ISSN 0259-7446
öS 48,-

medien & zeit

Kommunikation in Geschichte und Gegenwart

Themenschwerpunkt:
Technikgeschichte
der Medien

Schrift, Druck und Post

Akustische Medien

Computer

Bibliographie studentischer
Abschlußarbeiten 1992-1996

4/97

Jahrgang 12

medien & zeit 4/97

Inhalt

Aufsätze

Zur Technikgeschichte von Schrift, Druck und Post
Karl Kogler 4

Zur Technikgeschichte der akustischen Medien
Heinz Hiebler 22

Zur Technikgeschichte des Computers
Herwig Walitsch 41

Bibliographie studentischer Abschlußarbeiten Teil 3: 1992-1996 (I)
Fritz Randl 52

Impressum

Medieninhaber, Herausgeber und Verleger:
Verein „Arbeitskreis für historische Kommunikationsforschung (AHK)"
A-1014 Wien, Postfach 208

© Die Rechte für die Beiträge in diesem Heft liegen beim „Arbeitskreis für historische Kommunikationsforschung (AHK)"

Druck:
*Rema*print
1160 Wien, Neulerchenfelderstr. 35

Korrespondenten:
Dr. Hans Bohrmann (Dortmund),
Univ. Prof. Dr. Hermann Haarmann (Berlin),
Prof. PhD. Ed McLuskie (Boise, Idaho),
Dr. Robert Knight (London),
Univ. Prof. Dr. Arnulf Kutsch (Leipzig),
Dr. Edmund Schulz (Leipzig),
Prof. emer. Dr. Robert Schwarz
(S. Palm Beach, Florida)

Vorstand des AHK:
Dr. Wolfgang Duchkowitsch (Obmann),
Dr. Fritz Hausjell (Obmann-Stv.),
Nicole Remy-Berzencovich (Obmann-Stv.),
Barbara Pilgram (Geschäftsführerin),
Alexandra Umfahrer (Geschäftsführerin-Stv.),
Mag. Gerda Steinberger (Schriftführerin),
Mag. Michaela Lindinger (Schriftführerin-Stv.),
Mag. Wolfgang Monschein (Kassier),
Mag. Fritz Randl (Kassier-Stv.),
Mag. Jo Adlbrecht, Bernd Beutl,
Johannes Bruckenberger, Mag. Edith Dörfler,
Dr. Norbert P. Feldinger,
DDr. Horst Jörg Haupt, Herbert Hirner,
Dr. Rudolf Holzer, Dr. Peter Malina,
Mag. Wolfgang Pensold,
Univ.Doz. DDr. Oliver Rathkolb

Redaktion:
Vorstand des AHK, redaktionelle Leitung dieses Heftes: Mag. Wolfgang Monschein, Mag. Fritz Randl und Mag. Herwig Walitsch

Satz:
Herbert Hirner

Erscheinungsweise:
Medien & Zeit erscheint vierteljährlich

Bezugsbedingungen:
Einzelheft (exkl. Versand): öS 48.-

Jahresabonnement:
Österreich (inkl. Versand): öS 165.-Ausland (inkl. Versand auf dem Landweg): öS 235.-

StudentInnenjahresabonnement:
Österreich (inkl. Versand): öS 120.-
Ausland (inkl. Versand auf dem Landweg): öS 190.-

Bestellung an:
Medien & Zeit,
A-1014 Wien, PF 208
oder über den gut sortierten Buch- und Zeitschriftenhandel

ISSN 0259-7446

Editorial

Die vorliegende Ausgabe von *Medien & Zeit* präsentiert sich als Schwerpunktheft zum Thema „Technikgeschichte der Medien". Die Beiträge sind im Rahmen des Forschungsprojektes „Literatur und Medien" – finanziert vom Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung – unter der Leitung von Univ.-Prof. Dr. Hans H. Hiebler am Institut für Germanistik der Karl-Franzens-Universität Graz entstanden.

Dieses Forschungsprojekt ist der Leserschaft von *Medien & Zeit* nicht unbekannt, bereits in Heft 4/1996 wurde mit dem Beitrag *Zur Technikgeschichte der optischen Medien* von Herwig Walitsch[1] ein erstes Teilergebnis dieser Studie publiziert. Im heurigen Frühjahr erschien im Verlag Beck in München als weitere Veröffentlichung die *Kleine Medienchronik*,[2] ein Kondensat der Forschungsergebnisse. In diesem Rahmen konnte jedoch nur etwa ein Zehntel des erschlossenen Daten- und Faktenmaterials zur technischen Entwicklung der Medien präsentiert werden. Voraussichtlich im Frühjahr 1998 wird daher eine *Große Medienchronik* im Münchner Verlag Fink erscheinen und auf über 1.000 Seiten die Ergebnisse des Forschungsprojektes in chronologischer tabellarischer Form darstellen.

Begleitet wird diese *Große Medienchronik* von einem Kommentarband, der ebenfalls bei Fink erscheinen wird und in dem die Geschichte der untersuchten fünf Medienkategorien – Schrift/Druck/Post, analoge optische Medien, analoge akustische Medien, Übertragungsmedien, Computer – in ihren Hauptstationen wiedergegeben wird.

Drei dieser Kommentare bzw. Überblicksbeiträge kann *Medien & Zeit* nun als Vorabdruck zugänglich machen. Es handelt sich dabei um den Kommentar zur Geschichte von Schrift/Druck/ Post, verfaßt von Karl Kogler, jenen zur Geschichte der analogen akustischen Medien, zusammengestellt von Heinz Hiebler und jenen zur Geschichte des Computers, aus der Feder von Herwig Walitsch.

Wir hoffen, auf diese Weise den Ergebnissen dieses Forschungsprojektes, das von einer der Publizistik- und Kommunikationswissenschaft benachbarten Wissenschaftsdisziplin durchgeführt wurde und von dem wir glauben, daß es interessante Anregungen gerade auch für Kommunikationswissenschafter bieten kann, entsprechende Publizität zu verschaffen.

Abgerundet wird das Heft mit einem weiteren Teil der Bibliographie der österreichischen Abschlußarbeiten zur Medien- und Kommunikationsgeschichte (1992 – 1996), zusammengestellt von Fritz Randl. Aus Platzgründen muß diese Bibliographie in zwei Teilen erscheinen, sie wird in einer der nächsten Ausgaben fortgesetzt.

WOLFGANG MONSCHEIN
FRITZ RANDL
HERWIG WALITSCH

[1] Herwig Walitsch: *Zur Technikgeschichte der optischen Medien.* In: *Medien & Zeit,* 4/1996, 30-51.

[2] Hans H. Hiebel (Hrsg.): *Kleine Medienchronik. Von den ersten Schriftzeichen bis zum Mikrochip.* München 1997.

Zur Technikgeschichte von Schrift, Druck und Post

KARL KOGLER

Die Schrift

Schrift ist ein künstliches menschliches Zeichensystem. Sprache existiert ursprünglich nur als gesprochene Sprache, d. h. im akustischen Modus in Form von Schallwellen. Aus einer Vielzahl von theoretisch möglichen Geräuschen und Lauten, die durch bewußte Modulation von Luft entstehen, werden durch gesellschaftliche Konvention bestimmte Sektoren des Lautkontinuums als innerhalb ihres Systems bedeutungsdifferenzierende Zeichen festgelegt (z. B. das Phonem „a" im Gegensatz zum Phonem „o"). Jedes derartige Zeichen besitzt einen exakten (akustischen) Informationswert. Dadurch entsteht die Grundlage für primär akustische Sprachzeichen, die über den Code als aus dem Lautkontinuum abgegrenzte, diskontinuierliche, diskrete Einheiten determiniert werden.[1] Der phonologische Code bestimmt sowohl die Einheiten als solche (in verschiedenen Sprachen tauchen unterschiedliche Phoneme auf) als auch die Kombinationsmöglichkeit der einzelnen Phoneme. Dabei ist allerdings das Vorkommen jeder einzelnen Einheit und deren Kombinationen nicht gleich wahrscheinlich (so kommt etwa das Phonem „e" im Deutschen viel häufiger vor als „x", die Aneinanderreihung von „s-r-x-q-y" ist nicht möglich.). Die untereinander bedeutungsdifferenzierenden Phoneme bilden eine vereinbarte endliche Menge von Elementen, den Zeichenvorrat einer Sprache. Mittels codegerechter Aneinanderreihung von bewußt generierten akustischen Sprachzeichen ist die Möglichkeit eröffnet, Materielles oder Immaterielles der Innen- und Außenwelt von Menschen zu „be-zeichnen" bzw. zu übermitteln.

Schrift im eigentlichen Sinn liegt erst da vor, wo konventionalisierte Zeichen auf die Sprache der Schriftbenützer bezogen sind

Schrift speichert Daten in oder auf materiellen Datenträgern, ist also ein visuelles Speichermedium. Die Aufzeichnung erfolgt sukzessive mit gesellschaftlich konventionalisierten Zeichen (optisch-ikonischen bzw. optisch-symbolischen, geometrischen Zeichen) und fixiert den in den Zeichen beinhalteten Informationswert. Die vorher als subjektive Bewußtseinsströme oder als Schallwellen vorhandenen nichtdauerhaften Daten werden mittels optischer Zeichen festgehalten und zugleich archiviert. Die dadurch erzielte Materialität der Zeichen ermöglicht eine Konstanz des Datensatzes und somit den Datentransport über Raum und Zeit.

Betrachtet man die Entwicklung der Gestaltung von skripturalen Sprachzeichen (deren Morphologie), läßt sich ein Differenzierungsprozeß vom Ikon mit Ähnlichkeitsbeziehung hin zum willkürlichen Symbol und weiter zu den kleinsten diskreten Einheiten (den Buchstaben) feststellen.

Die Anfänge des Überführens von vergänglicher akustischer Information in beständigere optische Zeichen liegen bei den Fixierungen von Zeichen und Bildern in Form von Wand- und Höhlenmalereien, Abdrücken in Tongegenständen u. dgl. (ab ca. 15.000 v. Chr.). Der entscheidende Schritt zum eigentlichen skripturalen Sprachzeichen ist dann vollzogen, wenn Informationen mit Hilfe von gesellschaftlich konventionalisierten optisch-skripturalen Zeichen festgehalten werden, die nicht mehr rein abbildenden Charakter besitzen, sondern auf die Sprache selbst bezogen sind, die also nicht nur die Bedeutung, sondern auch die Lautung (Worte, Silben und/oder Einzellaute) direkt bezeichnen. Dieser Schritt wurde ca. 3500 v. Chr. in den sumerischen Piktogrammen (Bildzeichen), der ältesten Form des mesopotamischen Schriftsystems, gesetzt.

Schrift: Die Ausprägungen eines Codes

Es ist bemerkenswert, daß, historisch betrachtet, jede Schrift zu Beginn eine Bilderschrift ist, also mit der ikonischen Repräsentation der Signifikate ihren Anfang nimmt. Innerhalb der Schrift lassen sich im wesentlichen zwei (historisch aufeinanderfolgende) Stadien feststellen: die Piktographie und Logographie einerseits und die phonologische Schreibweise andererseits.

[1] Ein Phonem stellt allerdings eine Abstraktion, einen Idealtypus eines Lauts dar, der in seiner Realisierung als Rede (Lautung) ein analoges akustisches Signal ist.

Die Bilderschrift, die mit optisch-ikonischen Zeichen operiert, wird ab 3500 v. Chr. bei den Sumerern und ab ca. 3200 v. Chr. bei den Ägyptern (als Vorläufer der Hieroglyphen) verwendet. Die Bilderschrift setzt stilisierte analoge Abbildungen ein, die nur das im ikonischen Zeichen Gezeigte bedeuten, wobei allerdings ein einziges Zeichen für komplexe Vorstellungen und Gesamtbedeutungen stehen kann (Piktographie). Es muß allerdings präzisiert werden, daß das ikonische Zeichen nicht bloß die Eigenschaften des dargestellten Gegenstandes reproduziert, sondern daß vielmehr diejenigen Züge, Eigenschaften, Stimuli (auf eine vereinfachte, graphische Gestalt reduziert) dargestellt werden, die beim Rezipienten eine Wahrnehmungsstruktur aufbauen, die dieselbe Bedeutung wie die Wahrnehmung des realen Objekts besitzt.[2] Diese Codierung ist zwar sprachunabhängig, allerdings semantisch undifferenziert und erfordert Tausende von Bildzeichen, was die Codierungs- und Decodierungsprozesse unpräzise, mühsam und langwierig macht.

Gegen Ende des 4. Jahrtausends v. Chr. entwickeln daher die Sumerer durch zunehmende Stilisierung ihrer Bilderschrift (via Abstraktion vom ikonischen Zeichen) eine Wort-, später eine Silbenschrift, bei der einzelne Zeichen einzelne Wörter bzw. Wortgruppen bedeuten (ein optisch-ikonisches Zeichen steht für eine konstante Zahl von phonemischen Komplexen - Logographie). Durch diesen Codewechsel wird das sprachliche Zeichen vielseitig verwendbar, der Zeichenvorrat wesentlich verringert (von mehr als 2000 auf rund 500 bis 700 Zeichen). Aus der Bilderschrift (Piktographie) wird eine Wortschrift bzw. eine Schrift mit Logogrammen (ein Logogramm ist ein graphisches Zeichen, das einzelne sprachliche Ausdrücke repräsentiert, wie z. B. [+] für „plus").

Bei den ägyptischen Hieroglyphen taucht um 2800 v. Chr. die zweite epochale Zäsur in der Entwicklung der Schrift auf: die phonetische Schrift. Dieser Schritt markiert den entscheidenden Wechsel einerseits im Abbildungsmodus der optischen Sprachzeichen, andererseits im Zeichencharakter selbst.

Die historisch ältere Piktographie bezeichnet mittels ikonischer Zeichen Bedeutungen. In der phonetischen Schrift wird nun aber nicht mehr das Objekt bzw. eine Handlungsabfolge selbst (Semantik), sondern der Lautwert des Objekts (Phonetik) repräsentiert. Zeichen für Phoneme werden aneinandergereiht, um diese Phoneme später wieder zu artikulieren. In de Saussures strukturalistischem Schema, das das sprachliche Zeichen in Signifikat (Bezeichnetes) und Signifikant (Bezeichnendes) gliedert, bedeutet dies: Die Ägypter rückten nun erstmals ab von einer analogen optischen Abbildung des Signifikats (ein Kreis für eine Sonne, eine Spitze für einen Berg) und wandten sich hin zur optischen Abbildung der eigentlichen sprachlichen Lautäußerung, der akustischen Sprachzeichen, wandten sich hin zur Abbildung des Signifikanten. In den ägyptischen Hieroglyphen wird nun die Konsonantenstruktur der sprachlichen Äußerung rebusartig repräsentiert, wobei die Beziehung zwischen Schriftzeichen und Lautstruktur motiviert ist. D. h., das Bildzeichen für ‚Haus' (Lautwert: /pr/) steht stets für die Konsonantenkombination /pr/. So erfolgt der Übergang von Bildvorstellung (Piktogramm) zum Lautzeichen (Phonogramm), indem die Referenzebene der skripturalen Aufzeichnung vom optischen Kanal in den akustischen wechselt und nach dem phonographischen Prinzip gleichklingende Silben mit demselben Zeichen repräsentiert werden. Mit diesem Wechsel verändert sich auch der Charakter des skripturalen Zeichens. Aus dem Ikon wird ein willkürlich gewähltes Symbol.[3] In der ägyptischen Hieroglyphenschrift ist dieser Übergang von Logographie zu Phonographie besonders deutlich ersichtlich, da noch beide Systeme - Hieroglyphen als Lautzeichen und Hieroglyphen als Wortzeichen - Verwendung finden. Den Ausgangspunkt für die Entwicklung der europäischen Schrift bildet die sumerische Bilderschrift, das Organisationsprinzip der modernen Schrift des Abendlandes, die Phonographie,

Den Ausgangspunkt für die Entwicklung der europäischen Schrift bildet die sumerische Bilderschrift

[2] Zu den semiotischen Ausführungen ist grundlegend Umberto Eco: *Einführung in die Semiotik.* 5. Auflage. München 1985 (= UTB, 105), bes. 195ff.

[3] Zwar ist die Beziehung zwischen dem Bildzeichen {Haus} und dem Lautwert {pr} konstant, den Lautwert könnten aber ebensogut die lateinischen Schriftzeichen „pr" oder die griechischen Schriftzeichen „πρ" repräsentieren. Daß Piktographie sogar in der Buchstabenform durchscheint, zeigt etwa das lateinische „A": Dem *Ikon* für den Begriff „Rind" (mit der Lautung „aleph") wird der *Lautwert* A zuerkannt. So läßt sich ein alphabetisches Lautzeichen mit heute stilisierter graphischer Realisation auf ein ursprüngliches Bildzeichen zurückführen!

wird allerdings in Ägypten entwickelt.

In der Mitte des 3. Jahrtausends v. Chr. erfolgt in Mesopotamien eine grundlegende Veränderung der äußeren Form der sumerischen Schrift. Die Kreise, Wellen, Punkte, Striche der figürlichen, naturimitierenden Darstellungen werden durch ein einziges grundlegendes graphisches Element, den Keil, ersetzt. Alle ikonischen Zeichen werden durch Kombinationen aus senkrechten, waagrechten, schrägen, großen und kleinen Keilen substituiert, wodurch die Morphologie des Zeichenvorrats vereinheitlicht und die Zeichenproduktion und -rezeption beschleunigt werden.[4] Diese wesentliche Umgestaltung der äußeren Form der Keilschrift läßt jedoch deren Organisationsprinzip (eine Mischung aus einer Begriffsschrift, bei der komplexe Bedeutungen durch ein einziges Zeichen symbolisiert werden, und aus Phonographie) unverändert.

Das griechische Alphabet mit seinen 24 Buchstaben markiert den bedeutendsten Entwicklungsschritt innerhalb der phonetischen Schrift

Die weitere Entwicklung läßt sich als konsequente Ausdifferenzierung der phonetischen Schrift mit einhergehender Verringerung bzw. Optimierung des zur Verfügung stehenden skripturalen Zeichenvorrats verstehen. Mit der Wende hin zum phonetischen Organisationsprinzip ergibt sich für Schrift eine Anpassung an das Strukturprinzip von gesprochener Sprache, die ja aus wenigen, sich gegeneinander bedeutungsdifferenzierenden, digitalen Elementen (Phonemen) aufgebaut ist. Das bedingt, daß die skripturalen Elemente des Codes immer präziser als diskrete digitale Elemente (von Wort über Silbe zum Buchstaben) determiniert werden.

Die sumerische Keilschrift wird von den Akkadern um 2300 bis 2000 v. Chr. zu einer phonetischen Silbenschrift umgeformt, wobei allerdings auch hier nicht völlig auf logographische Elemente verzichtet wird. Die Sprachaufzeichnung wird mit 100 bis 150 Silbenzeichen sowie einigen Dutzend Ideogrammen (Begriffszeichen, die jeweils für ein Wort stehen) möglich. Den erstmaligen völligen Verzicht auf logographische Elemente wie ideographische Determinativa leistet die phönizische Buchstabenschrift des 17. Jahrhunderts v. Chr. Nicht unbeeinflußt von den ägyptischen Hieroglyphen und der kretischen Linear-A-Schrift führt sie eine stringente Codierung *aller Einzelkonsonanten* ein. Dies bedingt eine weitere Reduktion des Zeichenvorrats (da auch Silben in einzelne Konsonanten aufgelöst werden können), sodaß die erste phonetische Konsonantenschrift mit rund 30 Zeichen ihr Auslangen findet. Diese Schrift wird im 10. bis 9. Jahrhundert v. Chr. von den Griechen mit Vokalen angereichert und so zur *ersten vollständigen* (Konsonanten und Vokale bezeichnenden) *phonetischen Schrift* weiterentwickelt: Das griechisches Alphabet mit seinen 24 Buchstaben ist entstanden und markiert den bedeutendsten Entwicklungsschritt innerhalb der phonetischen Schrift. Es ist schließlich die Basis, von der aus sich die lateinische Buchstabenschrift mit nunmehr 26 Buchstaben (im Deutschen) ausdifferenziert. Im 7. Jahrhundert v. Chr. entsteht das lateinische Alphabet aus dem griechischen und etruskischen mit 21 Buchstaben und gestaltet bis zum 11. Jahrhundert seinen endgültigen Zeichenvorrat mit 26 Buchstaben aus (z. B. V - U, I - J werden eingehender differenziert). Dieser Code orientiert sich an der phonetischen Struktur der gesprochenen Sprache, da im Prinzip Buchstaben Phoneme repräsentieren bzw. auf Phoneme rekurrieren.[5] Damit ist folgendes erreicht: Aus einem Zeichenvorrat von nur 26 graphischen Elementen kann via Kombination handschriftlich jede sprachliche Information codiert werden, d. h. Maximierung der verarbeitbaren Datenmengen mit einem minimalen, einfachen Zeichenvorrat.

Schrift zeichnet somit akustische Sprachzeichen mittels konventionalisierter skripturaler Zeichen auf, um beim Akt der Datenrezeption (durch Lesen) wieder in akustische Sprachzeichen transformiert zu werden. Dies gilt zumindest für die frühen Phasen sowohl der Phylogenese als auch der Ontogenese der Menschheit. Genauso wie das Kleinkind beim Erlernen des Lesens die Wörter

[4] Das bedeutet, daß sich der Großteil der Keilschriftzeichen auf Piktogramme zurückführen läßt. Diese sind im Laufe der Zeit durch einen vom Schreibmaterial (Ton, Griffel) und von Schreibökonomie hervorgerufenen Abstraktionsprozeß zur Keilform vereinfacht und vereinheitlicht worden.

[5] Die Zuordnungen untereinander sind allerdings bisweilen variabel; so steht der Buchstabe „s" etwa für einen stimmlosen alveolaren Frikativ in „lassen", für einen stimmlosen präpalatalen Frikativ in „statt". Manchmal repräsentieren auch mehrere Buchstaben (Grapheme) ein einziges Phonem wie bei sch, st oder ch. Die grundsätzliche Ausrichtung der graphischen Einheiten zielt im großen und ganzen jedoch auf eine 1:1-Entsprechung ab.

laut buchstabierend zusammensetzt, war lautes Lesen bis ins 4./5. Jahrhundert durchaus üblich. Das individuelle, leise Lesen kommt erst im 4. Jahrhundert auf.

Auch der Datenträger beeinflußt die Gestaltung der Datenrepräsentation. In die mesopotamische Tontafel werden skripturale Zeichen mit einem Griffel eingraviert (Keilschrift). Bei jüngeren Datenträgern sind sowohl die Träger als auch die Mittel für die Aufnahme und Speicherung einer technischen Behandlung unterzogen. Man graviert nicht mehr *in*, sondern schreibt *auf* die neuen Datenträger Papyrus (4. Jt. v. Chr.), Baumrinde, Pergament (13. Jh. v. Chr.) und schließlich Papier (1. Jh.) *mit* künstlich produzierten Farbflüssigkeiten wie Tusche und Tinte, die nach dem Trocknen ein stabiles optisches Zeichen darstellen. Diese Datenträger sind leichter und daher für den Transport eher geeignet.[6] Durch das einfachere Anbringen der skripturalen Zeichen werden auch der Schreibvorgang beschleunigt und die Datenmenge wesentlich erhöht. Pergament und Papier können geknickt und beidseitig beschrieben werden, was den Speicherplatz verdoppelt. Darüber hinaus erlaubt der Datenträger Pergament, vom WORM-Prinzip (Write Once Read Many) abzugehen und Datennachbearbeitung wie auch Datenlöschung unter Beibehaltung des Datenträgers (Palimpsest) durchzuführen.

Piktogramme (Bilderschrift) - Logogramme - Wortschrift - syllabographische Systeme (Silbenschrift) - Alphabet (Buchstabenschrift): Diese Reihe repräsentiert die allgemeine Entwicklung schriftgestützter Kommunikation vom Analogen zum Digitalen und bezeichnet zugleich die großen Stationen des Codes von skripturalen Sprachzeichen vor der revolutionären Medientechnologie am Beginn der Neuzeit, vor dem Buchdruck.[7]

Die Leistung der Schrift

Schrift ermöglicht es, Sprache zu speichern und somit auch zu übertragen.[8] Als skripturales Speichermedium eröffnet sie die Möglichkeit, aus einer begrenzten Anzahl von Zeichen, deren Bedeutung durch gesellschaftliche Konvention arbiträr geregelt ist, eine fast unbegrenzte Zahl von Aussagen zu treffen - und diese zu fixieren.

Schrift als „Aufzeichnung" ist gerade in diesem Doppelsinn zu verstehen. Schrift verbildlicht und fixiert, wobei im Akt der Fixierung der Prozeß der Tradierung bereits impliziert ist. In dieser Fixierung („Objektivation") von Informationen liegt die wesentliche Leistung des Mediums Schrift. Durch diese Fixierung wird

1.) eine dauerhafte Speicherung von Information geleistet, da Schrift in ihrer fixierten Form materiell und stabil erhalten bleibt, wird

2.) Kommunikation in Abwesenheit des/der Kommunikationspartner/s möglich (asynchrone, kontextunabhängige Kommunikation - dadurch auch Anonymisierung des Senders), werden

Schrift verbildlicht und fixiert, wobei im Akt der Fixierung der Prozeß der Tradierung bereits impliziert ist

3.) die Unschärfen und die ständige Adaptation oraler Überlieferung konsolidiert und ein präziser und konstanter Informationsgehalt geschaffen (Standardisierung des „Wissens"), werden

4.) der unzuverlässige Speicherplatz menschliches Gedächtnis exzediert und die Möglichkeit der weiteren Datenbearbeitung geboten, da Skripturales beliebig erweiterbar und nachträglich bearbeitbar ist, werden

5.) die durch die Schrift festgehaltenen Informationen durch Lesen nachvollziehbar bzw. durch Abschreiben bedingt reproduzierbar und wird

6.) die Übertragung von Informationen durch Boten bzw. durch Medien wie Brief, Buch, Telegramm etc. realisierbar.

Zwar geht bei der schriftlichen Kommunikation die Unmittelbarkeit und die Totalität der personalen Kommunikationssituation verloren (man

[6] So wird etwa durch das Aufrollen der Buchrolle aus Papyrus für Lagerung und Transport das Spalten-Layout forciert.

[7] Die europäische Entwicklung von skripturalen Zeichen führt relativ zielstrebig, sich an der Phonologie orientierend, zur (lateinischen) Alphabetschrift. Es ist allerdings nicht zulässig, davon einen selbstverständlichen Überlegenheitsanspruch gegenüber anderen, nichtalphabetischen Schriftsystemen abzuleiten. Vgl. dazu Helmut Glück: *Schrift und Schriftlichkeit. Eine sprach- und kulturwissenschaftliche Studie.* Stuttgart 1987, 147ff.

[8] Fels- und Monumentalinschriften sind aufgrund des Datenträgers stationär. Erst durch Stein- und Tonschiefer, vor allem aber durch den Papyrus wird der Transport (die Übertragung) von längeren, komplexeren Nachrichten möglich.

denke bloß an Rede und Gegenrede, Gesprächseinwürfe, Tonfall, Mimik, Gestik: real time communication), doch wird dafür im Akt des schriftlichen Festhaltens auf einem materiellen Datenträger die Information zur Rezeption ad libitum freigegeben. Eine zeitliche Variabilität herrscht auch bei der Datenaufzeichnung (Schreiben) und Datenrezeption (Lesen) selbst. So kann etwa der Empfänger, der über den gleichen Code wie der Sender verfügen muß, die Aufnahmegeschwindigkeit beim Lesen jeweils individuell regulieren. Er benötigt kein Lesegerät, kein technisches Hilfsmittel (wie etwa Elektrizität, technische Apparate: Lautsprecher, Monitor) für den Lesevorgang, kann bei den Daten verweilen, sie mehrmals aufnehmen, vor- und zurückgehen, den Lesevorgang jederzeit beenden wie auch wiederaufnehmen. Aufgrund dieser potentiell beliebigen Datenaufnahme (auf der diachronen Achse) ist schriftgestützte Kommunikation auch weitaus weniger störanfällig als gesprochene Sprache.

Die Bewegung der Hand bestimmt die Form des optischen sprachlichen Zeichens

Die Schreibmaschine: Das Schreiben mit der Maschine

Alle bisher beschriebenen Schriften sind manuell hergestellte Schriften, wenn sie auch mit Hilfsmitteln wie Meißel, Schreibrohr, Feder und Tinte produziert werden. Die Bewegung der Hand bestimmt die Form des optischen sprachlichen Zeichens. Jedes Zeichen stellt ein Original dar. Mit der Schreibmaschine als „Miniaturdruckerei", die nicht der Vervielfältigung, sondern der Datenaufnahme bzw. -eingabe dient, beginnt der Siegeszug der Typographie auch im „privaten", präziser im individuellen Schreiben.

Die Grundidee „einer Maschine zum Schreiben und Drucken von Buchstaben, einzeln oder hintereinander" (wie es in der Patentschrift heißt) stammt vom Engländer Henry Mill, der bereits 1714 ein Patent für einen schreibmaschinenartigen Apparat erwirbt. In den 30er und 40er Jahren des 19. Jahrhunderts werden erste reale Modelle konstruiert, deren Prinzip darin besteht, daß eine spiegelverkehrte Type gegen Papier gepreßt wird und dort einen Eindruck hinterläßt. Der Deutsche Drais von Sauerbronn entwickelt 1823 die erste Schreibmaschine mit Typenhebeln, wobei allerdings dieses „Schnellschreibclavier" nicht über eine Taste pro Buchstabe, sondern noch über einen Code (über Kombinationen aus vier Hebeln) zu bedienen ist. Dieses Manko räumt Drais 1829 mit der ersten umfassenden Tastenschreibmaschine aus. In der Folge taucht eine Reihe von unterschiedlichen Modellen diverser Erfinder auf, denen die jeweiligen Heimatstaaten die Ehre einräumen, „die" Schreibmaschine erfunden zu haben. Neben Drais sind hier u. a. zu nennen: der Italiener Pietro di Cilavenga (Tachigrafo 1823), der Amerikaner Austin Burt (Typographer 1829), der Franzose Xavier Progin (Machine cryptographique 1833), der Italiener Giuseppe Ravizza (Cembalo scrivano 1837, mit Umschalttasten für Groß- und Kleinbuchstaben), der Amerikaner James Thurber (Chirographer 1843, mit einem Typenrad) sowie später der Amerikaner William Francis (1857, Maschine mit Zeichenschritt), der Österreicher Peter Mitterhofer (1864-69) und der Däne Malling Hansen (Skrivekugle 1865). Einen markanten Einschnitt stellt jedoch die Serienreife des Modells dar, das Latham Sholes und Carlos Glidden von 1865 bis 1870 entwickeln und das Remington ab 1874 (ab 1876 „Remington No. 1") herstellt. Remington dominiert fortan durch ständige Weiterentwicklung (wie Wagenrücklauf) die Produktion von Schreibmaschinen, bis 1895 das Modell „Underwood" mit Direktsicht auf das Getippte zum neuen Standard wird. Weitere wichtige Etappen sind gekennzeichnet durch die Produktion von elektrischen Schreibmaschinen (ab 1902, besonders nach 1933 durch die amerikanische Firma IBM) und durch den Einzug der Elektronik in Form von Schreibmaschinen mit elektronischem Textspeicher auf Magnetband (1964 IBM) und auf Floppy Disks (ab 1978) bzw. elektronischen Schreibmaschinen mit Display (1980 Olivetti). Schreibmaschinen mit Display werden letztlich vom *Personal Computer* mit „Word-Processing" abgelöst, der nicht nur mehr herkömmliche Textproduktion erledigt, sondern Datenbearbeitung und -verarbeitung aller Art bewerkstelligt.

Die Logik der Schreibmaschine wird durch den englischen Terminus „Typewriter" (= Typen-Schreiber) adäquater wiedergegeben. Die Schreibmaschine ist ein Aufzeichnungsmedium, das zur Eingabe von optischen Schriftzeichen auf Papier und ähnlichen Beschreibstoffen dient. Die Aufzeichnung erfolgt mittels eines standardisierten Vorrats von optischen Zeichen, der das

lateinische Alphabet, Zahlen, Interpunktionszeichen und Logogramme (z. B. [&]) umfaßt. Die optischen Schriftzeichen befinden sich seitenverkehrt auf Typenträgern und werden hintereinander (ein Zeichen nach dem anderen) mittels Tastenanschlag über eine Mechanik auf das Papier geschlagen. Ein dazwischengeschaltetes Farbband (Ravizza 1855) sorgt für die Einfärbung. Da das Papier dabei reliefartig verformt wird, handelt es sich hier nicht um ein Druck-, sondern um ein *Präge*verfahren.

Die Auswahl der Zeichen erfolgte in den Anfängen der Schreibmaschine über verschiedene Systeme (z. B. Typenhebelkombination von Drais von Sauerbronn, Zeiger von Burt, Tasten), von denen sich aber die Tastenwahl (Drais von Sauerbronn 1829) aufgrund ihrer einfachen und raschen Dateneingabe durchsetzt. Bei der Darstellung des Zeichenvorrats gewinnt letztlich die vierreihige QWERTY-Tastatur (Sholes/ Schwalbach 1870) gegenüber anderen Systemen (uhrartig bei Burt´s Letter Press 1829, halb-kugelförmig bei Hansens Schreibkugel 1865, konkav bei der „Hammond" 1880) die Oberhand.[9] Die Schreibmaschinentastatur wird auch bei anderen informationsverabeitenden Maschinen zur dominierenden Eingabeapparatur. Nicht nur bei Mergenthalers Setzmaschine „Linotype" (1884-89) wird sie zur Dateneingabe herangezogen, sondern auch bei Computern (Keyboard) ist dies der Fall.[10]

Aus der sukzessiven Textkomposition resultieren der Flattersatz am rechten Rand sowie der Mechanismus, das Papier pro Anschlag um einen Buchstaben von rechts nach links weiterzubefördern (Francis, 1857). Mit Hilfe der Tastatur setzt man eine Hebelmechanik in Bewegung, die bis 1895 (Wagners bedeutender Typenhebelanschlag von vorne bei der „Underwood") das optische Schriftzeichen ausschließlich von unten, daher nicht direkt einsehbar auf das Papier druckt. Auch bei den Typenträgern sind mehrere Systeme zu unterscheiden. Das bekannteste ist das System der Typenhebel, bei dem eine Type am oberen Ende eines metallenen Hebels angebracht ist. Pro Type steht ein Hebel und daher auch eine Taste zu deren Anwahl zur Verfügung. Daneben gibt es noch sogenannte Sammeltypenträger: Typenzylinder (Modell „Crandall" 1879, Modell Migon 1903), Typenschiffchen („Hammond" 1880), Typenrad (Thurber 1843) und Kugelkopf (IBM 1961). Von diesen Systemen setzen sich allerdings nur die letzten beiden durch.

Bei der Darstellung des Zeichenvorrats gewinnt letztlich die vierreihige QWERTY-Tastatur die Oberhand

Kennzeichnend für viele Innovationen sind drei Komponenten:

Erstens der generelle Versuch, die Qualität der typographischen Produktion zu erreichen; zweitens das Bemühen, die Dateneingabegeschwindigkeit zu erhöhen; und drittens das Streben nach einer zumindest eingeschränkten Kopierfähigkeit des Getippten.

Zur ersten Kategorie sind Meilensteine wie die Leertaste (Foucaulds „Raphigraphe" 1843), das Farbband (1855), der Frontalanschlag (Wagner 1895), die Proportionalschrift (IBM-Executive 1941) und das Spezialfarbband mit druckähnlichem Schriftbild (1964) zu nennen. Der Erhöhung der Geschwindigkeit dienen die Tastatur (1829), die internationale Normierung der Tastaturbelegung (1888), das 10-Fingersystem (Ende des 19. Jahrhunderts) und insbesondere die Elektrifizierung des Schreibgeräts (Blickensderfer Electric 1902, die deutsche „Elektra" 1921, Smathers 1923, ab 1933 IBM). Die elektrische Schreibmaschine bringt schnelleres Tippen mit sich (z. B. „Elektra" 13 Anschläge/sec. 1921; IBM-Kugelkopfmaschine 15 Anschläge/sec. 1961), der Tastendruck wird wesentlich erleichtert, und auch das im Vergleich zur Handschrift bereits regelmäßige Schriftbild wird durch den konstanten Anschlag noch eben-

[9] Das Prinzip der Datenwahl durch eine Taste wird in der Schreibmaschinentastatur systematisch angelegt (amerikanische QWERTY- bzw. deutsche QWERTZ-Tastatur) und entwickelt sich zu einer der wichtigsten und am häufigsten verwendeten Eingabeeinheiten. Die Tastenanordnung ist im übrigen eindeutig historisch determiniert (aufgrund der schlechten Typenhebelmechanik ordnete man die im Englischen aufeinanderfolgenden Buchstaben in großem Abstand voneinander an). Diese Anordnung ist inzwischen allerdings anachronistisch geworden.

[10] So stellt Murrays 1897 entwickelte Fernsetzmaschine die Verbindung von schreibmaschinengesteuerter Setzmaschine und Telegraphie dar (telegraphische Übertragung von 80 Schriftzeichen zur Vervielfältigung). Derartige Schreibmaschinentastaturen sind etwa auch bei Fernschreiber, Btx und vor allem bei allen Formen von computergesteuerten Systemen als „Input-Schnittstelle" in Anwendung. Es bleibt allerdings abzuwarten, ob neue sensorische, sprachgesteuerte oder über Gehirnströme gesteuerte Eingabeeinheiten die Bedeutung von alphanumerischen Tastaturen schmälern (die Peripheriegeräte „Maus", „Track-Ball" sowie der Scanner haben bereits wichtige Dateneingabefunktionen der Tastatur übernommen).

mäßiger. Nach Duplizierbarkeit und Vervielfältigung in kleinerem Rahmen trachten Erfindungen wie das Pauspapier (Turri 1808), Durchschriften mit tintengetränkten Blättern (Wedgewood 1806, für Schreibmaschinen später) oder das kohlefreie Durchschreibpapier (erst 1953).

Die Leistung der Schreibmaschine

Eine wesentliche Leistung der Schreibmaschine besteht darin, daß zur Produktion unterschiedlicher optischer Zeichen jeweils die gleiche einfache, trainier- und konditionierbare Fingerbewegung genügt und damit der Schreibvorgang beschleunigt wird. Alle zehn Finger können zur Zeichenproduktion herangezogen werden. Bei entsprechender Übung entfällt sogar der Blick auf die Tastatur, da die einzelnen Bewegungen bereits automatisiert ablaufen. Derart ist eine wesentlich raschere Zeichenproduktion nicht nur von optischen, sondern auch von akustischen Vorlagen (Diktat, Diktaphon) bzw. von im Gedächtnis gespeicherten oder beim Schreiben generierten Sätzen möglich. Die produzierten sprachlichen Zeichen sind genormt und identisch,[11] daher leicht zu rezipieren und in ihrem optischen Erscheinungsbild von der Produktionsgeschwindigkeit unabhängig (schnelleres Tippen ergibt das gleiche Schriftbild wie langsames Tippen). Die Möglichkeit, mit Durchschlägen und Pausen einige wenige Kopien des Geschriebenen (in schlechterer Druckqualität) herzustellen, ist ein weiteres Charakteristikum der Schreibmaschine.

Durch die Schreibmaschine wird der individuelle Schreibakt ins typographische System transformiert

Durch die Schreibmaschine wird der individuelle Schreibakt ins typographische System transformiert. Die Transformation der skriptographischen Vorlage in Typographie, die beim Buchdruck stattfindet, wird hier in eine kleine, von einem Einzelnen zu bedienende Maschine konzentriert. Die Normierung der Schriftzeichen, die Erhöhung der Schreibgeschwindigkeit, die (begrenzte) Vervielfältigungskapazität und das Ebenmaß des Schriftbildes sind Gründe dafür, daß die Schreibmaschine sich als *das* Schreibwerkzeug der institutionellen schriftgestützten Kommunikation durchsetzt und im letzten Jahrzehnt des 19. und im ersten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts neben dem Telephon zum Bürorequisit par excellence wird.

Den auf der Schreibmaschine produzierten optischen Sprachzeichen wird aufgrund ihrer Ähnlichkeit mit in der Druckerei typographisch erzeugten Zeichen der Charakter des „Veröffentlichten", „Buchhaften" verliehen.[12] Für die literarische Produktion ist jedoch die Tatsache wichtiger, daß durch das „Schreib-Maschinen-Schreiben" Schrift auf ihre Formgebundenheit in die einzelnen Buchstaben/Typen, und somit auf ihre eigene Medialität gestoßen wird. Das mag die teilweise große Anziehungskraft auf Literaten erklären, die wie E. E. Cummings, Kurt Schwitters, D. J. Enright (vgl. das Gedicht „The Typewriter Revolution") oder Eugen Gomringer bewußt das medienästhetisches Potential der Schreibmaschine ausgeschöpft haben.[13]

Logik und Leistung des Buchdrucks

Der Buchdruck ist ein Verfahren zur analogen Reproduktion von digitalen Zeichen. Er geht von verbalen Mitteilungen aus, die als Handschrift vorliegen.[14] Die aus metallenen Einzellettern zusammengefügte Druckform wird via Kontakt mit einer Vorlage (Abdruck) vervielfältigt. Dadurch werden die ursprünglich manuell erzeugten, originalen optischen (skriptographischen) Zeichen zu genormten optischen (typographischen) Zeichen, die darüber hinaus in ihrer identischen Form beliebig oft reproduzierbar sind. In diesem Sinne ist Buchdruck die Mechanisierung der Handschrift.

Diese Standardisierung/Normierung von optischen Zeichen ist höchst interessant und ergibt

[11] Bis zur Erfindung der elektrischen Schreibmaschine existieren zugebenermaßen kleine Unterschiede, die auf den verschieden starken Anschlagdruck zurückzuführen sind.

[12] McLuhan bringt diese „Typographisierung" auf die Formel: „The typewriter fuses composition and publication." Marshall McLuhan: *Understanding Media. The Extensions of Man.* London, New York 1987 [Orig. 1964], 260.

[13] Die Auseinandersetzung mit der Schreibmaschine als formgebender Instanz des Schreibaktes scheint interessanterweise gerade in der literarischen Gattung intensiv zu sein, die die Form besonders reflektiert, nämlich in der Lyrik. Hier eröffnen sich deutlich Korrelationsmöglichkeiten zwischen literarischer Produktion und medientechnischer Entwicklung.

[14] Erst mit dem Aufkommen der Schreibmaschine wird die handschriftliche Vorlage allmählich und schließlich völlig verdrängt. Die erste Textvorlage für den Buchdruck, die mit der Schreibmaschine hergestellt wurde, stammt vom amerikanischen Schriftsteller und Journalisten Mark Twain (ca. 1875).

sich aus der Gutenbergschen Kernidee der beweglichen Letter aus Metall als formstabiler optischer Informationseinheit.[15] Mit seinen Lettern schafft der Mainzer Patrizier Johannes Gensfleisch zum Gutenberg (1397/1400-1468) einen Zeichenvorrat, der als stets variabel komponierbarer und zerlegbarer materieller Zwischenspeicher fungiert. Durch gleiche Buchstabenbreite, Schrifthöhe und gleichen Schriftgrad jeder einzelnen Letter normiert Gutenberg die analoge Gestalt der zur Verfügung stehenden Zeichen; er macht sie für die Datenübertragung zu gleich großen Einheiten und damit tendenziell maschinenverarbeitbar (was später in der Linotype der Fall ist).

Der Buchdruck im Kontext der Drucktechnologien

Ganz allgemein kann Drucken als die Aufbringung von optischen Zeichen, die mit Druckfarbe versehen sind, auf einen Bedruckstoff ohne die Intention einer Verformung definiert werden. Die ersten, einfachen analogen Zeichenreproduktionsverfahren sind Steinabreibungen, Stein- und Metallstempel, hölzerne Druckstempel, Tonmarkeneindrucke und Rollsiegel aus Ton in Ägypten, Ostasien und Mesopotamien (beispielsweise ein Tonnagel von ca. 2110 v. Chr. zum Eindrücken von Keilschriftzeichen; hölzerne Druckstempel für Pergamentdrucke sind ab 1300 v. Chr. in China belegt).[16] Diese frühen Techniken der Zeichenreproduktion funktionieren meist nach dem analogen Stempelprinzip und beschränken sich auf Abdrucke von singulären Zeichen. Der Schritt von einfacher Zeichenduplizierung zur ersten systematischen Vervielfältigungstechnik (Schriftzeichen-, nicht Bildreproduktion!) wird in Korea und China um 750 n. Chr. mit dem Druck von Holztafeln, dem Blockdruck, vollzogen. Drei entscheidende Prinzipien werden dabei erstmals miteinander kombiniert: 1. das spiegelverkehrte Zeichen des Stempels, 2. der Hochdruck und 3. das flächige Druckprinzip.

Bei Holztafeldrucken (Xylographie, Holzschnitt) ist das Bezeichnende eben das Positiv-Negativ-Prinzip. Indem die zu druckenden optischen und optisch-skripturalen Zeichen spiegelverkehrt und erhöht aus einem Holzblock geschnitzt werden, ergeben diese höherstehenden Flächen bei einem Abdruck das positive seitenrichtige Abbild des Zeichens. Dabei ist zu betonen, daß stets Vorlagen (Pausen) verwendet werden. Die hölzernen Blöcke (die Druckformen) fungieren ihrerseits als Patrizen, um ein und dasselbe Zeichen wiederholt auf einem Bedruckstoff anzubringen. Der Druckvorgang (die Zeichenübertragung) vollzieht sich durch Anpressen eines Papierblatts auf die Holztafel (also in einem Kontaktverfahren, allerdings ohne Einsatz einer Druckerpresse), gedruckt wird von einer Fläche auf die andere. Deshalb gilt der Blockdruck als ein Vertreter des flächigen Druckprinzips, das bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts das dominante Druckprinzip bleibt. Der Holztafeldruck bietet die Möglichkeit, Text und Bild in einem einzigen Druckgang zu reproduzieren, da Schriftzeichen und Illustrationen gemeinsam auf einer Druckform angebracht und im Hochdruckverfahren in identischen Abzügen vervielfältigt werden können.

Der Holztafeldruck bietet die Möglichkeit, Text und Bild in einem einzigen Druckgang zu reproduzieren

Zu den Mankos dieser Reproduktionstechnik gehört etwa der Umstand, daß die in die Holzplatte geschnittenen und so gespeicherten Daten kaum mehr bearbeitbar, d. h. korrigier- und erweiterbar, sind. Eingeschnitzte Fehler müssen wohl oder übel - will man nicht den gesamten Druckblock nochmals schnitzen - mitgedruckt und so vervielfältigt werden. Aufgrund der leichten Papierverformung und der Art des Druckvorganges durch festes Ab-

[15] Eben diese Standardisierung und „Entauratisierung" der Schriftzeichen war für Gutenbergs Zeitgenossen kaum intelligibel, wie die Beispiele der höchst aufwendigen Durchsicht aller (!) Exemplare sowohl des *Regensburger Meßbuchs* von 1485 als auch des *Freisinger Meßbuchs* von 1487 beweisen. Mehrere Mönche verglichen dabei alle gedruckten Bücher (beim *Freisinger Meßbuch* etwa 400) einzeln mit der Druckvorlage. Das Konzept der seriellen Normproduktion war ergo sogar für Intellektuelle des 15. Jahrhunderts schwer faßbar. Zu den Beispielen vgl. Michael Giesecke: *Der Buchdruck in der frühen Neuzeit. Eine historische Fallstudie über die Durchsetzung neuer Informations- und Kommunikationstechnologien.* Frankfurt/Main 1991, 145.

[16] Dieser Beitrag stützt sich in erster Linie auf die mediengeschichtliche Arbeit, die vom Verfasser in einem Autorenteam anläßlich des Buches Hans H. Hiebel (Hrsg.): *Kleine Medienchronik. Von den ersten Schriftzeichen bis zum Mikrochip.* München 1997 (= Beck'sche Reihe, 1206) geleistet wurde. Für eine ausführlichere Bibliographie, insbesondere zur Geschichte der Druckverfahren, siehe dort. Zum Abschnitt Buchdruck wird als Referenzwerk Michael Giesecke: *Der Buchdruck in der frühen Neuzeit* herangezogen, eine umfassende, präzise und in ihrer Zusammenschau der themenrelevanten Literatur wie auch in ihren innovativen methodischen Ansätzen exzellente Studie.

reiben der Holzplatte („Reiberdruck") kann lediglich einseitig gedruckt werden.[17] Die Holztafel verfügt auch nur über eine begrenzte Multiplikationskapazität, weil sie sich nach einigen hundert Abdrucken abnutzt und so unbrauchbar wird (sich quasi wieder „abflacht"). Außerdem ist die Herstellung der Druckvorlage kompliziert und bedarf zeitraubender Präzisionsarbeit, was v. a. für das seitenverkehrte Schnitzen von kleinen Typen zutrifft, weshalb der Holzschnitt primär für den Bild- und Illustrationsdruck geeignet ist und kaum umfangreichere Texte hervorgebracht hat. Da-rüber hinaus erscheint die xylographische Textreproduktion hybrid, da die Druckformherstellung mit händisch-individuellen Schriftzeichen, die Vervielfältigung allerdings in Drucktechnik erfolgt. Erst Gutenberg gelingt die identische Reproduktion von (auch innerhalb der diskreten Einheiten des Zeichenvorrats) identischen Zeichen.

Erst durch die Medientechnologie Buchdruck wird es möglich, Texte mechanisch in identischer Form und massenhaft zu reproduzieren

Wegen der genannten Defizite versuchte man, eine flexiblere Art der Zusammensetzung der Druckform zu entwickeln und härteres, beständigeres Material für die Druckform zu finden. Erste Versuche mit einer Druckform, die nicht als Fixum gestaltet, sondern puzzleartig aus Einzelteilen zusammengestellt ist, tauchen um 1040 in China und im 13. Jahrhundert in Korea auf. Das Materialproblem wird in China mit Tonlettern, in Korea bereits mit einzelnen beweglichen Metallettern (!) zu lösen versucht. Aufgrund des Sandgußverfahrens in der Typenherstellung, das keine völlig exakten Typen liefert, und aufgrund des chinesischen Schriftsystems[18] ist beiden Unternehmungen allerdings kein Erfolg beschieden.

Die chinesische Tafeldrucktechnik wird zu Beginn des 14. Jahrhunderts in Europa zuerst als „Zeugdruck" zum Bedrucken von Textilien verwendet. Erst gegen Ende des Jahrhunderts entwickelt sich aus dem Vorbild des Zeugdrucks die Technik des Holzschnittes zur Bildreproduktion. Im Gegensatz zu den ostasiatischen Anfängen der Xylographie dominiert am Beginn des europäischen Holzschnittes die Reproduktion von Bildmotiven (besonders Heiligenbildchen und Spielkarten). Die ersten erhaltenen Holzschnittdrucke stammen aus der Zeit um 1420 und zeigen signifikanterweise dominante Bildmotive mit spärlichem Text. Auf diese Zeit sind auch die ersten gedruckten Bücher Europas, die Blockbücher (Bilderbücher in Holzschnittechnik), zu datieren. Mit dem Aufkommen des Buchdrucks erlebt der (gegenüber dem Buchdruck etwas ältere) Holzschnitt eine Blütezeit als Illustrationstechnik, die erst gegen Ende des 16. Jahrhunderts durch den Kupferstich beendet wird.

Ars impressoria: Der Druck mit beweglichen Metalltypen

Das Hervorstechende, faszinierend und revolutionär Neue an Johannes Gutenbergs Erfindung im zweiten Drittel des 15. Jahrhunderts ist die Erfindung des Drucks mit beweglichen Lettern bzw. des Handgießgeräts zur Produktion von einzelnen gegossenen, nicht geschnitzten Typen. Damit wird nach der Erfindung des skriptographischen Informationsverarbeitungssystems Schrift ein weiterer entscheidender Schritt in der Geschichte der Informationsverarbeitung vollzogen. Denn erst durch die Medientechnologie Buchdruck wird es möglich, Texte *mechanisch* in *identischer* Form und *massenhaft* zu reproduzieren. Dadurch erfolgt ein epochaler Schritt von den eher „privat" (und oral determinierten) personalen Kommunikationsituationen hin zu asynchronen, dekontextualisierten typographischen Kommunikationssystemen. Ehemals skriptographische Kommunikationsbereiche (Kirche, Schule), die öffentliche politische Kommunikation (z. B. Flugblatt) sowie private, „häusliche" Kommunikation (Ratgeber, Unterhaltung, Hausväterliteratur) werden von diesem Paradigmawechsel erfaßt und standardisiert bzw. eben erst konstituiert.[19] Das Bereitstellen eines Mediums mit bisher nicht vorstellbarer Reichweite und leichter Rezipierbarkeit (Vor-, Zurückblättern, stets zur Hand) und das Aufkommen des Buches als eines *massenhaft* produzierbaren Datenträgers mit identischer

[17] Um ein Buch zu erhalten, in dem man blättern kann, klebte man die Rückseiten der Blätter zusammen. Das sog. „Blockbuch" ist dadurch entstanden.

[18] Die chinesische Schrift basiert auf Logographie, einem Schriftsystem, bei dem im Unterschied zur reinen Bilderschrift jedem graphischen Zeichen eine konstante Zahl von phonemischen Komplexen (idealiter genau ein Komplex) zugeordnet ist (z. B. [-] für minus). Dies würde einen (informationstheoretisch fatalen) gigantischen Typenvorrat bedeuten, da sich allein die chinesische Alltagssprache aus 6000 bis 8000 Zeichen zusammensetzt!

[19] Vgl. Giesecke, *Buchdruck*, 217 - 328.

Zeichenstruktur (Information) üben wesentliche Einflüsse auf die Modernisierung von Bereichen wie Wissenschaft, Verwaltung, Erziehung, Religion oder Kunst aus. Das „gesellschaftliche Wissen" wird verschriftlicht, aufgezeichnet, vervielfältigt und dadurch „veröffentlicht". Im Zuge dessen entstehen neue, allgemeine Formen der Wissensspeicherung und -tradierung (Ratgeber, Handbücher, Lexika, Enzyklopädien). Das (druck)schriftliche Buch als Wissensspeicher und typographisches Kommunikationsmedium avanciert so zum gesellschaftlichen Leitmedium.

Damit wird der Buchdruck zu einem wesentlichen Movens für den Übergang von einer *alphabetisierten Kultur*, in welcher die Verschriftlichung der Sprache vollzogen oder im Vollzug begriffen ist, zu einer sich ständig deutlicher ausprägenden *Schriftkultur* der Neuzeit. Diese Schriftkultur entwickelt bzw. verfügt auch über einen literarischen Diskurs, der über die bloße Dokumentationsfunktion von sprachlichen Zeichen hinausgeht und eine umfangreiche poetisch-ästhetische Metaebene generiert (Aufkommen des Literaturbetriebs modernen Zuschnitts).

In seinem Bemühen, mit mechanischen Mitteln Bücher mit wohlproportionierter Schrift ästhetisch ansprechender, rascher und billiger als die Buchschreiber und Kopisten zu produzieren, entwickelt Gutenberg zum einen ein Paket von neuartigen Werkzeugen und Verfahren, das für die epochale Umgestaltung der Informationstechnologie der Neuzeit verantwortlich ist. Der Buchdruck entsteht aber zum anderen nicht sui generis, sondern Gutenberg integrierte eine Reihe von medientechnologischen und materialtechnischen Entwicklungen in seine „ars impressoria": das Alphabet, den Holztafeldruck, bereits qualitätvolles Papier (seit ca. 1275 aus italienischer Produktion), die Schriftformen der Manuskriptkultur, Legierungstechniken der Metallverarbeitung sowie Pressenkonstruktionen der Kelterer und Papierer.

Folgende Elemente kennzeichnen die Erfindung Gutenbergs:

1.) der gravierte stählerne Punzen - die Patrize (als Goldschmied war Gutenberg mit Gravier- und Schneidetechniken vertraut),

2.) der Schlag der Patrize in ein weicheres Metall (Kupfer), wodurch die Matrize entsteht (das Negativ-Positiv-Prinzip war aus dem Stempeldruck bekannt),

3.) der wiederholbare Abguß der Letter aus der Matrize (dieses mit dem Handgießgerät durchgeführte Verfahren stellt eine der zentralen Innovationen dar, Gutenberg entwickelte dazu auch die passende Metallegierung),

4.) das Zusammensetzen der Lettern zur Druckform (für diesen völlig neuen Arbeitsschritt in der Zeichenreproduktion entwickelte Gutenberg den Setzkasten, den Winkelhaken und das Satzschiff),

5.) der Druck von der eingefärbten Form in der Presse (die Tiegeldruckpresse baute Gutenberg in Abänderung der Weinkelter, der Druckerballen zum Farbauftrag und die Druckerschwärze wurden ebenfalls von Gutenberg erfunden).[20]

Das informationstheoretische Grundprinzip von Gutenbergs Erfindung besteht somit in der „mehrfache[n] Spiegelung informativer Muster".[21] Das primär optische Zeichen des Schriftmusterblattes (+)[22] gelangt durch Abpausen auf die Patrize (-), von diesem Punzen mit seitenverkehrter, herausgeschnittener Buchstabenform durch Einschlagen auf die Matrize (+), von der Matrize durch Ausgießen der Gußform auf die Letter (-) und von der Letter durch physischen Kontakt (Drucken) auf einen Datenträger (Papier, Pergament) (+). Das viermalige präzise, lineare Wiederholen der Spiegelung minimiert störende Rückkoppelungseffekte, d. h., es verhindert das in der Datenübertragung öfter auftretende Problem, daß Output in einem unerwünschten Kreisschluß die Eingabe von neuerlichem Input beeinträchtigt, und überführt skriptographische Information in typographische. Diese Umkehrungstechnik (Patrize - Matrize) zieht sich wie ein roter Faden durch die Geschichte der Drucktechnik.

Das informationstheoretische Grundprinzip von Gutenbergs Erfindung besteht somit in der „mehrfache[n] Spiegelung informativer Muster"

[20] Dabei achtete Gutenberg auf viele Details des Produktionsprozesses und war beispielsweise so scharfsinnig, die Druckerballen aus Hundeleder zu fertigen, da Hunde über die Zunge transpirieren und ihre Haut deshalb keine Poren besitzt, wodurch der Farbauftrag sehr gleichmäßig und fein ausfiel.

[21] Giesecke, *Buchdruck*, 84.

[22] Um die exakte, lineare Umkehrung der informativen Muster zu verdeutlichen, wird der jeweilige optische Informationscharakter in runden Klammern angegeben. Diese Spiegelungsprozesse werden von Giesecke übersichtlich dargestellt und erläutert. Vgl. ebd., 83ff.

Das Essentielle an Gutenbergs Erfindung fokussiert sich im Handgießinstrument. Durch dieses technische Hilfsmittel wird es möglich, unter Verwendung der positiven Matrize im Gußverfahren beliebig viele, völlig identische Informationsträger, Lettern, herzustellen, die dann gemäß der skriptographischen Vorlage wieder zusammengesetzt werden (serielle Produktion von Normteilen).[23] Daß im Funktionsprinzip des Handgießinstruments der Beginn der industriellen Massenherstellung, der normhaften automatisierten Massenproduktion liegt, läßt die enorme Tragweite der Gutenberg-Erfindung erkennen. Aus den mit dem Gießgerät hergestellten einzelnen Bleitypen (Buchstaben, Abkürzungen, Ligaturen, aber auch Leerzeichen wie Spatien) wird ein großer Zeichenvorrat angelegt, der in einem eigens dafür entwickelten Speicherplatz, dem Setzkasten, gelagert wird. Dieser Setzkasten ist bereits nach informationstheoretischen Kriterien aufgebaut. Die Anzahl und die fest zugewiesene Position jedes zur Verfügung stehenden Zeichens werden von der Häufigkeit seiner Verwendung bestimmt. So befinden sich oft gebrauchte Lettern wie die Kleinbuchstaben „e", „n", „i", „a" im Vordergrund bzw. in der Mitte des Kastens, was für leichte und rasche Datenentnahme und ebensolches Ablegen sorgt. Die manuelle Bewegung für die Zeichenentnahme kann so automatisiert werden (mit jeder gleichen Bewegung des Setzers erhält er das gleiche Zeichen, ein Prinzip, das auch bei der Schreibmaschinentastatur Anwendung findet). Für jedes Manuskript wird durch textstatistische Verfahren (Seitenzahl, Buchstabenfrequenz, Art und Größe der Schrifttypen, Art des Satzes [Block- oder Flattersatz]) die Zahl der benötigten Zeichen im vorhinein näherungsweise berechnet. Das bedeutet, daß der typographische Code eine durch und durch kalkulierte, in seine typographische „digits" zerlegte und daher künstliche Sprache ist.

Im Funktionsprinzip des Handgießinstruments liegt der Beginn der industriellen Massenherstellung

Nachdem der Setzer auf einem Winkelhaken aus Lettern und sog. „Blindmaterial"[24] Wörter und Sätze zusammengefügt und als Satz im Satzschiff fixiert hat (Assemblieren der gesamten Seite), wird dieser Satz eingefärbt, in die Druckerpresse gespannt und gedruckt. Die erhabenen (höherliegenden), geschwärzten Flächen hinterlassen bei diesem analogen Kontakt-Übertragungsverfahren einen Positivabdruck auf dem Papier. Dadurch erst wird eine quantitativ beliebige Vervielfältigung des jeweiligen Textes in identischem Zeichensatz ermöglicht („multiplicatio librorum").

Der Buchdruck ist eine Medientechnologie zur Reproduktion von digitalen Zeichen im Hochdruckverfahren. Im Prinzip kann nur von Schriftzeichen, die in Manuskriptform vorliegen, eine Vervielfältigung erfolgen. Aufgrund der mit den Typen flexibler gestaltbaren Druckform ist eine nachträgliche Datenbearbeitung (wie Korrekturen und Erweiterungen), durch den Tiegeldruck beidseitiger Druck (Erhöhung der Speicherkapazität des Datenträgers) möglich. Da die Buchdrucktechnik anfangs als raschere Reproduktionstechnik von Handschriften konzipiert war, übte die Manuskriptkultur offensichtlich großen Einfluß auf die ersten Druckerzeugnisse aus (die Drucke aus der Zeit von 1450 bis inkl. 1500 werden *Inkunabeln*/Wiegendrucke genannt): Die Schrifttypen (z. B. gotische Type, Antiqua), die Seiteneinteilung, die Zweispaltigkeit, die Initiale und der Blocksatz sind der handschriftlichen Praxis nachgeahmt,[25] wobei Gutenberg darüber hinaus den Blocksatz der Handschriftkunst durch konstante vertikale Buchstabenabstände und exakten rechten Rand perfektioniert. Als weitere Indizien für den skriptographischen Einfluß können das in der Handschrift übliche Incipit (eine stereotype Einleitungsformel, die über Inhalt und Verfasser des Werks informiert; noch kein Titelblatt) und die Nachahmung der Rubrikatorennennung am Ende der Schrift gelten. Aus letzterem entwickelt sich das Kolophon, eine Schlußformel, in der Bemerkungen zu Druckauflage, Ort und Datum, Drucker und Auftraggeber sowie persönliche Kommentare gemacht werden.[26]

[23] McLuhan weist ebenfalls auf „uniformity and repeatability" als die oberste Qualität des Buchdrucks hin. Vgl. McLuhan, *Understanding Media,* 160.

[24] Blindmaterial wird beim Buchdruck benötigt, um die nichtdruckenden Bildstellen (Ränder, Wort- und Zeilenabstände) auszufüllen. Jeder Satz, auch der Flattersatz, wird nach dem Rahmen des Satzschiffes mit Ausschließmaterial aufgefüllt.

[25] Die Einflußbeziehung zwischen Handschrift und Druckschrift dreht sich im Laufe der Zeit interessanterweise um. So wird etwa die 1501 eingeführte typographische Schrift Antiqua-Kursive die später bestimmende Vorlage für die moderne Schreibschrift!

[26] Das Kolophon, Vorläufer des Impressums, findet sich erstmals im *Mainzer Psalter* von Fust und Schöffer im

Erst im ersten Drittel des 16. Jahrhunderts emanzipiert sich der Buchdruck zusehends von der Handschriftkultur.[27] Nach dem erstmaligen Auftauchen eines Titelblatts in der Türkenbulle von Fust und Schöffer aus dem Jahr 1463 wird 1530 in Deutschland, bezeichnenderweise im Zuge der Reformation, die Angabe von Druckernamen und Druckort auf dem Titelblatt von Zeitungen obligatorisch.[28] Aufgrund des hohen Bedarfs an Druckwerken vollzieht sich ab 1530/40 im Zeitalter der Reformation auch der Wandel vom aufwendigen kunsthandwerklichen Kleinod zum informierenden, rasch produzierten Massenmedium (z. B. die Einblattdrucke, Flugschriften, Zeitungen). Signaturen der Lagen (gefalzte Bogen), Blatt- und Seitenzählung, Register, Kustoden (das erste Wort der nächsten Seite wird am unteren Seitenrand als Orientierungshilfe für den Buchbinder abgedruckt), Errata sowie Kapitelüberschriften werden allgemein gebräuchlich. Das Buch in seiner heutigen Form entsteht.

Strukturen und Epochen der Druckgeschichte

Es bieten sich mehrere Möglichkeiten an, historische Daten zur Typographie techniklogisch zu strukturieren. Zum einen läßt sich ein allgemeiner Entwicklungsbogen von manuellen zu mechanischen, mechanisch-elektrischen und neuerdings zu elektronischen Informationsverarbeitungssystemen feststellen. Zu den manuellen Systemen zählen alle skriptographischen Kommunikationsmodelle. Mit Gutenbergs Buchdruck ist die Epoche der mechanischen Informationsverarbeitung angebrochen (zu der auch die mechanische Schreibmaschine zu zählen ist). Im Laufe des 19. Jahrhunderts werden die mechanischen Antriebssysteme der Druckerpressen, um die Jahrhundertwende die Informationsverarbeitungssysteme selbst elektrifiziert (z. B. die elektrische Schreibmaschine oder der Photosatz), die ihrerseits wieder ab der Mitte des 20. Jahrhunderts von computergesteuerten elektronischen Informationsverarbeitungsystemen abgelöst werden, die auf Binärcodebasis operieren. Zum anderen läßt sich die Geschichte des Drucks auch allgemeiner in die Arten seiner Druckverfahren gliedern.[29] Nach der Beschaffenheit der Druckform (d. i. die Art der Bildstellen des Druckbildspeichers) existieren vier Kategorien von Hauptdruckverfahren, die bezüglich der *Reproduktion* alle analoge Vervielfältigungsmethoden darstellen:

Mit Gutenbergs Buchdruck ist die Epoche der mechanischen Informationsverarbeitung angebrochen

1.) Hochdruck

Der Hochdruck vervielfältigt hauptsächlich Texte mittels erhabener Bildstellen. Obwohl chinesische Steinabreibungen in Tiefdrucktechnik als auch frühe Vervielfältigungsversuche mit Schablonen vor dem Hochdruck anzusiedeln sind, kann der Hochdruck als das älteste *systematische* Druckverfahren (Holzschnitt in China im 8. Jahrhundert; Gutenbergs Buchdruck um 1450) angesehen werden.

2.) Tiefdruck

Bei allen Tiefdruckverfahren werden - in Umkehrung des Hochdruckverfahrens - die

Jahre 1457. Vgl. Colin Clair: *A History of European Printing*. London 1976, 108, 113ff.

27 Ein Beispiel für das Neue, spezifisch Drucktechnische ist etwa die Tatsache, daß man in der Manuskriptkultur nie ein kostbares Blatt für ein paar Zeilen über den Inhalt oder den Titel des Buches verschwendet hätte, das ohnehin als Unikat für einen spezifischen Abnehmer produziert wurde. Dies ändert sich mit der Massenproduktion auf billigerem Papier. Ein weiteres Beispiel ist die Bogen-, später die Seitennumerierung. Da die Seiten zumeist nicht linear Seite für Seite reproduziert, sondern in Vierergruppen gedruckt und dann geschnitten werden, benötigen sie Hinweise für den Buchbinder, in welcher Reihenfolge die Papierseiten zu binden sind. Auch die klareren geometrischen Formen der Druckschriften (etwa der Antiqua) lösen sich von der handschriftlichen Vorlage.

28 Hierin manifestiert sich auch eine neue Beziehung zur Verantwortlichkeit für die Textproduktion. Nicht nur der eigentliche Produzent, sondern auch der Reproduzent, die Person, die den Text der Öffentlichkeit zur Kenntnis bringt (den skriptographischen Text in den typographischen überführt), ist für die Publikation verantwortlich.

29 Aus der einschlägigen Literatur zum Thema Druckverfahren seien hier folgende Werke erwähnt: die nunmehr vier Teile der Geschichte der Druckverfahren: Teil 1: Claus W. Gerhardt: *Prägedruck und Siebdruck*. Stuttgart 1974 (= Bibliothek des Buchwesens. Hrsg. v. Hans Widmann, 2); Teil 2: Claus W. Gerhardt: *Der Buchdruck*. Stuttgart 1975 (= Bibliothek des Buchwesens. Hrsg. v. Hans Widmann, 3); Teil 3: Otto Lilien: *Der Tiefdruck*. Claus W. Gerhardt: *Die kleineren Druckverfahren*. Stuttgart 1978 (= Bibliothek des Buchwesens. Hrsg. v. Hans Widmann, 5) und Teil 4: Hans-Jürgen Imiela: *Stein- und Offsetdruck*. Stuttgart 1993 (= Bibliothek des Buchwesens. Hrsg. v. Reimar W. Fuchs, 10). Weiters Hans-Jürgen Wolf: *Geschichte der Druckverfahren. Historische Grundlagen, Portraits, Technologie*. Elchingen 1992 sowie Jörg Prengel/Oswald Schönberg: *Bemerkungen zu Druckver-fahren*. In: *Gutenberg. 550 Jahre Buchdruck in Europa*. Weinheim 1990 (= Ausstellungskatalog der Herzog August Bibliothek, 62), 180-188.

druckenden Teile tief gelegt; die hochstehenden Bildstellen drucken nicht mit. Das vorgezeichnete Bild wird durch ein „trockenes" (mechanisches Eingravieren) oder durch ein „nasses" Verfahren (Ätzen mit Säure) in eine Metallplatte als Druckfläche vertieft. Erstere Technik ergibt den Kupferstich/Stahlstich (ab 1446), letztere die Radierung (ab 1510 von Daniel Hopfer praktiziert, 1513 Graf). Beide Techniken sind vor allem für den Bild- und Illustrationsdruck konzipiert, da Text mühsam eingraviert werden muß. Im Gegensatz zum Holzschnitt zeichnet sich der Kupferstich durch die feinere Abstufung der Grautöne, d. h. höhere Farbtonauflösung, und durch die weitaus höhere Reproduktionskapazität (bis zu 100.000 Abzüge!) aus.

Der Offsetdruck löst den klassischen Buchdruck (...) ab und bringt die rasche und großindustrielle Produktion von Druckwerken mit sich

3.) Siebdruck

Der aus China stammende Siebdruck gelangt Ende des 19. Jahrhunderts nach Europa und in die USA (Willette 1903-08) und wird primär für industrielle Zwecke verwendet. Die Bildpartien der Druckform befinden sich auf einer Schablone über einem feinen Sieb (einem Gewebe aus Kunststoff- oder Metallfäden), wobei die pastöse Farbe durch die Schablone auf den Bedruckstoff gepreßt wird (Abdeckprinzip).

4.) Flachdruck/Offsetdruck

Der Flachdruck, das jüngste Hauptdruckverfahren, entwickelt sich aus Aloys Senefelders Lithographie (Steindruck bzw. chemischer Druck 1796) und wird vorerst hauptsächlich zum Illustrationsdruck herangezogen.[30] Die Druckform ist hier eine geätzte Steinoberfläche, deren fettige Stellen die fetthaltige Lithofarbe aufnehmen und deren wäßrige Stellen farbabweisend reagieren. Der Druckvorgang resultiert hier aus dem chemischen Verhalten zweier Stoffe, druckende und nichtdruckende Elemente liegen quasi auf einer Ebene (*Flach*druck).

Das Prinzip des Flachdrucks bildet nicht nur die Basis für den Lichtdruck, sondern es werden auch das voll entfaltete Rotationsdruckprinzip und indirekter Druck und damit der Offsetdruck möglich. Beim Offsetdruck wird von einer zylindrischen Zinkplatte über einen „Umdruck" (auf einen Gummizylinder) auf das Papier gedruckt. Durch dieses dritte Druckelement (neben Druckzylinder und Gegendruckzylinder) besitzt der Offsetdruck den qualitativen Vorteil, die feinsten Tonabstufungen selbst von komplizierten Originalen exzellent wiederzugeben, und den quantitativen Vorteil einer höheren Druckleistung. Der Offsetdruck löst den klassischen Buchdruck als dominante Druckart ab und bringt die rasche und großindustrielle Produktion von Druckwerken mit sich. Er ist heute das wichtigste und mit Abstand am häufigsten verwendete Druckverfahren.

Eine weitere Differenzierungsmöglichkeit bieten die unterschiedlichen Druckprinzipien. Hier kann man wiederum drei Prinzipien konstatieren:

a) Fläche auf Fläche (Gutenbergs Tiegelpresse, um 1450)

b) Fläche gegen Zylinder (Königs Schnellpresse, 1811)

c) Zylinder gegen Zylinder (Rubels Offsetdruckmaschine, 1904)

Die Bedeutung von Gutenbergs Erfindung kann nicht zuletzt daran ermessen werden, daß sie bis auf vereinzelte Detailverbesserungen (W. J. Blaeus konvexe Metallplatte zur Erleichterung des Druckvorgangs 1620; Hebelsysteme zur Verstärkung des Preßdrucks, z. B. die Stanhope-Presse von 1800) bis ins 18. Jahrhundert unverändert bleibt. Der eigentliche Druckvorgang erfolgt im Tiegeldruckprinzip: von der Fläche des Satzschiffes auf die Fläche des Papiers.

Erst 1790 erhält der Engländer William Nicholson ein Patent für die (damals noch nicht realisierte) Idee des Zylinderdrucks und führt damit ein neues Prinzip in die typographische Informationsverarbeitung ein: das *Rotationsprinzip*. Die Idee der gekrümmten Druckoberfläche ist vor allem im Kontext des größeren Bedarfs an Druckwerken zu sehen. In erster Linie besteht im aufkommenden Zeitungsdruck die wirtschaftliche Notwendigkeit, sehr rasch sehr hohe Auflagen zu erzielen. Einerseits kommt man diesem Problem mit dem Rotationsdruck bei, da durch den rotierenden Andruckzylinder wesentlich höhere Druckleistungen möglich sind (ein einmaliger Umlauf des Zylinders ergibt einen Druck). An-

[30] Heute ist die Lithographie primär eine Technik der künstlerischen Druckgraphik. Alle vier Hauptdruckverfahren haben jeweils künstlerische Anwendungsbereiche entwickelt. Der Hochdruck den Holzschnitt, der Tiefdruck die Radierung und der Siebdruck die Serigraphie.

dererseits wird durch die Einführung des Dampfmaschinenbetriebs langsame manuelle Arbeitskraft ersetzt und so die Druckgeschwindigkeit erhöht. 1812 stellen König und Bauer eine erste dampfgetriebene Zylinderdruckmaschine, die „Schnellpresse", her, deren Nachfolgermodell (die „Doppelmaschine" mit zwei Druckzylindern) bezeichnenderweise für die „London Times" am Abend vom 28. zum 29. November 1814 die erste maschinell gedruckte Zeitung produziert. 1816 liefert ein verbessertes Modell („Komplettmaschine") in den Zeitungsverlagen bereits 1000 beidseitige Drucke pro Stunde.

Als folgerichtige Entwicklung setzen Bemühungen ein, die Druckform selbst zylindrisch zu gestalten. Im Jahre 1845 erhalten die Amerikaner Robert und Richard Hoe ein Patent auf die erste Rotationspresse und fertigen ein Jahr später eine moderne Hochdruck-Rotationsmaschine mit Horizontaldruckzylinder. Zeitgleich (1846) baut der Engländer Augustus Applegath nach Versuchen von Rowland Hill (1835) ebenfalls eine Rotationsdruckmaschine, allerdings mit einem riesigen Vertikalzylinder, der sich nicht durchsetzt. Das erste brauchbare Modell einer Rotationspresse für Endlospapier gelingt dem Amerikaner William A. Bullock. Dessen Druckpresse druckt Vorder- und Rückseite, leistet bis zu 15.000 Drucke in der Stunde und wird erstmals 1865 für den Zeitungsdruck eingesetzt. Bei diesen Maschinen sind nun beide Bestandteile des Druckwerks (sowohl der Apparat für den Anpreßdruck, wie bei Königs Schnellpresse, als auch die Druckform mit konischen, keilförmigen Typen) zylindrisch konzipiert. Dies ermöglicht eine raschere Übertragung der Daten vom Datenträger Druckform auf den Datenträger Papier. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts führt die Einführung eines dritten Zylinders durch den Amerikaner Ira W. Rubel schließlich zur modernen Offsetdrucktechnologie.

Der Bedarf an Massenproduktion erfordert die Entwicklung vom einfachen und direkten Tiegeldruck hin zum rascheren indirekten Rotationsdruck, wobei die Art der Erzeugung des Anpreßdrucks und die Art der Datenaufbringung vom Flächigen zum Zylindrischen entwickelt werden. So markieren die Druckprinzipien Fläche - Fläche (Satzschiff - Preßtiegel), Fläche - Zylinder (traditionelle Druckvorlage - Gegendruckzylinder) und schließlich Zylinder - Zylinder (zylindrische Druckform - Gegendruckzylinder) drei Epochen der Druckgeschichte.

Automatisierung

Lettern herstellen, setzen, drucken, Typen ablegen - das sind im Kern die wesentlichen Tätigkeiten, die Gutenbergs Buchdruck erfordert. Neben dem Druckvorgang werden auch die anderen Bereiche im Laufe des 19. Jahrhunderts automatisiert, wobei sich drei Lösungsansätze feststellen lassen: Stereotypie, Logotypie und die Mechanisierung des traditionellen Setzens.

Stereotypie

Nach ersten Experimenten um 1710 von Müller und van der May in Deutschland erfindet William Ged 1725 die Stereotypie, auch Plattenguß genannt. Dabei wird vom zusammengestellten Originalsatz ein Abdruck hergestellt, von dem aus weitere Druckformen (Metallabgüsse) vervielfältigt werden. Die Reproduktion einer ganzen Druckform - eine immense Verbreiterung der Vervielfältigungspyramide - ermöglicht gleichzeitiges Drucken auf mehreren Pressen und damit billigere Massenproduktion. Darüber hinaus verfügt man mit dem „Stereo" erstmals auch über eine praktisch *speicherbare* Druckform.[31] Weitere Verbesserungen (1804 von Lord Stanhope perfektionierte Gipsstereotypie, 1829 „Papierstereotypie" durch ein Spezialpapier des französischen Schriftsetzers Claude Genoux) stellen produktive Speicher dar, aus denen man jederzeit mit Bleiabgüssen metallene Druckformen fertigen kann. Um 1840 kommt zudem die Galvanoplastik, die elektrolytische Herstellung metallener Kopien von Druckvorlagen, auf.

Der Bedarf an Massenproduktion erfordert die Entwicklung vom einfachen und direkten Tiegeldruck hin zum rascheren indirekten Rotationsdruck

Logotypie

Hier werden anstelle von einem Schriftzeichen zwei oder mehrere Zeichen auf einer Type zusammengefaßt (Logotype), um so die Informa-

[31] Den Gesamtsatz aufzubewahren wäre wegen des gigantischen Letternverbrauchs und der astronomischen Kosten undurchführbar. Mit dem „Anastatischen Druck" wird um 1840 durch chemischen Umdruck auch die einfärbige Papierseite quasi zur Druckform. Durch die Übertragung auf einen Lithographiestein oder eine Metallplatte wird das Original als Papierseite allerdings zerstört. Nach dem Aufkommen von photomechanischen Reproduktionstechniken um 1890, besonders aber durch die „Xerographie" (Carlson 1937) wird auch das beschriebene Papierblatt zur Vorlage einer technisch reproduzierbaren „Druckform".

tionsmenge pro Datenträger und die Geschwindigkeit beim Datenzugriff zu erhöhen. Erste Vorschläge umfassen Logotypen mit Vor- und Nachsilben und stammen vom Franzosen Barletti de Saint-Paul (1774-76). Eine Reihe von Versuchen (u. a. der Engländer Henry Johnson 1776 mit einzelnen Logotypie-Wörtern, Charles Stanhope) folgt. Obwohl der Wiener Leopold Weiß um 1880 ein ausgeklügeltes Logotypensystem mit Figuren zu je zwei oder drei Buchstaben entwickelt, scheitert auch er am hochkomplizierten Ablegesystem (sein Logotypensetzkasten umfaßt 668 Fächer!). Die Komposition aus einzelnen Lettern gewährleistet schlechthin eine schnellere Reorganisation des Zeichensatzes und entspricht dem digitalen Charakter der Buchstaben. So hat sich das Logotypensystem auch niemals gegen den Typensatz „durchsetzen" können.

Mechanisierung des traditionellen Setzens

Der zeitintensivste Arbeitsschritt innerhalb des typographischen Produktionsprozesses ist zweifelsohne das Setzen und Ablegen der einzelnen Typen. Erste brauchbare Versuche, das Handgießgerät für den Letterguß durch eine Maschine zu ersetzen, werden erst Anfang des 19. Jahrhunderts unternommen (Letterngießmaschine von White und Wing 1805). Gebrauchsfertigen Typen liefert allerdings erst die Komplettgußmaschine von Johnson und Atkinson aus dem Jahr 1862.

Die Linotype setzt nicht mehr einzelne Bleilettern, sondern ordnet Messingmatrizen zu Wörtern und Zeilen, die dann zeilenweise mit Metall ausgegossen werden

Parallel dazu wird die Zeichenauswahl (der Setzkasten) mechanisiert: Die ersten, jedoch nicht überzeugenden automatischen Letternsetzmaschinen stammen von Church (1822), Young und Delcambre („Pianotype" 1840) und Sörensen („Tacheotyp" 1849), bei denen die Druckform aber immer noch händisch nachbearbeitet werden muß.

Der Setzvorgang wird durch die „Linotype" von Mergenthaler (1884) auf ein neues Niveau gehoben, indem Mergenthaler (1854-1899) Teile des Stereotypie- und Logotypieverfahrens zu einer völlig neuartigen Maschine kombiniert. Die Linotype setzt nicht mehr die einzelnen Bleilettern, sondern ordnet Messingmatrizen zu Wörtern und Zeilen, die dann zeilenweise mit Metall ausgegossen werden („line of types"), verbindet also die Vorgänge Setzen und Gießen miteinander. Nicht die Datenträger für die Druckvorlage, sondern die Gußvorlage für die Datenträger, die dann gemeinsam zur Druckvorlage verarbeitet werden, sind über eine Schreibmaschinentastatur auszuwählen (rasche Zeichenanwahl). Nach dem Guß werden die Matrizen wieder automatisch abgelegt, wodurch der Vorrat dieser Datenträger relativ gering gehalten werden kann. Ein ähnliches Prinzip verwendet Lanstons „Monoline" (1890). An einer schreibmaschinenartigen Eingabeeinheit, dem „Taster", wird ein perforiertes Papierband erzeugt, mit dem auf einer zweiten Maschine der Guß von einzelnen Lettern gesteuert wird. Somit liegt das Setzprogramm auf einem separaten, nachbearbeitbaren Datenträger (Lochband, stammt aus der Webstuhltechnik, Jacquard 1805) gespeichert vor, was eine zusätzliche Zwischeninstanz im bereits hochentwickelten Positiv-Negativ-Prinzip der Spiegelung von optisch-skripturaler Information mit sich bringt. Es werden nicht die materiellen Informationsträger als solche gespeichert, sondern die sie vermittelnden Steuerprogramme, durch welche die materiellen Datenträger (re)produziert werden (ein Prinzip der Speicherplatzökonomie).

Der Einzug des Photosatzes - das Ende der Bleiletter

Handschrift, Handsatz mit Lettern und Maschinensatz markieren die bisherigen Epochen der Zeichenkomposition innerhalb der Informationsverarbeitung skripturaler Zeichen. Dabei liegt die medienlogisch schärfere Grenze zwischen Schrift und Satz (des Buchdrucks), da der Maschinensatz im Prinzip lediglich die Mechanisierung des Handsatzes darstellt. Eine weitere Epoche, die sich medienlogisch deutlich vom Bleisatz abhebt, bricht mit dem Photosatz, der Anwendung von photographischen Verfahren für Letterguß und Satz, an.

Der Beginn von photographischen Reproduktionsverfahren im Druckwesen ist in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts im Bild-, nicht im Textdruck anzusetzen.[32] Nach Holzschnitt, Kupferstich, Radierung und Lithographie werden nun

[32] Genau genommen entwickelt sich die Photographie ja aus dem Bemühen um ein photochemisches Verfahren zur Herstellung lithographischer Druckformen. Nach diesbezüglichen Experimenten in den Jahren 1813 bis 1816 gelang es Joseph Nicephore Niépce um 1826, die erste Photographie der Welt herzustellen. Vgl. Heinz Haberkorn: *Anfänge der Fotografie. Entstehungsbedingungen eines neuen Mediums.* Reinbek 1981 (= rororo, 7703), 38ff.

auch photomechanisch hergestellte Druckplatten für den Illustrationsdruck herangezogen. 1868 erfolgt die praktische Umsetzung des Lichtdrucks von J. Albert (erste Versuche Talbot 1852), 1878 folgt K. Klics Heliogravüre und 1882 die Erfindung der Autotypie oder Rasterätzung (Patent von Meisenbach/Schmädel). Insbesondere die Autotypie erschließt den Bilddruck für moderne Druckverfahren, da ihr durch einen optischen Effekt die Reproduktion von Grautönen gelingt. Die Halbtonvorlage wird durch einen feinen Kreuzlinienraster photographiert, wodurch man die optisch-analogen Zeichen der Vorlage (beliebige Hell-Dunkel-Werte, übergangslose Grauschattierungen) in Rasterpunkte (binäre Bildinformationen) auflöst.

Die Idee, die herkömmliche Bleiletter durch Buchstaben zu ersetzen, die photomechanisch erzeugt werden, wird erstmals von Przsolt (1896) und von Richard (1899) konkretisiert. Das Prinzip, einzelne Typen nicht mehr durch dreidimensionale Gießverfahren, sondern durch Lichtstrahlen auf eine lichtempfindliche Platte zu photographieren, gelangt auch in einer 1916 patentierten Vorform der 1946 eingeführten Photosetzmaschine der Firma Intertype, des Harris-Intertype-Fotosetters, zur Anwendung. Dieses System belichtet eine photographische Negativmatrize des Schriftzeichens (optische Datenquelle) auf einen Rollfilm, der als Ätzgrundlage auf eine Metallplatte kopiert wird, was die Druckform ergibt (Positiv-Negativ-Prinzip). Die traditionelle Bleiletter wird überflüssig, da die Type als Bild definiert wird. Der Einsatz von Lichstrahlen eröffnet zudem eine Reihe von Layoutmöglichkeiten (*gemeinsame* Ablichtung von Schrift- und Bildzeichen (!), stufenloses Variieren der Zeichengröße über eine Optik, viele unterschiedliche Schriftarten). Zwar laufen photographische Prozesse sehr rasch ab, doch die mechanisch bewegten, umlaufenden Schriftmatrizen der ersten Photosetzmaschinen, die in ihrem Arbeitsprinzip noch stark dem Bleisatz verhaftet bleiben, sind nichtsdestoweniger eine zeitraubende Schwachstelle (Monophoto 1951). Diese Schriftmatrizen werden in neueren Geräten nicht optisch (durch Lichtstrahlen), sondern elektronisch mittels Kathodenstrahlröhren abgelichtet (Linofilm 1954, 1959), sodaß mit Lochstreifeneingabe rund 20.000 bis 40.000 Belichtungen in der Stunde erzielt werden können. In modernsten Geräten wird allerdings ganz von der Projektion von optischen Schriftnegativen abgegangen und das wie beim Fernsehen zeilenweise in Punkte aufgelöste Buchstabenbild (die Type) direkt aus einem digitalen Magnetspeicher abgerufen (Hells Digisetsystem 1965). Die Type existiert hier nur mehr immateriell als Digitalzifferncode auf einem Magnetband, der in der Stunde theoretisch mehrere Millionen Mal aufgerufen und auf einen Film übertragen werden kann. Ein weiterer Meilenstein in der Digitalisierung des Setzvorgangs erfolgt durch den Lasersatz, den laserstrahlgesteuerten Photosatz (1974), der schließlich unter Ausschaltung aller Photoentwicklungsschritte die Druckplatte direkt aus dem Arbeitsspeicher eines Satzcomputers belichten kann („Computer-to-plate-Verfahren"). Da Text-, Graphik-, Bild- und Rasterinformationen als digitale Zeichen vorliegen, können sie, insbesonders seit der Einführung von PostScript als unabhängiger Seitenbeschreibungssprache (1982), gemeinsam, d. h. als *ein* Zeichensatz, verarbeitet und dabei beliebig manipuliert werden.

Die Type existiert nur mehr immateriell als Digitalzifferncode auf einem Magnetband

Die Reproduktion von Bildern und Buntheit: Der Farbdruck

Das Bedürfnis nach farbigen Druckbildern wird im 14. und 15. Jahrhundert mit Schwarzweißdrucken befriedigt, die nachträglich handkoloriert werden (ähnlich wie bei den ersten „farbigen" Daguerrotypien um 1850 oder den ersten Filmen). Der eigentliche frühe Farbdruck wird auf zweierlei Arten durchgeführt. Einerseits wird mit unterschiedlich eingefärbten Satzsegmenten einer Druckform der Farbabzug in einem Druckgang bewerkstelligt. Das älteste typographische Druckwerk in Farbe (Schwarz, Rot und Blau), das *Psalterium Moguntinum* von Fust und Schöffer (1457), ist nach dieser Methode gefertigt. Andererseits werden mehrere Druckformen, die jeweils anders eingefärbt sind, nacheinander auf dasselbe Blatt gedruckt (zwei oder mehr Holzschnitt-Platten müssen nach- und übereinander gedruckt werden, um ein Blatt mit färbigen Bildmotiven zu erhalten). Beide Verfahren setzen farbige Bildstellen nebeneinander (viele Satzpartien, Problem der Kongruenz).

1710 findet Christof Le Blon die Lösung für die drucktechnische Farbreproduktion, indem er

sich das *Prinzip der subtraktiven Farbmischung* in Form des Drei- bzw. Vierfarbendrucks zunutze macht. Er druckt die drei Grundfarben Gelb, Blau und Rot entsprechend übereinander, wodurch dem weißen Licht durch Absorption nacheinander Farbanteile entzogen werden. Aufgrund dieses Effekts kann man nun mit nur drei Tiefdruckplatten und -vorgängen das gesamte Farbspektrum reproduzieren.[33] Le Blon schafft damit die Grundlage aller modernen Farbdrucktechniken (z. B. Farblithographie 1826 oder auch Farbphotographie).

Ein weiterer Entwicklungsstrang ist die Aufbereitung des Bilddrucks für den modernen Offsetdruck. 1826 wendet Senefelder (1771-1834) Le Blons Dreifarbendruck für seine Farblithographien an, 1846 erfindet Smart eine Schnellpresse für den lithographischen Druck, womit erstmals rasche und massenhafte Vervielfältigung von Illustrationen möglich wird. Selbstverständlich werden auch gerade photographische Prozesse für die Übertragung von optischen Informationen im Steindruck eingesetzt (Lichtdrucke auf der Schnellpresse 1863, Motay/Maréchal Photolithographie 1867, Edwards Farbenlichtdruck 1869). Die Überführung der Flachdrucktechnik in den modernen Offsetdruck gelingt schließlich Marinoni 1884, indem er eine dreizylindrige Offset-Lithographie-Druckmaschine entwickelt und damit die Massenreproduktion von Wort und Bild einleitet. Im Jahre 1914 wird in den USA schließlich durch Pilsworth auch der Siebdruck für den Mehrfarbendruck erschlossen („Selectasine System").

Im Gegensatz zu den Übertragungsmedien wird bei der Post bzw. dem Kurierwesen die in einem Medium gespeicherte Information durch Personen transportiert

Die Post

Im Gegensatz zu den Übertragungsmedien wird bei der Post bzw. dem Kurierwesen die in einem Medium gespeicherte Information durch Personen transportiert (physische Informationsübertragung). Ausgehend vom Individuum, das eine memorierte mündliche Botschaft persönlich überbringt (Memoria-Bote als „Mensch-Medium"[34], Ein-Mann-Post), entwickelt sich ein Nachrichtenübertragungssystem, das die Nachrichten in materieller Form (Schriftzeichen als objektivierte Information) transportiert (Brief-Bote, Botenwechsel).

Bereits in der Antike existieren Botenstafetten (so im Perserreich um 500 v. Chr. und der cursus publicus im Römischen Reich), im Mittelalter wiederum eine Reihe von unterschiedlichen, zumeist sozial geschichteten Nachrichtensystemen: Klosterboten, Boten des deutschen Ritterordens, Kaufmanns-, Städte- und Universitätsboten. Der erste moderne Postkurs wird 1490 von König Maximilian I. zwischen Innsbruck und den Niederlanden eingerichtet und von der Familie Thurn und Taxis unterhalten. Aus dieser Einrichtung entwickelt sich ein europaweites, kostenpflichtiges Nachrichtenübertragungssystem, das in gewissen, zeitlich festgelegten Abständen bestimmte Orte anläuft, gegen Entgelt die sichere Zustellung der Nachricht bietet und schon zu Beginn des 16. Jahrhunderts privaten Nachrichten zur Verfügung steht. Um 1600 wird das deutsche Postwesen zum kaiserlichen Hoheitsrecht erhoben, quasi „verstaatlicht", was zur allgemeinen Postbeförderung führt. Im 18. Jahrhundert weitet sich die Postbeförderung auf Drucksachen wie Zeitungen und Zeitschriften aus. Selbst für die Entstehung des Mediums Zeitung spielt die frühe Post (1615 *Oberpostamtszeitung* in Frankfurt a. M., das Postamt als Schnittpunkt der Nachrichtenwege) eine zentrale Rolle. Vor allem die Einführung der Briefmarke 1840 in England (als im voraus zu entrichtende Beförderungsgebühr) und die Etablierung der standardisierten Postkarte 1869 in Österreich bewirken weitere entscheidende Impulse für skriptographische Kommunikation. Bei der Art der Fortbewegungsmittel lassen sich Laufpost, Reiter-, Eisenbahnpost (1838 erster Bahnpostdienst auf der Strecke London-Birmingham, in Deutschland um 1850; die Postbeförderung mit Eisenbahn erfolgt allerdings schon früher), Rohrpost (1853) und Luftpost (1912 Einführung des deutschen Luftpostverkehrs) unterscheiden.

Die arbeitsteilige Brief-Stafettenpost entwickelt alle fünf Konstituenten der modernen Post: Regelmäßigkeit, Zusammenhang, Pünktlichkeit, Sicherheit und allgemeine Zugänglichkeit. Sie wird

[33] Allerdings räumt Le Blon ein, daß eine vierte, schwarze Kupferplatte zur Unterstützung der Sättigung von Schwarz vonnöten sein kann. Deshalb wird auch die Bezeichnung Drei- bzw. Vierfarbendruck gewählt.

[34] Zu den Primär- oder Mensch-Medien und deren Ausformungen vgl. Werner Faulstich: *Grundwissen Medien.* München 1994 (= UTB, 1773), 29-31.

im Laufe der Zeit weltweit institutionalisiert und übernimmt weitere Aufgaben wie z. B. den Personentransport (Postkutsche), in vielen Staaten den Telephonverkehr und in jüngster Zeit die Installierung und den Betrieb von hochmodernen Telekommunikationssystemen (Computer-Datennetzen wie Datex-L-Netz, ISDN). Dabei wird Schrift in Medien wie Btx, E-Mail, Internet oder bei online-Informationsdiensten als digitale Softcopy verwendet.

Zusammenfassend läßt sich festhalten, daß Sprache in Form von akustischen Zeichen flüchtig und instabil ist. Bildzeichen sind der erste Versuch, diese vergänglichen Informationen durch dauerhafte, optische Zeichen (via Abbildung des Signifikats) zu speichern. Schrift im eigentlichen Sinn liegt erst da vor, wo konventionalisierte visuelle Zeichen auf die Sprache der Schriftbenützer bezogen sind (via Abbildung des Signifikanten).[35] Diese optischen Schriftzeichen, die Buchstaben des Alphabets, dienen wiederum als Ausgangspunkt für den Buchdruck, d. h. für die technische Reproduzierbarkeit von Schrift. Der Bogen spannt sich dabei von der materiellen Type (dem geschnitzten Holzbuchstaben, der metallisch gegossenen Letter, der Logotype, dem Stereo, dem Monotype-Lochstreifen) über die photographische Type (Linofilm-Negativmatrize, Schriftscheibe) bis hin zur immateriellen elektronischen Type (dem elektronischen Kathodenstrahlröhrenmuster, Digitalzifferncode auf Magnetband). Ein weiteres Prinzip stellt die *Erhöhung der Übertragungsgeschwindigkeit* beim Drucken dar. Nach dem Buchdruck markie-ren der beidseitige Druck („Schön- und Widerdruck"), die König-Schnellpresse (Ablösung des Handdrucks durch das Rotationsprinzip), die Linotype (Ablösung des Handsatzes durch Maschinensatz), der Offsetdruck (Vollentwicklung des Rotationsprinzips), der Photosatz und in jüngster Zeit Desktop Publishing (die elektronische Druckerei) bedeutende Entwicklungen. Das Prinzip der Rotation und des indirekten Drucks sind hier ausschlaggebend.

Mit dem Bemühen um *Speicherbarkeit* der Daten geht die Intention ihrer leichten und raschen Reproduzierbarkeit sowie ihrer beliebigen Manipulierbarkeit einher. Dabei ist *die Tendenz der Digitalisierung analoger Information* unverkennbar. So wie sich die meisten der ursprünglichen Bilderschriften zur digitalen Alphabetschrift entwickeln, so erfolgt eine Digitalisierung der Dateneingabe, des Setzens, der Druckspeicher, der Druckform und des Druckvorganges selbst (Handsatz - Maschinensatz - Photosatz - computergesteuerter Lasersatz). Diese Digitalisierung ermöglicht auch das Zusammenfallen von Wort, Bild und Graphik in die „universal discrete machine" Computer im Rahmen der modernen Desktop Publishing-Technik. Zur *statusadäquaten Codierung und Konvertabilität der Daten* gehört allerdings letztlich auch immer die Endausgabe des optisch-skripturalen Zeichens in Form von Alphabetschrift. Und nicht zuletzt verweist die Integration anderer Medien in den Datenübertragungsprozeß (z. B. Photo-kamera bei Fotosetter 1946, Laser beim Lasersatz 1974, Scanner) auf das *Konvergieren von ursprünglich separaten Medientechnologien.*

Der Autor

Mag.
Karl Kogler
(1966)

Dissertant am Institut für Germanistik in Graz, Studium Germanistik/Anglistik. Essentielle Mitarbeit am FWF-Forschungsprojekt "Literatur und Medien - Poetische Fiktion und technische Medien in der Neuzeit". Veröffentlichungen zu den Themen Buchdruck und Neue Medien.

[35] Vgl. dazu die Ausführungen von Hartmut Günther: *Schriftliche Sprache. Strukturen geschriebener Wörter und ihre Verarbeitung beim Lesen.* Tübingen 1988 (= Konzepte der Sprach- und Literaturwissenschaft, 40), 18ff.

Zur Technikgeschichte der akustischen Medien

HEINZ HIEBLER

Das Interesse an der Produktion, Speicherung bzw. Übertragung akustischer Signale und Informationen läßt sich bis in die Frühzeit der Menschheitsgeschichte zurückverfolgen. Was mit der kaum noch zu datierenden Herstellung erster Musikinstrumente mit feststehendem Klangrepertoire (Rasseln, Trommeln, Flöten, Hörner, Musikbögen etc.)[1] beginnt und einen seiner vermutlichen Gründe im kultisch motivierten Einsatz musikalischer Ausdrucksformen[2] zur Erweiterung der bestehenden Klangwirklichkeit hat, findet - über die Verwendung elektrischer Verstärkersysteme - seine säkularisierte Fortsetzung in der Generierung synthetischer Klänge und gipfelt unter anderem in der Entwicklung des „Sound Samplers", eines Musikcomputers, der sich im Gegensatz zum Synthesizer nicht mehr mit der Produktion künstlicher Klangwelten begnügt, sondern - durch Digitalisierung und Speicherung in der Natur vorgefundener Klänge - jeden denkbaren Klang der Welt zum musikalischen Einsatz bereithält.[3] Wie fragmentarisch eine derart kurze, nur grob umrissene Darstellung der Entwicklung technischer Klangerzeuger (Medien im weiteren Sinn) auch sein mag, spiegeln sich doch schon in ihr jene drei epochalen Stadien, die im folgenden geschichtlichen Überblick in bezug auf alle akustischen Medientechniken zu konstatieren sind:

Die älteste erhaltene Sprechrohrverbindung stammt aus dem 1. Jahrtausend v. Chr.

1. ein *mechanisches* Stadium, das ausgehend von der Konstruktion erster Klangerzeuger, akustischer Übertragungssysteme (Sprechrohr, Bindfadentelephon) oder mechanisch gesteuerter Musikinstrumente und Sprechmaschinen bis hin zur Entwicklung von Phonograph und Grammophon vorherrschend bleibt;

2. ein *elektrisch-analoges* Stadium, das von der Nutzung elektrischer Systeme zur Übertragung kontinuierlicher Sprachschwingungen (elektrisches Telephon) einsetzt und - mit der Weiterentwicklung auf dem Gebiet der Elektrotechnik (Elektronenröhre) - zur schrittweisen Elektrifizierung und teilweisen Verknüpfung verschiedener, nicht nur akustischer Medientechniken führt; und

3. ein *elektr(on)isch-digitales* Stadium, das mit der Erfindung des Pulscodemodulationsverfahrens für die Telephonie eingeleitet wird und durch die prinzipielle Kompatibilität digitaler Systeme, die Entwicklung immer kleinerer elektronischer Bauteile (Transistoren, ICs) und die zunehmende Verbesserung analog-digitaler Wandler die Möglichkeiten multimedialer Anwendung und virtueller Informationsverarbeitung in bisher unbekanntem Ausmaß steigert.

1. Vom mechanischen zum elektrisch-analogen Stadium

(Sprechrohre, mechanische Musikinstrumente, Sprechmaschinen, Telephon, Phonograph/Grammophon)

Die ersten akustischen Systeme zur Übermittlung von Nachrichten bedienen sich einfacher, aber durchaus wirkungsvoller Mittel: Der menschliche Kehlkopf fungiert als erster Sender, das Ohr als erster Empfänger. Die älteste erhaltene Sprechrohrverbindung in der Nurage[4] „Su Nuraxi" auf Sardinien stammt immerhin aus dem 1. Jahrtausend v. Chr. Auf Bäumen sitzende Rufposten, der Einsatz von Signalhörnern oder ganze Signalketten sorgen dafür, daß Botschaften in Windeseile auch ohne die Installation aufwen-

[1] Vgl. *Atlas zur Musik. Bd 1. Tafeln und Texte. Systematischer Teil. Historischer Teil: Von den Anfängen bis zur Renaissance.* 11. Auflage. München/Kassel u.a. 1987 (= dtv, 3022), 159.

[2] Vgl. ebd., 25.

[3] Vgl. Jan Reetze: *Medienwelten. Schein und Wirklichkeit in Bild und Ton.* Berlin et al. 1993, 105. Zu Geschichte und Funktionsweise des Samplers siehe u. a.: Richard Dobson: *A Dictionary of Electronic and Computer Music Technology. Instruments, Terms, Techniques.* Oxford u. New York 1992, 71f. und 137ff.

[4] Unter Nurage (auch: Nuraghe) versteht man einen stumpfkegelförmigen Wohnturm, der vor allem in der Jungsteinzeit bzw. Bronzezeit auf Sardinien gebaut wurde (Vgl. dazu: *Duden. Fremdwörterbuch.* 5., neu bearbeitete Auflage. Mannheim 1990, 541).

diger Röhrensysteme Verbreitung finden. Der griechische Geschichtsschreiber Diodoros berichtet über eine Nachrichtentechnik, bei der zur Zeit der Diadochenkämpfe (nach dem Tod Alexanders des Großen im 4. Jahrhundert v. Chr.) Nachrichten und Befehle mittels auf Bergen und Türmen sitzender Posten weitergegeben wurden. Die nicht zuletzt reichweitenspezifischen Nachteile akustischer Nachrichtensysteme lassen diese zwar zugunsten der optischen Telegraphie in den Hintergrund treten, von zentraler Bedeutung bleiben sie jedoch dort, wo geographische Gegebenheiten den Einsatz optischer Systeme a priori unmöglich machen (Trommeltelegraphie in tropischen Urwaldregionen) oder wo die Wahrung individueller Interessen, etwa zur Geheimhaltung militärischer Informationen, die Verwendung apparatgebundener akustischer Übertragungstechniken (z. B. Sprechrohr) ratsam erscheinen lassen.

Geht es auf seiten der akustischen Übertragungsmedien vor allem um die Faktoren erhöhte Übertragungsgeschwindigkeit und größtmögliche Reichweite, so läßt sich bei der Entwicklung der Musikinstrumente, den Vorläufern akustischer Speichermedien im weiteren Sinn,[5] eine Tendenz zu immer differenzierteren und technisch aufwendigeren Klangerzeugungsapparaturen erkennen. Wie die ersten komplizierteren mechanisch(-pneumatisch)en Klangerzeuger (z. B. Wasserorgel, 3. Jahrhundert v. Chr.) verfügen Musikinstrumente als Sonderform der Speichermedien jedoch nicht über die Möglichkeit der Speicherung komplexer, d. h. über die Definition eines einzelnen Tons bzw. Klangs hinausgehender Informationen.[6] Betrachtet man die Geschichte der akustischen Speichermedien hinsichtlich dieses Kriteriums, so beginnt sie mit der Herstellung erster mechanischer Musikinstrumente, deren Kennzeichen das „Vorhandensein eines Toninformationsträgers"[7] ist, der „definitionsgemäß die Steuerangaben für Tonhöhe, Tonbeginn und Tonende und nicht schon die Schallschwingungen selbst enthalten"[8] darf.[9] Der früheste Informationsträger mechanischer Musikinstrumente ist die Stiftwalze, deren Erfindung auf das 9. Jahrhundert n. Chr. datiert und den Banû Mûsâ-Brüdern in Bagdad zugeschrieben wird. Als Klangquelle dient eine Orgel mit nur einer Pfeife, die durch eine Reihe von Löchern nach dem Prinzip einer Konzertflöte gespielt wird. Eine hölzerne Stiftwalze regelt die Abdeckung der Löcher und steuert auf diese Weise die Tonfolge.[10] Einsatz findet das Prinzip der Stiftwalze, das vermutlich um 1300 auch in Europa bekannt wird, unter anderem bei der Mechanisierung des Glockenspiels von Uhren (Uhr des Straßburger Münsters, 1352-54), bei der Konstruktion von Musikschränken mit feststehendem Repertoire (Hans Schlottheim 1589), bei mechanischen Virginalen (Samuel Bidermann 1612), Drehorgeln (um 1700) und Spieluhren (Favre 1796). In den folgenden Jahrhunderten erfahren die Informationsträger für mechanische Musikinstrumente zahlreiche Modifikationen. Die Stiftwalze wird durch mit Stiften besetzte Platten, sogenannte „Planchetten" (um 1600 von Robert Fludd beschrieben, 1846 von Alexandre François Debain erstmals verwendet), ersetzt. Die Lochkarte, von Joseph-Marie Jacquard 1805 zur Automatisierung von Webstühlen entwickelt, hält 1842 durch ein Patent von Claude Felix Seytre Einzug als Toninformationsträger. Sie wird in ihren zahlreichen Formen, von der leicht auswechselbaren Lochplatte (Paul Ehrlich 1882; Paul Lochmann 1886) bis zur Papiernotenrolle[11] (Firma Welte 1889), zum tonange-

Der früheste Informationsträger mechanischer Musikinstrumente ist die Stiftwalze, deren Erfindung auf das 9. Jahrhundert n. Chr. datiert wird.

5 Der Begriff der Speicherung im weiteren Sinn bezieht sich in diesem Fall auf eine durch die einheitliche Stimmung der Instrumente (relativ) konstant bleibende *Erzeugung* eines einzelnen, bestimmten Klangs, dem jedoch im Gegensatz zur Speicherung im engeren Sinn keine Aufnahme vorangeht.

6 Bei der Erstellung der Geschichte der akustischen Medien wurde von dieser Bedingung ausgegangen. Instrumente zur Klangerzeugung ohne Speicherfunktion (im weiteren Sinn) wurden nur in Ausnahmefällen berücksichtigt (z. B. Sprechmaschinen als „Vorläufer" von Telephon und Phonograph bzw. Synthesizer als Gegenpol zum Sampler).

7 Herbert Jüttemann: *Mechanische Musikinstrumente. Einführung in Technik und Geschichte.* Frankfurt/Main 1987 (= Fachbuchreihe das Musikinstrument, 45), 7.

8 Ebd.

9 Es sei bei dieser Gelegenheit darauf hingewiesen, daß die mechanischen Musikinstrumente - bis zur Entwicklung mechanischer Aufnahmeapparaturen (siehe z.B. „Welte Mignon-Vorsätzer" 1904) - das Kriterium der Speicherung im engeren Sinn nicht erfüllen.

10 Vgl. Jüttemann, *Mechanische Musikinstrumente,* 84.

11 Die Papiernotenrolle ist das bevorzugte Steuerelement mechanischer Klaviere. Sowohl das herkömmliche Pianola (Votey 1897) als auch der „Welte-Mignon-Vorsätzer", mit dem es 1904 erstmals gelingt, das Klavierspiel eines Pianisten mit allen rhythmischen und dynamischen Nuancen auf einer Tonrolle zu speichern und wiederzugeben, bedienen sich dieses „Datenträgers".

benden Speicherprinzip mechanischer Musikinstrumente, deren Tonspektrum schließlich von den einfachen Stahlkammklängen der Spieldosen (Favre 1796) bis zu den komplexen Klangszenarien monströser Orchestren (z. B. Mälzels „Panharmonicon" 1805) reicht. Auch wenn mechanische Musikinstrumente im derzeitigen Medienangebot eine untergeordnete, weniger bedeutungsvolle Rolle spielen, so werden sie dennoch bis heute, oft auch unter Verwendung moderner Speichermedien (Magnetband, EPROM[12]-Speicher, Diskette) als Steuerungselement produziert. Dabei darf jedoch nicht vergessen werden, daß Apparate dieser Art sogar noch zur Zeit der Erfindung und frühen Vermarktung von Phonograph und Grammophon in mancher Hinsicht durchaus ernstzunehmende Konkurrenzmedien darstellen, die mit Einschränkungen sogar mehr zu bieten haben als ihre letzten Endes siegreichen Rivalen. Ein relativ großes Repertoire, größere Lautstärke, geringere Kosten und einfachere Bedienung zählen zu ihren Vorzügen.[13] Eines allerdings wird von diesen Instrumenten nicht geleistet: Die Aufzeichnung und Wiedergabe der menschlichen Stimme sind Desiderate, die sie nicht einlösen können.

Die ersten, in Ansätzen sogar erfolgreichen Versuche, Sprache mechanisch zu generieren, reichen bis ins Ende des 18. Jahrhunderts zurück

Die ersten, in Ansätzen sogar erfolgreichen Versuche, Sprache mechanisch zu generieren, reichen - sieht man von einer Unzahl pseudowissenschaftlicher und literarischer Visionen (Giambattista della Porta[14], Athanasius Kircher[15], Cyrano de Bergerac[16]) ab - bis ins Ende des 18. Jahrhunderts zurück. Die komplizierten mechanischen Konstruktionen von Christian Gottlieb Kratzenstein (1781), Wolfgang von Kempelen (1791), Abbé Mical (um 1791) bis hin zu Joseph Faber (1835) haben aber eines gemeinsam: Sie erfordern wie herkömmliche Musikinstrumente einen Spieler, der sie bedient. Eine Speicherung im engeren Sinne, also die automatische Reproduktion einer komplexen oder gar aufgenommenen Folge von einmal gesprochenen Wörtern und Sätzen, ist mit ihnen ebenso unmöglich wie die Fixierung einer individuellen Stimme. Selbst die bekannteste dieser Sprechmaschinen, deren Mechanismus Wolfgang von Kempelen in einem vielbeachteten Buch 1791 beschreibt[17] und deren Konstruktion umfangreiche physiologische Untersuchungen begleiten, kann dies nicht leisten. Zur Artikulation zusammenhängender Vokale und Konsonanten bedarf es des Gehörs und der Geschicklichkeit eines geschulten Operateurs, der den aus einer Klaviatur, Blasebälgen und zahlreichen Zusatzgeräten zur Erzeugung der Verschlußlaute zusammengesetzten Apparat zum Sprechen bringt. Die Entwicklung einer visuellen Steuerung dieses Syntheseverfahrens, die es auch für den kurzzeitig ins Auge gefaßten Einsatz als Sprachersatz für Taubstumme praktikabel gemacht hätte, gelingt Kempelen nicht. Die faszinierende Wirkung der Automaten, deren enger ideeller Zusammenhang mit absolutistischen[18] und materialistischen[19] Ideen sie Autoren wie Jean Paul, E. T. A. Hoffmann oder Georg Büchner interessant und verdächtig werden ließ, findet im 19. Jahrhundert ihre Fortsetzung in der Vertiefung der in ihnen erstmals Gestalt gewordenen physikalischen und physiologischen Erkenntnisse. Wheatstones und Bells

[12] Abkürzung für: Erasable Programmable Read-Only Memory.

[13] Die um 1886 von Paul Lochmann in den Symphonion-Musikwerken in Leipzig-Gohlis hergestellten Lochplattenspieldosen etwa können aufgrund ihrer auswechselbaren, preiswerten Platten in mancher Hinsicht als Vorläufer bzw. Konkurrenten der Schallplatte angesehen werden.

[14] Giambattista della Porta will bei seinem in den *Magiae naturalis libri viginti* (1589) beschriebenen „Sprachsignalspeicher" die Tatsache nutzen, daß der an einem Ende einer Sprechrohrverbindung eingesprochene Schall eine gewisse Zeit für die Überbrückung größerer Distanzen braucht. Ein in einer Flasche ringförmig aufgewickeltes, hinreichend langes Bleirohr soll es ermöglichen, akustische Botschaften auf diese Weise zu speichern und zu transportieren.

[15] In Athanasius Kirchers *Musurgia Universalis sive Ars magna consoni & dissoni* (Rom 1650) findet sich die Idee einer sprechenden Maschine, deren Verwirklichung letzten Endes jedoch nicht möglich war.

[16] In seiner *Histoire comique contenant les Estats et Empires de la Lune* (Paris 1657) beschreibt Cyrano de Bergerac die Bibliothek der Mondmenschen, die statt Büchern wunderbare Kisten enthält, deren Inhalt mittels Zeiger (Nadel) zu Gehör gebracht wird.

[17] Wolfgang von Kempelen: *Mechanismus der menschlichen Sprache, nebst Beschreibung einer sprechenden Maschine.* Faksimile-Neudruck der Ausgabe Wien 1791 m. e. Einl. v. Herbert E. Brekle u. Wolfgang Wildgen. Stuttgart-Bad Cannstatt 1970.

[18] Zur Vorstellung des Automaten als „perfektem Untertan" und deren Beziehung zum Zeremoniell siehe: Herbert Heckmann: *Die andere Schöpfung. Geschichte der frühen Automaten in Wirklichkeit und Dichtung.* Frankfurt/Main 1982, 208-215.

[19] Besonderes Aufsehen erregte das 1748 erschienene, in der Tradition von René Descartes stehende Werk Julien Offray de la Mettries *L'Homme Machine*.

Beschäftigung mit der Kempelenschen Sprechmaschine ist hierfür bezeichnend.

Eine ebenfalls diesem mechanischen Stadium verpflichtete Affinität zur Physiologie vor allem des menschlichen Hörorgans zeichnet auch den Prototypen jenes Apparats aus, der als das erste elektrifizierte analoge akustische Medium gelten kann: das Telephon des Friedrichsdorfer Lehrers Philipp Reis (1834-1874). Diesem war eine Anzahl mechanischer Lösungen zur akustischen Nachrichtenübertragung vorangegangen, bei der akustische Signale bzw. Sprache mittels Sprechrohren (z. B. Dom Gauthey 1783) oder Drähten nach dem Prinzip des Bindfadentelephons (Kung-Foo-Whing 968 bis Weinhold 1870-72) übertragen worden waren. Für einen großräumigen Einsatz konnten sich die verschiedenen Versionen eines nicht konvertierenden „akustischen Telephons", bei dem die Übertragung des Schalls mechanisch in einem Schalleiter vonstatten geht, schon aufgrund der relativ geringen Reichweiten nicht behaupten. Hierfür konnte sich auf lange Sicht nur das elektrische Telephon, bei dem die an einem Ort (Geber) vorhandenen tönenden Schwingungen zur Veränderung oder zur Erzeugung von elektrischen Strömen verwendet, diese weitergeleitet und an einem anderen Ort (Hörer) wieder in tönende Schwingungen rückgewandelt werden, als brauchbar erweisen.[20] Erste mehr oder weniger vage theoretische Formulierungen hierzu liefern 1837 der Amerikaner Charles Grafton Page mit der Entdeckung, daß ein Magnet beim Ein- und Ausschalten des Stroms in tönende Schwingungen versetzt wird, und der Franzose Charles Bourseul, der 1854 mit den ersten theoretischen Überlegungen zur Lösung der Aufgabe, Sprache mit Hilfe des elektrischen Stroms zu übertragen, an die Öffentlichkeit geht. Der erste praktische Beweis für die prinzipielle Möglichkeit der Übertragung akustischer Signale durch ihre Umwandlung in elektrische Schwingungen gelingt Philipp Reis in den Jahren 1860/61. Aufgrund zahlreicher Schwachstellen bei Geber und Hörer erweist sich das von ihm entwickelte Gerät allerdings für eine kommerzielle Verwertung noch als wenig geeignet. Die zum Einsatz gebrachte Anordnung von Platinkontakt und Membran (unvollkommenes Mikrophon), die den galvanischen Strom zeitweise unterbricht und nicht - wie für die optimale Übertragung von Sprache erforderlich - kontinuierlich, im Rhythmus der Schwingungen moduliert, ermöglicht es, mit dem Apparat Töne gut, einzelne Worte aber nur unbefriedigend und zusammenhängende Sätze meist nur unzureichend zu übertragen. Da das Gerät überdies nur in eine Richtung benutzt werden kann, sind zur Übertragung von Tönen in beide Richtungen zwei Gerätepaare erforderlich. Damit sind die für die Akzeptanz einer Erfindung und ihre Vermarktung wesentlichen Bedingungen eines einwandfrei funktionierenden, einfach gebauten und einfach zu bedienenden Systems nicht gegeben. Die Erfüllung dieser Voraussetzungen gelingt erst Alexander Graham Bell, dessen am 14. Februar 1876 - nur zwei Stunden vor Elisha Gray - zum Patent angemeldetes Telephon vor allem beim Hörer Vorteile aufweist: Im Gegensatz zum Apparat von Reis basiert das im Laufe des Jahres 1876 verbesserte Telephon Bells nicht auf dem Prinzip der Widerstandsänderung, sondern arbeitet mit elektromagnetischen Induktionsströmen, die die Übertragung kontinuierlicher Signale (Sprache) besser gewährleisten.

Der erste praktische Beweis für die prinzipielle Möglichkeit der Übertragung akustischer Signale durch ihre Umwandlung in elektrische Schwingungen gelingt Philipp Reis

Obwohl bei den ersten Bell-Telephonen noch ein und dasselbe Rohr sowohl zum Sprechen als auch zum Hören verwendet wird, gleichzeitiges Sprechen hiermit also unmöglich ist, haben sie dennoch den Vorteil, daß die wechselseitige Übertragung bereits über eine einzelne Leitung vonstatten geht. Da das Bell-Telephon auf der Geberseite nur über ein mangelhaftes Mikrophon verfügt, kommt es im Zuge der Differenzierung von Geber und Hörer schon bald zum Einsatz des zu dieser Zeit für das Telephon entwickelten Kohlemikrophons, das im Gegensatz zu dem von Reis verwendeten, häufig unterbrochenen Platinkontakt kontinuierlichere Widerstandsänderungen zuläßt. Entsprechende Patente werden von Emil(e) Berliner und Thomas Alva Edison 1877 angemeldet. Das erste praktikable Mikrophon dieser Art, das beim Bell-Telephonsystem auch zur Anwendung kommt und eine entscheidende Verbesserung desselben mit sich bringt, wird von David Edward Hughes 1878 entwickelt.[21]

[20] Zur Frühgeschichte des Telephons vergleiche vor allem die Arbeiten Volker Aschoffs. U.a.: Volker Aschoff: *Geschichte der Nachrichtentechnik.* 2 Bde. Berlin u.a. 1987–89.

[21] Zur Geschichte des Telephons vergleiche u.a.: John Brooks: *Telephone. The First Hundred Years.* New York u.a. 1976; Erwin Horstmann: *75 Jahre Fernsprecher in*

Während das Übertragungsmedium Telephon, abgesehen von seiner relativ unpraktikablen „akustischen" Variante, von Anfang an auf dem Prinzip der Konvertierung akustischer Signale in elektrische Schwingungen und der Rückwandlung elektrischer Schwingungen in akustische Signale beruht, geht die Speicherung akustischer Informationen vorerst noch einen rein mechanischen Weg. Sie entwickelt sich unter anderem aus Versuchen, akustische Signale zu messen und aufzuschreiben, bzw. aus dem Bestreben, die Übertragungsgeschwindigkeit bei der Weiterleitung von Telegrammen mittels auf einem Papierstreifen eingestanzter Löcher und Streifen zu erhöhen. Den ersten mechanischen Aufschreibesystemen für akustische Schwingungen von Thomas Young (1807-1809), Wilhelm Weber (1830), Duhamel (1843) und Wertheim (1844) ist gemein, daß hier die Schwingungen eines Körpers (Stimmgabel) direkt auf den Informationsträger (berußte Glasplatte, Zylinder) aufgezeichnet werden. Eine wesentliche Weiterentwicklung dieses Verfahrens ist 1855 die Erfindung des „Phonautographen" von Edouard Leon Scott de Martinville (1817-1879), bei dem nicht mehr der unmittelbare mechanische Kontakt, sondern Luftschwingungen mittels Membran registriert und aufgeschrieben werden können. Die aufgezeichneten Wellenlinien registrieren Frequenz und Intensität der Schallwellen. Scott löst damit das Problem der Aufzeichnung akustischer Information (auch Sprache) mittels Nadeltonverfahren. Ein Gerät, das Schallschwingungen nach dem Prinzip von Scott nicht nur aufzeichnen, sondern auch wiedergeben kann, wird erstmals von Charles Cros (1842-1888) beschrieben. Dem „Pa(r)léophone", das im Mittelpunkt einer am 18. April 1877 verfaßten Denkschrift für die Pariser Académie steht, bleibt eine Realisierung jedoch verwehrt. Den ersten funktionierenden Apparat zur Speicherung und Reproduktion von Musik und Sprache konstruiert Thomas Alva Edison (1847-1931) am 6. Dezember 1877. Seinem sogenannten „Phonographen" gehen Edisons Versuche, die Morsezeichen des Telegraphen aufzuzeichnen („Embossy-Telegraph") und sie damit jederzeit reproduzierbar (auch hörbar) zu machen, voran. Das Resultat ist ein auf einer Schraubspindel montierter Zylinder mit Handkurbel, der mit einer Zinnfolie als Aufnahmemedium bespannt ist und über Schallmembran und Aufnahmestichel Schallschwingungen in Form von Tiefenschrift festzuhalten vermag, die sich beim Abspielen mittels Wiedergabenadel und Trichter wiederholt hörbar machen lassen. Edison sieht in dem noch relativ unausgereiften Zinnfolien-Phonographen, der vorerst nur als Schaustück Furore macht und nur von Spezialisten bedient werden kann, in erster Linie einen Apparat zur Aufzeichnung von Sprache. Sein primär in Erwägung gezogener Einsatz als Diktiergerät ergibt sich dabei zwar vor allem aus der schlechten Tonqualität, Edisons Abwehr gegen die Vermarktung seiner Erfindung als Musikapparat bzw. Jahrmarktsartikel liegt jedoch sicherlich nicht allein in seiner immer wieder zitierten Unmusikalität, sondern auch in der Erkenntnis und einseitigen Betonung dessen, was der Phonograph als erste Apparatur zu leisten vermag: die Speicherung von sprachlicher Information. Weit weniger zimperlich bei der einträglichen Vermarktung der Erfindung als Musik- bzw. Unterhaltungsapparat sind Edisons spätere Konkurrenten. Alexander Graham Bell, sein Vetter Chichester Bell und Charles Sumner Tainter entwickeln auf der Basis von Edisons Erfindung ihr „Graphophon"[22], das durch den Einsatz einer Wachswalze als Tonträger eine erhebliche Verbesserung der Tonqualität erreicht, und veranlassen Edison dazu, sich selbst wieder mit seinem Phonographen auseinanderzusetzen: Das Ergebnis ist der sogenannte „Improved Phonograph" (1888), der bis zu Edisons Ausstieg aus dem Phonographengeschäft (1929) keine prinzipielle Veränderung mehr erfährt.

Den ersten funktionierenden Apparat zur Speicherung und Reproduktion von Musik und Sprache konstruiert Thomas Alva Edison am 6. Dezember 1877

Von Anfang an als Unterhaltungsmedium konzipiert ist Emil(e) Berliners am 26. September 1887 zum Patent angemeldetes „Grammophon", das die Zylindermaschinen gemäß seiner Vermarktungsstrategie auch preislich „auszubooten" versucht. Der prinzipielle Unterschied zum Phonographen besteht dabei in der Ersetzung der Tiefen- durch die Seitenschrift. Die Umgehung der Berg- und Talfahrt der Nadel und eine wesentlich geringere Umdrehungsgeschwindigkeit

Deutschland. 1877–1952. Frankfurt/Main 1952; Peter Young: *Power of Speech. A History of Standard Telephones and Cables. 1883–1983.* London 1983.

[22] Das zugehörige Patent wird am 27. Juni 1885 eingereicht und im Mai 1886 erteilt.

(78 statt 120 UpM) ermöglichen nicht nur den Einsatz der im Vergleich zum Zylinder handlicheren Platte, sondern auch die Verwendung spindelloser Geräte, die zwar im Gegensatz zu Edisons Phonographen über keine eigene Aufnahmevorrichtung verfügen, dadurch aber auch viel preiswerter angeboten werden können. Ein weiterer Vorteil der Erfindung Berliners liegt in einem bereits im ersten Patent enthaltenen Verfahren zur mechanischen Vervielfältigung des einmal aufgezeichneten Tonträgers, wodurch - nach dem Vorbild konventioneller Buchdruckverfahren - nicht nur identische Kopien gepreßt, sondern auch widerstandsfähigere Materialien (Hartgummi, Schellack) eingesetzt werden können. Die Entwicklung eines marktfähigen Matrizenverfahrens gelingt Edison, der bei der Vervielfältigung seiner Zylinder lange Zeit auf Dupliziermaschinen angewiesen ist, trotz anfänglicher Bemühungen erst in den Jahren 1901 bis 1903.

Bis zur Elektrifizierung des Aufnahme- und Wiedergabeverfahrens sind im Phonographen- bzw. Plattengeschäft keine größeren Entwicklungssprünge bemerkbar. Von den verschiedenen Modifikationen der Geräte fallen die Erfindung spezieller Schalldosen zur Steigerung der Klangqualität (Bettini 1889), die Konstruktion eines preisgünstigen Federmotors für das Grammophon (Johnson 1897), die Entwicklung lautstarker Starktonmaschinen (ab 1905) oder des vom Trichter unabhängig beweglichen Tonarms und des aufklappbaren Tonbügels (Lindström 1905, 1910) ins Auge. Ähnliches gilt auf dem Tonträgersektor für den Einsatz des Wachsaufnahmeverfahrens bei Schallplatten (Johnson 1900, Jones 1902) oder die bereits erwähnte Entwicklung eines Vervielfältigungsverfahrens für Zylinder. Daneben ist es vor allem die Verlängerung der Laufzeit, die immer wieder in den Mittelpunkt des Interesses rückt. 1904 bringt F. M. Prescott unter dem Odeon-Label die erste doppelseitig bespielte Platte auf den Markt. Sie ermöglicht zwar eine Verdoppelung der Laufzeit, hat allerdings auf das Repertoire der Platten, deren Titel weiterhin auf etwa zwei Minuten Spielzeit pro Seite beschränkt bleiben, keinen Einfluß. Andere Verfahren, die im Zusammenhang mit der Vertonung immer länger werdender Filme entstehen, setzen deshalb auf die Vergrößerung des Plattendurchmessers. Die relativ unhandlichen 50cm-Platten (Neophone, Pathé 1905) können sich trotz längerer Laufzeiten auf Dauer nicht am Markt behaupten. Auch die von Edison 1908 eingeführten, qualitativ hochstehenden Amberol-Zylinder mit 160 UpM und vier Minuten Laufzeit versuchen, diesem Trend gerecht zu werden, können jedoch den endgültigen Triumph der Schallplatte über den Phonographen nicht mehr aufhalten. 1913 stellt Edison die Produktion von Zylinder-Phonographen ein und steigt auf das Plattengeschäft um. 1926 versucht er sich selbst in der Vermarktung einer Langspielplatte, die bei einer Umdrehungsgeschwindigkeit von 80 UpM eine Laufzeit von 20 Minuten pro Seite hat. Da die Diamantnadel aber häufig aus den nach dem Prinzip der Tiefenschrift kodierten Rillen springt und die erzielbare Lautstärke gering bleibt, kann sie sich noch weniger am Markt behaupten als der noch 1912 vorgestellte Blue-Amberol-Zylinder, dessen Produktion immerhin bis zu Edisons endgültigem Ausstieg aus dem Plattengeschäft (1929) fortgesetzt wird.[23]

1904 bringt F. M. Prescott unter dem Odeon-Label die erste doppelseitig bespielte Platte auf den Markt

2. Das elektrisch-analoge Stadium

(Telephon, Hörfunk, Schallplatte)

Betreffen die wesentlichen Verbesserungen im Phonographen- und Plattenbereich die Hebung der Tonqualität, der Lautstärke sowie die Verlängerung der Laufzeit, so steht auf dem Telephonsektor die zusehends bessere Verwaltung immer komplexerer Netze im Vordergrund der Bemühungen. Da es beim Telephongespräch in erster Linie um die möglichst ungestörte Vermittlung von Information und nicht um Klangtreue bzw. Klangqualität (wie beim Radio) geht, spielt die Verbesserung der Akustik (in Hinblick auf Geber und Hörer) eine untergeordnete Rolle. Zu den Meilensteinen der Übertragungstechnik auf dem Gebiet der Telephonie zählen die allmähliche Umstellung komplexer Handvermittlungsämter („Fräulein vom Amt") auf automatischen Selbstwahlbetrieb, die Entwicklung analoger Verstärker (Pupinspule

[23] Zur Phonographen- und Grammophongeschichte vergleiche u.a.: Roland Gelatt: *The Fabulous Phonograph.* Philadelphia/New York 1954; Herbert Jüttemann: *Phonographen und Grammophone.* Braunschweig 1979; Daniel Marty: *Grammophone. Geschichte in Bildern.* Karlsruhe 1981; Oliver Read/Walter L. Welch: *From Tin Foil to Stereo.* 2. Aufl. Indianapolis u.a. 1977.

1899/1900, Elektronenröhre 1911/12) zur Steigerung der Reichweite und die vom Funk übernommene Trägerfrequenztechnik (Wechselstrom-Telephonie) zur besseren Auslastung der Kabel. Die möglichst kostengünstige Überbrückung großer Distanzen und die damit angestrebte Schaffung eines ungehinderten weltweiten Telephonverkehrs legen den Einsatz der Funktechnik ebenfalls nahe. Schon 1937 sorgen achtzig internationale Funksprechverbindungen über Kurzwellenstrecken dafür, daß 80 Prozent der damals 40 Millionen Telephone in aller Welt untereinander erreichbar sind.

Die Affinität zwischen Telephonie und Rundfunk geht also weit über die Pionierleistung radioähnlicher Telephonsendungen wie der sprechenden Zeitung „Telephon-Hirmondo" (Budapest 1893) hinaus und reicht, abgesehen von der gemeinsamen Verwendung einzelner technischer Elemente (z. B. des Telephonhörers bei Marconis Funkversuchen über den Atlantik [1901], des Lichtbogensenders oder der Elektronenröhre), bis hin zur Verknüpfung der beiden Techniken in der Funktelephonie. Ähnlich wie das Telephon steht der Rundfunk vorerst in engem Zusammenhang mit der Telegraphie, indem er sich von der drahtlosen Übertragung digitaler Zeichen durch Morseschreiber oder Klingeln zur Übertragung sprachlich-akustischer Signale ohne derartige Codierungen (also zur drahtlosen Telephonie) entwickelt. Der prinzipielle Unterschied, der die beiden Medientechniken trotz aller Gemeinsamkeiten differenzierbar macht, liegt in der Verschiedenartigkeit ihrer Übertragungswege und den daraus resultierenden Möglichkeiten hinsichtlich der Adressierung ihrer Botschaften. Denn während sich die Telephonie in ihrer konventionellen, drahtgebundenen Form von vornherein an einen bestimmten, individuellen Hörer wendet, liegen die besonderen Möglichkeiten des drahtlosen Rundfunks, dessen Einsatz als Leitungsersatz für das Telephon erst durch die notwendige Weiterentwicklung trennscharfer Richtfunksysteme praktikabel wird, in seiner Ausrichtung auf eine mehr oder weniger große Hörerschaft. Dieser Erkenntnis gemäß schwankt das Interesse des Staates an der drahtlosen Telegraphie und ihrer Entwicklung zum „Rundfunk für alle" zwischen dem anfänglichen Schwerpunkt, dem geplanten Einsatz zur Übermittlung geheimer Botschaften (etwa im Kriegsfall), und der Ideologisierung dieses Mediums, das aufgrund seiner dispersen Übertragungsstruktur und seines relativ geringen Kostenaufwands zum idealen Transportmittel für Information, Unterhaltung, Werbung und Propaganda jeder Art wird.[24]

Am 24. Dezember 1906 gelingt Reginald Aubrey Fessenden eine erste drahtlose Übertragung von Sprache und Musik - die „erste Rundfunksendung"

Die drahtlose Übertragung analoger akustischer Signale und damit der Umschwung zum eigentlichen Sprechfunk wird durch die Erfindung des 1903 von Valdemar Poulsen konstruierten Lichtbogensenders eingeleitet, der nun mit der Möglichkeit der Erzeugung kontinuierlicher, ungedämpfter Schwingungen prinzipiell auch durch Sprache oder Musik modulierte Sendungen zuläßt. Am 24. Dezember 1906 gelingt Reginald Aubrey Fessenden eine erste drahtlose Übertragung von Sprache und Musik, die in der Regel als „erste Rundfunksendung" angesehen wird. Der hierbei zur Erzeugung hoher Frequenzen erforderliche Maschinensender für 100 kHz, der im selben Jahr vollendete „Alternator" von Ernst Frederik Werner Alexander, sowie die in der Frühzeit des Radios in den zwanziger Jahren für den Empfang verwendeten Detektorgeräte (mit Kopfhörerempfang) können dank der späteren Entwicklung der Röhrentechnik durch einfachere und leistungsfähigere Systeme (mit Lautsprecher) ersetzt werden. Die von John Ambrose Fleming (Diode 1904), Robert von Lieben (Kathodenstrahl-Relais 1906) und Lee de Forest (Audion-Triode 1907) entwickelte Elektronenröhre kann nicht nur niederfrequente elektromagnetische Wellen verstärken (Basis für Lautsprecherempfang), sie kann mit der Entwicklung des Rückkoppelungsprinzips (ab ca. 1913) auch hochfrequente Schwingungen erzeugen, wie sie für die drahtlose Übertragung von Sprache und Musik erforderlich sind. Vor allem die Audion-Triode de Forests, die im Gegensatz zu dem durch von Lieben angestrebten Telephonver-

[24] Die bereits in der Weimarer Republik begründete Tradition des verstaatlichten Radios in Deutschland macht im Nationalsozialismus schließlich nicht einmal vor der Ideologisierung des Geräts halt. Der sogenannte Volksempfänger VE 301 verweist demgemäß nicht nur durch seine an den Tag der Machtergreifung erinnernde Benennung (30.1.1933), sondern auch durch seine Bauweise auf den ideologischen Hintergrund. Das für jedermann erschwingliche Standardgerät verhindert durch seine eingeschränkte Empfangsleistung von vornherein die Möglichkeit des Abhörens von „Feindsendern", die nur mittels kurzfristig erhältlicher und bald schon verbotener Zusatzgeräte empfangen werden können.

stärker von Anfang an für den drahtlosen Funkverkehr konzipiert ist, vereint geringe Abmessungen mit großen Verstärkereffekten und bildet eine wesentliche Voraussetzung für die Durchsetzung erster regelmäßiger Radiosendungen. In Belgien werden von 1913 bis August 1914 die ersten regelmäßigen Rundfunkprogramme für die Öffentlichkeit gesendet. 1915 beginnt Lee de Forest selbst, regelmäßig nächtliche Konzerte von Platte auszustrahlen, wobei er Werbung für seine Produkte macht. 1916 gibt es in den USA über 10.000 lizenzierte Radioamateure und mehr als 100.000 ohne Lizenz. 1919 bringt S. Idzerdas Rundfunkstation PCGG (Holland) regelmäßige Radiokonzerte mit Vorankündigung in einer Zeitung. Am 2. November 1920 nimmt in Pittsburgh (USA) der erste kommerzielle Rundfunksender unter der Bezeichnung KDKA seinen Betrieb auf. In den zwanziger Jahren werden regelmäßige zivile Radiosendungen die Norm. Amateurbewegungen und Radioklubs entstehen. Am 29. Oktober 1923 beginnt um 20 Uhr die „Dradag" ("Drahtlose Dienst AG für Buch und Presse") unter der Leitung von Hans Bredow mit der ersten offiziellen Ausstrahlung von Musik- und Wortdarbietungen in Deutschland. Am 1. Oktober 1924 erfolgt der offizielle Programmbeginn des österreichischen Rundfunks durch die RAVAG ("Radioverkehrs-AG").[25]

Mit der Einführung des Radios etabliert sich für die Schallplattenindustrie nicht nur ein ernstzunehmender Konkurrent, sondern auch ein Werbeträger, der durch seine bessere Klangqualität schließlich sogar zu einem wichtigen Katalysator für die anfangs nur zögernde Einführung elektrischer Aufnahme- und Wiedergabesysteme avanciert. Erste Versuche mit einem elektro-akustischen Aufnahmeverfahren für Schallplatten werden - mit Ausnahme experimenteller Anordnungen[26] - um 1920 unternommen. In England etwa wird ein derartiges Verfahren von Lionel Guest und H. O. Merriman ab 1919 entwickelt. Die erste Aufnahme unter Einsatz ihres Systems (1920) kann jedoch wegen der durch die Verwendung eines Telephonhörers als Lautsprecher erzielten schlechten Tonqualität nicht vermarktet werden. Ein ausgereiftes System wird nach jahrelanger Entwicklungsarbeit zu Beginn des Jahres 1924 von den Bell-Laboratorien präsentiert. Der von ihnen entwickelte Apparat umfaßt ein elektromagnetisches Aufnahmesystem, einen Röhrenverstärker und einen Lautsprecher. Das Verfahren bringt neben der größeren Lautstärke und Störungsfreiheit auch eine Erweiterung des Hörbereichs von bisher 168-2.000 Hz auf 100-5.000 Hz mit sich. Im Aufnahmestudio wird das Aufnahmehorn durch das Mikrophon ersetzt. Die speziellen Anordnungen, Instrumente (z. B. „Strohgeige") und Arrangements, die für das mechanische Aufnahmeverfahren erforderlich waren, werden obsolet. Orchesteraufnahmen können erstmals mit voller Besetzung gemacht werden. 1924 kommen erste kombinierte Radio-Grammophon-Apparate auf den Markt, bei denen der Plattenbereich vorerst noch rein mechanisch funktioniert. Ab 1925 setzt sich das elektro-akustische Aufnahmeverfahren in der Schallplattenindustrie durch. Erste elektrische Schallplattenspieler mit Lautsprechern statt Trichtern werden angeboten. Neben der Hebung der Tonqualität und den ersten erfolgreichen Versuchen bei der Unterbringung unterschiedlicher Schallinformationen (Tiefenschrift und Seitenschrift) auf einer Stereo-Platte durch Alan Dower Blumlein 1931/32 ist es noch immer die Verlängerung der Spieldauer der Schallplatten, die ein Entwicklungsdesiderat darstellt. 1931 bringt RCA („Radio Corporation of America")-Victor eine Langspielplatte auf den Markt, bei der durch die Verdoppelung der Rillendichte und die Herabsenkung der Laufgeschwindigkeit auf 33 1/3 Umdrehungen pro Minute eine Spielzeit von 14 Minuten pro Seite erreicht werden kann. Die schlechte Klangqualität und der Gebrauch eines wenig widerstandsfähigen Schallplattenmaterials lassen jedoch auch diese Version der Langspielplatte bald vom Markt verschwinden. Erst die Verwendung von Vinyl als Plattengrundstoff und die Konstruktion eines leichten Tonabnehmersystems, das Peter Goldmark von Columbia Records für seine Version der Langspielplatte (LP) vorschlägt, ermöglichen eine praktikable Lösung des Problems. Durch die Senkung der Umdrehungsgeschwindigkeit auf

Ab 1925 setzt sich das elektro-akustische Aufnahmeverfahren in der Schallplattenindustrie durch

[25] Zur Geschichte des Radios vergleiche u.a.: Ernst Erb: *Radios von Gestern.* Luzern 1993; Siegfried Hermann/ Wolf Kahle/Joachim Kniestedt: *Der deutsche Rundfunk.* Heidelberg 1994; Hans Rindfleisch: *Technik im Rundfunk.* Norderstedt 1985.

[26] Der Franzose Frély soll bereits 1906 ein elektrisches Aufnahmeverfahren entwickelt haben, das ab Dezember 1910 bei den Tonfilmen Léon Gaumonts Anwendung fand.

33 1/3 UpM, die Steigerung der Rillendichte ("Mikrorille") und die Verkleinerung der aufgezeichneten Amplitude gelingt es, eine Spielzeit von 22,5 Minuten pro Seite zu erhalten. Hiermit können erstmals auch auf Platte längere Musikstücke ohne Unterbrechung aufgezeichnet und wiedergegeben werden. Ein demgegenüber nur scheinbar retardierendes Moment stellt die Mikrorillen-Schallplatte dar, mit der RCA-Victor 1949 auf die Fortschritte seiner Konkurrenz antwortet. Die sogenannte „Single", die mit 45 UpM und einem Durchmesser von 17,5 cm die Laufzeit einer herkömmlichen Schellack-Platte beibehält, kann sich nicht zuletzt durch großangelegte Werbekampagnen und die Entwicklung eines eigens für sie gedachten Plattenwechslers am Markt behaupten. Die begrenzte Spielzeit läßt die Single vor allem für die Unterhaltungsmusik zu einem interessanten Tonträger werden. Eine weitere Verlängerung, ja fast eine Verdoppelung erfährt die Spieldauer der Schallplatte durch ein mit Zwischenaufzeichnung auf Tonband arbeitendes Füllschriftverfahren (Eduard Rhein 1950), das die optimale Nutzung der Plattenoberfläche garantiert. 1958 hält schließlich auch die von Blumlein initiierte Entwicklung der üblichen Stereo-Schallplatten mit Doppelaufzeichnung in einer Rille auf dem amerikanischen Markt Einzug. Voraussetzung für die scharfe Trennung der Kanäle und die Ausweitung des Hörbereichs auf 20-20.000 Hz ist der Einsatz von Tonbändern als Mastertape. Die Durchsetzung der Stereo-Technik auf Tonband und Schallplatte legt eine derartige Entwicklung auch auf dem Radio-Sektor nahe.

Die Durchsetzung der Stereo-Technik auf Tonband und Schallplatte legt eine derartige Entwicklung auch auf dem Radio-Sektor nahe

Bevor das Stereo-Radio allerdings zur Anwendungsreife gebracht wird, können sich im Rundfunk-Bereich folgende Tendenzen durchsetzen: 1935 verhelfen Armstrongs Arbeiten zur Frequenz-Modulation (FM) dem System auf Ultrakurzwelle (UKW) zum Durchbruch. Im Gegensatz zum bis dahin üblichen Amplituden-Modulationsverfahren (AM), bei dem das Originalsignal direkt die Amplitude verändert, wird bei der Frequenzmodulation die Frequenz der Trägerwelle moduliert. Die frequenzmodulierte Welle, deren Vorteile nur bei sehr kurzwelligen Sendungen (UKW) wirklich zum Tragen kommen, hat eine gleichbleibende Amplitude, d. h. der Frequenzmodulation entsprechen etwa Tonhöheschwankungen um den eigentlichen „Normalton", während die Lautstärke bzw. Amplitude unverändert bleibt. Erste kommerzielle FM-Sender werden in den USA bereits 1940 in Betrieb genommen.

Der Entwicklung dieser Sendevariante, die neben dem rauschfreieren Empfang durch die im UKW-Bereich zur Verfügung stehenden größeren Bandbreiten auch das Beschneiden der Tonfrequenzen unnotwendig macht und damit für eine hohe Übertragungsqualität sorgt, trägt man auf Hörerseite mit der Verbesserung der Empfangsgeräte hinsichtlich ihrer Akustik (z. B. Verwendung des 1925 von Kellogg und Rice erfundenen elektrodynamischen Konuslautsprechers) und ihres Bedienungskomforts (z. B. Vereinfachung der Sendersuche durch „Superhet"-Empfänger Anfang der zwanziger Jahre) Rechnung.

Die zunehmende Verknüpfung des Rundfunksystems mit dem Telephonnetz und der Ausbau eines eigenen Rundfunkleitungsnetzes[27] ermöglichen ab 1929 den regelmäßigen, europaweiten Austausch von Programmen. Zu den besonderen Attraktionen zählen schon vor diesem Zeitpunkt vereinzelte Übertragungen aus Übersee, wie etwa der aus New York mittels Kurzwellensender nach Stuttgart gesendete und dort in das deutsche Sendernetz eingespeiste Live-Bericht vom Weltmeisterschafts-Boxkampf zwischen Jack Dempsey und Alfred Tunney (1927). Die Vernetzung der Rundfunkanstalten bringt jedoch nicht nur die Möglichkeit der Programmvielfalt, sondern bildet auch die Grundlage für die Vereinheitlichung von überregionalen Rundfunksendungen. Auf diese Weise wird bereits im Juni 1923 eine Rede des amerikanischen Präsidenten Harding über Bell-Telephonleitungen landesweit übertragen und von lokalen Radiostationen ausgestrahlt. In Deutschland, wo das Radio als Leitmedium für die Propaganda nationalsozialistischer Interes-

[27] In Deutschland wird 1934 begonnen, den Empfang von Rundfunksendungen über das Drahtfunknetz auch mit Hilfe konventioneller (Langwellen-)Heimempfänger (z. B. VE 301) zu ermöglichen. Das während des Zweiten Weltkriegs ausgebaute Netz, das vor allem in gebirgigen Gegenden mit schlechtem Empfang sowie in West-Berlin auch nach dem Krieg noch vereinzelt Einsatz findet, wird 1966 vollkommen stillgelegt. Erst mit der Digitalisierung des Radiobereichs und dem Empfang von Radiosatelliten-Programmen über Kabel erfährt das Drahtfunknetz eine unerwartete Renaissance.

sen eine zentrale Rolle spielt, wird das Rundfunknetz sogar für die Übertragung eines 1940 eingeführten einheitlichen „Reichsprogrammes" herangezogen, bei dem das Programm eines Senders über das ganze Staatsgebiet ausgestrahlt wird.

Die Bedeutung des Radios in Deutschland bleibt auch nach Kriegsende, als vor allem in den ersten Monaten nur der Rundfunk die Möglichkeit bietet, der Bevölkerung die notwendigsten Informationen zu übermitteln, aufrecht. Daran ändern auch das von den Alliierten vorübergehend erlassene Verbot von Kurzwellensendern (für den Auslandsfunk) und die 1948 auf der Wellenkonferenz in Kopenhagen - ohne die Teilnahme Deutschlands - beschlossene schlechte Versorgung des deutschen Bundesgebiets im Lang- und Mittelwellenbereich nichts. Ein Resultat dieser Maßnahmen ist jedoch die Forcierung der Einführung der Ultrakurzwelle (UKW). Noch vor Inkrafttreten des Kopenhager Wellenplans am 15. März 1950 eröffnen der Bayrische und der Nordwestdeutsche Rundfunk ihre ersten UKW-Sender. Die von der Rundfunkindustrie für die alten Mittel- und Langwellenempfänger eigens entwickelten UKW-Vorsatzgeräte verschwinden durch das Angebot einfacher und billiger UKW-Empfänger bald vom Markt.

Eine andere revolutionäre technische Errungenschaft, deren Siegeszug sich vorerst im Bereich akustischer Übertragungsmedien anbahnt, stellt der 1947 von John Bardeen, Walter Brattain und William Shockley erfundene „Transistor" dar. Dieses in den Bell-Laboratorien entwickelte Verfahren zur Verstärkung von Signalen mittels Germaniumkristall und Metallspitze, dessen erster erfolgreicher Probeeinsatz auf dem Gebiet der Telephonie erfolgt, findet anfangs in erster Linie bei Radio-Kleingeräten Einsatz, bei denen es die Röhrentechnik ersetzt. Den ersten serienmäßigen Transistorradio bringt die Firma Regency 1954 in den USA auf den Markt. Seit 1956 sind kleine Transistorradios auch in Deutschland üblich; größere Geräte werden weiterhin mit Röhren ausgerüstet.

Die Konzeption des Stereo-Radios steht zunächst vor dem Problem, die für den Empfang erforderlichen unterschiedlichen Signale für den rechten bzw. linken Kanal so miteinander zu verknüpfen, daß sie auch mit den bestehenden Mono-Empfangssystemen störungsfrei funktionieren. Erste versuchsweise durchgeführte Sendungen, bei denen der Stereoempfang über ein Geräte-Paar erfolgt, können sich nicht behaupten. Die Lösung des Problems eines sowohl für Mono- als auch Stereo-Empfang tauglichen Systems bringt das in den USA entwickelte „Pilottonverfahren" (1961), bei dem die Trägerwelle mit einem Signal moduliert wird, das aus der Summe der für den rechten und linken Lautsprecher bestimmten Signale gebildet wird, während ein Nebenträger von 33 Kilohertz mit einem aus der Differenz gebildeten Signal amplitudenmoduliert wird. Der normale „monophone" Empfänger wertet lediglich das Summensignal aus, der Stereoempfänger bildet aus Summe- und Differenzsignal die für den rechten und linken Lautsprecher bestimmten Signale. In Deutschland wird die erste stereophone Rundfunksendung am 30. August 1963 von der Funkausstellung in Berlin übertragen; Ende 1966 haben alle Rundfunkanstalten der BRD den Stereofunk auf UKW eingeführt.

Den ersten serienmäßigen Transistorradio bringt die Firma Regency 1954 in den USA auf den Markt

Exkurs: Der Tonfilm[28]

Die Katalysatorwirkung avancierter akustischer Medientechniken beschränkt sich nicht auf die wechselseitige Beeinflussung miteinander konkurrierender Audio-Systeme wie etwa Schallplatte und Radio. Sie macht sich auch dort bemerkbar, wo es um die Überwindung wahrnehmungspsychologischer Hemmschwellen geht. Bei der Einführung des Tonfilms, der sich gegen die breite Akzeptanz des Stummfilms lange nicht durchsetzen kann,[29] ist es vor allem das

[28] Zur Geschichte des Tonfilms siehe u.a.: Harald Jossé: *Die Entstehung des Tonfilms.* Freiburg/B. u.a. 1984; Barry Salt: *Film Style and Technology: History and Analysis.* 2., expanded Edition. London 1992. Zur aktuellen Tonfilm-Technik vgl. u.a.: Larry Blake: *Digital Sound in the Cinema.* In: *Mix. Professional Recording. Sound and Music Produc-tion,* November 1993, 87-97; Matthias Keller: *Sounds, die das Gemüt erschüttern. Ein Gespräch mit dem Sound-De-signer Randy Thom. (Mit der Rubrik „Vom Krieg der Sterne zum Krieg der Systeme".)* In: *FonoForum. Klassik und High Fidelity,* Februar 1996, 102-104.

[29] Die relativ späte Einführung des Tonfilms muß angesichts der Tatsache, daß Versuche zur medientechnischen Verknüpfung von Bild und Ton immer schon angestellt wurden (man denke nur an die Auge und Ohr gleichermaßen erfreuenden Musikschränke Schlottheims [„Weihnachtskrippe" 1589, „Babylonischer Turm" 1601-03] und Runggels [„Hottentottentanz" 1610] sowie an die baldige Verwendung der Drehorgel bei Laterna-magica-Vorfüh-

Radio, das durch seine ungewöhnliche Akustik die Gewöhnung an den unnatürlich-metallischen Klang der bestehenden Tonsysteme mit sich bringt, und so einer Technik zum Durchbruch verhilft, deren erste Konzepte und Ideen bereits 1878 von Wordsworth Donisthorpe präsentiert worden sind. Sein Vorschlag, der allerdings nicht verwirklicht wird, enthält die Verbindung des Phonographen mit einem von ihm entwickelten Filmapparat, dem „Kinesigraphen". Die erste wirkliche Kombination des Phonographen mit einem Bildsystem, dem Kinematograph-Guckkasten, stellt 1888 Edisons „Kinetograph" dar, der über Hörkapseln für eine unsynchronisierte Musikbegleitung sorgt. Der erste Versuch der Synchronisierung von Bild und Ton, die ein Hauptproblem der Entwicklung eines marktfähigen Nadeltonbildverfahrens darstellt, gelingt ebenfalls in Edisons Labor. Die Vorführung von William K. L. Dickson verdankt ihre Synchronisation aber auch der Kürze der gezeigten Szene (ca. 9 Sekunden). In der Folge kommen mehrere Nadeltonbildverfahren mit und ohne Synchronvorrichtung zur Anwendung. Ihr Scheitern resultiert einerseits aus der immer größeren Länge der Filme, andererseits aber auch aus dem Fehlen geeigneter Vorführapparate, die zur akustischen Versorgung der riesigen Kinosäle notwendig wären. Obwohl man sich auch hier durch den Einsatz mehrerer gleichzeitig laufender Grammophone oder die Verwendung von Starktonmaschinen zu helfen versucht, kommt das Nadeltonverfahren erst infolge der Entwicklung verbesserter elektrischer Verstärkersysteme in größerem Ausmaß zum Einsatz. Das Nadeltonverfahren der Bell-Telephon-Laboratorien (Vitaphone-System) ermöglicht es 1926 den Warner Brothers, ihren ersten Spielfilm mit Gesangseinlagen („Don Juan" mit John Barrymore in der Hauptrolle) zu präsentieren. Am 6. Oktober 1927 wird der Warner-Brothers-Streifen „The Jazz Singer" mit Al Jolson in der Hauptrolle uraufgeführt. Der ebenfalls mittels Nadeltonverfahren vertonte Film integriert erstmals zwei kurze Sprach- bzw. Dialogszenen direkt ins Filmgeschehen und gilt damit als der erste „part talkie" der Filmgeschichte. Der erste vollständig mit Dialog, Musik und Geräuschen vertonte Spielfilm der Geschichte, der am 8. Juli 1928 uraufgeführte Gangsterfilm „Lights of New York", wird ebenfalls noch nach dem Vitaphone-System produziert. Auf längere Sicht jedoch kann sich das Nadeltonverfahren gegenüber dem Lichttonverfahren beim Film nicht durchsetzen.

Das Nadeltonverfahren der Bell-Telephon-Laboratorien ermöglicht es 1926 den Warner Brothers, ihren ersten Spielfilm mit Gesangseinlagen zu präsentieren

Der Lichttonfilm basiert auf der schon früh gemachten Erkenntnis, daß akustische Signale durch den Einsatz entsprechender Wandler in optische konvertiert, als solche gespeichert und bei Bedarf wieder in akustischer Form wiedergegeben werden können. Grundlagen hierfür sind die Entdeckung der photoelektrischen Eigenschaften von Selen, das bei Lichteinfluß seinen elektrischen Widerstand ändert, durch Willoughby Smith und seinen Assistenten May 1873 sowie die Konstruktion der Selenzelle, des ersten photoelektrischen Wandlers, durch Werner von Siemens 1875. Da das Problem der Synchronisation von Bild und Ton durch die Verwendung desselben Speichermediums einfacher zu lösen ist als durch die oft mit komplizierten Synchronvorrichtungen ausgerüsteten Nadeltonverfahren, zeichnet sich die Anwendung dieses Verfahrens für den Tonfilm als sinnvoll ab. Schon das erste auf den Kinofilm ausgerichtete, wenn auch noch nicht einsetzbare Lichttonpatent (Henry Joly 1905) enthält zur Lösung des Synchronisationsproblems den Vorschlag, Ton und Bild auf demselben Streifen aufzunehmen. 1910 nimmt Eugène Augustin Lauste die ersten Lichttonfilme der Welt mit seinem „Photocinematophone" auf, das aufgrund fehlender akustischer Verstärkersysteme mit einem telephonischen Wiedergabesystem arbeitet. 1921 führt der Schwede Sven Ason Berglund zum ersten Mal öffentlich Lichttonfilme vor. Sein System arbeitet mit einem Zweistreifengerät, bei dem Bild und Ton auf zwei verschiedenen Filmstreifen mit identischer Perforation aufgenommen werden. Zu Beginn der zwanziger Jahre kommen

rungen [erster Beleg 1756-63]), überraschen. Es ist jedoch zu bedenken, daß auch der frühe Stummfilm keineswegs geräuschlos präsentiert wurde. Ansager, Erklärer, Geräuschemacher, Musiker und mechanische Musikinstrumente (z. B. Pianola, Kino-Orchestren) machen schon in der Frühzeit der bewegten Bilder dieses akustische Defizit wett. Die allmähliche Entwicklung des Stummfilms zu einer eigenständigen Ausdrucksform in den frühen zwanziger Jahren veranlaßt manche Filmemacher auch nach der Einführung der Tonfilmtechnik von einem konventionellen Einsatz des Tons in Form synchronisierter Sprechszenen Abstand zu nehmen und auf die Autonomie von Bild und Ton zu pochen (vgl. hierzu die Tonfilmkonzepte von Charlie Chaplin oder Sergej Michailowitsch Eisenstein).

schließlich mehrere Lichttonverfahren zum Einsatz (Lee de Forest, Joseph Tykociner etc.). Zu den wichtigsten Entwicklern zählen die ab 1922 unter dem Namen „Triergon" bekannte Tonbildinitiative von Hans Vogt, Joseph Massolle und Jo Engl sowie Theodor Case und Earl Sponable, die 1917 mit der „Thalofide"-Zelle nicht nur einen besseren photoelektrischen Wandler entwickeln, sondern mit ihren Arbeiten am Lichttonbildsektor auch für den Durchbruch dieses Systems in Amerika sorgen. 1927 stellt die Fox-Case-Corporation ihr „Movietone" genanntes Lichttonfilmverfahren der Öffentlichkeit vor und erzielt mit ihrer Tonwochenschau vom 20. Mai dieses Jahres einen Sensationserfolg, als sie Aufnahmen vom Start des Transatlantikfluges Charles Lindberghs zeigt. Die daraus hervorgehende „Fox Movietone Newsreel", die seit dem 28. Oktober 1927 regelmäßig erscheint, ist die erste Tonfilm-Wochenschau. In Deutschland, wo nach der 1913 erfolgten Einstellung des von Oskar Meßter betriebenen Nadeltonverfahrens („Biophon") der Lichttonfilm ohnehin dominiert, sorgt 1929 die Gründung der „Interessengemeinschaft Tobis-Klangfilm" für eine geregelte Versorgung des Markts mit Tonfilmen. Im März 1929 kommt Walter Ruttmanns „Melodie der Welt" als erster abendfüllender Lichtton-Langfilm in die deutschen Kinos. Am 9. September 1930 hat die erste Ausgabe der „Ufa-Tonwoche" Premiere. Mit der Etablierung immer ausgereifterer akustischer Systeme setzt sich der Tonfilm endgültig durch. 1931 sind von den 159 gedrehten Spielfilmen nur noch zwei keine Tonfilme.

Die Entwicklung der späteren Tonfilmtechnik, deren Dokumentation in den einschlägigen Filmgeschichten zusehends vernachlässigt wird,[30] erfolgt weitgehend in Analogie zu den sich anbietenden avanciertesten akustischen Medientechniken. In den frühen dreißiger Jahren werden die meisten Tonfilme direkt aufgenommen, da die Nachsynchronisation von Stimmen und Geräuschen noch recht aufwendig ist. Sind beim Drehen einer Szene mehrere Mikrophone im Einsatz, so werden die empfangenen Signale vor der photographischen Aufnahme des Tons gemischt. Zur sofortigen Kontrolle des aufgenommenen Tons bedient man sich weiterhin einer Wachsplatte. Da alle eingesetzten Mikrophone richtungsunempfindlich sind (sie also auf jeden Ton, unabhängig aus welcher Richtung dieser kommt, ansprechen), stellen Hintergrundgeräusche bei Außenaufnahmen ein ernsthaftes Problem dar. Um 1933 wird es bei der nachträglichen Bearbeitung des Filmmaterials möglich, nach dem Schneideverfahren eine extra aufgenommene Musik-Tonspur mit der synchronen Dialog-Tonspur ohne merklichen Qualitätsverlust zu mischen. Die technische Verbesserung von Tonaufnahme und -verarbeitung begünstigt den immer häufigeren Einsatz von Hintergrundmusik. Die in den dreißiger Jahren beginnende Ausarbeitung eines Stereo- bzw. Mehrkanal-Lichttonfilm-Verfahrens wird um 1940 erstmals einem größeren Publikum vorgestellt. Auf der New Yorker Weltausstellung 1939 findet die erste großangelegte Präsentation des von den Bell-Laboratorien entwickelten 35-mm-Stereotonfilm-Verfahrens statt.

1927 stellt die Fox-Case-Corporation ihr „Movietone" genanntes Lichttonfilmverfahren der Öffentlichkeit vor und erzielt einen Sensationserfolg

5 Millionen Menschen sehen einen mit Hilfe von vier Lichttonspuren in Stereoton aufgezeichneten Film von John A. Norling. Die Demonstration des ausgereiften „Stereo Sound Film Systems" (SSFS), das schließlich einen Frequenzbereich von 20-14.000 Hz umfaßt, findet am 9. April 1940 statt. Beim Walt-Disney-Streifen „Fantasia" (1940/41) wird erstmals das in dreijähriger Zusammenarbeit zwischen den Disney-Studios und der RCA entwickelte „Fantasound"-Stereotonverfahren eingesetzt. Das von Leopold Stokowski dirigierte Orchester wird hierbei auf acht separaten Lichttonspuren aufgezeichnet. Die ersten sechs Kanäle nehmen die verschiedenen Sektoren des Orchesters auf. Der siebente Kanal besteht aus einer Mischung der ersten sechs Kanäle. Ein zusätzlicher achter Kanal dient der Aufnahme des gesamten Orchesters aus der Entfernung. Aufwendige Verfahren dieser Art bleiben jedoch für den konventionellen Gebrauch von geringer Bedeutung, zumal die für dieses System entwickelten Wiedergabeapparaturen nur in wenigen Kinos installiert werden.

[30] Es fällt auf, daß mit der Ausarbeitung eines funktionierenden Tonfilmsystems die Frage nach neuen Medientechniken auf diesem Gebiet kaum noch gestellt oder gar beantwortet wird. Demgemäß verlagert sich der Schwerpunkt der einzelnen Filmgeschichten ab 1929/30 nahezu gänzlich auf den Aspekt der Programmgeschichte. Technische Entwicklungsschübe werden nur dort - und hier auch nur am Rande - behandelt, wo deutliche Wahrnehmungsveränderungen für den Rezipienten merkbar werden (z. B. Mehrkanaltonaufzeichnung, Rundumbeschallung).

Ebenfalls im Lichttonbereich werden erste Techniken zur Soundanimation entwickelt. Den ersten theoretischen Konzepten zur synthetischen Produktion von Tönen mittels Lichttonfilm (Moholy-Nagy, Ernst Toch 1922) folgen neben der ersten praktischen Realisierung des Systems mit Experimentcharakter (A. M. Avzaamov 1930) und dem 1932 bei einem Zeichentrickfilm angewendeten Tonverfahren Rudolph Pfenningers, bei dem eine großangelegte Kartei aus Lichtton-Filmkarten die Grundlage für die Klangerzeugung bildet, die ersten, direkt auf den Zelluloid-Streifen handgemalten Klangfiguren des neuseeländischen Musikers Jack Ellit (1933). Die händische Nachbearbeitung von Lichttonstreifen, wie sie etwa Norman McLaren in dem kanadischen Streifen „Neighbours" (1953) anhand der Kombination konventioneller Instrumentalmusik mit handgezeichneten musikalischen Effekten demonstriert, wird durchaus üblich.

Im Zuge der zunehmenden Vervollkommnung magnetischer Aufzeichnungsverfahren erhält der Lichttonfilm jedoch eine immer stärkere Konkurrenz. Die einfache Handhabung des Magnettonverfahrens bei der unmittelbaren Kontrolle des vor Ort aufgenommenen Tons und die deutlich bessere Klangqualität zählen ebenso wie seine technischen Möglichkeiten in bezug auf die Nachbearbeitung der Tonfilmaufnahme (Schnitt- und Mehrspurtechnik) zu den Hauptgründen für seine rasche Akzeptanz. 1949 hält das Magnettonverfahren in Form von perforierten, mit Eisenoxid beschichteten Magnetfilmen Einzug in die amerikanischen Filmstudios; schon 1951 werden 90% aller Filme mittels Magnetaufzeichnung vertont. Ab 1950 werden Tonbandgeräte produziert, die synchron mit der Filmkamera den Ton auf 0,635 mm breiten Bändern („1/4 inch tape") aufnehmen. Die neuen Synchron-Recorder, die den Gleichlauf von Film und Ton durch einen regelmäßigen auf einer zweiten Spur befindlichen Synchronisierimpuls gewährleisten, sind zwar kleiner als die bisher verwendeten Magnettonsysteme mit ihrem perforierten 35mm-Magnetfilm, allerdings noch immer nicht tragbar.[31] Auch die in Reaktion auf das sich etablierende Fernsehen entwickelten Breitwandfilme sind durchwegs mit Magnettonfilmsystemen ausgerüstet. Bei dem am 30. September 1952 in New York erstmals präsentierten „Cinerama"-Verfahren wird der obligate Stereoton, wie beim späteren „Todd-AO"-Verfahren (1955), auf sechs Tonbandspuren untergebracht. Das 1953 von Twentieth-Century-Fox vorgestellte „Cinemascope"-Verfahren verfügt über vier Magnettonspuren, die eine Tonwiedergabe über mindestens drei Lautsprecher hinter der Leinwand und über weitere Lautsprecher im Zuschauerraum erlauben. Der synchrone Ton zum Film wird hierbei während der Dreharbeiten auf eine einzelne Tonspur (mono) aufgenommen; erst bei der Überarbeitung werden vier unterschiedliche Tonspuren daraus gemischt. 1954 werden auch bei diesem Verfahren anstelle des 35mm-Magnetfilms vier Tonbandstreifen eingesetzt, die links und rechts von den Perforationslöchern des Filmstreifens angebracht sind. Da der synthetische Stereoklang nie vollkommen realistisch erscheint, auftretende Defekte sich dabei aber stärker bemerkbar machen als bei herkömmlichen Monoaufnahmen, geht man schließlich dazu über, Cinemascope-Filme teilweise wieder mit einer einzelnen Lichttonspur auszustatten.

1949 hält das Magnettonverfahren in Form von perforierten, mit Eisenoxid beschichteten Magnetfilmen Einzug in die amerikanischen Filmstudios

Das Nebeneinander von Lichtton- und Magnettonverfahren bleibt für die Geschichte der Tonfilmsysteme bis heute bezeichnend. Die wesentlichen Erweiterungen der technischen Möglichkeiten des Tons beim Film resultieren im wesentlichen aus der Verbesserung der Klangqualität sowie aus der fortschreitenden Entwicklung leistungsfähiger kleiner und leichter Mikrophone, die nicht nur hinsichtlich ihrer Empfangscharakteristik (Mikrophone mit Richtwirkung), sondern auch in Hinblick auf eine größtmögliche Bewegungsfreiheit des Schauspielers bei Außenaufnahmen mit Dialog den Anforderungen des Mediums gerecht werden. Die schon im Laufe der fünfziger Jahre in den Fernsehstudios eingesetzten Tauchspulenmikrophone, die man sich umhängen und unter der Kleidung verstecken kann, halten bis Mitte der sechziger Jahre auch beim Film Einzug. Die Übertragung des Signals, die

[31] Die Produktion erster tragbarer Synchrontonbandrecorder für den Film erfolgt 1959 in Europa. Sowohl beim „Nagra III" der Schweizer Firma Kudelski, der bis zum Ende der sechziger Jahre der gebräuchlichste Filmrecorder der Welt ist, als auch beim französischen „Perfectone" werden 0,635 mm breite Bänder eingesetzt. Das Nagra-III-Modell verfügt über drei Aufnahmegeschwindigkeiten, die üblichen Kontroll- und Playbackfunktionen und ein kleines zusätzliches Mischpult, mit dem die Empfangssignale von drei Mikrophonen kombiniert werden können.

im Fernsehstudio (bei Nahaufnahmen) häufig noch mittels Kabel erfolgte, ermöglicht bei den für den Film charakteristischen Totaleinstellungen ein mit dem Mischpult und dem Tonbandgerät verbundener Radioempfänger. Für Situationen, in denen ein Radiomikrophon nicht verwendet werden kann, produziert die Firma Kudelski 1971 einen kleinen Synchrontonbandrecorder, den „Nagra SN", der fallweise in der Tasche eines Schauspielers versteckt und mit einem Brustmikrophon verbunden werden kann. Ein anderes Modell, der „Nagra IV", wird in den siebziger Jahren auch in einer Stereo-Sound-Version angeboten, bei der ein im Vergleich zu den herkömmlichen Monoaufnahmegeräten modifiziertes Synchronisationspulssystem eingesetzt werden muß. Das Stereogerät, das vor allem gegen Ende der siebziger Jahre Verwendung findet, nimmt mit Hilfe zweier, an verschiedenen Stellen des Film-Sets plazierter Mikrophone zwei verschiedene Signale auf, die in der Nachbearbeitung beliebig gemischt und ausbalanciert werden können.

Ein wichtiger Schritt zur Verbesserung der Klangqualität gelingt durch die Einführung des Dolby-Rauschunterdrückungssystems, das 1971 beim Abmischen des Tons für den Streifen „Clockwork Orange" erstmals beim Film zum Einsatz kommt. Zwischen 1974 und 1977 wird das System sowohl bei Mono-Lichttonfilmen als auch bei Stereo-Magnettonfilmen verwendet. Die ab 1973 von Eastman Kodak und RCA begonnene Entwicklung eines einfachen Stereolichttonverfahrens, an dem auch das Dolby-Labor mitarbeitet, führt zum „Dolby theatre system", bei dem das Signal für den zentralen Lautsprecher hinter der Leinwand aus der Differenz zweier aufgenommener Tonspuren gemischt wird, während die beiden Basistonspuren mit Hilfe des linken bzw. rechten Lautsprechers reproduziert werden. 1975 wird dieses System, das eine größtmögliche Kompatibilität mit herkömmlichen Monogeräten garantieren soll, für den europäischen Streifen „Tommy" und 1976 für den amerikanischen Streifen „A Star is Born" genutzt. Die Versorgung der Lautsprecher im Zuschauerraum wird durch das sogenannte Sansui-Matrix(QS)-System gewährleistet, das erstmals für den George-Lukas-Streifen „Star Wars" (1977) eingesetzt wird.[32] Die vier Tonspuren zur Versorgung der drei Lautsprecher hinter der Leinwand (links, Mitte, rechts) und der Lautsprecher im Zuschauerraum werden hier auf die sechs Spuren eines 70mm-Magnettonfilms übertragen. Bei Produktionsbeginn des Films (1975) wird damit gerechnet, daß bis zu seiner Uraufführung (1977) mehr als 50% der Kinos mit dem Dolby-System ausgerüstet sind.

Obwohl sich die frühen digitalen Tonbandaufnahmesysteme (IMAX 1970, „Digital Dream" 1983) aufgrund ihrer unhandlichen Apparaturen für die konventionelle Tonfilmproduktion als wenig geeignet erweisen, macht die fortschreitende Digitalisierung der akustischen Medientechnik auch vor dem Tonfilm nicht halt. Wird Mitte der achtziger Jahre die digitale Tonbandaufnahme noch bei wenigen Produktionen, etwa zur Aufnahme der Hintergrundmusik für einige Filme der Disney-Studios („Something Wicked This Way Comes", „Splash" und „Country"), eingesetzt, so zeichnet sich bereits zu Beginn der neunziger Jahre die zunehmende Etablierung digitaler Tonfilmsysteme ab. Das Cinema-Digital-Sound-System, das erste digitale Tonaufnahmesystem, bei dem alle Stadien der Filmtonaufnahme und -wiedergabe digitalisiert sind, kommt bereits 1990 zum Einsatz. Das System, das ein Resultat der Zusammenarbeit zwischen Kodak und der Optical Radiation Corporation darstellt, beinhaltet ein digitales Aufnahmesystem mit sechs getrennten Tonkanälen und zwei Kontrollspuren für 35mm- und 70mm-Filme. Die acht Spuren werden zuerst getrennt voneinander digital encodiert und dann in einem einzelnen digitalen Strom („stream"), der in 180 parallele Ströme unterteilt ist, zusammengefaßt. Die mikroskopisch kleinen Abfolgen von schwarzen und weißen Punkten (digitaler Binärcode) werden auf einem speziellen, besonders feinkörnigen Film aufgenommen, dessen letzter Abzug auf herkömmliche Art und Weise kopiert werden kann. Abgespielt wird der digitale Ton mit Hilfe

Zu Beginn der neunziger Jahre zeichnet sich die zunehmende Etablierung digitaler Tonfilmsysteme ab

[32] Im Zusammenhang mit dem dritten Teil der „Star-Wars"-Trilogie „Die Rückkehr der Jedi-Ritter" wird ebenfalls von der Firma Lucasfilm Inc. das sogenannte THX-Verfahren entwickelt, das den Raumklang von Mehrkanal-Tonfilmsystemen optimiert. Auf diese Weise soll jeder Sitzplatz des Kinos ideal beschallt werden. Die Bezeichnung THX leitet sich von dem frühen George-Lucas-Film „THX 1138" und dem Erfinder des Systems, Tom Holman, ab, wobei das X für das von ihm entwickelte „Crossover"-Verfahren steht.

eines CCD-Sensors, der auf dem Filmprojektor in der Nähe der konventionellen Magnettonköpfe angebracht ist. Zur Anwendung kommt das Cinema-Digital-Sound-System bei Filmen wie „Dick Tracy" und „Days of Thunder" (jeweils auf 70mm-Film).

Die kalifornische Firma Digital Theatre Systems stellt am 30. Jänner 1991 ihr neues digitales Tonfilmsystem (DTS) vor, bei dem der Sound mittels DAT-Recorder abgespielt wird. Nach der Einführung der Double-Speed-CD-ROM steigt die Firma auf das neue Speichermedium um. Aufgrund der geringen Einbaukosten und der kurzen Umbauzeit verfügen zum Zeitpunkt der erstmaligen Präsentation des Systems anläßlich der Premiere des Steven Spielberg-Films „Jurassic Park" am 10. Juni 1993 bereits 764 Kinos über die notwendigen Abspielapparaturen. Das französische LC-Digital-Tonfilmsystem, benannt nach den Initialen der beiden Firmeninhaber, Elisabeth Löchen und Pascal Chédeville, wird am 26. Juni bei der Premiere des französischen Films „Cyrano de Bergerac" der Öffentlichkeit vorgestellt. Das dabei verwendete magneto-optische System erlaubt aufgrund seiner großen Kapazität die Aufnahme von Vier-Kanal-Aufnahmen in zwei Sprachen inklusive Untertiteln. Die Dolby-Laboratorien demonstrieren im Februar 1991 ihr digitales Tonfilm-System, das Dolby-Stereo-Digital-System, bei dem die digitale Tonspur in Blöcken zwischen den Transportlöchern des Films aufgenommen wird. Auf diese Weise kann bei diesem Verfahren auch die konventionelle, analoge Tonspur beibehalten werden. Das System wird erstmals am 19. Juni 1992 bei der Premiere des Spielfilms „Batman Returns" öffentlich vorgestellt. Ebenfalls kompatibel soll das am 17. Juni 1993 im Zuge der Premiere des Streifens „Last Action Hero" in vier Kinos in Los Angeles und New York vorgestellte Sony-Dynamic-Digital-Sound-Verfahren (SDDS) sein. Bei dem Tonfilmsystem, das acht verschiedene Kanäle (fünf hinter dem Bildschirm und drei im Publikum) unterstützt, wird auch die Zone außerhalb der Film-Perforation genutzt und ein für die Mini-Disc entwickeltes Codesystem (ATRAC, Adaptive TRansform Acoustic Coding) eingesetzt.

Die erste praktische Umsetzung der elektromagnetischen Schallaufzeichnung und -wiedergabe gelingt 1898 dem Dänen Valdemar Poulsen

Exkurs: Elektromagnetische Tonaufzeichnungsverfahren[33]

Die Geschichte der elektromagnetischen Aufzeichnungstechnik, die vorerst ein ähnliches Schattendasein führt wie das zuvor behandelte Lichttonverfahren, beginnt - wie die der meisten akustischen Medien - mit der Formulierung rein theoretischer Zielsetzungen. Die ersten Entwicklungsvorschläge kommen von Paul André Marie Janet, der schon 1887 die Möglichkeit einer magnetischen Tonaufzeichnung auf Stahldraht andeutet, und Oberlin Smith, der in einer Schrift mit dem Titel *Some Possible Forms of Phonograph* bereits 1888 ein derartiges Verfahren ankündigt. Die erste praktische Umsetzung der elektromagnetischen Schallaufzeichnung und -wiedergabe gelingt 1898 dem Dänen Valdemar Poulsen mit seinem sogenannten „Telegraphon". Das Gerät, das auf der Pariser Weltausstellung 1900 den Grand Prix erhält, zeichnet sich durch die verhältnismäßig lange Spielzeit (die hierzu ermittelten Angaben liegen zwischen 20 und 60 Minuten) und die Möglichkeit der wiederholten Aufzeichnung auf demselben Tonträger (Klaviersaite) aus. Darüber hinaus verlieren die Aufnahmen im Vergleich zur Schallplatte kaum an Qualität und sind auch nach oftmaligem Abspielen noch intakt. Die Nachteile liegen jedoch in der durch den Einsatz des Telephonhörers bedingten schlechten Wiedergabequalität, im häufigen Reißen des Drahts, der nur gelötet werden kann, und in den aus zu geringen Aufzeichnungs- und Wiedergabeströmen resultierenden starken Nebengeräuschen. Der kommerzielle Anwendungsbereich ist damit von vornherein auf den eines Diktiergeräts beschränkt. An diesem Makel ändern auch die verschiedenen Modifikationen des Geräts, die vor allem zu einer Verlängerung der Laufzeit führen, nichts. Auch der 1918 von Curt Stille entwickelte

[33] Vgl. hierzu u.a.: Martin Elste: *Kleines Tonträger-Lexikon. Von der Walze zur Compact Disc.* Kassel/Basel 1989; Günther Fellbaum/Wolfgang Loos/Klaus Fellbaum: *HiFi-Technik ohne Ballast.* München 1982; Michael Janitz/Claus Römer: *Radio - Platte - Band als Hör-Erlebnis. Informationen zur Audio-Technik.* Hg.v. Henner Faehndrich. München 1988; Peter A. Leitmeyr: *Der Unaufhaltsame Aufstieg des sprechenden Notizbuchs. 25 Jahre Compact-Cassette.* In: *Kultur & Technik,* 12. Jg. (1988), H.4, 196-204; Hans Schubert: *Historie der Schallaufzeichnung.* Frankfurt/Main: 1983; René Zey: *Neue Medien. Informations- und Unterhaltungselektronik von A bis Z.* Unter Mitarbeit von Axel Bitterlich und Christina Ullrich. Reinbek bei Hamburg 1995.

„Dailygraph", ein Drahtdiktiergerät mit Auf- und Abwickelspule auf einer Achse, dessen extrem dünner Draht bei einer Länge von 4.400 m und 2 Stunden Diktierzeit ein Gewicht von nur einem Kilogramm aufweist, erlaubt keinen anderen Verwendungszweck.

Ein wesentlicher Schritt auch in Hinblick auf die Verbesserung der Tonqualität stellt das von Fritz Pfleumer 1928 zum Patent angemeldete Magnetbandverfahren dar. Pfleumers Schallband besteht aus mit Stahlpulver beschichtetem Pergamynpapier in einer Stärke von 1/40 mm und läßt sich - praktisch ohne Verlust der aufgesprochenen Information - zerreißen, schneiden und wieder zusammenkleben. Die Weiterentwicklung dieses Systems durch AEG und BASF (Entwicklung eines Magnetbandes auf Kunststoffbasis) sowie die Entwicklung des „Ringkopf"-Systems durch Eduard Schüller (1933), mit dem die Ummagnetisierung der aufgezeichneten Information verhindert wird, stellen die wichtigsten Voraussetzungen für das 1935 auf der Berliner Funkausstellung vorgestellte Tonbandgerät, das „Magnetophon K1" von AEG, dar. Die relativ schlechte Tonqualität erlaubt aber - trotz der Vorteile bei Laufzeit, Abnützung, Schnitt- und Aufnahmeverfahren - auch hier nur den Einsatz als Diktiergerät. Seine relative Widerstandsfähigkeit gegen Erschütterungen läßt das Magnetophon dennoch schon früh zum idealen Speichermedium für die mobile Berichterstattung im Rundfunk[34] werden. Hier beginnt das Tonband im Laufe der Zeit die bis in die dreißiger Jahre üblichen Wachsplatten oder Schallfolien („Decelith" 1932) allmählich zu ersetzen. Die weiteren Entwicklungen zur sukzessiven Steigerung der Tonqualität, vom Prinzip der Hochfrequenzvormagnetisierung (Braunmühl und Weber 1940) bis hin zum Dolby-Rauschunterdrückungssystem (Ray M. Dolby 1966), lassen das Tonband schließlich nicht nur bei Radio, Film und Schallplattenaufnahme unentbehrlich werden, sondern legen die Verwertung des Geräts auch im nichtprofessionellen Bereich nahe.

Das zunehmende Interesse an der Konstruktion bedienungsfreundlicher Kassettengeräte findet seinen Ausdruck in einer steigenden Zahl von Zweilochkassettengeräten, die jedoch allein aufgrund ihrer Ausmaße keine weitere Verbreitung finden.[35] Das erste für die private Nutzung wegbereitende volltransistorisierte Kassettengerät ist der „EL 3300" der Firma Philips (1963). Das anfangs nur mit unbespielten Zweilochkassetten („Compact-Cassette", CC) ausgerüstete Gerät verfügt zwar ebenfalls nur über die Wiedergabequalität eines Diktiergeräts, hat aber durch seine große Speicherdichte und die einfach funktionierende Aufnahmevorrichtung genügend Vorteile, um eine Weiterentwicklung auch im Bereich der Tonqualität lohnend erscheinen zu lassen. 1965 kommen demgemäß nicht nur die ersten industriell bespielten „MusiCassetten" (MC) auf den Markt, sondern auch ein bereits verbessertes Wiedergabegerät. 1967 können auf dem 3,81 mm breiten und mit einer Laufgeschwindigkeit von 4,75 cm pro Sekunde abzuspielenden Band bereits 4 Spuren untergebracht werden. Die geschickte Firmenpolitik von Philips und die für eine breite kommerzielle Nutzung notwendige Verbesserung der Bänder und Abspielgeräte lassen die Compact-Cassette über lange Zeit zur bestimmenden Technik auf dem Gebiet der elektromagnetischen Aufzeichnung werden. Ein massiver Einschnitt in dieses bis heute gebräuchliche System erfolgt erst wieder mit der Digitalisierung des Tonbandbereichs.

Das erste für die private Nutzung wegbereitende volltransistorisierte Kassettengerät ist der „EL 3300" der Firma Philips (1963)

3. Das elektr(on)isch-digitale Stadium

(Telephon, CD-DA, DAT, DCC, Mini Disc, CD-i, DVD, Hörfunk)

Der Einzug digitaler Speicher- und Reproduktionstechniken, der diesen Umbruch in der Geschichte der akustischen Medien besiegelt, wird auf dem Gebiet der drahtlosen Telephonie, genauer bei der Übertragung von Telephonaten über Weitverkehr-Funkstrecken im Zweiten Weltkrieg, vorbereitet. Mit dem 1938 von Alec

[34] Die in den dreißiger und frühen vierziger Jahren führende Rolle Deutschlands bei der Konstruktion eines qualitativ hochwertigen Magnettonverfahrens resultiert nicht zuletzt aus den vielseitigen und für propagandistische Zwecke idealen Einsatzmöglichkeiten dieses Verfahrens (etwa im Rahmen der Kriegsberichterstattung).

[35] Die in geringer Stückzahl produzierten Apparate der Firmen Loewe Opta („Optaphon" 1948) oder Dr. Daniel („Tefifon" 1951) sind aufgrund ihrer Ausmaße für den privaten Gebrauch ebenso ungeeignet wie das schon 1943 von AEG vorerst noch für die Post entwickelte Zweilochkassettengerät.

A. Reeves entwickelten Pulscodemodulations-Verfahren (PCM) wird erstmals ein digitales System zum Einsatz gebracht, bei dem die Information nicht als ein sich stetig änderndes, zeitkontinuierliches Signal (vgl. etwa Amplituden- oder Frequenzmodulation), sondern als eine rasche Serie einzelner Pulse von konstanter Amplitude übertragen wird. Das zu übertragende „diskrete" Signal wird von einem binären Code (0 und 1) repräsentiert. Da die Information nicht von der Pulsamplitude abhängt, d. h. ein Rauschen die Aussage des Zahlencodes nicht verändert, sind PCM-Signale im Vergleich zu jenen konventioneller Modulationssysteme nahezu störungsfrei. Durch die Verknüpfung dieses Verfahrens mit der 1960 zur Anwendung kommenden „TASI"-Technik (Time Assignement Speech Interpolation), mit der die Zahl der Sprechkanäle weiter erhöht werden kann, schaffen die Bell-Laboratorien eine wichtige Voraussetzung für ein dienstintegrierendes Netz im zivilen Bereich, das ein einheitliches Übertragungsnetz für die unterschiedlichen nachrichtentechnischen Dienste gewährleisten kann. Das sogenannte Pulscodemodulations-Zeitmultiplex-Verfahren (Puls Code Modulation/ Time Division Multiplexing, PCM/TDM) verbindet ein digitales Codierungsverfahren mit dem Prinzip der Datenreduktion. Zeitmultiplex bedeutet hierbei, daß bei der Mehrfachübertragung von sprachlichen Nachrichten jedem Nachrichtenkanal immer nur für eine begrenzte Zeitdauer der volle Übertragungsweg offensteht, er also innerhalb dieses kleinen Zeitfensters den verschlüsselten Zahlenwert für die Amplitude übermitteln muß. Die Verbindung der beiden Verfahren vermindert die Anfälligkeit gegenüber Störgeräuschen und erlaubt im Vergleich zur analogen Übertragung eine deutliche Steigerung der Übertragungskapazität. Obwohl die Einführung eines volldigitalisierten Systems zur Nachrichtenübertragung und -vermittlung auf ähnlich retardierende Momente wie die Etablierung des automatischen Vermittlungssystems stößt, werden letztlich doch die Weichen zu einem völlig digitalen PCM-Netzwerk (AT&T 1988) gestellt. Die tendenzielle Umstellung auf dienstintegrierende digitale Netze (ISDN „Integrated Services Digital Network") bildet die Grundlage für die optimale Nutzung der vorhandenen technischen Möglichkeiten.

Den ersten Systemen zur Verwertung der Digitaltechnik im Audiobereich dienen Videobänder mit Spiralabtastung als Speichermedium

Ein wichtiger Bestandteil des Konzepts dienstintegrierender Netze ist die durch die Digitalisierung vorangetriebene Möglichkeit der zunehmenden Verbindung optischer und akustischer Informationen, wie sie von den analogen Verfahren auf dem Tonfilm-, Fernseh- und Videosektor bereits zum Teil eingelöst wurde. Multimedialität kennzeichnet demzufolge auch die Entstehungsgeschichte jenes Speichermediums, das zum kommerziellen Leitmedium der Digitalisierung im Audiobereich wird: die digitale Compact Disc - Digital Audio (CD-DA). Ihre Konzeption basiert nicht nur auf einem von der Speicherung digitaler Videosignale auf Glasplatten ausgehenden Prototyp der Firma Philips, sondern gipfelt letztlich auch in der Entwicklung einer CD-interactive (CD-i 1992), mit deren Hilfe Bild und Ton zu einem volldigitalisierten Multimedia-Ereignis verbunden werden können.[36]

Den ersten Systemen zur Verwertung der Digitaltechnik im Audiobereich dienen aufgrund der für die digitale Codierung notwendigen hohen Speicherdichte und Datenrate Videobänder mit Spiralabtastung als Speichermedium (PCM-Audiorecorder vom NHK Technical Research Institute 1967 bzw. Sony 1969). Mit Hilfe immer perfekterer Techniken kann das digitale Aufzeichnungsverfahren Signale nicht nur weitgehend störungsfrei halten, sondern gleichzeitig auch beliebig verändern. Der Einzug der Digitaltechnik im Synthesizerbereich, der schon 1971 durch die Einführung eines digitalen Hallgeräts vorbereitet wird und in Entwicklungen wie dem 1980 vorgestellten „Sound Sampler" gipfelt, der die Digitalisierung, Speicherung und Veränderung jedes in der Natur vorkommenden Klanges ermöglicht, ist hierfür ebenso bezeichnend wie die zunehmende Verwendung digitaler Aufnahmeverfahren, die nicht nur eine selbst nach unzähligen Überarbeitungs- oder Mischprozessen nahezu verlustfreie Tonaufnahme gewährleisten, sondern unter anderem auch die Aufbereitung schlechter primärer akustischer Quellen (z. B. historischer Schallplattenaufnahmen) zulassen. 1972-73 werden unter dem japanischen Denon-Label („Black Disc") und von der BBC (British Broadcasting Corporation) erste Ma-

[36] Zu den aktuellen Entwicklungen im Bereich der modernen digitalen Tontechnik vgl. u.a.: Elste, *Kleines Tonträger-Lexikon*; Ken Pohlmann: *Compact-Disc-Handbuch.* Vaterstetten 1994; René Zey: *Neue Medien.* Reinbek 1995.

sterbänder mit Digitalrecordern aufgenommen. Auf der Tokyo Audio Fair 1977 zeigen Sony, Mitsubishi und Hitachi Prototypen von digitalen Audioplatten. 1979 wird bei Telefunken die Mini-Disc, eine der CD sehr ähnliche Scheibe mit einem Durchmesser von 13,5 cm entwickelt, die zwar ebenfalls auf dem digitalen Pulscodemodulationsverfahren basiert, sich aber nicht durchsetzen kann. Um 1980 werden Schallplattenaufnahmen, die auf digitalen Magnetbandaufzeichnungen beruhen, immer häufiger (z. B. Decca und EMI 1979). Ungefähr gleichzeitig wird das System der CD-DA von Philips und Sony zur Marktreife gebracht. 1982/83 kann die digitale Audio-CD weltweit eingeführt werden. Dieses plattenförmige Speichermedium, das mittels Laserstrahl optisch abgetastet wird, hat einen Durchmesser von 12 cm (ursprünglich 11,5 cm) und eine Maximalspieldauer von 74 Minuten. Die Platten aus Polykarbonat werden in Spritz-Preß-Technik unter höchsten Luftsauberkeitsbedingungen hergestellt und anschließend mit einer hauchdünnen reflektierenden Aluminiumschicht überzogen. Durch einen Schutzlack wird die Oberfläche der Platte gegen Beschädigung gesichert. Für die digitale Aufzeichnung wird das Schallereignis einer meßtechnischen Analyse unterzogen. Dabei wird es in Einzelteile von gleicher zeitlicher Dauer (44.110 Teile pro Sekunde) zerlegt. Danach wird an jedem dieser Teile der dort gerade herrschende Pegel, also die Signalspannung, gemessen und das Meßergebnis in eine digitale Zahleninformation (0/1) umgewandelt. Diese meßtechnische Analyse der Schallwelle wird in Form von winzigen Vertiefungen (Pits) in die Platte eingebrannt. Eine geschickte Marktstrategie sowie die anwendungsspezifischen und akustischen Vorteile dieses Systems, wie größtmögliche Bedienungsfreundlichkeit oder nahezu gänzliche Rauschfreiheit, führen dazu, daß die analoge Schallplatte nur zehn Jahre nach seinem Erscheinen praktisch vollständig vom Audiomarkt verschwindet. Der Einsatz von Zusatzinformationen und das Prinzip der Datenreduktion ermöglichen den digitalen Verfahren aber nicht nur die Ausweitung des Bedienungskomforts, sondern auch eine Speicherplatzökonomie ungeahnter Dimension. Das Digitale Audio Tape (DAT 1986), die Digitale Compact Cassette (DCC 1992) und die Mini-Disc (MD 1992) sind die herausragenden Beispiele einer noch nicht absehbaren Entwicklung, an deren vorläufigem Ende unter vielem anderen der von Sony 1992 auf den Markt gebrachte Mikro-Recorder „Scoopman NT-1" steht, ein Diktiergerät mit Stereoklang, dessen Cassette in Briefmarkengröße Platz für zwei Stunden Aufnahme bietet. Die mannigfaltigen Versuche, die CD auch als Aufnahmemedium für den Heimgebrauch zu etablieren, sind - nicht zuletzt aufgrund der Marktstrategien der Plattenfirmen - bislang nur in Grenzen erfolgreich. Die angebotenen Systeme können entweder - wie die 1985 eingeführte, beliebig oft bespielbare Magneto Optical Disc (MOD) - auf herkömmlichen CD-Playern nicht abgespielt werden oder erlauben - wie die 1988 vorgestellte CD-R(-WriteOnce) - nur eine einmalige, dafür aber kompatible Aufnahme. Mit der Vermarktung einer mehrmals bespielbaren, mit herkömmlichen CD-Playern kompatiblen CD-ER (CD-Erasable/Recordable)[37] ist nach Angaben der Firma Philips[38] (wenn überhaupt) erst nach dem Jahr 2000 zu rechnen. Die 1993 ebenfalls von Philips präsentierte Einführung von „Full-Motion-Video" auf CD-i stellt einen vorläufigen Höhepunkt bei der schon angesprochenen Vernetzung von Bild und Ton dar. Über einen durch eine Digital Video Cartridge erweiterten CD-i-Player und einen Fernseher können neben den konventionellen Audio- und Photo-CDs nun nicht nur interaktive Videospiele, sondern auch Musik- und Kinofilme abgespielt werden. 1994 bringt Peter Gabriel unter dem Titel „Xplora 1" die weltweit erste interaktive Musik-CD auf den Markt.[39]

1982/83 kann die digitale Audio-CD weltweit eingeführt werden

Da die Laufzeit der CD-i jedoch auf 74 Minuten begrenzt ist, Kinofilme also auf mindestens zwei CDs gespeichert werden müs-

[37] Vgl. Klaus Brepohl: *Lexikon der neuen Medien.* 6. Auflage. Köln 1993, 33.

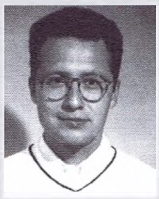
[38] Vgl. dazu: *Warten auf CDE. Die löschbare CD - Philips schafft den Durchbruch.* In: *FonoForum. Klassik und High Fidelity,* Jänner 1995, 95f.

[39] Auf einer derartigen CD-ROM sind Musikstücke, Videoclips, Songtexte und Hintergrundwissen über die Interpreten so miteinander verbunden, daß der Konsument die Informationen individuell (in beliebiger Reihenfolge und Kombination) abrufen kann. Über ein elektronisches Audiomischpult besteht bei einigen Produktionen die Möglichkeit, in die Musikstücke einzugreifen und Arrangements oder Tempi zu verändern. Ein Videomischpult erlaubt die Produktion individueller Videoclips nach vorgegebenen Auswahlkriterien. Neben Gabriel haben 1994 Künstler wie David Bowie („Jump"), Thomas Dolby, Prince („Interactive"), Todd Rundgren, U 96 oder Herbert Grönemeyer („Chaos") interaktive Musik-CDs veröffentlicht.

sen, wird - auch auf Betreiben großer Filmgesellschaften - ein Aufzeichnungsverfahren entwickelt, mit dem es erstmals möglich sein soll, Kinofilme in voller Länge und in erstklassiger Bild- und Ton-Qualität auf einer CD-großen Scheibe unterzubringen. Durch den Einsatz von roten und infraroten Lasern, die eine wesentliche Erhöhung der Pits-Dichte ermöglichen, sowie durch die Anbringung zweier übereinander liegender Datenschichten und die beidseitige Benutzung der Scheibe übertrifft die Laufzeit der DVD (Digital Video Disc, Digital Versatile Disc) die der CD um ein Vielfaches. Der 1995 auf der Winter Consumer Electronic Show (CES) in Las Vegas Presse und Handel vorgestellte Prototyp der DVD, eine Verbindung der „Multimedia-CD" von Sony/Philips (Zweischichttechnik) und der „Super Density Disc" von Toshiba, Pioneer, Matsushita & Co. (beidseitig bespielte Scheibe durch Zusammenkleben zweier dünner, einseitig bespielter Scheiben), soll der künftige gemeinsame Standard für Bild-, Ton- und Datenspeicherung werden.[40]

Im Radiobereich wird die durch die Digitaltechnik mögliche Steigerung des Bedienungskomforts von dem 1974 bei der ARD eingeführten analogen ARI-Verkehrsfunksystem vorbereitet, das drei Kennsignale (Verkehrsfunk-, Bereichs- und Durchsagekennung) enthält, und für einen idealen Radioempfang im Auto sorgen soll. Das Verfahren, das 1976 auch in Österreich eingeführt wird, ist ein Vorgänger des digitalen Radio-Daten-Systems (RDS), dessen digital codierte Datensignale eine wesentliche Verbesserung der Abstimmfunktion und eine größere Vielfalt von Zusatzinformationen ermöglichen. Seit 1989 strahlen die Satelliten Kopernikus und TV-Sat digitale Hörfunkprogramme in CD-Qualität aus. Das auf der Internationalen Funkausstellung dieses Jahres vorgestellte und dann in einem Betriebsversuch erprobte Digitale Satelliten-Radio (DSR) erlaubt vorerst die Übertragung von 16 Stereo-Programmen mit Begleitinformationen (RDS). Der Empfang erfolgt über relativ kleine Parabol-Antennen oder über Kabel sowie über einen speziellen Hörfunkempfänger, der das ausgestrahlte Summensignal in die 16 digitalen Einzelsignale umwandelt und daraus das analoge Stereo-Signal und die Zusatzinformationen bildet. In Deutschland wird der digitale Satellitenrundfunk am 14. September 1990 eingeführt. Seit Ende März 1995 sind die ersten digitalen Rundfunkprogramme auch über Astra zu empfangen. Das „Astra Digital Radio" (ADR) bietet mehr Programme als der DSR-Hörfunk, indem die freien Kapazitäten der Astra-TV-Transponder - durch Datenreduktion lassen sich auf jedem Fernsehkanal zusätzlich zum TV-Begleitton zwölf digitale Stereorundfunkprogramme unterbringen - genutzt werden.[41] Als Konkurrenzsystem zum Digitalen Satelliten Radio (DSR) wird Digital Audio Broadcasting (DAB) entwickelt, das den Empfang - mit Hilfe einer Stabantenne - auch über mobile Radios zulassen und bis zum Jahr 2010 die analogen Radioprogramme ersetzen soll. Alle DAB-Programme sollen dann in ganz Europa auf einheitlichen Frequenzen zu empfangen sein.

Der Autor



Univ.-Lektor Mag.

Heinz Hiebler

(1967)

Dissertant am Institut für Germanistik in Graz, Studium der Deutschen Philologie und Kunstgeschichte in Graz. Maßgebliche Mitarbeit am FWF-Forschungsprojekt "Literatur und Medien - Poetische Fiktion und technische Medien in der Neuzeit". Zahlreiche akademische Auszeichnungen und Stipendien. Veröffentlichungen u.a. zur Medientechnikgeschichte sowie zum Schwerpunkt Medien und klassische Moderne (1889-1933).

[40] Vgl. dazu: *Die DVD kommt - geht die CD? Das neue Speichermedium für Ton, Bild und Daten.* In: *FonoForum. Klassik und High Fidelity,* Mai 1996, 96-100.

[41] Vgl. dazu: *ADR spielt auf. Beginn der datenreduzierten Rundfunk-Ära.* In: *FonoForum. Klassik und High Fidelity,* Juli 1995, 106-108.

Kommentar zur Geschichte des Computers

HERWIG WALITSCH

Eine der heute am weitesten verbreiteten Thesen lautet, nicht das Fernsehen werde das „Leitmedium" der Zukunft sein, sondern der Computer. Hierfür spricht manches, ebensovieles aber auch dagegen, zumindest aus technik-logischer Sicht. Zudem ist diese These in der angegebenen Form zu wenig differenziert, um als Grundlage für weitergehende Überlegungen kultur- oder sozialwissenschaftlicher Art dienen zu können; solche Überlegungen können, sofern sie sich auf nichts weiter stützen als auf Ausrufungen der computerbestimmten Zukunft, schlechterdings nur zu Spekulationen geraten, wie sie gegenwärtig sonder Zahl kursieren.

Die meisten dieser „Prognosen" übersehen zunächst, daß der Computer über die weitesten Strecken seiner historischen Entwicklung im technischen Sinn gar kein Medium war, und auch heute noch spricht vieles gegen eine logische Gleichstellung des Computers mit den „echten" analogen optischen und akustischen, den Übertragungsmedien und den typographischen Medien. Der folgende Überblick über die Computergeschichte soll dies verdeutlichen.

Der Computer war über die weitesten Strecken seiner historischen Entwicklung im technischen Sinn gar kein Medium

Vom mechanischen zum elektro-mechanischen Rechenautomaten

Der Computer hat seinen Ursprung in der Bemühung um automatisiertes Rechnen, von der wir bereits aus der Antike Zeugnisse haben. In Griechenland und Rom gibt es Rechenbretter aus Holz, Metall oder Stein, Abakus genannt, die, nur postkartengroß, leicht transportabel (Handabakus) und weitverbreitet sind. Die Rechensteine heißen claviculi („Nägelchen") oder calculi („Steinchen"); letzteres bildet die Wurzel der Begriffe kalkulieren, Kalkulation. Der Abakus erlaubt Rechnungen bis zu Zahlenwerten von knapp 10,000.000. Im 17. Jahrhundert bemühen sich Schickard (1624), Pascal (1643) und Leibniz (1671/75) um Rechenmaschinen; die Leibnizsche basiert auf der Stiftwalze und ist die erste echte Vierspezies-Rechenmaschine (Multiplikation, Division, Addition und Subtraktion) der Geschichte. Ebenfalls bereits im 17. Jahrhundert wird die binäre Ausdrucksform für alphanumerische Information bekannt (F. Bacon 1605, Leibniz 1680[1]). Mit der Lochkarte (Jacquard 1805) taucht ein wichtiges Element zur Speicherung und Verrechnung von Information auf; zunächst findet es Verwendung zur Steuerung mechanischer Systeme (Webstühle). 1822 findet die Lochkarte erstmals Verwendung in einer Rechenmaschine: in der „Difference Engine" von C. Babbage, einer programmgesteuerten Maschine, die für die Verrechnung von 20 Dezimalstellen konzipiert ist. Sie wird freilich nur in Teilstücken vollendet. 1833 schafft Babbage mit seinem Entwurf der „Analytical Engine" eine theoretische Konzeption einer Rechenmaschine, die bereits alle Elemente einer modernen Datenverarbeitungsanlage aufweist: einen Zahlenspeicher (store) für fünfzigstellige Dezimalzahlen (50.000 Ziffernräder bilden den Speicher), ein Rechenwerk (mill, entspricht dem Prozessor) und eine Steuereinheit (control) zur Steuerung des gesamten Programmablaufs einschließlich der Rechenoperationen und des Datentransports. Die Datenausgabe soll über einen Drucker und einen Kartenlocher erfolgen. Babbage entwickelt auch konkrete Vorstellungen hinsichtlich der Programmierungsmöglichkeiten; er denkt an logische Programmverzweigungen, an das Durchlaufen von Programmschleifen, an Programmwiederholungen bzw. an das Überspringen von Programmteilen mittels Steuerungsanordnungen, die eine zyklische Durchführung von Rechenvorgängen möglich machen sollen. Babbages Denken über das automatisierte Rechnen ist seiner Zeit weit voraus; erst 100 Jahre später werden die ersten funktionierenden frei programmierbaren Rechenmaschinen gebaut. Er scheitert freilich an der Feinmechanik der Zeit, die die Hardware der „Analytical Engine" nicht in

[1] „[D]as Binärsystem, das heißt das Rechnen mit 0 und 1, ist trotz seiner Länge das grundlegende System für die Wissenschaft und führt zu neuen Entdeckungen. die dann für den Umgang mit Zahlen und vor allem für die Geometrie nützlich sind. Wenn die Zahlen auf ihre einfachsten Prinzipien wie 0 und 1 reduziert werden, dann herrscht überall eine wunderbare Ordnung." Gottfried Wilhelm Leibniz: *Herrn von Leibniz Rechnung mit Null und Eins.* 2. Auflage. Berlin/München 1969, 50.

der erforderlichen Hochpräzision erzeugen kann.

Die Jacquardschen Lochkarten, die Babbage in seiner Maschine einzusetzen plant, verwendet der Amerikaner H. Hollerith 1889 in der ersten funktionierenden Datenverarbeitungsanlage zur Registrierung (Speicherung) und Verarbeitung von Daten (demographisch-statistischer Information in alphanumerischer Form). Er erhält ein Patent des Titels „Art of Compiling Statistics" für eine Lochkartenmaschine, die ein Jahr später bei der 11. Volkszählung in den USA zum Einsatz kommt. Holleriths Lochkarte ist ein hochflexibles Datenspeichermedium, das in Verbindung mit elektromechanischen und elektrochemischen Lesevorrichtungen wesentliche Möglichkeiten der elektronischen Datenverarbeitung vorwegnimmt: Datenbankeinrichtung, Zählung, Sortierung, Suchlauf nach beliebig vielen und beliebig kombinierten Kriterien etc. Die beim Zensus von 1890 in den USA bewältigten Datenmassen erregen weltweit Aufsehen. Obwohl bei einem Lochkartenaufkommen von 63 Mio. Stück à ca. 18 - 20 Lochungen/Karte an die 1,3 Mrd. Lochungen ausgewertet werden müssen, unterbietet der dafür nötige Zeitaufwand nicht automatisierte Verfahren um 60%; ebenso drastisch werden die Kosten reduziert. Die Hollerith-Erfindung wird bereits „statistical computer" genannt. Schon 1890 wird die Lochkarte bei der Volkszählung in Österreich eingesetzt, 1891 in Norwegen und Kanada, 1893 in Italien, 1897 in Rußland, 1904 auf den Philippinen. Bis 1925 werden ca. 500 Patente zur weiteren Verbesserung des Verfahrens registriert, zugleich seine Anwendungsmöglichkeiten rasch erweitert. Schließlich ist es möglich, die Lochkarte zur Erledigung aller Vorgänge in der Verwaltung einzusetzen, die auf der Sortierung, Zählung und Addition von Werten und Mengen beruhen. Pro Stunde können bis zu 120.000 Karten sortiert werden. Daten werden damit unabhängig von ihrem Inhalt zu einem industriell zu verarbeitenden Material. Das Problem des Datenschutzes hat seine Wurzeln bereits hier, nicht erst in den Vorgängen der elektronischen Datenverarbeitung durch Rechner der 2. und 3. Generation.

Der deutsche Bauingenieur Konrad Zuse konzipiert 1936 den ersten betriebsfähigen programmgesteuerten Rechenautomaten: „Z 1"

Der deutsche Bauingenieur Konrad Zuse konzipiert 1936, ein Jahrhundert nach den ersten Entwürfen von Babbage, den ersten betriebsfähigen programmgesteuerten Rechenautomaten: „Z 1". Zuse gelingt es, nicht nur die Henschel-Flugzeugwerke, die sich mit der Entwicklung von programmgesteuerten Bomben befassen, sondern auch die Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt in Berlin von der Effizienz seiner Maschine bei der Abwicklung komplizierter aerodynamischer Berechnungen zu überzeugen. 1937 wird „Z 1" fertiggestellt. 1941 baut Zuse nach weiteren Aufträgen des Reichsluftfahrtministeriums über die Berechnung, Erprobung und Überprüfung von ferngesteuerten Flugkörpern die erste nicht ausschließlich mechanisch, sondern elektromechanisch funktionierende Anlage „Z 3". Sie enthält ca. 2.600 Relais, die als Speicher für 64 Zahlen à 22 Dualstellen (entspricht ca. 7 Dezimalstellen) fungieren. Der Digitalrechner „Z 3" wird durch Lochfilm gesteuert und ist mit einem Lampenfeld zur Ergebnisanzeige und einem Tastenfeld zur Dateneingabe ausgerüstet; er besitzt eine Gleitkommaeinrichtung. Höchst bemerkenswert ist, daß das zentrale Bauelement des Rechners, das Relais, mit dessen Hilfe sehr komplexe Schaltanordnungen aufgebaut und durch Zusammenschaltung mehrerer Relais auch logische Schaltverbindungen hergestellt werden können, von Zuse aus der Nachrichtentechnik entnommen wird. Dies wird noch für die nächste Rechnergeneration auf der Basis von Elektronenröhren zutreffen. Der Grund für die besondere Eignung elektrischer Schaltelemente für Zuses Rechner liegt darin, daß diese Maschine ausschließlich binär dargestellte Zahlenwerte verarbeitet, wofür sich Relais als bistabile elektrische Bauteile hervorragend eignen. Zwar steigt mit der Verwendung von rein binären Zahlendarstellungen die Zahl der benötigten Stellen um ca. das Dreifache an; dafür wird die komplette Struktur der operativen Auslegung der Maschine drastisch vereinfacht. Weiters werden dadurch logische Grundverknüpfungen („und", „oder", Negation etc.) in die Ausführung von Rechenoperationen integriert; auf der Basis reiner Binärzahlen können logische Operationen zugleich der Speicherung und der Programmablauf-Steuerung dienen. Aufbauend auf der Algebra George Booles entwickelt Zuse Möglichkeiten, die zum Ablauf von Programmen mit bestimmten Eigenschaften erforderlichen Schaltungen im vorhinein zu berechnen. Dies erlaubt weitreichende Programmverfeinerungen bis hin zur Abrufung bestimmter festeingebauter Programmabläufe. Die Grund-

lage dieser Entwicklungen bildet Zuses Einsicht, daß sowohl verarbeitete wie auch verarbeitende Daten, also sowohl gespeicherte und abgerufene Daten als auch Steuerungsbefehle als „Information" in gleicher Weise zu behandeln sind. Diese zentrale Einsicht, die unabhängig von Zuse 1948 auch C. E. Shannon und N. Wiener ihren Theorien zur Information und Kybernetik zugrundelegen werden, ermöglichen Zuses Rechner grundsätzlich alle Leistungen eines modernen Computers: Als gleichwertige „Information" können Zahlen und die Befehle zu ihrer Verarbeitung im selben Speicher stehen, deshalb kann der Programmablauf vom Ergebnis der Rechenoperation mitbestimmt, können Teile von Befehlen („Adressen") durch Rechnung automatisch ermittelt werden, können sich Befehlsfolgen durch logische Rechenoperationen automatisch ermitteln lassen etc. Zur Rechenleistung des „Z 3"-Rechners: Er kann neben den vier Grundrechenarten durch entsprechende Programmierung auch Radizieren sowie, entsprechend den Wünschen der Auftraggeber, Spezialprogramme der Aerodynamik durchführen, wobei in einer Sekunde 15 bis 20 arithmetische Operationen abgearbeitet werden. Eine Multiplikation über 7 Dezimalstellen dauert 4 bis 5 Sekunden.

Zuse ist freilich nicht der einzige, der sich Ende der dreißiger und Anfang der vierziger Jahre mit dem automatisierten Rechnen auf der Grundlage von Binärzahlen („Software") und Relais als bistabilem elektrischem Bauteil („Hardware") beschäftigt. 1936 entwirft A. M. Turing in England seine Universal Discrete Machine („Turingmaschine"), einen universellen Rechenautomaten zur Definition berechenbarer Zahlen (computable numbers). Diese Maschine ist nicht auf technische Verwirklichung abgestellt, sondern auf möglichst einfache Funktion ohne Rücksicht auf die Vielzahl der dadurch erforderlichen Rechenschritte. Sie besteht aus einem Schaltwerk und einem unendlich langen Bandspeicher. Turing legt damit klar, daß alles Berechenbare auch schaltbar ist. Der amerikanische Mathematiker H. H. Aiken beginnt 1939 an der Harvard University mit der Konstruktion eines Großrechners; er verschaltet Lochkarten-Baugruppen und Relais bzw. Röhren zum ersten elektromechanischen Rechner-Koloß. 1944 stellt Aiken die Anlage „Harvard Mark I" fertig. Ihr zentrales Schaltelement ist ein elektromechanischer Drehwähler aus der Fernmeldetechnik. Alle Teile von „Mark I", zumeist Standardbauteile aus Lochkartenmaschinen, stammen aus der Produktion der die Rechnerentwicklung fördernden Firmen IBM und Western Electronics. Die Kriegsanstrengung und die neuen Möglichkeiten des militärischen Geheimfunks (der Verschlüsselung alphanumerischer Information etwa durch die deutsche kryptographische Maschine ENIGMA) sowie der mathematischen Ballistik (Vorausberechnung von Geschoßflugbahnen, Feuerleitsysteme) treiben die Bemühung um automatisiertes Rechnen voran. 1941 knackt A. Turing, mittlerweile vom britischen Geheimdienst verpflichtet, den Code der ENIGMA. Fortan sind alle von der deutschen Maschine chiffrierten Signale binnen 24 Stunden enträtselbar - eine kriegsentscheidende Leistung. 1942 beginnt in England der Bau einer Rechenanlage unter dem Decknamen „Colossus". Ab 1943/44 ist sie einsatzbereit und dechiffriert systematisch die geheimen Funksprüche der Wehrmacht.

H. H. Aiken verschaltet 1939 Lochkarten-Baugruppen und Relais bzw. Röhren zum ersten elektromechanischen Rechner-Koloß

Vom Röhrenrechner zum Chiprechner

Auch die Arbeit, die nach Kriegsende zur Rechnerentwicklung geleistet wird, steht nicht im zivilen, sondern im militärischen Dienst; immer noch aber geht es nicht um mediale Zwecke im technischen Sinn (also um die Vermittlung von optischer oder akustischer Information mit technischen Mitteln) sondern um Rechnen, um das Verrechnen alphanumerischer Information. Computer- und Medientechnik berühren einander mit der Übernahme der Elektronenröhre aus der Übertragungsmedientechnik in die Rechnertechnologie. Sie wird dort aber nicht für dieselben Zwecke eingesetzt wie in der Medientechnik (Empfang und Verstärkung von Signalen, optische Abtastung und Bildreproduktion etc.), sondern ausschließlich als Schaltelement zur Produktion zweier Schaltzustände: Ein und Aus. Der erste vollelektronische, also fast ausschließlich aus Elektronenröhren aufgebaute Rechner ist ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Calculator), der 1945 von J. P. Eckert, J. W. Mauchly und J. v. Neumann an der University of Pennsylvania konstruiert wird. ENIAC ist der erste arbeitsfähige vollelektronische Rechenau-

tomat (mit 17.000 Elektronenröhren,[2] 1.500 elektromechanischen Relais, einem Energieverbrauch von 150.000 Watt und einem Gewicht von 30 Tonnen). Er schafft 5.000 Additionen in der Sekunde und ist damit 2.000 Mal schneller als der Harvard-Mark 1 (Aiken 1944). Gegenüber Zuses „Z 3" bleibt „ENIAC" allerdings in mancher Hinsicht zurück, so ist „Z 3" bereits frei programmierbar; auf „ENIAC" müssen die Programme noch „gestöpselt" werden („verdrahtetes Programm"). Die Entwicklung von ENIAC geht in einem noch nie dagewesenen Ausmaß auf militärische Interessen zurück. Er sollte die Berechnung von Zieltabellen für die Artillerie beschleunigen. Auf der noch unfertigen „ENIAC" werden ab Sommer 1945 die entscheidenden Berechnungen zur Weiterentwicklung der Atombombe durchgeführt.

Schon im Lauf der fünfziger Jahre entsteht die Tendenz zur stetigen Verkleinerung des Transistors

Aufgrund der Erfahrungen mit ENIAC entwirft die Gruppe um v. Neumann, Eckert und Mauchly den Rechner EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer). In Anlehnung an Babbage weist die Konstruktion eine klare Trennung in Speicher, Rechenwerk, Steuerwerk, Dateneingabe und Datenausgabe auf. Als Speicher dienen magnetisierbare Trommeln und Scheiben. Damit ist es möglich, auch das Programm im Speicher festzuhalten. Dieser Aufbau wird nach dem ungarisch-amerikanischen Mathematiker J. v. Neumann „Neumann-Architektur" genannt. Noch heute sind alle Digitalrechner nach diesem Schema aufgebaut. EDVAC gilt mit dieser Architektur als erster funktionstüchtiger Universalrechner, der aufgrund freier Programmierbarkeit, entsprechend aufgebauten Arbeitsspeichers und Zeichenvorrats sowie der Art der peripheren Geräte jede Aufgabe der Datenverarbeitung lösen kann (Im Gegensatz dazu stehen Spezialrechner, die entweder durch Festspeicher [ROM] oder andere Merkmale auf bestimmte Anwendungsbereiche beschränkt sind [etwa Prozeßrechner, Betriebsrechner u. dgl.]). Der serienmäßige Bau von Universalrechnern beginnt 1951 mit der Fertigstellung von UNIVAC 1 (Universal Automatic Computer, Produktname der Firma Sperry, aus der 1986 Unisys hervorgeht) durch Eckert und Mauchly nach dem Konstruktionsbeginn im Jahr 1949. Die Zentraleinheit von UNIVAC 1 besteht aus 975.000 Einzelteilen, sein Gesamtgewicht beträgt 19 Tonnen. Seine Maße betragen 5 m mal 2,5 m. Rechner des Typs UNIVAC kosten rund eine Million Dollar und bleiben bis Mitte der sechziger Jahre in Betrieb. Röhrenrechner werden bis Mitte der fünfziger Jahre gebaut und bleiben (wie etwa PEM - Programmgesteuerte Elektronische Rechenanlage München, Baujahre 1952 bis 1956) bis Mitte der siebziger Jahre in Betrieb.

Der Transistor (Bardeen, Brattain, Shockley 1947/48) macht der äußerst aufwendigen Röhrenbauweise von Rechnern Mitte der fünfziger Jahre ein Ende; auch er aber dient wie die Röhre in der Rechnertechnik nur als elektrisch bistabiles Schaltelement (im Gegensatz zur analogen Medientechnik, wo er als Verstärker eingesetzt wird). 1955 baut J. H. Felker in den Bell Telephone Laboratories ein Versuchsmodell des Transistorrechners TRADIC. Am 19. März 1955 geht dann der erste Rechner der „Zweiten Computer-Generation" in Betrieb. Im Lauf der zweiten Hälfte des Jahrzehnts setzt sich der Transistor als Schaltelement der elektronischen Rechner durch. Zugleich kommt der Magnetplattenspeicher (IBM 1956) als peripherer Datenträger auf. Damit sind die beiden Grundlagen für die nächste Rechnergeneration geschaffen.

Schon im Lauf der fünfziger Jahre entsteht die Tendenz zur stetigen Verkleinerung des Transistors. 1958 gelingt J. S. Kilby bei Texas Instruments erstmals die Integration mehrerer Bauteile einer Schaltung (Transistoren, Widerstände, Kondensatoren) auf einem Kristallplättchen aus Germanium als Träger. Dies ist die monolithische Schaltung bzw. der integrierte Schaltkreis (integrated circuit, IC) auf einem Chip. Bis zu dieser Zeit werden fast alle Rechenanlagen als Mainframe-Computer gebaut, d. h. als große Universalrechner, die alle Aufgaben der Datenverarbeitung lösen können. Auch der Datenfernverkehr über Telephon-Modem bzw. Akustikkoppler und das Fernsprechnetz (Teleprocessing, IBM 1961) kann von den großen Rechenanlagen, die im Dienst des Militärs, der öffentlichen Verwaltung, der Wissenschaft aber auch schon der Wirtschaft (etwa durch die Fern-

[2] Die Röhren lockten besonders im nächtlichen Betrieb zahllose Insekten an, die die Anlage oftmals lahmlegten. Der Begriff „bug" (Wanze, Insekt) für systemstörende Hardware- oder Softwarefehler könnte sich von dort herleiten.

buchung) stehen, abgewickelt werden. Die stetige Verkleinerung der Schaltelemente[3] führt zu Beginn der sechziger Jahre zur Entstehung einer neuen Größenklasse von Computern: des Minicomputers. Der erste Minicomputer ist der PDP-1 (Digital Equipment 1960), der mit den kleiner gewordenen Schaltelementen ausgestattet ist. Der PDP-1 ist der erste Rechner, der weniger als eine Million Dollar kostet. Er ist kein Universalrechner; sein Anwendungsgebiet ist die Prozeßsteuerung. Minicomputer mit klar definiertem eingeschränktem Arbeitsbereich führen in den sechziger und siebziger Jahren einen beispiellosen Automatisierungsschub herbei. Während die Rechner als Robotersteuerungen in die Fertigungshallen und -straßen der Industrie einzogen und von dort aus durch die Umstrukturierung der Arbeitsaufteilung gehörigen wirtschaftlichen (und auch politischen) Wirbel auslösten, verlief ein anderer Einwanderungsprozeß weitgehend unbemerkt. Die kleinen Rechner begannen, in den Telephonwählämtern die Steuerung der mechanischen Vermittlungsanlagen zu übernehmen. Sie steuerten auch Satelliten und können heute Großvermittlungsanlagen ohne jegliche mechanische Teile verwalten. Hand in Hand mit der stetigen Verkleinerung der Rechner geht ihre zunehmende Verbilligung. Seit 1961 werden Chips kommerziell, d. h. massenhaft gefertigt; dies sind zunächst Schaltelemente mit vier Transi-storen in Salzkorngröße. Sie finden in den Groß-rechenanlagen ebenso Verwendung wie in den Minicomputern. 1965 kommt der PDP-8 von Digital Equipment auf den Markt. Er kostet jetzt weniger als 20.000 Dollar, mißt ca. 60 mal 60 mal 120 Zentimeter. Der PDP-8 ist der erste frei programmierbare Minicomputer. Er wird in großen Stückzahlen gefertigt und findet in vielfältigen Arbeitsgebieten massenhaft Verbreitung.

Die Verkleinerung der Schaltelemente in der Chip-Technik führt schließlich 1969/70 zur Integration aller Bestandteile eines Universalrechners - des Rechenwerks, des Steuerwerks, des Datenbus' und verschiedener Register - auf einem einzigen Chip. Dies ist der Mikroprozessor (Hoff, Marcian 1969/70). Mit ihm steht die Computerentwicklung nach der ersten Generation der Röhrenrechner, der zweiten der Transistorrechner und der dritten der Modulrechner (aus den ersten Chipbausteinen) vor der vierten Generation der Mikro- oder Personal Computer.

Die „PC-Revolution"

Der erste kommerziell vermarktete Mikroprozessor, der Intel 4004 („Ted", nach Ted Hoff, dem Erfinder, 1971) ist, wie auch sein Nachfolger, der Intel 8008, theoretisch bereits frei programmierbar. Doch der Gedanke, den Mikroprozessor zum Hirn und Herz eines Universalrechners zu machen, ist noch nicht formuliert. Stattdessen werden beide Prozessoren für das eingesetzt, was alle Minicomputer (und genau das ist der Mikroprozessor) vor ihm zu tun hatten: für die Steuerung von Systemen (etwa von Fahrstühlen). Für die nächste Generation, den 8080, gibt es zwar bereits einen Computer (den Altair 8800), der 1975 um weniger als 400 Dollar als Bausatz angeboten wird. Doch auch der 8080-Prozessor enthält keine Software, ist folglich nicht programmierbar und insofern eigentlich nutzlos. Der Altair 8800 und sein Mikroprozessor 8080 von Intel werden die Urahnen der heutigen Personal Computer. Mitte der siebziger Jahre befassen sich zahlreiche junge Studenten mit den Möglichkeiten des Mikroprozessors, der von der etablierten Computerindustrie nach wie vor keine anderen Funktionen als diejenigen der „traditionellen" Minicomputer zugewiesen bekommt. Unter diesen jungen Leuten sind Steve Jobs, Stephen Wozniak, Paul Allen und Bill Gates. Die Idee, die sie miteinander verbindet, ist der Universalrechner rund um einen Mikroprozessor. Zur Verwirklichung dieses Gedankens gründen Allen und Gates 1975 die Firma Microsoft, Jobs und Wozniak 1976 die Firma Apple.

Die Verkleinerung der Schaltelemente führt 1969/70 zur Integration aller Bestandteile eines Universalrechners auf einem einzigen Chip

Microsoft spezialisiert sich auf die Entwicklung einer Software für die Intel-Prozessoren in Hardware von IBM. Mit dem 8086-Prozessor (1978) beginnt die Entwicklung, bleibt vorerst aber noch problematisch, weil der 8086 als 16-Bit-Prozessor mit einer Umgebung von 8-Bit-Komponenten zurechtkommen muß. Erst der 8088 (1979) verhilft dem Personal Computer von IBM

[3] Die Dynamik dieser Entwicklung läßt sich daran erkennen, daß Gordon Moore, der später mit Bob Noyce Intel gründet, bereits 1965 prognostiziert, daß sich die Kapazität von Computerchips jedes Jahr verdoppeln werde (unter Informatikern als „Mooresches Gesetz" bezeichnet). Zehn Jahre lang erweist sich die Vorhersage als korrekt, dann prognostiziert Moore eine Verdopplung im Zweijahresrhythmus - ebenfalls richtigerweise.

zum Durchbruch. Apple erzeugt Hardware und Software im eigenen Haus und verwendet Prozessoren von Motorola. Der erste erfolgreiche Personal Computer ist der Apple II mit einem 6502-Prozessor in MOS-Technik (metal oxide semiconductor, diese Technik, bei der Metalloxide auf einem Halbleiter aufgebracht werden, ist die wichtigste Chip-Technologie). Die ersten Anwendungen des Apple II sind wissenschaftlicher und wirtschaftlicher Art, er wird aber auch als Synthesizer eingesetzt (noch heute sind Apple-Rechner die beliebtesten für professionelle Musikanwendungen). Die nächste Generation der Intel-Familie sind die wichtigen, aber wenig eingesetzten 80186 und 80188. Beide verfügen aber einen größeren Befehlssatz als ihre Vorgänger und verlegen viele Unterstützungsfunktionen in den Mikroprozessor; sie bringen aber noch keine revolutionären Neuerungen. Anders der nächste Intel-Prozessor: Der 80286 (1982) verfügt über einen wesentlich größeren Arbeitsspeicher, kann mit virtuellem Speicher arbeiten und bietet die Möglichkeit zum Multitasking (Mehrprogrammbetrieb durch Hintergrundverarbeitung). IBM baut ihn 1984 in den Personal Computer AT ein. 286er-Rechner sind zum Teil noch heute in Gebrauch. Apple bringt 1983 den Personal Computer „Lisa" heraus. Er ist der erste Apple-Rechner mit dem 68000-Prozessor von Motorola, der durch seine interne 32-Bit-Verarbeitung wesentlich leistungsfähiger ist als der 80286-Prozessor von Intel (mit 16-Bit-Adressierung; in den meisten Bürorechnern dieser Zeit im Einsatz). Der 68000 von Motorola kommt später auch im Atari ST und im Amiga von Commodore zum Einsatz. In Kombination mit den Apple-Rechnern wird er ein wesentlicher Motor der „PC-Revolution".

Der IBM Personal Computer XT ist der erste PC mit einer internen Festplatte und wird mit zahllosen Nachbauten (Klonen) der Grundbaustein der „PC-Welt"

Im Frühjahr 1983 bringt IBM seinen Personal Computer XT heraus. Er ist der erste IBM-PC mit einer internen Festplatte (10 MB). Er wird mit zahllosen Nachbauten (Klonen) der Grundbaustein der „PC-Welt" (im Gegensatz zur „Apple-Welt"). Zugleich erscheint die erste externe 10MB-Festplatte. Bei ihrem Preis von 3.000 Dollar kostet 1 MB 300 Dollar (1995 ist soviel Massenspeicherplatz um 15 Cent zu haben). Im Jänner erscheint der erste „Macintosh" Personal Computer von Apple, der Macintosh 128. Mit dem Prozessor 68000 von Motorola, der mit 8 MHz getaktet ist, und mit 128 KB Arbeitsspeicher ist er der erste Personalcomputer, mit dem ernsthaftes Desktop Publishing (Publizieren vom Schreibtisch aus, Kombination aus Text- und Graphikverwaltung und Layout) möglich wird. Das dazugehörige Programm, der Pagemaker von P. Brainerd (Aldus), erscheint in der Version 1.0 ebenfalls 1984. Diese Hardware-Software-Kombination bildet den Ausgangspunkt einer Revolutionierung des Repro- und Druckgewerbes. Außerdem wird der mit dem Mac 128 eingeführte „Finder" zum Vorbild aller späteren Benutzeroberflächen. Schon im September 1984 folgt der Macintosh 512 mit verdoppeltem Arbeitsspeicher. Mit der Einführung des Macintosh durch Apple gewinnt die PC-Revolution - deren Förderung zu den ausdrücklichen Firmenzielen von Apple gehört - enorm an Dynamik. 1985 zieht Intel mit dem 80386DX, dem ersten 32-Bit-Prozessor in der PC-Welt, nach (der 80386SX arbeitet noch mit 24-Bit-Adressierung). Die weitere Entwicklung der Prozessoren-Generationen: 1989 folgt der 80486 und 1993 der Pentium-Prozessor von Intel. 1987 folgen der 68020 (zuerst im Macintosh II) und der 68040 (zuerst im SE/30), 1993 folgt der 68040 (zuerst im Mac Quadra 610) und 1994 die erste Generation der Power-Prozessoren 88000 und folgende in RISC-Technologie (reduced instruction set computer; bis dahin sind alle Mikroprozessoren CISC-Prozessoren: complex instruction set computer).

Hand in Hand mit der Weiterentwicklung der Mikroprozessoren geht die ständige Vergrößerung der Arbeitsspeicher (random access memories) und der peripheren Massenspeicher (Magnetfestplatten, Wechselfestplatten, Magnetbänder als Schreib-Lese-Speicher, CD als Nur-Lese-Speicher) sowie die ständige Weiterentwicklung und Verbesserung der Betriebssysteme und Benutzeroberflächen. Ebenfalls weiterentwickelt werden die Peripheriegeräte zur Dateneingabe (Tastatur für alphanumerische Information, Mikrophon für analoge akustische Information, Scanner und Digitalkameras für analoge optische Information) und zur Datenausgabe (ständig verbesserte und verbilligte Bildschirme und Drucker, CD-Brenner für die Datenausgabe im digitalen Format sind heutzutage ab 2.000 DM zu haben). Ebenfalls sprunghaft weiterentwickelt hat sich die Rechnerkommunikation, also die Datenfernübertragung von ei-

nem Rechner zum anderen, die schon seit den frühen sechziger Jahren praktiziert wird - das 1969 eingerichtete ARPA-Rechnernetz hat sich mittlerweile zum Internet mit weltweit zig Millionen Teilnehmern entwickelt. Nicht nur alphanumerische Information, sondern Information beliebiger Art läßt sich in digitalisierter Form auf dem Internet verschicken. Die Personal Computer (Mikrocomputer) sind somit vollwertige Universalrechner geworden, die die gleichen und grössere Datenverarbeitungsaufgaben bewältigen wie die Großrechner der fünfziger und sechziger Jahre. Ein Laptop um 3.000 Mark leistet mehr als vor 20 Jahren ein IBM-Großrechner im Wert von 15 Millionen Mark. Dazu ist es so beweglich und mobil wie ein Notizbuch. All dies macht es schwierig, die vierte Rechnergeneration von einer möglichen fünften zu unterscheiden. Spricht man von der fünften Computergeneration, so betrifft dies besonders leistungs-fähige EDV-Systeme, die zur Realisierung von Aufgaben der künstlichen Intelligenz (KI) herangezogen werden und auf die Verarbeitung von KI-Sprachen ausgelegt sind. Ob und wann sich technisch sinnvoll eine neue Generationengrenze ziehen läßt, ist heute noch völlig offen. Möglicherweise wird dies die Technik der Parallelverarbeitung (Transputer, auch Vektorrechner, Inmos 1985 ff.) ermöglichen. Die einzelnen Epochen der Computergeschichte lassen sich auch im Hinblick auf ihre Programmierung oder Software unterscheiden. Dann repräsentiert die erste Generation (Röhrenrechner) die bitorientierte Programmierung, die zweite Generation (Transistorrechner) die Maschinensprachen, die dritte Generation (Modulrechner mit wenig integrierten Schaltungen) die problemorientierten Programmiersprachen (wie etwa BASIC), die vierte Generation (PC mit hoch-integrierten Schaltungen) die Abfragesprachen und dateiorientierte Programmierung und schließlich die fünfte Generation die KI-Sprachen oder objektorientierte Programmierung (wie etwa List Processing Language, LISP, die schon 1957 in den USA entwickelt wurde). Neben den Parallelrechnern wird auf Hardware-Seite in Zukunft der Ein-Elektron-Transistor von Bedeutung sein. Solche „ballistische" Transistoren, mit denen die Labors bereits heute experimentieren, haben Schaltzeiten in der Größenordnung von einer Femtosekunde (einer billiardstel Sekunde); in ihnen ist ein Datenbit durch ein einzelnes Elektron repräsentiert. Ebenso schreitet die Opto-Elektronik voran; bereits heute wird mit Lichtrechnern experimentiert. Daneben werden auch noch völlig andere Grundlagen, wie etwa biologische Strukturen erforscht. Diese Entwicklungen werden völlig neue Software-Konzepte erfordern, die die „traditionelle" Von-Neumann-Struktur überwinden.

Ein moderner Laptop um 3.000 D-Mark leistet mehr als vor 20 Jahren ein IBM-Großrechner im Wert von 15 Millionen D-Mark

Der Computer als Medium

Der Durchgang durch die Entwicklung der Computertechnik hat gezeigt, daß die Hauptfunktion des Computers bis rund zehn Jahre nach Beginn der PC-Revolution in der Verarbeitung alphanumerischer Information besteht. Erst Mitte der achtziger Jahre haben Rechnerleistung und Speicherkapazitäten die Verarbeitung analoger optischer und akustischer Information in digitalisierter Form ermöglicht. Und erst ab diesem Zeitpunkt dürfen wir vom Computer als einer medienähnlichen Technologie sprechen, die Dinge leistet, die den echten Medien vergleichbar sind, nämlich das Verarbeiten (Aufnehmen, Speichern und Reproduzieren) analoger optischer und akustischer Information (Vor dem Hintergrund der mehr als zweitausendjährigen Bemühung um automatisiertes Rechnen repräsentiert diese Phase der letzten zehn Jahre also gerade einen Augenblick in der Geschichte des Rechenautomaten).

Wir können alle medialen Funktionen des Rechners (Bild-, Ton- und Textverarbeitung) auf Vorläufertechniken zurückführen, die der Rechner im Digitalformat gewissermaßen zusammenfaßt. Werden Bilder verarbeitet, funktioniert er als Femsehgerät[4]; werden Töne verarbeitet, funktioniert er als CD-Player oder Radioempfänger und (bei der künstlichen Generierung von Klängen bzw. bei der digitalen Verarbeitung eingespeister analoger Tonsignale) als Synthesizer oder Sampler; werden Texte verarbeitet, funktioniert er als Satzautomat. Es ist also keineswegs so, daß das Fernsehen in der Zukunft als „Leitmedium" abgelöst und durch den Computer ersetzt werden wird. Vielmehr werden die digitalen Möglichkeiten des Rechners das Fernsehen in seiner Rolle als Leitmedium so-

[4] Mit dem einzigen und marginalen Unterschied, daß bei der Bildreproduktion auf modernen Monitoren die Bildaustastung des Bildschirms praktisch immer sequentiell erfolgt, bei Fernsehempfängern hingegen im Zeilensprungverfahren.

gar noch weiter festigen. Man muß zum vollen Verständnis dieser Entwicklung den Begriff der Schnittstelle einführen. Wir können den Rechner techniklogisch nicht als Medium im eigentlichen Sinne kategorisieren, sondern müssen ihm einen Sonderstatus als Mehrfachschnittstellenvermittler zuweisen (vgl. dazu auch den Exkurs Multimedia). Alle „echten" Medien besitzen nur eine, höchstens zwei Schnittstellen (wie die Bild-/Ton-Medien). Die spezifische technische Leistung des Rechners besteht nun darin, alle Schnittstellen (oder Rezeptionsmodi oder Informationsarten) gleichzeitig verarbeiten zu können und zudem auch in allen Schnittstellen die Zweiwegkommunikation zu ermöglichen sowie darüber hinaus weitere Schnittstellen einzurichten, die von keiner anderen Technologie angeboten werden (haptische oder taktile Schnittstelle[5]). Möglich wird dies durch die Quantisierung aller Informationsarten (Analog/Digitalwandlung) und durch die mathematische Verrechnung der Meßergebnisse in einem einheitlichen Format (in der binär-digitalen Maschinensprache). Dem Fernsehenden gleichwohl ist es ziemlich gleichgültig, ob sein Gerät analoge oder digitale Signale verarbeitet, wie es auch dem Musikhörer wenig Sorgen macht, daß die Lautsprecher seit den späten achtziger Jahren Töne vom digitalen Speichermedium CD wiedergeben; auch wir wissen bis heute nicht, ob unser Telephongespräch auf einer analogen oder digitalen Leitung läuft.

Die Verarbeitung digitaler Information ist (...) die einzige technisch realisierbare und realisierte Leistung aller Rechenautomaten

Um den Sonderstatus des Rechners als Medium richtig zu verstehen, müssen wir die historischen Etappen der automatischen Informationsverarbeitung durchgehen. Dabei ist eine Differenzierung des Informationsbegriffs erforderlich, die wir zwar bereits in der Einleitung eingeführt haben, die hier aber von besonderer Wichtigkeit ist. Wir müssen unterscheiden zwischen digitaler Information wie Sprache, aber auch Zahlen (also alphanumerischer Information), und analoger optischer und analoger akustischer Information (Bildinformation und Klanginformation). Die Verarbeitung digitaler (alphanumerischer) Information ist über den größten Teil der Entwicklung automatisierten Rechnens die einzige technisch realisierbare und realisierte Leistung aller Rechenautomaten, auch der noch analogen mechanischen - sei es in Form der einfachen Verrechnung von Zahlen auf den mechanischen Rechenautomaten Schickards, Leibnizens, Pascals oder Babbages, sei es in Form der Speicherung standardisierter sprachlicher Information auf den Lochkarten Holleriths bzw. der mathematisch-statistischen Verrechnung solcher Information, sei es in Form komplexer mathematischer Operationen auf dem elektrischen binär-digitalen Relaisrechner, der numerische Information als Geheimcode aufschlüsselt, sei es in Form von Zahlen und Angaben etwa über Geschäftsgebarung in den frühen Buchhaltungsrechnern von IBM. Analoge optische Information ist hier nur soweit im Spiel, als an den Schnittstellen (Dateneingang und Datenausgang) die digitale Information (Sprache, Zahlen) analog sichtbar gemacht wird, also auf der Tastatur beim Dateneingang und am Bildschirm bzw. am Drucker beim Datenausgang. Wir sprechen hier aber in der Tat nur von Sprach- und Zahlzeichen, Buchstaben und Ziffern bzw. seit den sechziger Jahren auch von einfachster analoger optischer Information (wie etwa statistischen Graphiken). Die Verarbeitung analoger optischer Information im Sinne der Bildverarbeitung vergleichbar jener bei Film und Fernsehen bzw. auch die Verarbeitung analoger akustischer Information über einfache Tonsignale (etwa Warnsignale) hinaus, vergleichbar jener bei Radio, Grammophon, Tonband usw. setzt zunächst einmal die Entwicklung von Analog-/Digitalwandlern voraus. Diese gelingt erstmals mit der Pulscodemodulation von Sprachsignalen in der frühen digitalen Telephonie (Reeves 1938, Shannon, Olivier und Pierce 1948)[6]. Wesentlich später, erst in den achtziger Jahren, erfolgt die Digitalisierung von Bildsignalen (Videosignalen beliebigen Formats). Sie gelingt dem Rechner erst auf der Grundlage von Massenspeichern, die die hierbei anfallenden exorbitanten Datenmassen auch aufnehmen, bzw. auf der Grundlage entsprechend leistungsstarker und hinreichend schnell getakteter Mikroprozessoren, die diese Daten auch verwalten können. Und dieser Stand der Technik wurde eben erst Mitte bis Ende der achtziger Jahre erreicht. Dazu muß gesagt werden, daß ein durchschnittlicher 486er- oder Pentium-PC von heute natür-

[5] Mit den herkömmlichen Computertechnologien ist dies freilich noch nicht realisiert.

[6] Die digitale Tonverabeitung hat besonders mit der „Neuen Deutschen Welle" zu Beginn der achtziger Jahre große Fortschritte gemacht.

lich noch immer keine professionelle digitale Video-Workstation abgibt; die professionelle elektronische Bildbearbeitung erfordert nach wie vor Hardware im Millionenwert. Aber die neuesten laseroptischen Massenspeicher auf Holographiebasis sind ein Schritt in die Richtung des elektronischen Videostudios für zu Hause. Als Spielzeug (mit einer Digitalkamera um 600 Mark) wird es von Apple Macintosh gleichwohl bereits heute angeboten.

Wir sehen, daß die digitale Verarbeitung analoger optischer und analoger akustischer Information in der Tat noch eine sehr junge und unentwickelte Kunst ist, die aber gerade in den letzten Jahren enorme Fortschritte gemacht hat. Aus diesen Fortschritten erkennen wir aber auch, daß der Computer techniklogisch kein Medium sui generis ist und überhaupt nur mit großer Vorsicht als Medium bezeichnet werden kann.[7] Was wir erkennen ist vorläufig nur, daß die digitale Variante der Verarbeitung analoger Information aus dem Femseher einen „Superfernseher", aus dem Radio ein „Superradio" und aus dem Telephon ein „Supertelephon" macht. „Super" bedeutet, daß alle genannten Techniken durch die Digitalisierung quantitativ und qualitativ erweiterbar werden: quantitativ durch die Möglichkeit der Datenkompression (100 digitale TV-Kanäle pro Satellitentransponder gegenüber 16 analogen usw.), qualitativ durch die Einrichtung neuer Dienste (Senderkennungssignale mit der Programmkategorie ermöglichen die Zusammenstellung und Vorprogrammierung eines persönlichen Radioprogramms, zahlreiche automatische Amtsdienste beim Telephon, Telefax, zahlreiche Dienstleistungen, die über Fernsehen angeboten und in Anspruch genommen werden können usw.). Wichtig ist bei alledem, nicht zu übersehen, daß nicht „der Computer" all dies ermöglicht, sondern die digitale Verarbeitung beliebiger (analoger optischer und akustischer sowie digitaler sprachlicher oder numerischer) Information. „Der Computer", also der PC, ist gegenwärtig nur eine Variante der Nutzung bzw. des Empfangs digitalisierter Signale, vielleicht die effektivste, weil er eben als Fernsehempfänger ebenso taugt wie als Radio oder als Telephon, Bildtelephon und Telefax.

„Der Computer", also der PC, ist gegenwärtig nur eine Variante der Nutzung bzw. des Empfangs digitalisierter Signale

Exkurs: Multimedia

Wir haben bisher rekonstruiert, wie die Digitalisierung analoger optischer und akustischer Information die konventionellen Medien wie Fernsehen, Radio und Telephon verändert bzw. verändern wird. „Der Computer" ist an sich nicht der Ort dieser Veränderungen, sondern diese werden in herkömmlichen TV- und Radioempfängern bzw. Telephonen in Digitaltechnik, die über Glasfaserkabel miteinander vernetzt sind, stattfinden. Computer werden in solchen Netzen nicht in der Form des PC wichtig sein, sondern als große Server, von denen die jeweils gewünschte Information abgerufen werden kann. Der PC wird nur ein Datenausgabe- oder Empfangsgerät (bzw. bei interaktiven Diensten auch ein Eingabegerät) neben den bereits gewohnten wie Fernseher oder Radio sein. Ob eines Tages alle Spezialfunktionen des PC mit dem Empfang von Fernseh- und Radioprogrammen in einem einzigen Gerät integriert sein werden, läßt sich nicht prognostizieren. Angeboten werden solche Dienste zwar bereits; hierbei handelt es sich aber nicht um konventionelles Programmfernsehen für alle Familienmitglieder, sondern um Spezialinformationen, die als TV-Signale auf dem Computer empfangbar sind und dort direkt weiterverwertet werden können. Ein Beispiel hierfür ist Reuter's Financial-TV; auch Agenturen wie Dow Jones oder Bloomberg bieten Börse- und Wirtschaftsnachrichten (d. h. analoge Bildinformation wie Berichte von Pressekonferenzen usw.) als Fernsehprogramm an, das durch eine TV-Tuner-Card auf der Benutzeroberfläche sichtbar gemacht wird.

Tatsache ist jedenfalls, daß die Rechnerkommunikation gegenwärtig im Begriff ist, sich neben den anderen Formen der individuellen Telekommunikation wie Telephon und Telefax als immer wichtigere Kommunikationsform zu etablieren. Die Basis für die internationale Rechnerkommunikation bildet gegenwärtig das ARPA-Internet auf den bestehenden Telephonnetzen,

[7] Die Bild- und Tonverarbeitung durch den Rechner darf schon deshalb nicht gleichgesetzt werden mit jener, die die „echten" Medien leisten, weil alle Medien voraussetzen, daß die von ihnen verarbeitete Information (gleich welcher Art) aus der Realität stammt. So surreale Bildeffekte mit dem elektronischen Bildschnitt bei der analogen magnetischen Bildaufzeichnung auch möglich sein mögen, immer können sie nur mit dem Bildmaterial erfolgen, das zuvor aus der externen Realität aufgenommen wurde. Hingegen kann der Rechner beliebige Information intern erzeugen oder generieren.

die durch die breitbandigere ISDN-Glasfaserkabelinfrastruktur abgelöst werden sollen; dadurch wird das Internet wesentlich schneller werden. Allerdings stellen sich der Weiterentwicklung dieser Kommunikationsform gegenwärtig noch gravierende Probleme; diese betreffen in erster Linie die erforderliche Vereinheitlichung der Formate und Standards.

Die hier beschriebenen Veränderungen (von denen man sich gegenwärtig noch sehr wenig konkrete Vorstellungen auf längerfristiger Basis machen kann) werden als Prozeß der Medienkonvergenz gefaßt. Medienkonvergenz bezeichnet den Vorgang der Vereinheitlichung von Signalen beliebiger Informationsart in das digitale Format und ihre Übertragung als Laserlichtimpulse über Glasfaserkabel im ISDN (integrated services digital network), die gegenwärtig weltweit forciert verlegt werden (und zwar mit enormem finanziellem Aufwand wie schon 150 Jahre zuvor bei der Errichtung der Telegraphenverbindungen und 100 Jahre vorher beim Bau der Telephonnetze). Medienkonvergenz bedeutet das Verschmelzen der konventionellen Medien unterschiedlicher Informationsart durch die Digitalisierung der Information, d. h. durch die Vereinheitlichung der Informationsverarbeitung. Medienkonvergenz ist aber nicht gleich „Multimedia".

Wie gesagt eignet sich natürlich auch gerade der Rechner zur Verarbeitung digitaler Bild- und Tonsignale, wobei sich die Kontur einer neuen Form des Medienumgangs abzeichnet, den nur der Rechner als „Abspielgerät" bzw. das laseroptische Speichermedium CD - auf das eben nur ein Rechner zugreifen kann - ermöglicht. Hierfür hat sich der Begriff „Multimedia" eingebürgert, wobei durchaus unklar ist, was man darunter eigentlich genau zu verstehen hat.[8] Gewiß ist, daß Multimedia die Simultanvermittlung von Text(en), allgemeinen Daten, Sprache, Musik, Stand- und Bewegungsbildern bezeichnet. Weniger transparent sind die Anwendungsmöglichkeiten dieser aufwendigen Technologie auf der Basis der CD bzw. neuerer Speichertechniken auf holographischen Grundlagen; doch immerhin hat die CD-ROM-Literatur bereits einen ansehnlichen Stand erreicht, wobei die meisten Editionen dokumentarischen bzw. lexikographischen Charakter aufweisen; auch die *Bibel* hat bereits eine deutsche CD-ROM-Ausgabe erlebt. Wir wollen hier nicht die Vermittlungs- bzw. Darstellungsmöglichkeiten von Multimedia diskutieren, sondern auf die technischen Probleme dieser neuen Medienform eingehen. Das Hauptproblem ist nach wie vor das enorme Datenaufkommen, welches speziell bei der Verarbeitung von Laufbildern eskaliert. Die Handhabung bzw. die Reduktion des Bitaufkommens bei der digitalen Bildverarbeitung gehört heute zu den wichtigsten Problemen der avancierten Rechnertechnik. Dabei werden verschiedene Wege beschritten: Eine Strategie besteht in der Resemantisierung der Informationsverarbeitung, wie im Kommentar zu den Übertragungsmedien beschrieben. Dieser Ansatz hat allerdings den Experimentalstatus noch nicht überschritten. Wesentlich weiter entwickelt sind die Techniken der Datenkompression. Eine Strategie einer „semantischen" Datenreduktion besteht darin, nur jene Information zu erfassen, die sich von Videobild zu Videobild ändert. Dadurch läßt sich das durchschnittliche Volumen eines Videobildes von 500 kB auf 5 kB reduzieren. Beim DVI- (Digital Video Interactive) oder CD-i-System (Compact Disc Interactive) können auf diese Weise 70 Minuten Audio- und Video-Information von einer CD des normalen Audioformats abgerufen werden.[9] Daneben gibt es eine Reihe weiterer Datenverdichtungsalgorithmen, die für die digitale Verarbeitung von Laufbildem geeignet sind, wie die diskrete Cosinus-Transformation (DCT), das Delta-Frame-Prinzip, Subsampling u. a. Die Datenverdichtung ist daneben auch für die Fernübertragung von datenintensiven Multimedia-Dokumenten von großer Bedeutung.

Weitere technische Probleme der Multimedia-Technologien betreffen (wie beim E-Mailing) die noch mangelhafte Standardisierung und Kompatibilität der verschiedenen Systeme, Übermittlungsprobleme aufgrund unterschiedlicher Übertragungsgeschwindigkeiten in Breitbandnetzen, die relativ hohe Zugriffszeit auf den CD-Speicher (10mal höher als bei Festplatten) sowie die noch sehr schwach entwickelte Sprachsynthese (künstliche Sprache; sie steht im Dienste eines wesentlich gesteigerten Interaktionspotentials zwischen Maschine und Benutzer).

[8] Vgl. dazu den ausgesprochen hilfreichen Klärungsversuch von Calogero Messina: *Was ist Multimedia? Eine allgemeinverständliche Einführung.* München/Wien 1993.

[9] Eine weitere Vervielfachung der Speicherkapazität durch die Digital Versatile Disk (DVD), eine verbesserte Variante der CD bzw. CD-i ist absehbar.

Exkurs 2: Individuelle versus disperse Publikumsstruktur

Diese Unterscheidung, vormals ein Grundpfeiler in der systematischen Erfassung der unterschiedlichen Mediensysteme, dürfte demnächst ausgedient haben, denn die Vernetzung und Konvergenz der Medien im digitalen Format führen dazu, daß sich die scharfe Trennlinie zwischen den medialen Kommunikationsformen mit individuellem Publikum (meist Zweiweg-Kommunikation wie Telegraph, Telex, Telephon, Telefax) und jenen mit dispersem Publikum (wie Radio und Fernsehen) zunehmend auflöst. Am deutlichsten läßt sich dies an der Rechnerkommunikation über das Internet erkennen, in der beide Publikumsstrukturen möglich sind: Eine Nachricht an eine konkrete E-Mail-Adresse kann ebenso vermittelt werden wie eine (mehr oder weniger) ziellos abgesetzte Botschaft an die weltweit verstreuten Teilnehmer. In den anderen Mediensystemen zeichnet sich eine Tendenz zur Individualisierung ab: Mit dem Beginn der Übertragung digitalen Fernsehens über Satelliten und dem damit verbundenen sprunghaft gesteigerten Angebot an Kanälen werden immer individuellere Dienste möglich, so wird sich etwa eines Tages jeder Teilnehmer das Spiel seiner Lieblingsmannschaft live ansehen können, weil alle Fußballspiele aller Ligen einer Meisterschaft an einem Nachmittag in voller Länge und eben live übertragen werden können - schließlich stehen allein mit den jetzt bestehenden Satellitensystemen (Astra, Eutelsat, Intelsat etc.) in Europa bereits rund 300 Kanäle zur Verfügung. Die Digitalisierung des Satel-litenfernsehens wird zu einer Vervielfachung dieser Zahl führen. Einen wesentlich weitergehenden Schritt in Richtung Individualisierung bildet das Konzept des „personal-TV", bei dem sich jeder Teilnehmer sein TV-Programm überhaupt selbst zusammenstellen kann. Die Programmbestandteile (Nachrichten, Spielfilme, Shows, Dokumentationen, Magazine usw.) werden dabei auf riesigen Server-Speichern wie in elektronischen Videotheken bereitgehalten und können beliebig abgerufen werden - Zapping auf nur einem Kanal (Video-on-demand). Darüber hinaus können über das TV-Gerät auch Banktransaktionen abgewickelt oder Geschäfte getätigt, können Waren und Dienstleistungen gekauft bzw. können auch politische Entscheidungen plebiszitär getroffen werden (televoting[10]). Der gegenwärtige Großversuch in Orlando, USA, soll genau dieses Konzept von Fernsehen, eben von „Superfernsehen", in der Praxis erproben. Die Idee funktioniert auch beim Druckmedium Zeitung, Bei der „personal newspaper" werden allmorgendlich alle in der elektronischen Mailbox des Anwenders eingelangten Nachrichten sowie für den Anwender bedeutsame (zuvor eingegebene und gespeicherte) Tagestermine oder -anlässe gemeinsam mit den wichtigsten lokalen und Weltnachrichten aus (bereits bestehenden) elektronischen Mail-Diensten der Nachrichtenagenturen und großen Tageszeitungen oder auch der wichtigen Börsen vollautomatisch gelayoutet, gesetzt und ausgedruckt. Die von den Nachrichtenagenturen bezogenen Neuigkeiten können dabei - wie auch beim Konzept des „personal television" - je nach Interesse und Laune des Anwenders automatisch thematisch vorsortiert werden - wer morgens keine Lust auf Nachrichten über Kriegsgreuel hat, teilt dies der Maschine rechtzeitig mit und wird fortan davon verschont bleiben. Der Aufmacher auf Seite 1 lautet dann nicht mehr „Waffenstillstand erneut gebrochen", sondern „Heute 10. Hochzeitstag".

Diese Formen medialer Kommunikation lassen die Unterschiede zwischen individueller und disperser Publikumsstruktur verschwinden. Wann die hier beschriebenen Systeme in großem Stil realisiert werden, läßt sich nicht seriös prognostizieren. Daß ihnen die Zukunft gehören wird, steht aber bereits fest. Ihre weitergehenden sozialen und kulturellen Implikationen sind zu zahlreich, als daß sie hier auch nur andeutungsweise dargestellt werden könnten. Für deren Analyse sollte das Vorliegende eine faktenorientierte - nicht spekulative - technikgeschichtliche Grundlage bieten können.

Der Autor

Univ.-Lektor Mag.
Herwig Walitsch
(1966)

Dissertant am Institut für Germanistik in Graz, Studium der Germanistik und Sprachwissenschaft in Graz. Federführende Mitarbeit am Forschungsprojekt „Literatur und Medien - Poetische Fiktion und technische Medien in der Neuzeit". Mehrere akademische Auszeichnungen und Stipendien, sowie diverse Veröffentlichungen.

[10] Das Konzept des televoting ist freilich höchst umstritten. Favorisiert wird es von weit rechts stehenden Gruppen, die damit unter dem Deckmäntelchen der „direkten Demokratie" die parlamentarische Repräsentantendemokratie auszuhöhlen versuchen.

Bibliographie studentischer Abschlußarbeiten

Diplomarbeiten und Dissertationen an österreichischen Universitäten aus dem Bereich der Medien- und Kommunikationsgeschichte. Teil 3: 1992 – 1996 (I)[1]

FRITZ RANDL

Einleitende Bemerkungen

Etwas verspätet liegt nun der 3. Teil der *Bibliographie studentischer Abschlußarbeiten* vor, welche als Servicerubrik für die Leser von *Medien & Zeit* eingerichtet wurde. Er unterscheidet sich wesentlich von den vorgehenden Teilen; zwar war von Anfang an geplant, neben den Abschlußarbeiten der beiden genuinen österreichischen „Publizistik"-Institute auch diejenigen der benachbarten bzw. verwandten Gebiete einzubeziehen, dieser Vorsatz wurde aber noch zu Beginn der 90er Jahre durch den Umstand erschwert, daß die elektronische Erfassung der Bibliotheksbestände über ihre Anfänge nicht hinausgekommen war und Recherchen in den Katalogen von Universitätsbibliotheken in anderen Bundesländern großen Aufwand bedeuteten. Mittlerweile bietet jede österreichische Universitätsbibliothek die Möglichkeit, umfassende Literaturrecherchen (sofern sie aktuelle Publikationen betreffen) mit vergleichsweise geringem Aufwand durchzuführen. Die vorliegende Bibliographie ist das Ergebnis einer solchen rechnergestützten Recherche.[2] Sie umfaßt die Jahre 1993 bis 1996 sowie Ergänzungen zum Jahr 1992.

Diese Zusammenstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit: Zum einen ist das Rechercheergebnis auch in elektronischen Katalogen davon abhängig, daß einlangende Arbeiten kontinuierlich und zügig in die Verzeichnisse aufgenommen werden, zum anderen ist bei der ständig steigenden Zahl der Diplomarbeiten und Dissertationen eine Durchsicht aller Titel längst nicht mehr möglich.[3] Als Basis für diese Zusammenstellung wurden daher aus pragmatischen Gründen sämtliche Abschlußarbeiten der Publizistikinstitute in Salzburg und Wien der Jahre 1992 bis 1996 herangezogen (soweit sie in den genannten Verzeichnissen enthalten sind), ergänzt durch eine umfassende schlag- und titelwortgestützte Recherche im *Österreichischen Bibliothekenverbund.*

Dabei wurde der Bereich „Medien- und Kommunikationsgeschichte" weit ausgelegt: Der Bogen spannt sich von den „klassischen" Arbeiten zu Presse- und Rundfunkgeschichte bis zu den verwandten Gebieten der Theater-, Politik- und Literaturwissenschaft. Daneben wurden auch ausgewählte Arbeiten zu Neuen und Neusten Medien berücksichtigt, um dem Selbstverständnis von *Medien & Zeit,* Kommunikation „in Geschichte und Gegenwart" zum Forschungsgegenstand zu machen, Rechnung zu tragen. Zwangsläufig trägt natürlich auch der unscharfe Grenzbereich der Kommunikationswissenschaft insgesamt zum großen Umfang bei.

In den ersten beiden Teilen der Bibliographie, und damit schließt sich der Bogen zum Anfang dieser Einleitung, war es noch möglich, jede Arbeit einem bestimmten Universitätsinstitut zuzuordnen, was für Benutzer wichtig sein kann, weil die Zugänglichkeit der Abschlußarbeiten an den einzelnen Instituten unterschiedlich geregelt ist. Dies gelang im vorliegenden Teil nur bedingt. Grund dafür ist, daß in den elektronischen Katalogen nicht für alle Arbeiten institutsbezogene Standortangaben verfügbar sind.[4] Da es aber – von Fragen der Zugänglichkeit einmal abgesehen – sehr wohl von Interesse sein kann, an welchem Institut eine Arbeit approbiert wurde, ist in

---

1 Teil 1 (1990/91) dieser losen Serie erschien in Heft 1/1992, 29-30, Teil 2 (1990/91/92) in Heft 2/1994, 29-32 von *Medien & Zeit.*

2 Im Rahmen einer Online-Recherche wurden verschiedene Kataloge und Datenbanken durchforstet, v.a. der Online-Katalog des *Österreichischen Bibliothekenverbundes* (bibopac) (URL: http://bibopac.univie.ac.at/) und die *Österreichische Dissertationsdatenbank* (URL: http://starwww.uibk.ac.at/ddb/), die vom Forschungszentrum Seibersdorf betreut wird.

3 Im Zeitraum 1992 – 1996 sind in Österreich mehr als 45.000 Diplomarbeiten bzw. mehr als 9.600 Dissertationen approbiert worden.

4 Dazu ist anzumerken, daß in Österreich sämtliche an Hochschulen und Universitäten approbierten Abschlußarbeiten an die *Österreichische Nationalbibliothek,* die jeweilige Universitäts- bzw. Hochschulbibliothek und an die Bibliothek des Instituts, an dem die Arbeit eingereicht wurde, abgeliefert werden müssen. Daher kann jede derartige Arbeit zentral in der *Österreichischen Nationalbibliothek* eingesehen werden.

den Fällen, in denen ein Institutsstandort vermerkt ist, das Kürzel der Institutsbibliothek (eine Ziffern- bzw. Buchstabenkombination) in Klammer angegeben. Ganz am Ende dieses Beitrags sind all diese Kürzel in einer Standortliste zusammengefaßt.

Während viel des oben Angeführten akademischen Charakter besitzt, sei abschließend die größte Schwierigkeit bei der Zusammenstellung dieser Bibliographie genannt: Aufgrund der großen Zahl der vorgefundenen Arbeiten mußte das Material durch Schlagwörter grob strukturiert werden. Aus Gründen des Umfangs konnte jede Arbeit aber nur einem der Überbegriffe zugeordnet werden, was natürlich eine grobe Vereinfachung darstellt, wobei hinzukommt, daß ja keine autoptische Betrachtung der Arbeiten möglich war und daher die Verschlagwortung in den elektronischen Katalogen als Ausgangsbasis herangezogen werden mußte. Bei der Suche nach Arbeiten zu bestimmten Interessensgebieten sollten daher *alle* in Frage kommenden Zuordnungsmöglichkeiten durchgesehen werden.

Um Nachsicht ersuche ich dafür, daß die Syntax der nachstehend angeführten Titel von derjenigen abweichen kann, die von den Verfasserinnen und Verfassern der Diplomarbeiten und Dissertationen gewählt wurde. Dieser Umstand beeinträchtigt die Auffindbarkeit der Arbeiten in keiner Weise.

Audiovisuelle Medien/Rundfunk

HALLDÓRSDÓTTIR, Hrafnhildur: *Die Entwicklung der elektronischen Medien in Island und deren kulturelle Rolle vor und nach den Gesetzesänderungen im Jahre 1986.* Diplomarbeit, Universität Salzburg 1993. (504)

KÖNIGSTORFER, Thomas: *Rundfunkpolitik und Rundfunkmanagement - Perspektiven für die Zukunft des Hörfunks.* Dissertation, Universität Linz 1992.

LEITNER, Alexandra: *Die Amerikanisierung des deutschsprachigen Fernsehens. Eine Literaturstudie unter besonderer Berücksichtigung der Fiktions-programme.* Dissertation, Universität Salzburg 1994. (504)

MICHALKA, Matthias: *Vom Aktionismus und Expanded Cinema zur Arbeit mit TV und Video. Peter Weibels Kommunikationsanalytik in den 60er Jahren.* Diplomarbeit, Universität Wien 1995. (117)

MILEV, Rossen: *Zum soziokulturellen und ästhetischen Profil des Mediums Video. Ein Beitrag aus osteuropäischer Perspektive.* Dissertation, Universität Salzburg 1993. (504)

REBERNIK, Christine: *Eine Analyse von „Jugendsprache" in audiovisuellen Medien, unter besonderer Berücksichtigung des Wortschatzes.* Diplomarbeit, Universität Klagenfurt 1996.

ROßBACH, Gabriela: *Die Neuordnung des Rundfunks in der ehemaligen DDR.* Diplomarbeit, Universität Wien 1995. (100)

SCHORR-NEUSTADT, Martina: *Fernsehrealität und Fernsehmotive. Auf der Jagd nach Einschaltquote: Reality-TV.* Dissertation, Universität Salzburg 1994. (504)

SPITALER, Christian: *Radio Free Europe in Rumänien. Eine empirische Studie über den Einfluß von RFE in Sibiu (Hermannstadt) vor dem Hintergrund des revolutionären politischen Elitenwechsels des Jahres 1989 und seiner Folgewirkungen.* Diplomarbeit, Universität Wien 1995.

SPREITZHOFER, Michael: *Die Rolle von Musikvideos in den Jugendkulturen der 80er und 90er Jahre am Beispiel von MTV 1981 - 1996.* Diplom-arbeit, Universität Wien 1996. (100)

ZAMERNIK, Bettina: *Audiovisuelle Medien in Ungarn (1988 - 1995).* Diplomarbeit, Universität Wien 1996. (100)

Biographisches

FRÖHLICH, Renate: *Peter Rosegger: Ein Bild seines Lebens und Schaffens als Herausgeber und Journalist der Zeitschrift „Heimgarten".* Dissertation, Universität Wien 1993. (100)

HÖBENREICH, Manuela: *Joseph Roths journalistische Tätigkeit beim „Berliner Börsen-Courier".* Diplomarbeit, Universität Graz 1992.

HOFER, Barbara Maria: *Joseph Eberle: Katholischer Publizist zwischen „Monarchie" und „Schönerer Zukunft". Ein Beitrag zur katholischen Publizistik der ersten Republik.* Dissertation, Universität Salzburg 1995. (504)

HOFFMANN, Cornelia: *Der Publizist Alfred Missong (1902 - 1965).* Diplomarbeit, Universität Wien 1995. (078)

HOLLWECK, Martin: *Journalismus und Diktatur. Eine Analyse der Arbeitsbedingungen des Journalisten Milan Dubrovic im Ständestaat und im Nationalsozialismus.* Diplomarbeit, Universität Wien 1993. (100)

HUTTER, Andreas W.: *Vom Tages- zum Filmschriftsteller: Der junge Billy Wilder als Reporter und Drehbuchautor im Wien und Berlin der Zwischen-kriegszeit (1925 - 1933). Unter besonderer Berück-sichtigung seiner politischen Sozialisation bei den Wiener Blättern „Die Stunde" und „Die Bühne".* Diplomarbeit, Universität Wien 1992. (100)

KASIC, Larissa: *Der Journalist Maksim Gor'kij in seinen Artikeln über die Allrussische Kunst- und Industrieausstellung des Jahres 1896.* Diplomarbeit, Universität Wien 1996. (104)

KIRCHBERGER, Christian: *Der Kulturpublizist Alfred von Ehrmann und seine Tätigkeit für die „Badener Zeitung" 1928 - 1938.* Diplomarbeit, Universität Wien 1994. (100)

MITTERECKER, Gerd-Peter: *Der Publizist Ernst Karl Winter. Möglichkeiten und Grenzen oppositioneller Medienarbeit im autoritären Staat.* Diplomarbeit, Universität Wien 1995. (100)

PROKOPP, Klaus: *Konformismus und Konfrontation: Der Journalist Karl Tschuppik (1876 - 1937) und seine Leitartikel im „Prager Tagblatt" 1914 - 1918.* Diplomarbeit, Universität Klagenfurt 1994.

RIEDEL, Brigitte: *Der Zeitkritiker Alfred Polgar.* Diplomarbeit, Universität Wien 1996. (100)

SCHINDLER, Barbara: *Das Leben und Werk von Arthur Schnitzler in den Medien seiner Zeit. Eine gesellschaftspolitische Untersuchung.* Diplomarbeit, Universität Wien 1994. (100)

STEINER, Maria: *Paula Wessely - „österreichische Institution" und Mittlerin nationalsozialistischer Weiblichkeitskonzeptionen. Sozialhistorische Aspekte einer heimischen Filmkarriere 1934 - 1944.Mit einem Exkurs über Elfriede Jelineks „Burgtheater".* Diplomarbeit, Universität Salzburg 1994. (1001)

SUNTINGER, Herbert: *Der deutsch-französische Krieg. Zeit deutsch-nationaler Emphase im Feuilleton Ferdinand Kürnbergers unter Berücksichtigung biographischer und politischer Wechselbeziehungen.* Diplomarbeit, Universität Klagenfurt 1995.

SVEJKOVSKY, Katharina: *Dziga Wertow. Publizist und Poet des Dokumentarfilms. Diplomarbeit,* Universität Wien 1996. (100)

WALDNER, Gabriele Bernadette: *Bruno Kreisky, Medienstar. Zur Bedeutung von Kalkül und Intuition in der politischen Kommunikation.* Diplomarbeit, Universität Wien 1995. (100)

Exilforschung / Widerstand

BALCAR, Andrea: *Das gewissenhafte Wort. Bedeutung und Problematik der niederländischen Untergrundpresse 1940 - 1945.* Diplomarbeit, Universität Wien 1996. (100)

KUTZER, Ursula: *Von Karl Ausch bis Stefan Wirlandner. 34 Biographien österreichischer Journalisten im Exil in Großbritannien ab 1933.* Diplomarbeit, Universität Wien 1995. (100)

MILLICH, Manuela: *Publizistischer Widerstand im Wiener Raum in der Zeit von 1938 bis 1945.* Diplomarbeit, Universität Wien 1993. (100)

SCHÜTZ, Edgar: *La guerra de la tinta: Soziopolitischer Prozeß und mediale Praxis im Spanischen Bürgerkrieg 1936 - 1939. Die Presse der internationalen Brigaden. Dokumentation, Entwicklung. Strukturen und Funktionen. Österreichische Journalist/inn/en und Publizist/inn/en auf der Seite der Zweiten Spanischen Republik. Kurzbiographien, soziopolitische Herkunft, Einflüsse, Dependenzen, weitere Lebenswege. Eine kollektivbiographische Analyse zum Forschungskomplex Exilpublizistik.* Dissertation, Universität Wien 1993. (100)

TÜRK, Dietmar: *Österreichische Exilpublizistik in Großbritannien 1939 bis 1946. Der „Zeitspiegel". Möglichkeiten und Grenzen rezipientenorientierter Ansätze in der Exilforschung.* Dissertation, Universität Wien 1993. (100)

WEISSKIRCHER, Veronika: *Österreichische Schriftstellerinnen im Exil: Anna Gmeyner, Lili Körber, Adrienne Thomas, Alice Rühl-Gerstel.* Diplomarbeit, Universität Wien 1992. (145)

Fachgeschichte / Publizistikstudium / Universität

ERKINGER, Monika: *Studium und Kommunikation: Universitäre Kontaktstrukturen aus der Sicht der Studierenden.* Diplomarbeit, Universität Graz 1994.

GRUBER, Barbara Theresia: *Kooperationen des Instituts für Publizistik- und Kommunikationswissenschaft der Universität Wien. Eine Evaluierung der Rahmenbedingungen und der praktischen Umsetzung.* Diplomarbeit, Universität Wien 1996. (100)

HOFBAUER, Andrea Maria: *Die verführte Universität? Die „Jahrbücher der Hochschülerschaft Österreichs" 1934 - 1938.* Diplomarbeit, Universität Wien 1996. (100)

KOSCHER, Ulrike: *Die Töchter der Alma Mater. Eine Bestands- und Bedarfsanalyse mit Publizistik-Studentinnen.* Diplomarbeit, Universität Wien 1995. (100)

MONSCHEIN, Wolfgang / RANDL, Friedrich: *50 Jahre Institut für Publizistik- und Kommunikationswissenschaft der Universität Wien (1942-1992). Eine Analyse des Lehrveranstaltungsangebotes und der Abschlußarbeiten von Sommersemester 1942 bis Wintersemester 1991/92. Ein Beitrag zur Geschichte des Faches in Österreich.* Diplomarbeit, Universität Wien 1995. (100)

Film / Kino / Photographie

AMLESHI, Ali Mohammad Mohammadi: *Film im Iran. Unter besonderer Berücksichtigung der Entwicklung des iranischen Kinos nach der Revolution von 1979.* Diplomarbeit, Universität Wien 1996. (100)

BAUER, Karl-Heinz: *Kinosterben in Wien. Eine Analyse der strukturellen Rahmenbedingungen und Darstellung der Auswirkungen unter Berücksichtigung von ursächlichen Zusammenhängen.* Diplomarbeit, Universität Wien 1994. (100)

DÖRFLER, Edith: *Schatten des Grauens. Die filmische Darstellung des Holocaust.* Diplomarbeit, Universität Wien 1996. (100)

FRIEDL, Gabriele: *Der Unterhaltungsfilm im Nationalsozialismus unter besonderer Berücksichtigung des Revuefilms.* Diplomarbeit, Universität Wien 1994. (106)

GEYER, Dorothea: *Das Berufsbild des Journalisten im Film. Eine Inhaltsanalyse der im deutschsprachigen Raum erschienenen Journalistenfilme.* Diplomarbeit, Universität Wien 1992. (100)

GINDL, Karoline: *Aufgaben des volkskundlichen Films. Eine analytische Betrachtung von Vergangenheit, Gegenwart, Zukunft.* Diplomarbeit, Universität Graz 1995. (MI--)

GRUBER, Petra: *„So schön, wie's damals war...": Österreichische Filmschlager in der Zwischenkriegszeit.* Diplomarbeit, Hochschule für Musik und Darstellende Kunst Wien 1996.

HOFSTÄTTER, Ronald: *Die dunkle Seite der Leinwand. Der deutsche Film bis 1933 mit besonderem Augenmerk auf den phantastischen Stummfilm.* Diplomarbeit, Universität Wien 1997. (116)

LOACKER, Armin: *Die ökonomischen und politischen Bedingungen der österreichischen (Ton-)Spielfilmproduktion der 30er Jahre.* Diplomarbeit, Universität Wien 1992. (106)

LOACKER, Armin: *Die österreichischen Spielfilme der Jahre 1934 - 1938. Eine systematische Inhaltsanalyse des filmischen Gesellschaftsbildes.* Dissertation, Universität Wien 1995. (106)

MESZAROS, Martin: *Audiovisuelle Nahversorger. Vorstadtkinos in Wien zwischen 1945 und 1965.* Diplomarbeit, Universität Wien 1993. (100)

PENSOLD, Wolfgang: *Krieg und Kamera. Theorieskizzen zur nationalsozialistischen Kriegsfilmproduktion.* Diplomarbeit, Universität Wien 1994. (100)

POLIWODA, Bernadette: *FEKS - Fabrik des exzentrischen Schauspielers. Vom Exzentrismus zur Poetik des Films in der frühen Sowjetkultur.* Dissertation, Universität Salzburg 1993.

RAUSCH, Gerlinde: *Die Verwendung des fotografischen Bildes in österreichischen Zeitschriften. Eine vergleichende Darstellung für das politische Ressort im Nachrichtenmagazin „Profil" und in der Illustrierten „Wiener".* Diplomarbeit, Universität Wien 1992. (100)

RIESER-WOHLFARTER, Klaus: *Filmische Passagen in die neue Welt. Entwürfe ethno-amerikanischer Kulturen im Migrationsfilm.* Dissertation, Universität Innsbruck 1993. (610)

ROHRHOFER, Ulrike E.: *Stummfilmkino. Geschichte des Films 1895 - 1930.* Diplomarbeit, Universität Graz 1992.

RÜSCHER, Klaus: *Die Kamera in der Kulturwissenschaft. Mit einem Überblick über die Entwicklung der audio-visuellen Medien.* Diplomarbeit, Universität Graz 1994.

RUSCH, Johanna: *Kinematographie an der kulturpolitischen Bruchstelle von reaktionär-monarchistischen und liberal-anarchistischen Strömungen. Exemplarische Untersuchungen zum spanischen Film der dreißiger Jahre unter besonderer Berücksichtigung der ersten Regisseurin Rosario Pi Brujas.* Diplomarbeit, Universität Salzburg 1994. (504)

SELINGER-SOUREK, Martin: *Die Geschichte des Kinos im Bezirk Ried, Innkreis.* Diplomarbeit, Universität Salzburg 1993. (504)

SINGER, Reinhold: *Berufsbild des Journalisten im Spielfilm. Empirische Filmanalyse unter Berücksichtigung von Ansätzen kommunikationswissenschaftlicher Berufsforschung.* Diplomarbeit, Universität Wien 1992. (100)

SUPPAN, Franz Bertram Nikolaus: *Kinokultur in Graz. Unterhaltung und Bildung durch den Film von 1896 bis um 1960.* Diplomarbeit, Universität Graz 1994.

TRUMMER, Ursula: *Der Wissenschaftler als Figur des Spielfilms. Eine wissenschaftssoziologische Analyse anhand von 20 Beispielen.* Diplomarbeit, Universität Wien 1993. (139)

WALDMANN, Christine: *Die Filmstadt-Wien. Ein Beitrag zum österreichischen Film.* Diplomarbeit, Universität Wien 1996. (100)

Flugschriften

GERBER, Ursula: *Imago Turci. Das Türkenbild in illustrierten Flugblättern des 16. Jahrhunderts im deutschsprachigen Raum.* Diplomarbeit, Universität Wien 1993. (145)

POINTNER, Günther: *Das Luthertum vom Teufel erdacht hat alles Unglück in die Welt bracht: Die polemische Publizistik des Johannes Nas. Ein Beitrag zur Flugschriften-Literatur des 16. Jahrhunderts.* Dissertation, Universität Wien 1996.

Frauenforschung / Genderforschung

ABID, Liselotte: *Das Frauenbild in der Presse des postrevolutionären Iran.* Diplomarbeit, Universität Wien 1993. (100)

ALMER-EICHHABER, Silvia: *Ehefrau, Hausfrau, Mutter: Das Frauenbild der „Österrei-chischen Frauenbewegung" der ÖVP (ÖFB) anhand des Publikationsorgans „Die Österrei-chische Frau" von 1953 bis 1993.* Dissertation, Universität Salzburg 1995. (502)

AUDERLITZKY, Christa: *Vom netten Mariandl zur schamlosen Annabella. Eine feministische Analyse der Frauenbilder im österreichischen Spielfilm der Sechzigerjahre.* Diplomarbeit, Universität Wien 1992. (106)

CZIPIN, Angelika: *Das Schreiben der Frauen. Wiener Tageszeitungsjournalistinnen in der Ersten Republik und die Geschichte ihrer Vorgängerinnen.* Diplomarbeit, Universität Wien 1996. (100)

DOLL, Eveline: *Bringen Frauen einen „weiblichen Blick" in den Journalismus? Untersucht am Beispiel von „Der Standard" und „Salzburger Nachrichten".* Diplomarbeit, Universität Salzburg 1994. (504)

GREIN, Beate: *Der Muttertag im Spiegel ausgewählter steirischer Tageszeitungen unter Berücksichtigung von Frauenbild und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen.* Diplomarbeit, Universität Graz 1993.

GRÜNDL, Klaudia: *Feminisierung von Public Relations. Eine Studie zum Einfluß und der Stellung von Frauen im Berufsbereich Public Relations. Mit einer empirischen Untersuchung zur Situation in Österreich unter dem Aspekt feministischer Geschlechterforschung.* Diplomarbeit, Universität Salzburg 1996. (504)

HEY, Barbara: *Women's History und Poststrukturalismus. Aspekte der Theoriebildung in der nord-amerikanischen feministischen Geschichtswissenschaft der achtziger Jahre.* Dissertation, Universität Innsbruck 1992. (GFB)

HOFBAUER, Ursula: *Österreichische Journalistinnen in der Nachkriegszeit. Mit berufsbiographischen Interviews.* Diplomarbeit, Universität Wien 1995. (100)

KINSKY, Nicole: *Hausfrau, Mutter und Gesellschaftsdame. Der Markt der kommerziellen Frauenzeitschriften in Österreich von 1918 bis 1938. Eine feministische Kommunikationsgeschichte.* Dissertation, Universität Wien 1994. (100)

KRAINER, Larissa: *Österreichische Frauenzeitschriften im Spannungsfeld zwischen kapitalorientierten Marktkräften und frauenbewegter Bewußtseinsbildung, zwischen Kommerz- und Alternativmedien.* Dissertation, Universität Klagenfurt 1993.

KRAMSER, Lydia: *„Denn was uns fehlt ist Freizeit": Freizeit und Freizeittätigkeiten von Industriearbeiterinnen in Österreich und Deutschland von 1850 - 1990 mit besonderer Berücksichtigung der „Medienfreizeit".* Diplomarbeit, Universität Salzburg 1992. (504)

REITMEIER, Ruth: *Frauenkarrieren im österreichischen Journalismus: Sozialisationsprozesse, Barrieren, Veränderungsstrategien.* Dissertation, Universität Wien 1993. (100)

SCHWEIGER, Ursula Johanna: *„... ums Lesen, Schauen, Hören und wie das Ganze damals war...": Mediennutzung junger Frauen in den Nachkriegsjahren. Ein Oral-History-Projekt.* Diplomarbeit, Universität Wien 1996. (100)

WAKONIG, Jutta: *Frauenzeitschriften und Frauenbilder. Eine inhaltsanalytische Untersuchung*

zur Darstellung von Frauen in den Frauenzeitschriften „Stimme der Frau", „Welt der Frau" und „Wienerin". Mit einer Bestandsanalyse des österreichischen Frauenzeitschriftenmarktes unter Miteinbeziehung der deutschen Overflowmedien. Diplomarbeit, Universität Wien 1993. (100)

WEISS, Christine / WOLF, Michaela: *Aufbruch zu einer „anderen Universität". Frauenbildung/ Frauenforschung als Wege der Veränderung. Frauen (be)zeichnen neue Konturen in Wissenschaft und Bildung.* Diplomarbeit, Universität Graz 1995. (IPE-)

WIESER, Vanessa: *Die „Illustrierte Mädchen-Zeitung" 1907 - 1913. Über ein pädagogisches Projekt gegen die neue Unabhängigkeit der Frau.* Diplomarbeit, Universität Wien 1996. (100)

ZINIEL, Maria: *Die Situation der Lehrerin um 1900 im Spiegel der „Österreichischen Lehrerinnen-Zeitung".* Diplomarbeit, Universität Wien 1992. (078)

Geschichtsunterricht

HAYDN, Susanna M.: *Die Entwicklung des Geschichtsunterrichts an Österreichs Gymnasien und Realgymnasien im Spiegel der Lehrpläne und Schulbücher der Ersten und Zweiten Republik.* Diplomarbeit, Universität Wien 1992. (078)

MEKYNA, Michael: *Der Erste Weltkrieg in seiner Darstellung in den österreichischen Schulbüchern seit 1918.* Diplomarbeit, Universität Wien 1995. (078)

MÜHLHOFER-GURION, Eva: *Morbus austriacus: Die NS-Zeit in Österreich betreffende Verdrängungsinstrumente und Verdrängungsmechanismen in der geschichtlichen Bildung und in der vorwiegend mütterlichen Erziehung der Nachkriegsgenerationen ab 1945.* Diplomarbeit, Universität Wien 1996. (116)

WINDHABER, Edith Maria: *Die jüdische Geschichte in den österreichischen Lehrbüchern. Analyse und Vergleich der Geschichtelehrbücher für die Oberstufe 1848 - 1938.* Diplomarbeit, Universität Graz 1996. (MD--)

ZWIFELHOFER, Peter: *Die Schulbücher des Nationalsozialismus als Mittel der Beeinflussung mit deutsch-völkischem Gedankengut. Inhaltsanalytischer Vergleich von Lehrbüchern der deutschkundlichen Kernfächer in der Ostmark und medienbezogene Fallstudien an gegenwärtigen Schülern der pädagogischen Mittelstufe.* Dissertation, Universität Wien 1993. (100)

Standortliste

078	Geschichte, Wien
100	Publizistik, Wien
106	Theaterwissenschaft, Wien
116	Zeitgeschichte, Wien
117	Kunstgeschichte, Wien
139	Soziologie, Wien
145	Germanistik, Wien
502	Geschichte, Salzburg
504	Publizistik, Salzburg
610	Amerikanistik, Innsbruck
1001	Kirchengeschichte, Salzburg
GFB	Geschichte, Innsbruck
IPE-	Erziehungswissenschaft, Graz
MD-	Geschichte Graz
MI--	Volkskunde, Graz

Teil II dieser Bibliographie erscheint in einer der nächsten Ausgaben von Medien und Zeit.

Der Autor

Mag.
Fritz Randl
(1964)

Dissertant am Institut für Publizistik- und Kommunikationswissenschaft der Universität Wien. Mitarbeiter an zahlreichen kommunikationshistorischen Foschungsprojekten. Leitender Redakteur des Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverbandes (ÖWAV).

NEUERSCHEINUNG

Wolfgang Duchkowitsch: *Verstellte oder hellsichtige Blicke? Zeitungskunde und Zeitungskultur.* - Fritz Fellner: *Die Zeitung als historische Quelle.* - Edith Walter: *Ökonomische Bedingungen der Wiener Presse um 1900.* - Lorelies Ortner: *Der Stil der Anzeigen in der Wiener Presse um 1900.* - Sigurd Paul Scheichl: *„Im großen Styl der Kaiserlichen Redeweise". Beobachtungen zu Form und Stil der Leitartikel Moriz Benedikts in der „Neuen Freien Presse".* - Arno Maierbrugger: *Das „historische" Zeitungs-Feulleton. Forschungsprobleme aus der Sicht der Kommunikationsgeschichte.* - Monika Kollmann: *Essayistinnen und Feulletonistinnen der Wiener Jahrhundertwende. Eine Forschungslücke.* - Ilona Sármány-Parsons: *Auftakt zur Moderne. Kunstkritik der Wiener Tagespresse 1894.* - Christine Adriaenssen: *Die ‚antimodernistische' Tätigkeit Max Nordaus.* - Peter Leisching: *Hugo Wittmann. Prosopographie eines eingewienerten Schwaben pariserischer Prägung.* - Hannes Haas: *Eduard Pötzl - Korrekturen am Klischee.* - Ulrike Lang: *Die Wiener Literaten und die Zeitungen.* - Ladislaus Lang: *Die Österreichische Zeitschriftendatenbank an der Österreichischen Nationalbibliothek.* - Eckart Früh: *Das Tagblatt-Archiv.* - Eckart Früh: *Jugend in Wien um 1900.* - Hermann Sagl: *Wiener Tageszeitungen 1890-1914.*

Zeitungen im Wiener Fin de Siècle. Herausgegeben von Sigurd Paul Scheichl und Wolfgang Duchkowitsch, Verlag für Geschichte und Politik Wien, R. Oldenburg Verlag München, 1997, öS. 348,-. Erhältlich im Buchhandel.

Bei Unzustellbarkeit
bitte zurück an:

medien & zeit
A-1014 Wien, Postfach 208

P.b.b.,
Erscheinungsort Wien,
Verlagspostamt 1090 Wien,
2. Aufgabepostamt 1010 Wien