

Friedrich Kittler

Signal-Rausch-Abstand

*If the place were not so distant,
If words were known, and spoken,
Then the God might be a gold ikon,
Or a page in a paper book.
But It comes as the Kirghiz light –
There is no other way to know it.
(Thomas Pynchon, The Aqyn's Song)*

Materialitäten der Kommunikation sind ein modernes Rätsel, womöglich sogar das moderne. Nach ihnen zu fragen macht Sinn erst, seitdem zweierlei klar ist: Es gibt erstens keinen Sinn, wie Philosophen und Hermeneutiker ihn immer nur zwischen den Zeilen gesucht haben, ohne physikalischen Träger. Es gibt zum anderen aber auch keine Materialitäten, die selber Information wären und Kommunikation herstellen könnten. Als zur Jahrhundertwende jener hypothetische Äther, mit dem Hertz und viele Zeitgenossen die Ausbreitung seiner drahtlosen Hochfrequenzsignale, des künftigen Radios also glaubten erklären zu müssen, ins theoretische Nichts versank, sind Nachrichtenkanäle ohne jede Materialität zum Alltag selber geworden. Elektromagnetische Wellen als moderne Überbietung aller Schrift befolgen einfach Maxwells Feldgleichungen und arbeiten auch im Vakuum. Erst die Nachrichtentechniken der letzten zwei Jahrhunderte haben es möglich gemacht, eine (wie Shannon sie nannte) *Mathematische Theorie der Information* anzuschreiben. Sie sieht bekanntlich nicht nur davon ab, daß »Nachrichten häufig Sinn haben, d. h. auf ein System mit bestimmten physikalischen oder begrifflichen Wesenheiten referieren« (Shannon 1964, S. 31). Sondern weil Kommunikationssysteme, die eine einzige Nachricht übertragen würden (etwa die Zahl π , eine bestimmte Sinuswelle oder auch den Dekalog), überflüssig und durch zwei separate Signalgeneratoren ersetzbar wären (vgl. Shannon 1964, S. 62 f.), bleiben der Informationstheorie auch die Nachrichten selber so gleichgültig, wie allein noch ihre Statistik zählt. Der marathonsche Bote, dessen Leben und dessen Weg ja mit einer einzigen Nachricht zusammenfielen, hat seinen Heldenglanz eingebüßt.

Lange ist das noch nicht her. Denn bis zur Parallelentwicklung von Eisenbahn und Telegraphie hatten Europas Staatsposten, wie sie seit Ende des Dreißigjährigen Krieges einigermaßen regelmäßig verkehrten (vgl. Beyrer 1985, S. 54), mit denselben Kutschen erstens Personen, zweitens Briefe oder Drucksachen und drittens Güter befördert. Mit anderen Worten: weil alle drei Elemente dieses Transportsystems unzweifelhafte Materialitäten waren, brauchte es Adressen oder Personen,¹ Befehle oder Nachrichten und Daten oder Güter der Kommunikation auch nicht weiter zu unterscheiden. Auf seiner wahrhaft materiellen Basis konnten dann Philosophen vom Geist des Menschen oder vom Sinn der Dinge schreiben.

Die Moderne dagegen begann mit einer Ausdifferenzierung, die Güter und Personen der Post abnahm und auf Schienen oder Nationalstraßen relativ mobil machte, anfangs folglich Offiziere zur ersten Wagenklasse, Unteroffiziere zur zweiten, Mannschaften zur dritten und Waffen auf Güterwagen verlud (vgl. Hedin 1915, S. 75), alles aber nur, um die reinen Befehlsflüsse von ihnen abzutrennen und als Immaterialitäten auf die absolute Geschwindigkeit von Licht oder Elektrizität zu bringen. In Nordamerika mit dem Bürgerkrieg, diesem »leider viel zu wenig studierten ersten ›technischen‹ oder ›totalen‹ Krieg«,² in Europa mit Moltkes zwei Feldzügen von 1866 und 1870 war das neue System geschlossen. Die Schickung jener *Postkarte*, die nach Derrida eins ist mit Schicksal oder Geschichte selber, läuft weder nur noch geradewegs *von Sokrates und Platon bis an Freud und jenseits* (vgl. Derrida 1980-87). Sie hat die Bahnen von Literatur und Philosophie, also des Buchstabens mit seinen beschränkten Kombinationsmöglichkeiten verlassen, um mathematischer Algorithmus zu werden.

In Shannons berühmter Formel $H = -\sum_{i=1}^n p_i \log p_i$ mißt die Information H , wieviel Wahlfreiheit, d. h. wieviel Ungewißheit über den Output herrscht, wenn ein Nachrichtensystem aus einer Menge von möglichen Ereignissen mit jeweils bekannten Wahrscheinlichkeiten ein bestimmtes Ereignis auswählt. Falls das System, etwa in der orthographisch standardisierten Abfolge von q und u , mit einem einzigen Signal von materieller Gewißheit arbeitete, würde H auf sein Minimum 0 sinken (vgl. Shannon 1949b, S. 657). Nach Lacan ist es das Zeichen von Zeichen, prinzipiell

ersetzbar zu sein (vgl. Lacan 1973-80, Bd. III, S. 9), wohingegen alles Reale an seinem Platz klebt (Lacan 1973-80, Bd. I, S. 24). Selbst die Messung seiner Wege durch Raum und Zeit eines Nachrichtenkanals ergäbe nur physikalische Daten über Energie oder Geschwindigkeit, aber keine Information relativ auf einen Code.

Darin liegen die Schwierigkeiten eines Materialismus, der wie bei Marx auf dem gleichzeitig aufgestellten Gesetz der Energiekonstanz beruhte, angesichts der zweiten industriellen Revolution. Nachrichten sind berechenbar, aber nicht determiniert. Auch und gerade wenn Shannons Formel für Information bis aufs umstrittene Vorzeichen (vgl. Bell 1955, S. 35) mit Boltzmanns energetischer Formel für Entropie identisch ist, entspringt die Möglichkeit von Information nicht physikalischer Notwendigkeit, also einem Laplace-Universum, sondern der Chance. Nur wenn Systemelemente die Chance haben, da oder dort, anwesend oder abwesend, offen oder geschlossen zu sein, erzeugt das System Information. Deshalb ist die Kombinatorik auf der Basis von Würfeln entstanden (vgl. Lacan 1980, S. 379f.) und die Computertechnologie auf der Basis endlos wiederholter Gatter (vgl. Shannon 1938). Im elementaren, nämlich binären Fall erreicht H sein Maximum 1, wenn p_1 und p_2 , also Präsenz und Absenz moderner Philosopheme dieselbe Wahrscheinlichkeit 0,5 haben. Ein Würfel, dessen sechs Ziffern ungleiche Eintrittschancen hätten, würde zurückgewiesen – vielleicht nicht von einem Spieler, der auf Vorteile spekuliert, aber von beiden.

Daß das Maximum an Information nichts anderes besagt als höchste Unwahrscheinlichkeit, macht es aber vom Maximum an Störung kaum mehr unterscheidbar. Im Unterschied zum Konzept der logischen Tiefe, an dem IBM-Forscher seit neuestem arbeiten, unternimmt Shannons Maßzahl H »keine Schritte, um den Informationswert einer gegebenen Wellenform oder Funktion zu finden, sondern ermittelt die statistischen Eigenschaften einer Informationsquelle« (Bell 1955, S. 35). Also tritt der Fall ein, daß einerseits die höchste Informationsrate pro Zeiteinheit die »Ausnutzung aller Teilbereiche des [im Kanal] verfügbaren Frequenzbandes fordert und« daß andererseits »eine der Haupteigenschaften von Zufallsrauschen darin besteht, im Energiespektrum gleichmäßig über das Frequenzband verteilt zu sein« (Bell 1955, S. 97). Mit anderen Worten: Signale üben tunlichst Mimi-

kry an Störungen. Und da das thermische Rauschen, das alle Materien, also auch Widerstände oder Transistoren nach einer wiederum Boltzmannschen Formel bei Arbeitstemperaturen abstrahlen, ein derart weißes Rauschen ist, sind Information ohne Materie und Materie ohne Information verkoppelt wie die zwei Lesarten eines Vexierbildes.

Praktische Ingenieure, so seltsam es klingt, lösen solche Probleme durch sogenannte Idealisierung. Sie behandeln jedes Signal, das nach Durchlaufen eines realen Kanals ja notwendig rauschbehaftet ist, als hätten zwei verschiedene Quellen es generiert: eine Signalquelle und eine Rauschquelle, die sich im einfachsten Fall schlicht addieren. Genauso machbar ist allerdings die Annahme, daß das bereits codierte Signal von einer feindlichen Intelligenz noch einmal codiert wurde – und zwar um so erfolgreicher und rätselhafter, je weißer es rauscht. Nach Shannons *Communication Theory of Secrecy Systems* – einem Papier, das selber jahrelang aus guten Pentagon-Gründen unter Verschuß geblieben ist – rettet aus dieser prinzipiellen Unentscheidbarkeit nur die Erfahrungstatsache, daß Verschlüsselungssysteme meist Selektionen aus einer tunlichst großen, aber doch endlichen Menge von Zufallsereignissen sind, wohingegen Rauschen unendlich viele Werte annehmen kann (vgl. Shannon 1949b, S. 685). Eben darum ist die ehemals so zweckfreie Zahlentheorie³ heute zur Jagd auf höchste Primzahlen angehalten, die als Verschlüsselungen militärisch-industrieller Geheimnachrichten einem Feind, der sie noch nicht ermittelt hat, notwendig wie Rauschen vorkommen. Turing, der bekannte Computertheoretiker und unbekanntere Weltkriegskryptograph, formulierte, daß Naturgesetze durch Codesysteme, erreichbare Evidenzen durch abgefangene Botschaften, physikalische Konstanten durch gültige Tagesschlüssel, Naturwissenschaften insgesamt also durch Kryptoanalyse ersetzbar sind (vgl. Turing 1987, S. 98). So verschwindend wird der Unterschied zwischen Chaos und Strategie.

Diese »Wiederkehr des alten Chaos im Inneren der Körper und jenseits ihrer Realität« ist es, mit der Valéry's technischer Faust einen Teufel erschreckt, dessen »ganz elementare Wissenschaft« bekanntlich nur Rede war. Die experimentelle Verschaltung von Information und Rauschen macht »den Diskurs zur Nebensache« (Valéry 1957-60, Bd. II, S. 300 f.). Ordnungen der Schriftkultur, ob literarisch oder philosophisch, konnten Sinn ja immer nur aus

Elementen konstruieren, die selber Sinn hatten. Aus Worten wurden Sätze, nicht aber Wörter aus Buchstaben. Dagegen

nehme man den Signifikanten ganz schlicht beim Ende irreduzibler Materialität, die die Struktur, sofern sie die seine ist, beinhaltet – etwa in Form eines Lottos –, und es wird zur Evidenz klar, daß auf der ganzen Welt nur der Signifikant eine Koexistenz von Elementen tragen kann, die durch Unordnung konstituiert wird (in der Synchronie) und doch die unzerstörbarste Ordnung entfaltet (in der Diachronie) (Lacan 1966, S. 658).

Shannon hat eine solche Logik diachroner Verkettungen des Chaos um so schlagender demonstriert, als sein Schreibexperiment – im Unterschied zum alten Buchstabenspiel der Kabbala – mit Vorsatz ohne Semantik auskam. Gegeben sei zunächst unser übliches Alphabet, also nicht etwa 26 Buchstaben, sondern (wie bei Schreibmaschinen) diese Buchstaben samt einem Spatium. Aus der endlichen Zeichenmenge soll nun rein statistisch eine Sprache, das Englische, angenähert oder simuliert werden. Die Approximation nullter Ordnung – mit 27 Symbolen, die gleichwahrscheinlich und voneinander unabhängig sind – liefert selbstredend nur Rauschen oder Silbensalat: »XFCML RXKHRJFFJUZLPWCFWKCYL ...« Die Approximation erster Ordnung – mit Buchstabenwahrscheinlichkeiten oder -frequenzen wie in englischen Texten – beginnt, sprechbar zu werden: »OCRO HLI RGWRNMIELSSWIS EU LL ...« Eine Approximation zweiter Ordnung, die als Markoff-Kette auch Diachronien, nämlich die Übergangswahrscheinlichkeiten zwischen allen möglichen Buchstabenpaaren einer Sprache berücksichtigt, liefert mühelos erste Kurzwörter wie »ARE« oder »BE«. Diejenige dritter Ordnung mit Übergangswahrscheinlichkeiten auch zwischen englischen Buchstabentripeln kann schon mit Wahnsinnigen, Surrealisten oder (was Shannon nicht nicht zur Kenntnis nahm⁴) mit *Finnegans Wake* konkurrieren: »IN NO IST LAT WHEY CRACTICT FROURE BIRSGROCID PONDENOME OF DEMONSTURES OF THE RAPTAGIN IS REGOACTIONA OF CRE«. Und wenn die Markoff-Ketten ihre Elemente nicht mehr aus Buchstaben, sondern Wörtern schöpfen, produziert schon die Approximation zweiter Ordnung schönste Autoreferenzen der Mündlichkeit, Typographie und Literatur: »THE HEAD AND IN FRONTAL ATTACK ON AN ENGLISH WRITER THAT THE CHARACTER OF THIS POINT IS THEREFORE ANOTHER METHOD FOR THE LETTERS THAT THE TIME OF WHO EVER TOLD THE PROBLEM FOR AN UNEXPECTED« (Shannon 1964, S. 43 f.).

Diese frontale Attacke auf englische Schriftsteller oder auch Teufel führt selbstredend das Rauschen, wie Shannons Experiment – als »eine andere Methode für Buchstaben« – es in die Schriftkultur eingeführt hat. Fortan erfahren Lettern keine bessere Behandlung als Zahlen mit ihrer schrankenlosen Manipulierbarkeit, fortan sind Signale und Geräusche nur mehr numerisch definiert. Kommunikation (mit Shannon zu reden) ist immer *Communication in the Presence of Noise* –: nicht nur weil reale Kanäle nie nicht rauschen, sondern weil Nachrichten selber als Selektionen oder Filterungen eines Rauschens generierbar sind.

Die technische Idealisierung, derzufolge der rauschbehaftete Ausgang von Netzwerken als Funktion zweier Variablen, eines unterstelltermaßen rauschfreien Signaleingangs und einer separaten Rauschquelle gilt, erlaubt nicht mehr und nicht weniger, als Signal-Rausch-Abstände anzugeben. Dieser Abstand nennt zunächst (nach Spannungen, Strömen oder Leistungen) nur den Quotienten von mittlerer Signalamplitude und Störbetrag am Ausgang. Aber schon weil elektrische Netzwerke über ihre Schnittstellen noch immer an menschliche Sinne angeschlossen sind und diese Sinne – nach Fechners psychophysischem Grundgesetz – auf einen geometrischen Anstieg ihrer Reizung reagieren, als verlief er nur arithmetisch, ist der Signal-Rausch-Abstand besser logarithmisch anzuschreiben. Demgemäß transformiert die Maßeinheit Dezibel (dem Telephonerfinder Alexander Graham Bell zur technischen und d. h. fast unkenntlichen Ehre) einen Bruch ins Zwanzigfache oder (im Fall der Leistung) Zehnfache seines Logarithmus: $S_N^\# = 20 \text{ dB } \lg \frac{U_g^{\text{eff}}}{U_r^{\text{eff}}}$. Woraufhin gesprochene

Sprache, einst in Philosophenohren die Selbstaffektion von Bewußtsein selber, alle Innerlichkeit verliert und genauso durchmeßbar wird wie sonst nur noch die Übertragungsqualität von Radio- oder Fernsehsystemen.

Ein Signal-Rausch-Abstand von 60 dB garantiert Gesprächen jene scheinbar rauschfreie Kommunikation, die andere unverzerrt nennen würden, einer zwischen 40 und 0 dB erlaubt noch (allerdings ganz unhermeneutisches) Verstehen, während ab – 6 dB dem Hörer nurmehr die Empfindung bleibt, daß überhaupt Sprache ergeht. Und weil die Natur unserer Sinne, spätestens seit den Experimenten der Psychophysik, selber Nachrichtentechnik ist, überdeckt »der Bereich zwischen der Hörschwelle und der Fühl-

schwelle«, also zwischen Minimum und Maximum akustischer Wahrnehmung, »nahezu den gesamten Bereich, für den die Luft als Übertragungsmedium des Schalls in Frage kommt: Am unteren Ende liegt die Hörschwelle um 20 bis 30 dB über dem Rauschpegel, der durch das thermische Rauschen der Luftmoleküle bedingt ist, und bei einem Schalldruck von 160 dB«, etwa 30 dB oberhalb der Schmerzgrenze, treten wie in schlechten Stereoanlagen unerwünschte, nämlich »nichtlineare Effekte bei der Schallausbreitung in Luft auf« (Sickert 1983, S. 44). Poetischer und mit Rudolf Borchardt gesprochen: bei reichlich zehnmal feineren Ohren würden wir die Materie rauschen hören und vermutlich nichts anderes mehr.

Die Poesie hat aber, Borchardt und Adorno zum Trotz (vgl. Adorno 1974, S. 536), Rauschen gar nicht haben dürfen. Ihr Kommunikationssystem beruhte seit der griechischen Stiftung eines Vokalalphabets, das zugleich Notenschrift, also Lyrik war und die erste »totale Analyse der Lautform einer Sprache« bildete (Lohmann 1980, S. 174), auf einer Verschaltung von Stimme und Schrift. Die Menge von Operationen, die mit diesen graphisch-phonischen Elementen machbar war, definierte, begrenzte aber auch das Maß literarischer Komplexität. Insofern bildete Poesie ein autopoietisches System, das seine eigenen Elemente als selbstreferenzielle Elemente hervorbrachte, eben darum indessen (wie jedes solche System) Elemente und Operationen nicht weiter unterscheiden konnte (vgl. Luhmann 1986, S. 321). Notwendig ausgeschlossen blieb die Möglichkeit, die Eingabe- und Ausgabeelemente jener griechischen Analyse noch einmal zu analysieren, bis Stimmen oder Schriftzüge in die Rauschgemenge auseinandergegangen wären, die sie physikalisch sind. Im Gegenteil, nach Jakobsons Bestimmung sicherte die »poetische Funktion«, diese »Einstellung auf die Nachricht als solche«, eine »unmittelbare Erfahrbarkeit der Zeichen« (Jakobson 1972, S. 124), brachte den Signal-Rausch-Abstand also auf sein Maximum.

»Worauf kommt es überall an, / Daß der Mensch gesundet?« fragte Goethe als Dichter-Psychiater im *West-östlichen Divan*, um mit allem autoreferenziellen Nachdruck von Reim und Spondeus zu antworten: »Jeder höret gern den Schall an, / Der zum Ton sich rundet.« So strikt exkommunizierte Poesie im Namen artikulierter Kommunikation, die sie ist, ihre Umwelt, den unmenschlichen Schall oder »Erzklang« (Goethe 1904-05, Bd. v,

S. 13). Und nur Wahnsinnige wie ein namenloser »N.N.« von 1831, dessen Verse wohl die ältesten aus deutschen Irrenhäusern überliefert sind, hatten die Dreistigkeit, ausgerechnet Goethes Gedicht *Dreistigkeit* zum Motto von Strophen zu erwählen, die das ganze Gegenteil besangen: nicht artikulierte Töne der Rede, sondern *Des Carnevals-Chartag-Ostern Kreuz-Holz-Hammer-Glocken-Klang* (vgl. Bird 1835, S. 7-15, und dazu Kittler 1988).

Hölzer und Hämmer, Erze und Glocken haben von allen Instrumenten den höchsten Rauschanteil. Deshalb fungieren sie phantisch, als Ruf zur Kirche oder Feuersbrunst, und nicht poetisch. Deshalb produzieren Idiophone keine reinen Intervalle, wie die griechische Notenschrift sie speicherbar und Pythagoras zum $\lambda\acute{o}\gamma\omicron\varsigma$ selber machte. Für Klanggemische aus zahllosen Frequenzen, die überdies in unganzzahligen Verhältnissen stehen (vgl. Stauder 1976, S. 142-158), wird Notenpapier unzuständig. Aber wo das System Poesie-Musik aussetzt, beginnt (mit Valéry) die mathematische »Wiederkehr des alten Chaos«. In eben der Goethezeit, die selbsternannte »Klänge-Fänger« wie jenen Namenlosen mit guten poetischen Gründen exkommunizieren und internieren mußte, entwickelte ein Departementspräfekt Napoleons, der Baron Jean Baptiste Joseph Fourier, ein Rechenverfahren, das nicht nur die Thermodynamik, sondern auch alle Medien des technischen Klängefangs von Edisons Phonographenwalze bis zum Musikcomputer auf den Weg gebracht hat.

Die Fourieranalyse erlaubte es erstmals, durch Integration und Reihenentwicklung periodische Signale von endlicher Energie; also alle physikalischen Signale, ob ihre Harmonischen nun ganzzahlige Vielfache des Grundtons sind oder nicht, in Zahlen aus-

zuwerten. Die Gleichung $S_c(f) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) \cdot e^{-2j\pi f t} dt$ überführt qua-

dratisch integrierbare Funktionen der Zeit t in Funktionen der Frequenz f , gibt in trigonometrischer Umformung demnach das gesamte Teiltonspektrum S_c nach Betrag und Phase an. Eine Grundoperation von Poesie und Musik, die Wiederholung, wird durchgängig quantifizierbar, bei wahrnehmbaren Rhythmen genauso wie bei Klängen, die Menschenohren ja darum als solche hören, weil sie ihren Komplex nicht mehr in Elemente zerlegen können. Oberhalb von 60 Hertz (oder Schwingungen pro Sekunde) endet unser physiologisches Auflösungsvermögen, wohl weil bei dieser Frequenz die eigenen Stimmbänder einsetzen.

Die Fourieranalyse mit all ihren Applikationen – von der Faltung und Korrelation gegebener Signale bis zum fundamentalen Abtasttheorem der beiden Bell-Labs-Ingenieure Nyquist und Shannon – hat den Signalraum nicht weniger verändert als ehemals das griechische Vokalalphabet, diese namenlose Gründertat unserer Kultur. Sicher, im Alltag gilt weiterhin als systemtheoretisches Gesetz, daß »Kommunikationssysteme Kommunikation« nicht durch Rückgang etwa auf den Frequenzbereich von »Nervenimpulsen unterlaufen können« (Luhmann 1987, S. 28). Nur Thomas Pynchons Romane errichten mathematisch-neurologische Helden wie in *Crying of Lot 49* den drogierten Diskjockey Mucho Maas oder in *Gravity's Rainbow* den Pfc. Eddie Pensiero von der 89. US Infantry Division: Ihre Wahrnehmung hat »messend« oder »denkend« schon gelernt, in Rückkopplungsschleifen mit technischer Fourieranalyse einzuschwingen, also ihre eigenen Grenzen zu unterlaufen und Elemente von Operationen der Kommunikation zu scheiden (vgl. Pynchon 1973, S. 121-123, und Pynchon 1981, S. 1001 f.). Aber daß die Stimmen der Leute spektralanalysiert werden – seit 1894, um im »Fernsprechdienst« die Überlegenheit weiblicher Angestellter über männliche auch dem Reichstagsabgeordneten Bebel zu beweisen (vgl. Siegert 1986, S. 185), seit 1977, um der US Air Force eine optimale und untrügliche Personenzugangskontrolle zu ermöglichen (vgl. Sickert 1983, S. 261 f.) –, verändert auch das alltägliche Kommunikationssystem im institutionellen Rahmen.

Weshalb unter modernen, d. h. nachrichtentechnischen Bedingungen, die jeder Phänomenologie spotten, Medien anstelle von Künsten getreten sind. Ein »neuer Analphabetismus«, wie Salomo Friedlaender ihn lange vor McLuhan oder Ong benannt und gefeiert hat, beendet »die Ära Gutenberg«, errichtet in Städten und Gehirnen seine »antibabylonischen Türme«, die »Funktürme« sind (Friedlaender 1985, S. 156-170), und positiviert damit den namenlosen Irren von 1831. Alle »Gitarren« und »Glocken«, von denen »N.N.« nur träumen oder dichten konnte, kommen im Realen zu Ehren. Chuck Berry (und mit ihm unser Kommunikationssystem, die Dubrovnik-Disco Libertas) besingen einen analphabetischen E-Gitarristen, der zu allem Überfluß Johnny A B C Goode heißt.

There was a lonely country boy
Named Johnny B Goode
Who never ever learned to read and write so well
But he could play the guitar like ringing the bell.

Unterhaltungselektronik heißt einfach, alle operativen Spielräume der analogen und neuerdings digitalen Signalverarbeitung den Ohren und Augen wieder rückzukoppeln: als Trick, Gadget, Spezialeffekt (vgl. Kittler 1986). Gründerheld solcher Effekte war bekanntlich Wagner. Als *Ring des Nibelungen* verließ die Musik ihr einheimisches Reich der $\lambda\gamma\omicron\iota$ oder Intervalle, um alle möglichen Abstände und Übergänge zwischen Klang und Rauschen auszumessen. Das *Rheingold*-Vorspiel, weil sein Rhein reiner Signalfluß ist, beginnt mit einem Es-Dur-Dreiklang in tiefster Baßlage, über die dann acht Hörner ein erstes melodisches Motiv legen. Es ist aber keine Melodie, sondern (wie um die musikalische Übertragungsbandbreite abzutasten) eine Fourieranalyse jenes Es vom ersten bis zum achten Oberton. (Nur der siebente, irgendwo zwischen C und Des, muß fehlen, weil ihn europäische Instrumente nicht intonieren.)

Und nachdem der absolute Anfang der Tetralogie Goethes poetische Filterung von »Schall« in »Ton« musikdramatisch revoziert hat, darf das absolute Ende, der dritte Akt *Götterdämmerung*, von Obertonklängen wieder in reines Rauschen untertauchen, den Signal-Rausch-Abstand also liquidieren.⁵ Brünnhilde, die als das exkommunizierte Unbewußte eines Gottes mit ihrem imperialen Autor Wotan so wenig kommunizieren kann wie N. N. mit Goethe, singt ihm statt dessen als Finale ein »unmäßiges Wiegenlied« (Adorno 1971, S. 118):

Weiß ich nun, was dir frommt?
Alles, Alles,
Alles weiß ich,
Alles ward mir nun frei.
Auch deine Raben
hör ich rauschen:
mit bang ersehnter Botschaft
kehren die beiden nun heim. –
Ruhe, ruhe, du Gott!
(Wagner, o. J., S. 1273-1277)

Wotans unbewußter Wunsch geht also in Erfüllung, sobald Heldensopran und großes Orchester ihn nur implementieren. Was mit dem Fading eines Gottes in Walhalls Flammenmeer endet, ist europäische Kunst selber. Denn die zwei Raben, dunkle Boten oder Engel der Medientechnologie, sprechen nicht und singen nicht; bei ihrem Flug fallen Transmission und Emission der Nachricht, ja sogar »Botschaft« und »Rauschen« zusammen. Götterdämmerung heißt Materialität der Kommunikation und Kommunikation der Materie.

Nichts anderes bewegte, in den Jahren zwischen Fourieranalyse und Tetralogie, den schottischen Botaniker Robert Brown. Sicher rauscht die Materie seit unvordenklichen Zeiten; aber erst Browns Zufallsentdeckung führte diese stochastische Botschaft auch in ihren Begriff ein. 1872 inspirierten ihn seltsame Zickzackbewegungen, die in Wasser gelöste Pollen unterm Mikroskop ausführten, zum Glauben, wie ein zweiter Leeuwenhoek das verborgene Geschlechtsleben lebender Materie erstmals erblickt zu haben. Eine Sexualisierung des Pflanzenreichs, nach der der Goethezeit und ihrem Namenshelden (vgl. Goethe 1904-05, Bd. xxx, S. 329) der Sinn durchaus stand. Doch leider zeigten Browns fortgesetzte Experimente dasselbe Phänomen auch bei toten Pollen, ja bei pulverisierten Steinen. Eine spontane Irregularität, ein Rauschen der Materie zersetzte den goethezeitlichen Grundbegriff Leben, ganz wie Fourier den artikulierten Sprachton zersetzt hatte. Brown, statt einer unauffindbaren Erklärung, gab der Brownschen Bewegung schlicht seinen Namen (vgl. Heims 1982, S. 63 f.).

Erst als Maxwell und Boltzmann, ein Halbjahrhundert danach, der hergebrachten Physik stetiger Energien ein atomar-statistisches Modell entgegensetzten, arrivierte Browns Kuriosität zum wissenschaftlichen Prüfstein. Dem technisch bewaffneten Auge demonstrierte ihr Zickzack nicht weniger als das endlose Tischtennis, das Moleküle oberhalb der absoluten Temperatur T miteinander spielen. Brownsche Partikel erfahren pro Sekunde etwa 10^{20} Kollisionen mit anderen Molekülen, so daß »die Perioden, in denen sie sich ohne abrupten Richtungswechsel bewegen, zu selten und zu kurz sind, um selbst von moderner Hochgeschwindigkeitsphotographie erfaßt zu werden« (Heims 1982, S. 437). Deshalb Boltzmanns Formel das Rauschen der Materie auch nur als statistischen Mittelwert ausdrückte: $\frac{\Delta PN}{\Delta f} = 4kT$.

Mittlere Rauschleistungen pro Frequenzband indessen mögen Nachrichtentechniker zufriedenstellen, nicht aber moderne Mathematiker. Während die klassische Analysis ihr Reich auf reguläre Formen und stetige Funktionen beschränkte, ist unser Jahrhundert – sehr zu ihrem »Schrecken und Entsetzen« (vgl. Heims 1982, S. 70) – dazu übergegangen, Irregularität selber zu formalisieren. Seit 1920 setzte Norbert Wiener die Brownsche Bewegung als nirgendwo differenzierbare Funktion an, als eine Funktion also, deren Zickzack lauter Ecken ohne Tangenten bildet, und konnte dem thermischen Rauschen ein Maß zuordnen, das nicht nur Durchschnittswerte, sondern seine Bahnen selber erfaßt. Nach dieser Mathematisierung des alten Chaos war es nicht mehr schwer, auch die Materialität von Musik und Sprache anzugehen. Wieners Linear Prediction Code (LPC) ist zu einem der grundlegenden Verfahren geworden, die es Computern erlauben, die Zufallsgeneratoren in unseren Kehlköpfen zu simulieren. Auf der Basis von vergangenen, aber diskret abgetasteten und damit speicherbaren Schallereignissen x_{n-1} bis x_{n-k} prophezeit die lineare Vorhersage ein wahrscheinliches Zukunftsereignis

$$x_n^* = \sum_{k=1}^k a_k x_{n-k}$$

Selbstredend verschätzt sie sich dabei gegenüber dem Realen in seiner Kontingenz, aber eben ihren gemachten Fehler (als Differenz von x_n und x_n^*) ermittelt die nächste Schätzung, um ihn immer weiter zu minimieren und die Koeffizienten a_k dem faktischen Signal anzupassen.

Zur Goethezeit bestand – nach psychiatrischer Definition – der Wahnsinn oder »Blödsinn« von Patienten wie »N. N.« darin, »ein wildes Geräusch, aber überall keinen verständlichen Ton zu hören, weil sie nicht im Stande sind, einen aus der Menge herauszuheben, ihn nicht auf seine Ursache zurückzuführen, und dadurch seine Bedeutung einzusehn« (Reil 1803, S. 417). Genau dieses Chaos positiviert Wieners LPC. Denn seine Fourieranalyse kann mathematisch zeigen, daß »die Minimierung des mittleren quadratischen Vorhersagefehlers der Bestimmung eines digitalen Filters äquivalent ist, das das Leistungsdichtespektrum des Sprachsignals [am Eingang] möglichst zu Null reduziert« bzw. »das Spektrum des Vorhersagefehlers in ein weißes Spektrum umformt« (Sickert 1983, S. 137f.). Während andere Filter (wie etwa in Shan-

nons Schreibexperiment) mit Übergangswahrscheinlichkeiten auch Redundanz als Simulakrum von Sinn einführen, macht das Whitening Filter Diskurse buchstäblich »zur Nebensache«.

Genau darum kehren Shannons Mathematik der Signale und Wieners Mathematik des Rauschens in der strukturalen Psychoanalyse wieder, die ja Diskurse analysiert (oder beseitigt), wie Freud nur Seelen analysierte (oder in »psychische Apparate« überführte). Zunächst einmal referiert Lacans Konzept vom Realen auf nichts außer weißem Rauschen. Es zelebriert den *Jam*, dieses Schlüsselwort von Nachrichtentechnikern, als Modernität selber:

Man [und d. h. Shannon] hat dann angefangen, die Informationsmenge zu kodifizieren. Das bedeutet nicht, daß sich fundamentale Dinge zutragen zwischen menschlichen Wesen. Es handelt sich um das, was in den Drähten läuft, und um das, was man messen kann. Bloß, man fängt auf diese Weise an, sich zu fragen, ob das läuft oder ob das nicht läuft, in welchem Moment sich das abschwächt, wann das keine Kommunikation mehr ist. Das ist das, was man in der Psychologie, mit einem amerikanischen Wort, *jam* nennt. Es ist das erste Mal, daß als Grundbegriff die Konfusion als solche auftaucht, jene in der Kommunikation liegende Tendenz aufzuhören, Kommunikation zu sein, das heißt, überhaupt nichts mehr zu kommunizieren. Ein neues Symbol ist so hinzugekommen (Lacan 1980, S. 110).

Auf der anderen Seite und nur folgerecht ist Lacans symbolische Ordnung, von ihren philosophischen Interpretationen weit entfernt, ein probabilistisches Gesetz, das auf dem Rauschen des Realen aufbaut, mit anderen Worten eine Markoff-Kette (vgl. Lacan 1973-80, Bd. I, S. 44-54). Psychoanalytiker müssen aus Wiederholungszwängen die Übergangswahrscheinlichkeiten abfangen wie Kryptographen aus scheinbarem Rauschen eine Geheimbotschaft. Dieser nachrichtentechnische Zugang zum Unbewußten liquidiert drittens das Imaginäre, das als eine Funktion vorab optischer Gestalterkennung (*pattern recognition*) den Erkenntnisbegriff der Philosophie auf Verkennung festlegte (vgl. Lacan 1980, S. 388 f.). Deshalb können erst durch Psychoanalyse die strategischen Chancen eines Subjekts spieltheoretisch exhaustiert, d. h. berechnet werden (vgl. Lacan 1973-80, Bd. II, S. 181).

Was durch computerisierte Mathematik berechnet werden kann, ist ein anderes, aber nicht minder strategisches Subjekt: die selbstgesteuerte Waffe. Wiener entwickelte seine neue Kybernetik

nicht zur Analyse menschlicher oder auch nur biologischer Kommunikation. Es war, nach Wieners eigenen Worten, »der Krieg«, der zum »entscheidenden Faktor für diesen neuen Schritt« wurde (Wiener 1963, S. 28). Am Vorabend des Zweiten Weltkriegs ging es schlicht darum, gegenüber sehr beschleunigten Luftwaffen auch die anglo-amerikanischen Flak-Systeme zu optimieren. Denn weil die reale Flugbahn feindlicher Bomber ein komplexes Zusammenspiel zwischen Befehlen, Navigationsirrtümern, Luftturbulenzen, Wendekreisen, Ausweichmanövern vor vergangenem Flakbeschuß usw. ist, läßt sie sich als Zufallsbewegung von Menschen nicht mehr vorhersagen. Und doch wird Vorhersage unabdingbar, einfach weil Flakgeschosse, deren Geschwindigkeit die des Ziels (anders als bei menschlichen Zielen) ja nur relativ übertrifft, den Bomber in seiner zukünftigen und nicht in seiner gegenwärtigen Position abfangen müssen. Um dieses Problem unvollständiger Information, dieses Rauschen einer Zukunft also zu minimieren⁶, implementierte Wiener den Linear Prediction Code in einem automatischen Flaksystem, das alsbald auf Computerbasis arbeitete. So gerüstet gingen die USA in den Zweiten Weltkrieg.

Keine zwei Jahrhunderte mathematischer Nachrichtentechnik haben den Signal-Rausch-Abstand zur durchgängig manipulierbaren Variablen gemacht. Mit den Operationsgrenzen des Systems Alltagssprache sind auch die von Poesie und Hermeneutik überschritten und Medien etabliert, deren Adresse (aller Konsumentenwerbung zum Trotz) nicht mehr mit Sicherheit Mensch heißt. Seit ihrer griechischen Stiftung hatte Poesie die Funktion, ein Schallchaos auf anschreibbare und damit artikulierte Töne zu reduzieren, während Hermeneutik seit ihrer romantischen Gründung diese Komplexitätsreduktion noch einmal geisteswissenschaftlich absicherte: durch Zuschreibung an die Adresse eines poetischen Subjekts namens Autor. Die Interpretation reinigte einen Innenraum von allem Rauschen, das dagegen im Jenseits der Ereignisse, in Delirien und Kriegen nicht aufhörte, nicht aufzuhören.

Seitdem Rauschen durch Interzeption feindlicher Signale, nicht mehr durch Interpretation artikulierter Reden oder Töne angegangen wird, ist das Joch der Subjektivität von unseren Schultern genommen. Denn automatische Waffensysteme sind selber Subjekte. Ein Freiraum entsteht, in dem es machbar wäre, Rezep-

tionstheorie mit Interzeptionspraxis, Hermeneutik mit Polemik und Hermenautik zu vertauschen – mit einer Steuermannkenntnis der Botschaften, ob sie nun Göttern, Maschinen oder Rauschquellen entstammen.

Anmerkungen

- 1 Daß Person, Individuum, Subjekt und andere Titel »des Menschen« nicht »die Einheit eines Gegenstandes«, sondern schlicht eine Adresse bezeichnen, wäre ihren überlieferten Definitionen zu entnehmen, spätestens durch Dekonstruktion. Für eine elegantere Herleitung vgl. aber Luhmann (1988).
- 2 Was die technische Unerforschtheit des Bürgerkriegs angeht, statuiert Wehrmachts-Eisenbahningenieur Blum allerdings eine Ausnahme, die den Status von Literatur unter hochtechnischen Bedingungen wahrhaft erhellt: »Vgl. ferner den Roman Mitchell, ›Vom Winde verweht‹ (langatmig, aber äußerst aufschlußreich)« (Blum 1939, S. 73, Anm. 1).
- 3 Noch 1940 konnte Cambridges führender Mathematiker schreiben: »The ›real‹ mathematics of the ›real‹ mathematicians, the mathematics of Fermat and Euler and Gauss and Abel and Riemann, is almost wholly ›useless‹ (and this is true of ›applied‹ as of ›pure‹ mathematics). [...] It is the dull and elementary parts of applied mathematics, as it is the dull and elementary parts of pure mathematics, that work for good or ill« (G. H. Hardy, *A Mathematician's Apology*, zit. bei Hodges 1983, S. 120). Hodges kann zeigen, wie endgültig der Zweite Weltkrieg solche Sätze widerlegt hat.
- 4 Vgl. Shannon 1964, S. 56: »Two extremes of redundancy in English prose are represented by Basic English and by James Joyce's book *Finnegans Wake*. The Basic English vocabulary is limited to 850 words and the redundancy is very high. [...] Joyce on the other hand enlarges the vocabulary and is alleged to achieve a compression of semantic content.«
- 5 Die musikalische Apokatastasis aller Rauschquellen bei und seit Wagner hat denn auch Poeten dazu gebracht, mit ihren Musikbeschreibungen einer unmöglichen Fourieranalyse nachzuhängen. Über Strauß-Hofmannsthal's *Elektra* schrieb Wildgans 1904 aus dem Kleinen Theater Berlin: »Wie in einem Tempel fühlt man sich. Dann ertönt aus der Verdeckung das Orchester und die Tragödie beginnt, rauscht in einem Zuge ohne Aktunterbrechung wie ein gesteigertes Traum-Erleben an einem vorüber, ohne in der Spannung nachzulassen, doch einer Wellenlinie vergleichbar, auf und ab, Schwingungstäler und -berge. Aber immer

- Schwingung und Mitschwingen der eigenen Seele« (Wildgans 1947, S. 55; Hinweis von Martin Stingelin/Basel).
- 6 Es bleibt beim Minimieren, weil kein Filter, ob analog oder digital, die Zukunft vorhersehen kann, ohne dabei selber Zeit zu verbrauchen. Ein begnadeter Ingenieur formulierte diese Aporie wie folgt: »Another limitation is that filters cannot be expected to predict the future! While this may seem obvious, a low-pass filter specification with zero phase shift at all passband frequencies is asking exactly that. For example, if the filter were presented the first three samples of a low-frequency yet high-amplitude wave, it would have no way of ›knowing‹ whether it really was part of a low-frequency cycle or part of a high-frequency but low-amplitude cycle without further data. Zero phase shift implies that such a decision is made immediately and the sample either pass to the output or are blocked« (Chamberlin 1980, S. 433 f.). Über diese Unschärferelation der Nachrichtentechnik, die seit Gabor Frequenz- und Zeitmessung ebenso konfrontiert wie die Quantenphysik Wellen und Korpuskeln, vgl. auch Bell 1955.

Literatur

- Adorno, Th. W., 1971, *Die musikalischen Monographien. Gesammelte Schriften*. Hg. von Gretel Adorno und Rolf Tiedemann. Bd. XIII. Frankfurt/Main.
- Adorno, Th. W., 1974, *Noten zur Literatur. Gesammelte Schriften*. Hg. von Gretel Adorno und Rolf Tiedemann. Bd. XI. Frankfurt/Main.
- Bell, D. A., 1955, *Information Theory and its Engineering Applications*. 3. Aufl. New York/Toronto/London.
- Beyrer, K., 1985, *Die Postkutschenreise*. Tübingen (= Untersuchungen des Ludwig-Uhland-Instituts der Universität Tübingen im Auftrag der Tübinger Vereinigung für Volkskunde, hg. von Hermann Bausinger u. a., Bd. LXVI).
- Bird, F., 1835, *Notizen aus dem Gebiete der psychischen Heilkunde*. Berlin.
- Blum, Prof. Dr.-Ing. e. h., 1939, »Das neuzeitliche Verkehrswesen im Dienste der Kriegführung«. In: *Jahrbuch für Wehrpolitik und Wehrwissenschaften*. Hamburg, S. 73-92.
- Chamberlin, H., 1980, *Musical Applications of Microprocessors*. Rochelle Park, N. J.
- Derrida, J., 1980-87, *Die Postkarte von Sokrates bis an Freud und jenseits*. 2 Bde. Berlin.
- Friedlaender, S., 1985, *Der antibabylonische Turm*. Nachdruck in: K. Schöffling, Hg., *Geschichten vom Buch*. Frankfurt/Main, S. 135-170.

- Goethe, J. W., 1904-05, *Sämtliche Werke*. Jubiläums-Ausgabe. Hg. von Eduard von der Hellen. Stuttgart/Berlin.
- Hedin, S., 1915, *Ein Volk in Waffen*. Den deutschen Soldaten gewidmet. Leipzig.
- Heims, S. J., 1982, *John von Neumann and Norbert Wiener. From Mathematics to the Technologies of Life and Death*. Cambridge/Mass.
- Hodges, A., 1983, *Alan Turing: The Enigma*. New York.
- Jakobson, R., 1972, »Linguistik und Poetik«. Nachdr. in: H. Blumensath, Hg., *Strukturalismus in der Literaturwissenschaft*. Köln, S. 118-147.
- Kittler, F., 1986, *Grammophon Film Typewriter*. Berlin.
- Kittler, F., 1988, »Ein Subjekt der Dichtung«. Erscheint in: *Das Subjekt der Dichtung*. Festschrift für Gerhard Kaiser zum 60. Geburtstag. Hg. von H. Turk, G. Buhr, F. Kittler.
- Lacan, J., 1966, *Écrits*. 2. Aufl. Paris.
- Lacan, J., 1973-80, *Schriften*. Hg. von N. Haas. Olten/Freiburg/Br.
- Lacan, J., 1980, *Das Seminar. Buch II (1954-55): Das Ich in der Theorie Freuds und in der Technik der Psychoanalyse*. Olten/Freiburg/Br.
- Lohmann, J., 1980, »Die Geburt der Tragödie aus dem Geiste der Musik«. In: *Archiv für Musikwissenschaft* 37, S. 167-186.
- Luhmann, N., 1986, »The Individuality of the Individual: Historical Meanings and Contemporary Problems«. In: *Reconstructing Individualism: Autonomy, Individuality and the Self in Western Thought*. Hg. von T. C. Heller, M. Sosna, D. E. Wellbery. Stanford, S. 313-325.
- Luhmann, N., 1987, »Intersubjektivität oder Kommunikation. Unterschiedliche Ausgangspunkte soziologischer Theoriebildung.« In: *Diskus*. Heft 112, S. 24-33.
- Luhmann, N., 1988, »Wie ist Bewußtsein an Kommunikation beteiligt?« In diesem Band, S. 884-905.
- Pynchon, T., 1973, *Die Versteigerung von No. 49*. Reinbek.
- Pynchon, T., 1981, *Gravity's Rainbow. Die Enden der Parabel*. Reinbek.
- Reil, J. C., 1803, *Rhapsodien über die Anwendung der psychischen Curmethode auf Geisteszerrüttungen*. Halle/S.
- Shannon, C. E., 1938, »A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits«. In: *Transactions of the American Institute of Electrical Engineers* 57, S. 713-722.
- Shannon, C. E., 1949a, »Communication in the Presence of Noise«. In: *Proceedings of the Institute of Radio Engineers* 37, S. 10-21.
- Shannon, C. E., 1949b, »Communication Theory of Secrecy Systems«. In: *Bell System Technical Journal*, S. 656-715.
- Shannon, C. E./Weaver, W., 1964, *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana/Ill.
- Sickert, K., 1983, *Automatische Spracheingabe und Sprachausgabe. Analyse, Synthese und Erkennung menschlicher Sprache mit digitalen Systemen*. Haar.

- Siegert, B., 1986, *Die Posten und die Sinne*. Magisterarbeit. Freiburg/Br. (Typoskript)
- Soderquist, D., 1977, *Minimization of Noise in Operational Amplifier Applications. Precision Monolithics Linear & Conversion I. C. Products*.
- Stauder, W., 1976, *Einführung in die Akustik*. Wilhelmshaven/Amsterdam/Locarno.
- Turing, A. M., 1987, *Intelligence Service*. Schriften. Hg. von B. Dotzler und F. Kittler. Berlin.
- Valéry, P., 1957-60, *Œuvres*. Hg. von J. Hytier. 2 Bde. Paris.
- Wagner, R., o. J., *Götterdämmerung*. London/Zürich/Mainz/New York.
- Wiener, N., 1963, *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*. 2. Aufl. Cambridge/Mass.
- Wildgans, A., 1947, *Ein Leben in Briefen*. Hg. von L. Wildgans, Wien.

Materialität der Kommunikation

Herausgegeben von
Hans Ulrich Gumbrecht
und K. Ludwig Pfeiffer

Unter Mitarbeit von
Monika Elsner, Barbara Keller,
Verena Kiefer, Claudia Krülls-Hepermann,
Ute Peter, Bernd Schulte,
Barbara Ullrich, Benno Wagner-Pitz

Suhrkamp

AP 13550 6974+2

~~Im 63^e~~

Humboldt-Universität zu Berlin
- Universitätsbibliothek -
Zweigbibliothek Kunstwissenschaften
Bibliothek Theaterwissenschaft/
Kulturelle Kommunikation

Jnr. 164: 1992

CIP-Titelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Materialität der Kommunikation /

hrsg. von Hans Ulrich Gumbrecht u. K. Ludwig Pfeiffer.

Unter Mitarb. von Barbara Keller ... -

1. Aufl. - Frankfurt am Main :

Suhrkamp, 1988

(Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft ; 750)

ISBN 3-518-28350-2

NE: Gumbrecht, Hans Ulrich [Hrsg.]; Keller, Barbara [Mitverf.]; GT

suhrkamp taschenbuch wissenschaft 750

Erste Auflage 1988

© Suhrkamp Verlag Frankfurt am Main 1988

Suhrkamp Taschenbuch Verlag *

Alle Rechte vorbehalten, insbesondere das
des öffentlichen Vortrags, der Übertragung

durch Rundfunk und Fernsehen

sowie der Übersetzung, auch einzelner Teile
Satz und Druck: Wagner GmbH, Nördlingen

Printed in Germany

Umschlag nach Entwürfen von
Willy Fleckhaus und Rolf Staudt

1 2 3 4 5 6 - 93 92 91 90 89 88

Bettina Rommel Psychophysiologie der Buchstaben	310
Martin Stingelin Kugeläußerungen. Nietzsches Spiel auf der Schreib- maschine	326
Friedrich Kittler Signal-Rausch-Abstand	342
Inge Baxmann »Die Gesinnung ins Schwingen bringen«. Tanz als Meta- sprache und Gesellschaftsutopie in der Kultur der zwanziger Jahre	360

III GEGENWARTSSYMPATOMATOLOGIE

Klaus Dirscherl »Cent pour-cent parlant« oder wie der französische Tonfilm der 30er Jahre die Wirklichkeit suchte und das Theater fand	377
Monika Elsner/Thomas Müller Der angewachsene Fernseher	392
Vivian Sobchack The Scene of the Screen. Beitrag zu einer Phänomenologie der »Gegenwärtigkeit« im Film und in den elektronischen Medien	416
Jochen Schulte-Sasse Von der schriftlichen zur elektronischen Kultur: Über neuere Wechselbeziehungen zwischen Mediengeschichte und Kulturgeschichte	429
Manfred Pfister Meta-Theater und Materialität. Zu Robert Wilsons »the CIVIL warS«	454