer Demodulation hochfrequenter Wellen zu niederfrequenter Sprache und Musik mehr beikommt; vielmehr ist ohne *decoder* nur noch digitales Rauschen zu hören, eine seltsame Rückkehr von *noise* im rauschfreien Raum digitaler Übertragung.

Es war genau das Rauschen und Flimmern der Elektronen in der Vakuumröhre, die Albert Einstein und Norbert Wiener dazu anregten, es mit dem vertrauten Phänomen der Braunschen Molekularbewegung (etwa von Blütenpollen) und der Thermodynamik (Gasteilchen) gleichzusetzen, um diese Unordnung und Zufälligkeit nicht mehr nur elektromagnetisch-kybernetisch, sondern vor allem mathematisch in den Griff zu bekommen. An dieser Stelle erinnern wir andere "hundert Jahre": Ludwig Boltzmann, Begründer der statistischen Physik, beendete im September 1906 freiwillig sein Leben. Boltzmanns Entropieformel ($S = k * \log W$), die zwischen der klassischen Physik und der Atom- und Quantenphysik eine erste tragfähige Brücke schlägt, steht in seinen Grabstein auf dem Wiener Zentralfriedhof gemeißelt - der Zeitpfeil ist unerbittlich. Wenn man einen Becher Wasser ins Meer schüttet, kann man die gleiche Menge nicht mehr herausbekommen, bemerkte James Clerk Maxwell im Vorgriff auf den Begriff der Unumkehrbarkeit molekularer oder atomarer Bewegungen. Gleiches gilt für die Emission und den Fluß von Elektronen in der Vakuumröhre. Mitte der 1920er Jahre wurde Wiener auf den treffend so genannten *Schroteffekt* in der elektronischen Verstärkung aufmerksam. Einstein hatte theoretisiert, daß thermische Agitation von Elektronen in einem Konduktor Zufallsfluktuationen erzeugte, und 1918 entwickelte Walter Schottky das Modell dieses Effekts weiter. Der sogenannte "tube noise" war allerdings zu gering für die damals zur Verfügung stehenden Meßinstrumente; der

¹³ Thomas Riegler, DRM. Digital Radio Mondiale. Theorie und Empfangspraxis, Baden-Baden (Siebel) 2006, 13

theoretisch behauptete Schrot-Effekt konnte experimentell erst um 1927 nachgewiesen werden.¹⁴ Als Wiener wie Einstein die Analogie zwischen diesem "shot effect" und der Brownschen Molekularbewegung organischer Substanzen entdeckte, deutete er dies unter Zugrundelegung einer im Wesentlichen gleichen mathematischen Analyse als "result of the discreteness of the universe."¹⁵ Die Elektronenröhre wurde damit quasi zur Makro-Monade. Obgleich Leibniz in seiner Monadologie weder an Vakuum noch an Fernwirkung glaubte, behauptete er dennoch an die Wahrnehmungsfähigkeit entfernter Monaden; mit etwas Phantasie sieht Wiener daher die "analogy between this mirroring activity of the monad <...> and the modern view in which the chief activity of the electrons consists in radiating to one another"¹⁶. Xenakis' stochastische Musik sagt es unseren Ohren in Form von Klangwolken.

Computing Radio: Radio als Kalkül

Zwar ist auch die Amplitudenmodulation des analogen Rundfunks schon schiere Kodierung, und Sprache und Musik sind nur zu hören, wenn sie demoduliert – also dekodiert – werden. Ebenso verhält es sich bei digitaler Übertragung, doch ist diese Kodierung anderer epistemologischer und praktischer Natur. Was heute ins Medium Radio eintritt, ist diese operativ werdende Mathematik, *computing*. Nachdem die 100jährige Röhre aus dem Radio verschwunden ist, können wir sie ausgerechnet im Zusammenhang mit *computing* erneut feiern, je nach Perspektive als Jahrhundert, als halbes Jahrhundert oder als "babylonische" 60 Jahre.

Die entscheidende Eskalation der Verstärkerröhre war es – wie erwähnt –, daß sie zur Rückkopplung begabt wurde. Dies machte nicht nur Radio massenhaft möglich, sondern in der Rückkopplung ist auch ein Spezialfall angelegt, der abzweigend davon unabsehbare Folgen zeitigen sollte: Elektronenröhren wurde negentropisch beigebracht, ihre Eingangssignale nicht mehr schlicht analog zu verstärken, sondern digital auszugeben und damit rechenbar zu machen. Die Röhre selbst zählt zwar nicht und erkennt auch nicht, ob sie analoge oder digitale Signale überträgt, doch durch Überlagerung analoger Schwingungen können digitale Signale erzeugt werden (wie es schon Fouriers Analyse nachwies).

Vormals Durchgangsmedium für Elektronen- und Radioströme, kann die Röhre plötzlich, geschaltet als Zwilling in einem Eccles-

¹⁴ P. R. Masani, Norbert Wiener 1894-1964, Basel / Boston / Berlin (Birkhäuser) 1990, 85, unter Bezug auf: Norbert Wiener, The harmonic analysis of irregular motion (Second Paper), in: J. Math. and Phys. 5 (1926), 99-121, § 6

¹⁵ Norbert Wiener, I Am a Mathematician. The Later Life of a Prodigy, New York (Doubleday) 1956, 40

¹⁶ Norbert Wiener, Back to Leibniz! (Physics reoccupies an abandoned position), in: Tech. Rev. 34 (1932), 202

Jordan-Schaltkreis, selbst als Speicher für eine Binärstelle dienen.¹⁷ Die Kombination von zwei elektronischen Röhren als Relais ist effektiv ein *flip-flop*, eine elektronische Triggerschaltung. Die Elektronenröhre ist ein medienepistemisches Ding, insofern sie gleichzeitig konkret (in ihrer Materialität und Elektrotechnik) wie paradigmatisch ist. Was bei Edison noch konkret war (die Glühbirne), erscheint bei de Forest nicht mehr als ikonisches Objekt, sondern als technische Zeichnung, als Schaltung – zum Symbolischen übergehend. So kann die Elektronenröhre ihr eigenes Ende überleben, denn der Transistor ist nach wie vor ein Halbleiter mit "röhrenähnlicher Relaiswirkung", allerdings thermisch weniger anfällig – *medium cool*. Der vom Funk vertraute Vorgang vollzog sich also phasenverschoben am Computer: Erst die elektromechanischen Relais in Konrad Zuses "Z1", dann der röhrenbetriebene Computer (ENIAC); in Österreich baut Heinz Zemanek 1958 schließlich das *Mailüfterl*, einen Transistorrechner.

100 Jahre? Vielmehr 90: Schon Schottkys Tetrode von 1916 realisierte eine Form des integrierten Schaltkreises; vollends gilt dies für die von Manfred von Ardenne mitentwickelte Loewe-Dreifachröhre 3NF von 1926, zentrales Bauteil des legendären Loewe-Ortsempfängers (OE 333), der aufgrund seines niedrigen Preises dem privaten Radio zum Durchbruch verhalf – also 80 Jahre Radio. Die 3 NF stellt in *einem* gläsernen (Vakuum)Raum die Vereinigung von drei Röhrensystemen mit eingeschmolzenen vier Widerständen und zwei Kondensatoren dar und wird radiohistorisch deklariert als "die erste integrierte Schaltung der Welt"; der medienepistemische Querbezug dieser Röhre besteht tatsächlich eher zum Computer. Als integrierte Widerstandskopplungsschaltung transzendifiert sich hier die Röhre selbst, nur daß sie in Form der "3NF" nicht logisches ("digital"), sondern analoges Steuerelement eines Elektronenflusses ist; die eigentlich integrierte Schaltung im Computer (Konzept 1959) zeichnet sich dadurch aus, daß hier die Verdrahtung im dreidimensionalen Raum zugunsten des zweidimensionalen lithographischen Verfahrens verflacht.

Die Röhre ist also – je nach Einsatz – ein analog/digitales Hybrid. Röhre und Psyche: Liebens Elektronenröhre hat nicht nur einen Bezug zu Wien, sondern auch zu Norbert Wiener, dem Diskursstifter der *Kybernetik* als mathematischer Wissenschaft. Vakuumröhren erschienen Wiener als das ideale Mittel, um apparative Äquivalente zu Nervenkreisen und -systemen darzustellen. Denn nur für die Elektronenröhre gilt (im Unterschied zum elektromagnetischen Relais, daß sie wie neuronale Synapsen die Spannung ansteigend läßt, um dann ab einem bestimmten Spannungswert zu kippen und als digitaler Schalter zu fungieren. Niemand anders als der große Erbe

¹⁷ Johannes Arnold, *Abenteuer mit Flipflop*, Halle 1970, 16; in diesem Sinne auch Bernhard Siegert, *Passagen des Digitalen*, Berlin (Brinkmann & Bose) 2003, 405

Sigmund Freuds, Jacques Lacan, korrelierte einmal das Unbewußte als Funktion einer Serie diskreter Zustände unter explizitem Rückgriff auf Elektronik: "All jene, die mit dem Radio hantiert haben, kennen das - eine Triodenröhre."¹⁸ In Lacans Psychoanalyse steht die steuerbare Elektronenröhre paradigmatisch für die imaginäre Funktion des Ich. So wird zum Elektronenrechner auf Röhrenbasis, was bei Freud noch "psychischer Apparat" heißt. Ausgerechnet die Elektronenröhre, jenes medienepistemische Ding, das zugleich analoger Verstärker und digitaler Schalter sein kann, ohne damit ein Anderes zu werden, erlaubt damit die Rückkehr nach Wien, ins Wien Freuds und von Liebens, und zu Wieners Techno-Mathematik.

In dem Moment, wo die Röhre nicht nur für Radiozwecke eingesetzt wird, sondern als digitales Schaltelement in Computern, wechselt sie ihren Seinsstatus, ohne auch nur einen Deut ihrer technischen Fassung als trägeheitslose Steuerung eines Stroms zu ändern. Röhre-als-Radio versus Röhre-als-Digitalschalter: So trennt die Elektronenröhre zwei Epochen und Mediensysteme *unhistorisch*, in ihrer puren medienarchäologischen Ansteuerung. Die Röhre fungierte als Medium für elektro-mathematische Kalkulationen genau zur Halb(wert)zeit jener Epoche von "100 Jahren Radio", die (scheinbar) erst mit den digitalisierten drahtlosen Kommunikationsmedien zu Ende kommt. Die analoge Elektronenröhre der Radiotechnik steht am Anfang wie am Ende in Bezug zum Digitalen: zum diskreten Medium Telegraphie und zum Beginn digitaler Computer. Hier schließt sich eine Geschichte zur Figur der Möbiusschleife, und das heißt: die Gegenwart steht unter den umgekehrten Vorzeichen ihrer Vergangenheit.

Denn wenn wir die Frage nach 100 Jahren Radio nicht nur massenmedienhistorisch, sondern auch mathematisch angehen, sieht sie schlagartig anders aus. Das digitale Radio ist nicht das Ende des Analogen. Jean Baptiste Fourier hat Anfang des 19. Jahrhunderts in seiner *Analytischen Theorie der Wärme* nachgewiesen, daß selbst unstetige Signale, also auch digitale Impulse, approximativ als Summe von analogen Einzelschwingungen aufgefaßt werden können, mithin also das sogenannte Digitale in den Grenzen des Analogen beschrieben werden kann. Und das Sampling-Theorem läßt analoge Signale digital derart reproduzierbar werden, daß sie nicht nur unseren menschlichen Sinnen mit ihrer begrenzten Nervenreizungsgeschwindigkeit gegenüber als original (in High Fidelity) erscheinen, sondern tatsächlich der komplette Informationsgehalt aufrechterhalten wird (Quantisierungsrauschen eingeschlossen). Längst kann digitales Radio die ästhetische Anmutung analogen Radios damit simulieren - Kunstradio.

¹⁸ Jacques Lacan, *Das Ich in der Theorie Freuds und in der Technik der Psychoanalyse*, Weinheim et al. (Quadriga) 2. Aufl. 1991 (= *Das Seminar, Buch 2: 1954 - 1955*), 156

Die geradezu radio-aktive Halbwertzeit von 100 Jahren Radioröhre erinnert zwangsläufig auch an 50 Jahre Computermusik auf Röhrenbasis, seitdem Lejaren Hiller an der Universität von Illinois erstmals einen Computer für die Komposition eines Musikstücks programmierte, resultierend in der *Illiac-Suite* für Streichquartett. Ebenfalls vor 50 Jahren realisierte Max Mathews in den Laboratorien der Bell Company die ersten synthetischen Klänge mit digitaler Technik.¹⁹ Die Elektronenröhre in diesem Computer-Einsatz ist in der Tat ein Moment, in dem das Zusammenspiel von Materialität und Kodierung an den abendländischen Zusammenhang von Musik und Mathematik erinnert. Wenn Elektronenröhren einmal in Oszillation gebracht sind, bringen sie nicht nur als Sender oder Empfänger Radio zum Ertönen; ebenso waren sie einsetzbar für die mathematische Synchronisation von Datentakten, als technologische Form musikalischer *harmonía*. Sobald wir die Taktraten (*cycling units*) früher Röhrencomputer vom Typ ENIAC künstl(er)i(s)ch sonifizieren, also durch Verlangsamung (im Programm SuperCollider) akustisch entbergen, beschleunigen sich die Takte hörbar zum rhythmischen Ton – ENIAC als Techno.²⁰

¹⁹ www.computing-music.de (Zugriff Oktober 2006)

²⁰ Demiurg dieses Programms ist Martin Carlé, Medienwissenschaftler an der Humboldt-Universität zu Berlin. Siehe ders., ENIAC NOMOI. Eine seynsgeschichtliche Durchführung der poetischen Weisen des ersten Computers nach Klang, Tanz und Skulptur:
<http://www.medienwissenschaft.hu-berlin.de/medientheater.php>