

1. Computer und Telekommunikation in den USA (1950er/1960er Jahre)

Das Zeitalter des vernetzten Computers begann mit einem Wettbewerbsverfahren. Am 24. Januar 1956 akzeptierte ein Bundesgericht in New Jersey eine Übereinkunft, mit der das amerikanische Justizministerium und der größte Telekommunikationskonzern der Welt einen jahrzehntelangen Konflikt beilegte. Im sogenannten Consent Decree verpflichtete das Bell System sich, seine Geschäftstätigkeit auf den Telekommunikationsmarkt zu begrenzen und auf seine mehr als 8.700 Patente zu verzichten. Im Gegenzug wurde der Konzern nicht zerschlagen und durfte sein ertragreiches Telefonmonopol behalten.¹

Die Bedingungen, zu denen das Wettbewerbsverfahren beigelegt wurde, definierten für die nächsten dreißig Jahre den amerikanischen Telekommunikationssektor und prägten die Entwicklung von Datenverarbeitung und Telekommunikation auch über die USA hinaus. Im ersten Teil dieses Kapitels stehen daher Hintergründe und Folgen des Consent Decree von 1956 im Mittelpunkt. Es bildete die Grundlage dafür, dass die junge Datenverarbeitungsindustrie von der technologischen Leistungsfähigkeit des Bell Systems profitieren konnte, das seit der Jahrhundertwende einer der führenden Technologiekonzerne der Welt war, ohne die Konkurrenz des finanzstarken und einflussreichen Monopolisten fürchten zu müssen. Durch das Consent Decree konnte sich die amerikanische Computerindustrie daher schnell zu einem einflussreichen und selbstbewussten Wirtschaftszweig entwickeln.

Im zweiten Teil dieses Kapitels liegt der Fokus auf der Entwicklung der Datenverarbeitung in den 1950er und 1960er Jahren, die stark von der Kybernetik beeinflusst war. Die Konzeptualisierung von Menschen und Computern als unterschiedliche Ausprägungen desselben Phänomens, der informationsverarbeitenden Maschine, stellte die Kommunikation von Menschen und Computern in den Mittelpunkt. Damit erhielt Telekommunikation eine neue Bedeutung für die Datenverarbeitung. Als reguliertes Monopol war das Bell System durch das Consent Decree verpflichtet, den Anwendern von

1 Vgl. Sterling/Weiss/Bernt, Shaping American telecommunications, S. 107-108.

Datenverarbeitung einen diskriminierungsfreien Zugang zu seinen Netzen zu gewährleisten. Die Unternehmen der amerikanischen Datenverarbeitungsindustrie konnten daher in den 1960er Jahren Computer an das Telefonnetz anschließen und ihren Kunden über diesen Weg Zugang zu ihren Produkten anbieten. Als sich gegen Ende der 1960er Jahre dann abzeichnete, dass Menschen nicht nur mit Computern interagieren können, sondern dass Computer auch als mächtige Werkzeuge zur Kommunikation zwischen Menschen genutzt werden können, war allerdings unklar, ob der Computer als Kommunikationsmedium den Regeln des Telekommunikationssektors unterliegen oder dem Wettbewerb des Datenverarbeitungsmarktes überlassen werden sollte.

1.a Der amerikanische Telekommunikationssektor zu Beginn des Computerzeitalters

Historische Hintergründe

Mit der Unterzeichnung des Consent Decree wurde am 24. Januar 1956 ein Wettbewerbsverfahren beigelegt, mit dem die Truman-Regierung 1949 die Macht des Bell Systems begrenzen wollte. Dabei ging es um die Frage, in welchem Umfang einem privatwirtschaftlichen Unternehmen ein Monopol zugestanden werden sollte, um ein gut funktionierendes Telefonsystem zu erhalten. Diese Frage stellte sich in den USA, da das Telefonnetz nicht, wie in vielen anderen Ländern, von einer staatlichen Institution betrieben oder von einem staatlichen Monopol geschützt war. Der amerikanische Telekommunikationssektor war stattdessen seit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts von einem wechselnden Spannungsverhältnis zwischen staatlicher Regulierung und privatwirtschaftlicher Autonomie geprägt.

Nach der Patentierung des Telefons durch Alexander Graham Bell im Jahr 1876 war es seinen Investoren gelungen, durch Kauf von Patenten, Gerichtsverfahren und Lizenzabkommen ein Unternehmensgeflecht aufzubauen, das als Bell System ein faktisches Monopol auf den Betrieb von lokalen Telefonnetzen hatte. Die Erträge seines Monopols investierte das Bell System in den Aufbau eines Netzes für Ferngespräche. Nachdem das grundlegende Telefonpatent 1894 ausgelaufen war, konnte das Bell System sein Monopol zunächst nicht im selben Umfang aufrechterhalten, und es begann eine wettbewerbsgeprägte Phase, in der der amerikanische Telefonmarkt stark wuchs. In dieser Zeit bauten unabhängige Telefongesellschaften eigene Telefonnetze auf und expandierten zunächst in ländlichen Regionen, die bis dahin vom Bell System unversorgt geblieben waren. Nach der Jahrhundertwende intensivierte sich auch in den Städten der Wettbewerb. Als Folge stieg die Zahl der Telefonanschlüsse deutlich an. 1907 zählte die amerikanische Zensusbehörde bereits mehr als 6 Millionen Telefonanschlüsse, von denen 3,1 Millionen zum Bell System gehörten.²

Das Verhältnis zwischen dem Bell System, an dessen Spitze seit dem Jahr 1900 das Unternehmen American Telegraph and Telephone (AT&T) stand, und den unabhängigen Telefongesellschaften war von Vorwürfen des unfairen Wettbewerbs geprägt, da

2 Vgl. Brooks, Telephone, S. 127.

AT&T nur seinen eigenen Telefongesellschaften Zugang zu ihrem Netz gewährte. Dies führte für die Kunden der unabhängigen Telefongesellschaften zu der unbefriedigenden Situation, dass sie keine Bell-Anschlüsse anrufen oder Ferngespräche führen konnten, da den unabhängigen Gesellschaften das Kapital zum Aufbau eines eigenen Fernnetzes fehlte. Statt vom Wettbewerb durch mehr erreichbare Telefonanschlüsse oder niedrigeren Preisen zu profitieren, sahen Unternehmen sich in dieser Zeit gezwungen, unterschiedliche Telefonanschlüsse zu unterhalten, um für alle Kunden erreichbar zu sein. Sofern eine unabhängige Telefongesellschaft in finanzielle Schwierigkeiten geriet, nutzte das Bell System diese Gelegenheit und kaufte das Unternehmen auf und schloss die Kunden an sein Netz an.³

Diese unbefriedigende Situation auf dem Telefonmarkt veranlasste die amerikanische Regierung, sich mit der Regulierung des Telefonmarktes zu befassen. 1910 wurden die Betreiber von Telefonnetzen zunächst zu »common carrier« erklärt, die ihre Dienstleistungen diskriminierungsfrei und zu fairen Preisen anbieten mussten. Da dies nur wenig an der Situation auf dem Telefonmarkt änderte, eröffnete die amerikanische Regierung im Sommer 1913 ein Wettbewerbsverfahren gegen das Bell System. Um eine weitergehende Regulierung oder eine Zerschlagung zu verhindern, erklärte sich der Konzern in einem Brief seines Vizepräsidenten Nathan Kingsbury an das Justizministerium bereit, unabhängigen Telefongesellschaften Zugang zu seinem Netz zu gewähren und sie nur noch in Ausnahmefällen aufzukaufen. Im Jahr 1921 wurde die Wettbewerbsphase des amerikanischen Telefonmarktes dann durch den Willis Graham Act beendet, der lokale Monopole erlaubte. Damit hatte der amerikanische Telefonmarkt seine Struktur gefunden, die bis in die 1980er Jahre bestehen sollte: Neben einer Vielzahl von regionalen Telefonanbietern des Bell Systems betrieben in manchen Regionen unabhängige Gesellschaften lokale Telefonnetze, die über das Fernnetz von AT&T an das landesweite Netz angeschlossen waren.⁴ Damit wurde der amerikanische Telefonmarkt von privatwirtschaftlichen Unternehmen kontrolliert, Wettbewerb zwischen diesen Unternehmen fand aber kaum statt.

Im Jahr 1934 wurde die Überwachung und Regulierung des Telefon- und Telegrafemarktes dann, gemeinsam mit der Aufsicht über den Rundfunk, in der Federal Communications Commission (FCC) zusammengefasst. Während die FCC ihren gesetzlichen Auftrag, allen Amerikanern Zugang zu leistungsfähigen Kommunikationsmöglichkeiten zu fairen Preisen zu ermöglichen,⁵ in den nächsten Jahren vor allem zur Gestaltung der amerikanischen Radiolandschaft nutzte,⁶ hielt sie sich beim Telefon zunächst zu-

3 Vgl. ebenda, S. 109.

4 Vgl. Sterling/Weiss/Bernt, *Shaping American telecommunications*, S. 64-85; Wu, *The Master Switch*, S. 54-57; John, *Network nation*, S. 340-369.

5 »[...] to make available, so far as possible, to all the people of the United States a rapid, efficient, nationwide, and worldwide wire and radio communication service with adequate facilities at reasonable charge [...]«. §1 des Communications Act von 1934.

6 Mit dem Argument, dass das für Rundfunkübertragungen nutzbare elektromagnetische Spektrum begrenzt sei, hatte bereits die Vorgängerinstitution der FCC, die Federal Radio Commission (FRC), die Zulassung von Rundfunksendern von einem öffentlichen Interesse (»public interest, convenience and necessity«) abhängig gemacht. Durch die Definitionsmacht über diese unklaren Begriffe gewann die FCC großen Einfluss auf die Auswahl und Programminhalte der ansonsten

rück. Die FCC stand hier vor der Herausforderung, dass sie angemessene Preise für Telefonanschlüsse und Gespräche festlegen musste, die die Qualität und den Ausbau des Netzes sicherstellten und gleichzeitig den Anteilseignern der Telefongesellschaften eine angemessene Rendite ermöglichten. In regelmäßigen Abständen ermittelte die FCC daher, welche Einnahmen die Telefongesellschaften benötigten, um das Telefonnetz zu finanzieren und ihren Investoren eine marktübliche Rendite zu zahlen. Auf Grundlage der festgelegten Einnahmen konnten die Telefongesellschaften dann ihre Preise kalkulieren.⁷

Bei ihrer Gründung sah sich die FCC vor das Problem gestellt, dass sie wenig über den Telefonmarkt und die Strukturen des Bell Systems wusste. Um dieses Wissensdefizit zu beseitigen, gab die FCC bei ihrer Gründung eine breit angelegte Untersuchung in Auftrag. Bis 1939 erforschte ein Team unter der Leitung des Kommissars Paul Walker den amerikanischen Telefonmarkt seit seinen Anfängen und die internen Strukturen des Bell Systems. 1938 legte Walker einen Vorabbericht vor und warf dem Bell System vor, die Preisregulierung durch die FCC zu manipulieren, indem es seine Ausrüstung ausschließlich von seiner eigenen Tochterfirma Western Electric herstellen ließ. Durch dieses exklusive Verhältnis war AT&T in der Lage, die Kosten der Telefonausrüstung selbst zu bestimmen und als überhöhte Gebühren an seine Telefonkunden weiterzugeben. Um diese Preismanipulation zu unterbinden, schlug Walker vor, dass das Bell System seine Ausrüstung künftig im Wettbewerb kaufen sollte. Die Walker-Untersuchung hatte allerdings vorerst keine unmittelbare Auswirkung, da AT&T und Western Electric mit Beginn des Zweiten Weltkrieges in die Rüstungsforschung integriert wurden und alle Eingriffe in das amerikanische Telekommunikationssystem vorerst zurückgestellt wurden.⁸

Erst nach dem Ende des Krieges kamen die Strukturen des Telefonmarktes wieder auf die politische Tagesordnung. Im Januar 1949 eröffnete die Regierung unter dem demokratischen Präsidenten Truman ein Kartellverfahren, das schließlich zum Consent Decree führte. Die Regierung forderte, Western Electric aus dem Bell System herauszulösen und Wettbewerb auf dem Markt für Telefonausrüstung herzustellen. Um faire Bedingungen auf diesem Markt zu ermöglichen, sollte sich das Bell System zusätzlich auch von seiner Beteiligung am konzerneigenen Forschungsinstitut, den Bell Labs trennen und dessen Patente freigeben.⁹

privaten Sender und konnte damit die amerikanische Radiolandschaft und ab den 1940er Jahren auch das Fernsehen gestalten. Vgl. Wu, *The Master Switch*, S. 75-85.

7 Vgl. Sterling/Weiss/Bernt, *Shaping American telecommunications*, S. 95-99. Für die Regulierung der Preise von Telefongesprächen innerhalb eines Bundesstaates war nicht die FCC zuständig, sondern die Regulierungsbehörde des jeweiligen Staates. Die Frage, wie die lokalen und nationalen Kosten des Telefonnetzes ermittelt werden, spielte daher eine große Rolle für die Preisstruktur des Telefonsystems. In den 1940er Jahren begann die FCC, die lokalen Kosten niedriger anzusetzen, was zu niedrigen Anschlussgebühren führte, wodurch sich mehr Menschen einen Telefonanschluss leisten konnten, der indirekt über höhere Preise von Ferngesprächen subventioniert wurde. Vgl. ebenda, S. 99-104.

8 Vgl. ebenda, S. 107-108.

9 Vgl. Brooks, *Telephone*, S. 197-199; Sterling/Weiss/Bernt, *Shaping American telecommunications*, S. 110.

Zur Bedeutung der Forschung und Patente des Bell Systems

Um die Forderung des amerikanischen Justizministeriums nach Offenlegung der Patente der Bell Labs nachzuvollziehen, ist es wichtig zu verstehen, welche Bedeutung Forschung und Patente für das Bell System hatten. Während die Telefongesellschaften in anderen Ländern durch gesetzliche Monopole vor Konkurrenz geschützt waren, fußte die Stärke des Bell Systems vor allem auf der Kontrolle über eine Technologie, der Übertragung von Sprachsignalen über Kabeln. Die strategische Kontrolle von alternativen Technologien war für den Konzern daher ein zentrales Element für den langfristigen Erfolg. Das Bell System investierte darum hohe Summen in Grundlagenforschung und den Aufbau eines Patentportfolios.

Bereits in den 1880er Jahren basierte die Dominanz des Bell Systems auf Patenten, und in den Jahren des Wettbewerbs hatte der Konzern als einziger die Technologie des Telefons so weit gemeistert, dass er seinen Kunden mit seinem Fernnetz einen klaren Mehrwert bieten konnte.¹⁰ Das Wissen über den Wettbewerbsvorteil eines Fernnetzes führte auch dazu, dass AT&T die Rechte am Audion, einer von dem amerikanischen Erfinder Lee de Forest entwickelten einfachen Form der Elektronenröhre, aufkaufte und zu einem brauchbaren Telefonverstärker weiterentwickelte, mit dem ab 1915 erstmalig Telefongespräche von Küste zu Küste möglich waren.¹¹ Da dieses neue Bauteil allerdings auch elektromagnetische Schwingungen modulieren konnte, wurde damit ebenfalls eine drahtlose Übertragung von Tonsignalen über Funkwellen möglich. In den 1910er Jahren war allerdings noch unklar, ob die kabellose Übertragung von Sprache als eine disruptive Technologie den Telefonmarkt verändern kann. Als ein Konzern, dessen wichtigstes Kapital aus den Kabeln seines Fernnetzes bestand, intensivierte AT&T ab 1913 daher seine Forschungen zum Rundfunk und stärkte durch eine strategische Patentpolitik seinen Einfluss auf diese Technologie.¹²

1925 wurden die Forschungs- und Entwicklungsabteilungen von Western Electric und AT&T dann in den Bell Laboratories (»Bell Labs«) zusammengefasst.¹³ Die meisten

10 Vgl. Sterling/Weiss/Bernt, *Shaping American telecommunications*, S. 67-68.

11 Eine Errungenschaft, die AT&T öffentlich wirksam zu inszenieren wusste, indem sie Alexander Graham Bell und seinen ehemaligen Assistenten Thomas Watson ein transkontinentales Telefongespräch führen ließen. Vgl. Brooks, *Telephone*, S. 138-139; John, *Network nation*, S. 389-392.

12 Vgl. John, *Network nation*, S. 382. Die Forschungen von AT& resultierten im Oktober 1915 in der ersten Transatlantikübertragung eines Sprachsignals, das von Arlington in Virginia zum Eiffelturm in Paris übermittelt wurde. Allerdings verzichtete das Bell System vorerst darauf, die kabellose Telefonie im großen Stil weiterzuentwickeln. Vgl. Leonard S. Reich, *Industrial research and the pursuit of corporate security. The early years of Bell Labs*, in: *Business history review* 54 (1980), S. 504-529, hier S. 518-522. Stattdessen versuchte AT&T zu Beginn der 1920er Jahre, mit seinem Kabelnetz vom aufkeimenden Rundfunk zu profitieren. Als einziger Betreiber eines Telekommunikationsnetzes, das zur Übertragung von Sprache geeignet war, baute AT&T ein Netzwerk von Rundfunkstationen auf, welches sie über ihr Fernnetz mit Radioprogramm versorgten. 1924 konnten sie mit diesem Rundfunknetz bereits 65 Prozent der amerikanischen Haushalte erreichen. 1926 übergab AT&T sein Rundfunknetzwerk an seinem Konkurrenten RCA und legte damit einen Patentstreit nieder und verhinderte eine kartellrechtliche Untersuchung ihrer Rundfunkaktivitäten. Vgl. hierzu Wu, *The Master Switch*, S. 74-81.

13 Vgl. Reich, *Industrial research*, S. 524-525.

Mitarbeiter waren mit der kontinuierlichen Optimierung des Telefonsystems beschäftigt, aber ein bedeutender Teil befasste sich auch mit grundlegenden Forschungen zu allen Themengebieten, die im weitesten Sinne mit Kommunikation zu tun hatten, wie Elektrotechnik, Physik, Mathematik oder Psychologie.¹⁴

Während des Zweiten Weltkrieges waren die Bell Labs, neben dem Radiation Lab des MIT, die wichtigste Forschungseinrichtung der USA, in dem an der Entwicklung von Radarsystemen geforscht wurde. Bis Kriegsende produzierte Western Electric mehr als 57.000 Radarsysteme und konnte so umfassende Kenntnisse im Umgang mit Hochfrequenztechnik, der Massenfertigung von zuverlässigen elektronischen Bauteilen und ihrer Integration zu komplexen elektronischen Schaltungen sammeln.¹⁵

Der Entwicklungssprung, den die Elektronik während des Krieges durch die Radartechnik machte, war ein zentraler Baustein, der die Fertigung der ersten elektronischen Computer ermöglichte.¹⁶ Durch die Erfahrungen mit der Kriegsproduktion von Radaranlagen galt Western Electric in der unmittelbaren Nachkriegszeit als das Unternehmen, das die besten Voraussetzungen hatte, um elektronische Computer in Serie zu fertigen. In den 1950er Jahren produzierte Western Electric allerdings nur einzelne Computer für das US-Militär,¹⁷ stattdessen nutzte der Konzern seine Kenntnisse in der Hochfrequenztechnik zunächst zur Weiterentwicklung des Richtfunks. Mikrowellenrichtfunk galt in der Nachkriegszeit als disruptive Kommunikationstechnologie, die die Vorteile von streckenbasierten Kommunikationsnetzen mit denen des kabellosen Funks vereinte.¹⁸ Das Bell System unternahm daher große Anstrengungen, diese Technologie zu beherrschen und in ihr Telekommunikationssystem einzubinden.¹⁹

Unabhängig davon veränderte die Grundlagenforschung der Bell Labs in der unmittelbaren Nachkriegszeit mit zwei fundamentalen Entwicklungen die technologische Entwicklung grundlegend und nachhaltig: mit dem Transistor und der Informationstheorie.

Der Transistor war ebenfalls eine indirekte Folge der Radarforschung. Bereits seit dem 19. Jahrhundert waren die ungewöhnlichen elektrischen Eigenschaften von Halbleitermetallen bekannt, und in den 1920er und 1930er Jahren hatte die Quantenmechanik ein besseres Verständnis dieser Effekte ermöglicht. Im Zuge der Radarentwicklung waren Halbleiter dann als elektronische Bauteile neu entdeckt worden, da sie bei

14 Vgl. Gertner, *The idea factory*, S. 32. Die Grundlagenforschung der Bell Labs wurde 1937 mit einem ersten Nobelpreis für Physik belohnt, den Clinton Davisson für seine Forschungen zum Wellencharakter von Materie erhielt.

15 Vgl. Gertner, *The idea factory*, S. 67-70; Brooks, *Telephone*, S. 221.

16 Vgl. Paul Ceruzzi, *Electronics Technology and Computer Science, 1940-1975. A Coevolution*, in: *IEEE Annals of the History of Computing* 10 (1988), S. 257-275.

17 Vgl. Ceruzzi, *A history of modern computing*, S. 65.

18 Bei Richtfunk wird mit einem hochfrequenten Funksignal auf eine Antenne gezielt, sodass Signale nur auf der direkten Linie zwischen Sendeanlage und Empfänger empfangen werden können. Durch mehrere in Sichtweite aufgestellte Relaistürme können mit Richtfunk Nachrichten über größere Strecken gesendet werden, ohne dass entlang der gesamten Strecke Kabel verlegt werden müssten.

19 Bereits 1951 eröffnete AT&T eine erste transkontinentale Richtfunkstrecke zwischen New York und San Francisco. Vgl. Gertner, *The idea factory*, S. 173-174.

höheren Frequenzen den Elektronenröhren als Gleichrichter überlegen waren. Als mit dem Ende des Krieges viele militärische Projekte der Bell Labs ausliefen, schien die Erforschung von Halbleitern daher ein vielversprechender Ansatz für die Entwicklung neuer Bauteile zu sein.²⁰ Unter der Leitung von William Shockley befasste sich eine Forschergruppe daher zunächst mit der Entwicklung eines halbleiterbasierten Telefonverstärkers. Im November 1947 hatte die Gruppe einen Versuchsaufbau mit Germanium gefunden, der den gewünschten Verstärkereffekt zeigte,²¹ im Frühjahr 1948 konnten erste Prototypen als Telefonverstärker²² getestet werden, und im Sommer 1948 wurde der Transistor dann auf einer Pressekonferenz präsentiert.²³

Anders als beim Transistor wurde die fundamentale Bedeutung der fast zeitgleich publizierten Informationstheorie von Claude Shannon zunächst nur in Fachkreisen erkannt, lieferte aber die Grundlage für ein radikal neues Verständnis von Telekommunikation.²⁴ Vor der Informationstheorie konnten Telefongesellschaften ihre Tätigkeit als die Übertragung von elektromagnetischen Schwingungen zwischen zwei Punkten begreifen. Wie die Informationstheorie zeigte, kann die Übertragung von Tönen, Bildern oder Texten aber auf die Übermittlung von Informationen in Form von zwei Zuständen, etwa 0 oder 1, reduziert werden – und war daher kaum von einer Datenverarbeitung zu unterscheiden.²⁵

20 Vgl. Riordan/Hoddeson, *Crystal fire*, S. 108-110.

21 Vgl. Gertner, *The idea factory*, S. 92-97.

22 Vgl. Riordan/Hoddeson, *Crystal fire*, S. 159.

23 Vgl. Riordan/Hoddeson, *Crystal fire*, S. 163-167; Andreas Fickers, *Der »Transistor« als technisches und kulturelles Phänomen*, Bassum 1998, S. 25.

24 Die Informationstheorie lieferte die Basis dafür, verschiedene Methoden der Telekommunikation, wie Telegrafie oder Telefonie, als einheitliches Phänomen zu begreifen: der Übermittlung von Informationen. Während des Kriegs beschäftigte sich der Mathematiker Claude Shannon mit der Verschlüsselung von Sprachsignalen, was zur Entwicklung der Informationstheorie führte. Die Grundfrage, die Shannon damit zu beantworten versuchte, war, wie eine Nachricht vom Sender übertragen werden muss, damit sie beim Empfänger exakt wiedergegeben werden kann. Shannon konnte zeigen, dass sich der Informationsgehalt einer Nachricht, egal, ob Telefongespräch, Telegrafennachricht oder Fernsehbild, auf Unterscheidungen von zwei Zuständen reduzieren lässt, Ja oder Nein, 0 oder 1, und prägte für diese Grundeinheit der Information den Begriff Bit. Vgl. C. E. Shannon, *A Mathematical Theory of Communication*, in: *Bell System Technical Journal* 27 (1948), S. 379-423; C. E. Shannon, *Communication Theory of Secrecy Systems*, in: *Bell System Technical Journal* 28 (1949), S. 656-715; Soni/Goodman, *A mind at play*, S. 141.

25 Bereits in den 1940er Jahren gab es mit der »Puls Code Modulation« (PCM) eine mögliche Anwendung der Informationstheorie in der Telekommunikation. Dabei werden Schallwellen in binäre Werte überführt, übertragen und beim Empfänger wieder zurückgewandelt. Aus Sicht der Telekommunikationsingenieure bestand der Vorteil von PCM daraus, dass sich binäre Werte über längere Distanzen störungsfrei übertragen lassen. Vgl. W. M. Goodall, *Telephony by Pulse Code Modulation*, in: *Bell System Technical Journal* 26 (1947), S. 395-409; D.D. Grieg, *Pulse Code Modulation System*, in: *Tele-Tech* 6 (1947), September, S. 48-52; B. M. Oliver/J. R. Pierce/C. E. Shannon, *The Philosophy of PCM*, in: *Proceedings of the IRE* 36 (1948), S. 1324-1331. Der Einsatz vom PCM scheiterte allerdings zunächst an der Komplexität der Schaltungen, sodass PCM erst durch den Fortschritt der Mikroelektronik im Telefonnetz eingesetzt wurde. Die digitale Übertragung von Telefongesprächen wurde von AT&T ab 1962 zunächst zur lokalen Verbindung von Vermittlungsstellen eingesetzt, ab 1972 dann auch im Fernnetz. Vgl. Sheldon Hochheiser, *Telephone Transmission*, in: *Proceedings of the IEEE* 102 (2014), S. 104-110, hier S. 109.

Das Consent Decree

Ohne Zweifel war das Bell System im Januar 1949, als das Justizministerium das Wettbewerbsverfahren eröffnete, einer der technologisch führenden Konzerne der Welt und hätte auch die neue Technologie des elektronischen Computers beherrschen können.

Der Ausgang des Verfahrens wurde entscheidend davon beeinflusst, dass sich in der ersten Hälfte der 1950er Jahre der Kalte Krieg verschärfte und die USA mit dem Beginn des Koreakrieges wieder militärisch aufrüstete. Diese Situation machte das amerikanische Verteidigungsministerium zu einem gewichtigen Fürsprecher eines starken und integrierten Bell Systems. Western Electric galt als wichtiger Baustein der Hochtechnologierüstung und hatte 1950 mit der Entwicklung und dem Bau von neuartigen Nike-Flugabwehrraketen begonnen, denen eine zentrale Funktion in der amerikanischen Luftverteidigungsstrategie zukam. Die Intervention des Verteidigungsministeriums führte zunächst dazu, dass sich das Wettbewerbsverfahren verzögerte. Als mit der Wahl von Eisenhower die Republikaner dann die Regierung übernahmen, sah AT&T einen günstigen Zeitpunkt gekommen, um mit geringen Zugeständnissen einen jahrelangen Rechtsstreit zu verhindern. Zwischen 1953 und 1955 verhandelte der Konzern daher mit dem Justizministerium, dem Verteidigungsministerium und der FCC.²⁶

Die Einigung, mit der das Kartellverfahren Anfang des Jahres 1956 beigelegt wurde (Consent Decree), wurde formal zwischen Western Electric und dem Justizministerium getroffen; an der Formulierung wirkten aber auch das Verteidigungsministerium und die FCC mit. AT&T konnte durch Fürsprache des Verteidigungsministeriums erreichen, dass Western Electric integraler Bestandteil und einziger Ausrüster des Bell Systems bleiben durfte. Dafür bot es der FCC und dem Justizministerium an, auf seine existierenden Patente zu verzichten und zukünftige Erfindungen mit anderen Unternehmen zu teilen.²⁷ Obwohl das Bell System damit einen Teil seiner strategischen Kontrolle über Technologie aufgab, war dies für das Management von AT&T ein bezahlbarer Preis, um die Integrität des Konzerns zu bewahren. Bereits zuvor hatte der Konzern mit der Innovationskraft seiner Forschungsabteilung eine offensive Öffentlichkeitsarbeit betrieben und war unter dem Eindruck des laufenden Wettbewerbsverfahrens freizügig mit seinem zu der Zeit wertvollsten Erfindung umgegangen, den Transistor.²⁸ Die Freigabe der Bell-Patente entsprach auch dem Interesse des Verteidigungsministeriums, das auf eine schnelle Adaption des Transistors und weiterer Spitzentechnologie durch andere Unternehmen drängte.²⁹

Zusätzlich musste das Bell System sich verpflichten, sich auf den Telekommunikationsmarkt zu beschränken, um eine Regulierung durch die FCC zu erleichtern. Auch

26 Vgl. Sterling/Weiss/Bernt, *Shaping American telecommunications*, S. 110-112.

27 Die Patentnehmer mussten Western Electric allerdings die kostenpflichtige Nutzung ihrer eigenen Patente gestatten. Ausgenommen von dieser Regelung waren die drei direkten Konkurrenten von Western Electric, RCA, General Electric und Westinghouse, welche die Patente der Bell Labs nur gegen Lizenzgebühren nutzen durften, sofern sie Western Electric nicht ebenfalls die freie Nutzung ihrer Patente erlaubten. Vgl. ebenda, S. 112.

28 Vgl. Fickers, *Der »Transistor« als technisches und kulturelles Phänomen*, S. 25-27.

29 Vgl. Riordan/Hoddeson, *Crystal fire*, S. 196.

dieses Zugeständnis schien aus der Perspektive der 1950er Jahre für den Konzern unproblematisch, immerhin war das Bell System in erster Linie ein Telefonkonzern, und allein der weitere Ausbau des Telefonnetzes bot auf Jahrzehnte hinweg Wachstumschancen.³⁰ Alles in allem sah das Consent Decree daher wie ein Erfolg des Bell System aus.

Es waren aber diese Zugeständnisse, die die zukünftige Entwicklung von Computern und Telekommunikation langfristig und maßgeblich beeinflussten. Bis in die 1980er Jahre hinein verhinderte das Consent Decree, dass das Bell System auf den Computermarkt aktiv werden konnte, obwohl es schon in den 1950er Jahren gute Chancen gehabt hätte, aus dem Stand heraus zum führenden Anbieter von Datenverarbeitung zu werden. Bei einem anderen Ausgang des Wettbewerbsverfahrens hätte das Bell System eventuell innerhalb kurzer Zeit die Kontrolle über den amerikanischen Computermarkt erlangen können, und der Datenverarbeitungsmarkt wäre vermutlich früher oder später unter das Regulierungsregime der Telekommunikation gefallen. In anderen Ländern hätten die staatlichen Post- und Telekommunikationsbetreiber Computer und Datenverarbeitung dann in ihr Monopol einordnen können. So aber bewirkte das Consent Decree, dass sich in den USA eine eigenständige Computerindustrie entwickeln konnte, die vor der Konkurrenz des mächtigen Telekommunikationsmonopolisten geschützt war. Mit dem Zugang zu den Patenten der Bell Labs konnte diese Industrie ab der zweiten Hälfte der 1950er Jahre schnell wachsen und trat, als in den 1960er Jahren die Synergien von Computern und Telekommunikation entdeckt wurden, selbstbewusst für ihre Interessen ein.

1.b Computer auf dem Weg von Rechenmaschinen zum Kommunikationsmedium (1950er/1960er Jahre)

Der Einfluss der Kybernetik

Elektronische Computer wurden während des Zweiten Weltkrieges als Rechenwerkzeuge erfunden, da der Krieg neue Ansätze zur Lösung von mathematischen Problemen erforderte und die technologischen und theoretischen Voraussetzungen vorhanden waren, um die Berechnung von ballistischen Kurven oder das Mitlesen von verschlüsselten Nachrichten zu automatisieren.³¹ In den 1950er Jahren entwickelte sich dann, vor allem durch den Einfluss von IBM, ein Markt für Computer als moderne, schnelle und elektronische Form von Rechen- und Büromaschinen.³² Für die Transformation von Computern zu Werkzeugen der zwischenmenschlichen Kommunikation war aber in erster Linie die Kybernetik verantwortlich.

30 Vgl. Sterling/Weiss/Bernt, Shaping American telecommunications, S. 112-113; Wilson, Deregulating telecommunications, S. 108-110; Temin/Galambos, The fall of the Bell system, S. 15-16.

31 Vgl. Campbell-Kelly/Aspray, Computer, S. 79-104.

32 Vgl. Campbell-Kelly/Aspray, Computer, S. 105-130; James W. Cortada, IBM. The rise and fall and reinvention of a global icon, Cambridge, Mass. 2019, S. 127-202.

Die Kybernetik entstand als neuer, interdisziplinärer Wissenschaftszweig in der unmittelbaren Nachkriegszeit aus der Kombination unterschiedlicher Theorien und Erkenntnisse zur Kommunikation. Als ihr Gründungsvater und Namensgeber gilt der amerikanische Mathematiker Norbert Wiener, der sich während des Krieges mit der Entwicklung einer Zielhilfe für den Luftkampf befasste. Bei der geplanten Flugabwehrkanone sollte ein menschlicher Schütze das Ziel anvisieren und damit einer maschinellen Zielhilfe mitteilen, wo sich das Ziel derzeit befindet und wie es sich zuvor bewegt hat. Das Instrument sollte aus diesen Informationen berechnen, wo sich das Objekt mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit in Zukunft befinden wird. Sowohl der Mensch als auch die Maschine verarbeiten in diesem System der Flugabwehrkanone Informationen und tauschen diese miteinander aus. Für die theoretische Betrachtung durch Wiener spielte es nur eine untergeordnete Rolle, welche Aufgaben der Mensch und welche die Maschine übernahm. Beide ließen sich als informationsverarbeitende und kommunizierende Teile eines Gesamtsystems beschreiben.³³

Diese Erkenntnis bildete die Grundlage, auf der Wiener in der Nachkriegszeit gemeinsam mit anderen Wissenschaftlern die Kybernetik aufbaute.³⁴ Auf den sogenannten Macy-Konferenzen kamen zwischen 1946 und 1953 renommierte Wissenschaftler unterschiedlicher Disziplinen zusammen, diskutierten ihre Forschungsergebnisse und versuchten sie zu einer einheitlichen Theorie zu vereinen. Die Neurowissenschaftler Warren McCullochs und Walter Pitts stellten auf den Konferenzen ein Modell vor, mit dem sich die Aktivitäten vom biologischen Nervengewebe in eine Aussagenlogik übertragen ließen. Das Modell versprach, Nervenaktivität vom biologischen Medium zu lösen und berechenbar zu machen.³⁵ Claude Shannon lieferte mit seiner Informationstheorie eine Möglichkeit zur mathematischen Erfassung des Informationsgehaltes von Kommunikation und schuf damit die Grundlage, den Informationsgehalt vom Trägermedium zu lösen und mathematisch-abstrakt zu erfassen und zu übertragen.³⁶ Die dritte Grundlage der Macy-Konferenzen bildeten die Überlegungen von Norbert Wiener, die er zusammen mit seinem Assistenten Julian Bigelow und dem Neurophysiologen Arturo Rosenblueth weiterentwickelt hatte. Ihr Modell ging davon aus, dass Systeme, etwa Menschen oder eine Mensch-Maschinen-Kombination, durch den Informationsaustausch ihrer Bestandteile in Form von Feedbackschleifen, die einen erwarteten mit einem tatsächlichen Zustand abgleichen, zu einem zielgerichteten Verhalten befähigt werden.³⁷

33 Vgl. Lars Bluma, Norbert Wiener und die Entstehung der Kybernetik im Zweiten Weltkrieg. Eine historische Fallstudie zur Verbindung von Wissenschaft, Technik und Gesellschaft, Münster 2005, S. 99-109.

34 Als namensgebendes Grundlagenwerk der Kybernetik gilt: Norbert Wiener, *Cybernetics or control and communication in the animal and the machine*, New York 1948.

35 Vgl. Warren S. McCulloch/Walter Pitts, A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity, in: *Bulletin of Mathematical Biophysics* 5 (1943), S. 115-133; Claus Pias, Zeit der Kybernetik – eine Einstimmung, in: Claus Pias (Hg.), *Cybernetics/Kybernetik. The Macy-Conferences 1946-1953. Band 2. Essays & Dokumente*, Zürich 2004, S. 9-41, hier S. 13.

36 Vgl. Shannon, A Mathematical Theory; Bluma, Norbert Wiener, S. 46-49.

37 Vgl. Arturo Rosenblueth/Norbert Wiener/Julian Bigelow, Behavior, Purpose and Teleology, in: *Philosophy of Science* 10 (1943), S. 18-24; Bluma, Norbert Wiener, S. 123-130.

Diese drei Theorien und ihre Kombination in der Kybernetik beeinflussten in der Nachkriegszeit die Perspektive auf den Computer und gaben der Erfindung der elektronischen Rechenmaschine eine weitreichende Bedeutung, denn diese Maschinen waren »turingmächtig«. Der englische Mathematiker Alan Turing hatte 1936 das Konzept der universellen Turingmaschine entwickelt. Diese theoretische Maschine ist – mathematisch beweisbar – in der Lage, alle berechenbaren Probleme zu lösen, sofern man die Begrenzung seiner Ressourcen außer Acht lässt. Folgt man daher dem Versprechen der Kybernetik, dass menschliches Denken berechenbar ist, so wären Computer grundsätzlich in der Lage, auch menschliches Denken zu berechnen, und damit nichts Geringeres als »Giant Brains, or Machines That Think«³⁸, wie sie im Titel eines der ersten populären Bücher über die neuartigen Maschinen bezeichnet wurden. Mit diesem Versprechen beeinflusste die Kybernetik vor allem die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit Computern. Die Erforschung von Artificial Intelligence (AI) war in den 1950er Jahren der einflussreichste Zweig der neu entstehenden Computer Science an den amerikanischen Hochschulen.³⁹

Mittelfristig war es aber nicht der Versuch, menschliches Denken zu simulieren, mit dem die Kybernetik die konzeptionelle Weiterentwicklung von Computern beeinflusste. Da die Computer der 1950er Jahre bei weitem nicht mit der Leistungsfähigkeit des menschlichen Gehirns konkurrieren und daher den Menschen nicht ersetzen konnten, versprach vorerst eine enge Zusammenarbeit der beiden informationsverarbeitenden Systeme Mensch und Computer bessere Ergebnisse. Mit dieser Idee beeinflusste die Kybernetik in den 1950er Jahren vor allem das militärische SAGE-Projekt, bei dem in großem Umfang die direkte Interaktion von Menschen und Computern erprobt und umgesetzt wurde.

Das SAGE-Projekt

Nachdem die Sowjetunion im August 1949 mit einem Kernwaffentest gezeigt hatte, dass sie ebenfalls über Atomwaffen verfügt, wurde die Kontrolle des amerikanischen Luftraums zur zentralen Frage der nationalen Sicherheit. Nur wenn die amerikanische Air Force einen Angriff mit einfliegenden Bombern erkennen konnte, solange sie zu einem Gegenschlag in der Lage war, konnte die Politik der gegenseitigen Abschreckung funktionieren. Im Dezember 1949 beauftragte die Air Force daher eine Kommission unter der Leitung des Radarexperten George E. Valley damit, eine Lösung für dieses Problem zu finden.⁴⁰

38 Vgl. Edmund Callis Berkeley, *Giant brains or machines that think*, New York 1949.

39 Auch andere Disziplinen wurden in den 1950er und 1960er Jahren von der Kybernetik beeinflusst. Vor allem Wiensers Annahme, dass zielgerichtetes Verhalten aus einem Informationsaustausch von informationsverarbeitenden Einheiten hervorgeht, fand unter anderem in der Politikwissenschaft, der Pädagogik und der Biologie Anwendung. Ein besonderer Reiz der Kybernetik lag sicherlich darin, dass sich ihre Modelle simulieren ließen – durch Computer. Siehe zur Kybernetik in der Bundesrepublik: Philipp Aumann, *Mode und Methode. Die Kybernetik in der Bundesrepublik Deutschland*, Göttingen 2009.

40 Vgl. Harold Sackman, *Computers, system science, and evolving society. The challenge of man-machine digital systems*, New York 1967, S. 121; Edwards, *The closed world*, S. 90-93; George E. Valley,

Die Kommission kam bald zu der Erkenntnis, dass durch die Fortschritte, die die Radartechnik während des Zweiten Weltkrieges gemacht hatte, die Erfassung von Flugbewegungen nicht das eigentliche Problem darstellte, sondern die große Menge der Daten, die bei den Radarstationen anfiel, mit den erwarteten Flugbewegungen von zivilen und militärischen Flugzeugen abzugleichen und so die relevanten Informationen herauszufiltern. Zur Lösung dieses Problem griff die Valley-Kommission auf Konzepte der Kybernetik zurück und entwarf mit dem Semi-Automatic Ground Environment (SAGE) ein System, in dem Menschen, Computer und Radargeräte zusammenarbeiten und Informationen austauschen. Im Mittelpunkt von SAGE standen Computer, bei denen die Radarinformationen einzelner Regionen zusammenliefen und mit vorhandenen Flugplänen abgeglichen und Abweichungen an das Personal weitergegeben wurden.⁴¹

Ein derartiges System aus Menschen und Maschinen war allerdings mit der bis dahin üblichen Computertechnik nicht zu realisieren. Statt eine Rechenoperation durchzuführen, bis die Lösung vorlag und der Computer zur nächsten Operation übergehen konnte, mussten die Computer des SAGE-Projekts kontinuierlich neue Informationen auswerten und ihre Ergebnisse anpassen. 1949 gab es bereits einen Prototyp eines Computers, der Informationen in Echtzeit auswerten konnte. Seit 1946 arbeitete ein Team am MIT an der Entwicklung des Whirlwind, einem Computer, der Flugbewegungen simulieren und zur Ausbildung von Piloten eingesetzt werden sollte. 1950 übernahm die Valley-Kommission das Konzept des Whirlwind für ihr Luftverteidigungssystem.⁴²

Damit war aber nur ein kleiner Teil der technischen Herausforderungen gelöst. Weder für die direkte Zusammenarbeit von Menschen und Computern noch für die Übertragung von Radardaten zu Computern konnte die Kommission auf etablierte Lösungen zurückgreifen, sodass für das SAGE-Projekt grundlegende Entwicklungsarbeit geleistet werden musste.⁴³ Die bisherigen Methoden der Mensch-Computer-Interaktion über Lochkarten und Drucker konnten nicht verwendet werden, da der Informationsaustausch ohne Verzögerung erfolgen musste. Das SAGE-Projekt griff hier erstmalig auf Bildschirme zurück, auf denen der Computer Informationen darstellte, mit denen der Mensch über einen Lichtgriffel interagieren konnte.⁴⁴

Auf der anderen Seite des Computers mussten ebenfalls neue Lösungen entwickelt werden, mit der die Daten der geografisch verstreuten Radaranlagen zur Auswertung übertragen werden können. Während bei ersten Versuchen noch das gesamte Videobild des Radarmonitors über Richtfunkstrecken übertragen wurde, kam ein Team am Air Force Cambridge Research Center unter der Leitung von Jack Harrington durch Anwendung von Shannons Informationstheorie zu der Erkenntnis, dass der eigentliche Informationsgehalt aus den Positionen der erfassten Objekte bestand. Diese Datenmenge konnte zu einem Bruchteil des Aufwands über herkömmliche Telefonleitungen

How the SAGE Development Began, in: *IEEE Annals of the History of Computing* 7 (1985), H. 3, S. 196-226.

41 Vgl. Edwards, *The closed world*, S. 94.

42 Vgl. Campbell-Kelly/Aspray, *Computer*, S. 157-166; Edwards, *The closed world*, S. 76-79.

43 Vgl. Edwards, *The closed world*, S. 99-101.

44 Vgl. Hans Dieter Hellige, *From SAGE via ARPANET to ETHERNET. Stages in Computer Communications Concepts between 1950 and 1980*, in: *History and Technology* 11 (1994), S. 49-75.

übertragen werden. Für das SAGE-Projekt wurden daher die ersten Modems entwickelt, mit denen über herkömmliche Telefonleitungen binäre Daten als analoges Signal übertragen (moduliert) und zurückgewandelt (demoduliert) werden konnten.⁴⁵

Der Beitrag von SAGE an der Evolution des Computers bestand allerdings nicht allein aus der Entwicklung von grundlegenden Interaktionskonzepten, sondern die über 8 Milliarden US-Dollar Entwicklungskosten leisteten auch Geburtshilfe für die amerikanische Computerindustrie und stellten die strukturellen Weichen für die nächsten Jahrzehnte.⁴⁶ Mit dem Auftrag der Air Force, die insgesamt 65 Computer des Typs AN/FSQ-7 zu einem Stückpreis von jeweils 30 Millionen US-Dollar zu entwickeln und zu bauen, machte das SAGE-Projekt IBM zum führenden Hersteller von Computern.⁴⁷ Auch AT&T konnte von SAGE profitieren. 1958 nahm das Bell System die für die Radardatenübermittlung entwickelten Modems als »Bell 101« in ihr Angebot auf und ermöglichte seinen Kunden, Computer über das Telefonnetz zu verbinden.⁴⁸ Auch wenn der Konzern nicht direkt mit Datenverarbeitung Geld verdienen durfte, konnte er so zumindest indirekt von der Verbreitung von Computern finanziell profitieren.

Der militärische Nutzen von SAGE war dagegen begrenzt. Als im Jahr 1961 der Aufbau der Luftraumüberwachung abgeschlossen war, bedrohten nicht mehr allein atomar bewaffnete Bomber die Sicherheit der USA, sondern auch Interkontinentalraketen. Diese ließen sich jedoch nicht mit einer Kette von Radarstationen identifizieren oder mit Flugzeugen abfangen. Das SAGE-Projekt sollte allerdings von Anfang an vor allem nach innen wirken. Mit seinen 23 in den gesamten USA verteilten massiven Hochbunkern sollte das Projekt in erster Linie der amerikanischen Bevölkerung zeigen, dass der Staat sie vor den Gefahren eines Atomkrieges beschützen kann, während die Strategen des Militärs einen massiven Erstschatz für die einzige Option hielten, einen atomaren Schlagabtausch zu überstehen.⁴⁹

Das SAGE-Projekt zeigte allerdings, das Computer mehr sein können als schnelle Rechenmaschinen. Die direkte Interaktion zwischen Menschen und Computern, die gleichzeitige Verwendung eines Computers durch mehrere Benutzer und die Übertragung von Daten über große Distanzen schufen auch für den kommerziellen Einsatz von Computern neue Anwendungsmöglichkeiten. Die Erfahrungen mit interaktiven Computern, die IBM während des SAGE-Projekts sammeln konnte, nutzte der Konzern ab Ende der 1950er Jahre für die Entwicklung eines neuartigen Reservierungssystems für Flugtickets. Mit SABRE (Semi-Automatic Business Research Environment), das 1964 in Betrieb genommen wurde, konnten Reisebüros mit elektrischen IBM-Schreibmaschinen, die über Modems und dem Telefonnetz mit einem

45 Vgl. John V. Harrington, Radar Data Transmission, in: *IEEE Annals of the History of Computing* 5 (1983), H. 4, S. 370-374; Valley, How the SAGE Development Began; Henry S. Tropp, A Perspective on SAGE. Discussion, in: *IEEE Annals of the History of Computing* 5 (1983), H. 4, S. 375-398, hier S. 396-367.

46 Vgl. Campbell-Kelly/Aspray, Computer, S. 168.

47 Vgl. Morton M. Astrahan/John F. Jacobs, History of the Design of the SAGE Computer-The AN/FSQ-7, in: *IEEE Annals of the History of Computing* 5 (1983), H. 4, S. 340-349; Edwards, The closed world, S. 101-102; Campbell-Kelly/Aspray, Computer, S. 168-169.

48 Vgl. Tropp, A Perspective on SAGE, S. 392.

49 Vgl. Edwards, The closed world, S. 104-111.

Reservierungscomputer verbunden waren, direkt mit dem Computer kommunizieren und Flugreservierungen vornehmen.⁵⁰

Timesharing

Nachdem sich durch die Kybernetik ein Bild von Computern als Kommunikationspartner des Menschen etabliert hatte und mit dem SAGE-Projekt bewiesen wurde, dass mehrere Personen gleichzeitig mit einem Computer arbeiten können, kamen Ende der 1950er Jahre an amerikanischen Hochschulen Ideen auf, dies zu einem neuen Benutzungskonzept von Computern zu kombinieren.

Schon seit den Anfängen des mechanischen Rechnens waren Maschinen in der Lage, schneller zu rechnen, als Menschen ihnen Befehle geben konnten. Bei der direkten Interaktion mit einem menschlichen Benutzer standen Rechenmaschinen daher die meiste Zeit still und warteten auf Befehle und Daten. Um die teuren Geräte auszulasten, fand daher eine Trennung der Befehlseingabe und der Ausführung statt. Bei der Stapelverarbeitung übertrug der Mensch seine Befehle und Daten »offline« auf Lochkarten, die dann gesammelt von der Rechenmaschine abgearbeitet wurden. Mit dem Leistungszuwachs des elektrischen Computers wurden in den 1950er Jahren die Programme umfangreicher und komplexer, sodass die Stapelverarbeitung an ihre Grenzen stieß. Ein einziger Fehler konnte zum Abbruch des gesamten Programms führen und oft erst nach weiteren, zeitaufwendigen Programmdurchläufen beseitigt werden. In den späten 1950er Jahren verbreitete sich daher in der amerikanischen Computerwissenschaft eine neue Idee, wie die Rechenzeit von Computern effizienter und flexibler genutzt werden könnten. Statt die Programme nacheinander abzuarbeiten, sollte der Computer seine Rechenzeit unter mehreren Benutzern aufteilen, indem er in Sekundenbruchteilen zwischen Programmen hin und her wechselt. Durch diese Art des Timesharings konnten Menschen direkt mit dem Computer interagieren und ihre Befehle »online« eingeben, ohne dass durch Fehler oder die zum Nachdenken benötigte Zeit wertvolle Rechenzeit verschwendet wird.⁵¹

Die Idee, mit Timesharing einen direkteren Zugang von einzelnen Menschen zu Computern zu ermöglichen, war auch von der kybernetischen Idee der Symbiose zwischen Menschen und Computer beeinflusst, bei der beide als informationsverarbeitende Maschinen ihre jeweiligen Stärken einbringen und zu einer leistungsfähigeren Einheit verschmelzen. Dieser Gedanke ist vor allem mit der Arbeit des einflussreichen Computerwissenschaftlers J. C. R. Licklider verbunden. Als studierter Neuropsychologe war Licklider auf die Wahrnehmung von akustischen Signalen spezialisiert und hatte

50 Vgl. D. G. Copeland/R. O. Mason/J. L. McKenney, Sabre. The development of information-based competence and execution of information-based competition, in: *IEEE Annals of the History of Computing* 17 (1995), H. 3, S. 30-57; Campbell-Kelly/Aspray, Computer, S. 169-176.

51 Vgl. Walden/van Vleck (Hg.), The Compatible Time Sharing System, S. 1; J.A.N. Lee/J. McCarthy/J.C.R. Licklider, The beginnings at MIT, in: *IEEE Annals of the History of Computing* 14 (1992), H. 1, S. 18-54. Siehe auch: Hans Dieter Hellige, Leitbilder im Time-Sharing-Lebenszyklus. Vom »Multi-Access« zur »Interactive Online-Community«, in: Hans Dieter Hellige (Hg.), Technikleitbilder auf dem Prüfstand. Leitbild-Assessment aus Sicht der Informatik- und Computergeschichte, Berlin 1996, S. 205-234.

am MIT für das SAGE-Projekt an der Verbesserung der Kommunikation zwischen Menschen und Computern geforscht.⁵² 1957 wechselte er zu der auf Akustik spezialisierten Beratungsfirma Bolt Beranek and Newman (BBN), einer Gründung seiner Kollegen vom MIT, und regte dort den Kauf eines Computers an, mit dem er die interaktive Nutzung von Computern weiter erforschte.⁵³

Im März 1960 veröffentlichte er einen Artikel, in dem er seine Überlegungen zur Zusammenarbeit von Menschen und Computern darlegte.⁵⁴ Während für Licklider die Stärken des Menschen in kreativer Problemlösung lagen, hielt er Computer bei Rechen- und Routinearbeiten für überlegen. In einer Symbiose von Menschen und Computern könnten Computer daher dem Menschen solche Aufgaben abnehmen und ihm mehr Zeit verschaffen, kreativ zu sein und neue Problemlösungen zu finden.⁵⁵ Licklider formulierte dies folgendermaßen:

The hope is that, in not too many years, human brains and computing machines will be coupled together very tightly, and that the resulting partnership will think as no human brain has ever thought and process data in a way not approached by the information-handling machines we know today.⁵⁶

Eine langfristige Bedeutung erhielten Lickliders Ideen vor allem dadurch, dass er in eine Position kam, in der er durch Vergabe von Forschungsmitteln die Entwicklung von Computern beeinflussen konnte. 1962 wechselte er zum Forschungsprogramm des Verteidigungsministeriums, der Advanced Research Projects Agency (ARPA) und wurde der Gründungsdirektor des Information Processing Techniques Office (IPTO), mit dem die ARPA das militärische »Command and Control«, also den Informationsfluss und die Informationsverarbeitung auf dem Schlachtfeld verbessern wollte.⁵⁷

Mit den finanziellen Mitteln des IPTO konnte er ein Projekt am MIT unterstützen, an dem seit 1961 an der Realisierung von Timesharing gearbeitet wurde. In der ersten Version war das Compatible Time Sharing System (CTSS) zwar noch beschränkt, nur drei Benutzer konnten gleichzeitig mit dem Computer arbeiten. Das System bewies aber die Machbarkeit von Timesharing und inspirierte weitere Projekte.⁵⁸ CTSS wurde

52 Vgl. M. Mitchell Waldrop, *The dream machine*. J. C. R. Licklider and the revolution that made computing personal, New York 2001, S. 107.

53 In dieser Zeit schrieb er ein Programm, bei dem ein Computer die Rolle eines Lehrers einnimmt und einen Menschen beim Lernen von Fremdsprachen unterstützt, in dem er Vokabeln abfragt. Vgl. J. C. R. Licklider/Welden E. Clark, *On-line man-computer communication*, in: G. A. Barnard (Hg.), *Proceedings of the May 1-3, 1962, spring joint computer conference – AIEE-IRE '62 (Spring)*, New York 1962, S. 113; Waldrop, *The dream machine*, S. 157.

54 Vgl. J.C.R. Licklider, *Man-Computer Symbiosis*, in: *IRE Transactions on Human Factors in Electronics* 1 (1960), S. 4-11.

55 Vgl. ebenda, S. 4.

56 Ebenda.

57 Vgl. Waldrop, *The dream machine*, S. 198-203; Michael Friedewald, *Konzepte der Mensch-Computer-Kommunikation in den 1960er Jahren*. J. C. R. Licklider, Douglas Engelbart und der Computer als Intelligenzverstärker, in: *Technikgeschichte* 67 (2000), S. 1-24, hier S. 2-4.

58 Vgl. Campbell-Kelly/Aspray, *Computer*, S. 208-209; F. J. Corbato/M. Merwin-Daggett/R. C. Daley, *CTSS-the compatible time-sharing system*, in: *IEEE Annals of the History of Computing* 14 (1992), H. 1, S. 31-54; Walden/van Vleck (Hg.), *The Compatible Time Sharing System*.

am MIT daher schon bald durch das Projekt MAC ergänzt, mit dem ab 1963 die Möglichkeiten von Timesharing und einer interaktiven Computernutzung systematisch erforscht wurden.⁵⁹ Für das neue Projekt wurde die Zahl der angeschlossenen Terminals deutlich erweitert und erstmalig die Möglichkeit geschaffen, sie über das Telefonnetz mit dem Computer zu verbinden.⁶⁰

Die Nutzung des Computers war nicht auf die Mitarbeiter des Projekts beschränkt. Durch das Projekt MAC erhielten Wissenschaftler und Studierende des MIT erstmals einen direkten Zugang zu einem Computer. Sozialwissenschaftler konnten direkt am Terminal ein Programm schreiben und ihre Forschungsdaten auswerten, während Studierende Programmieraufgaben für ihre Kurse bearbeiten konnten. Ein Ergebnis des Projekts war, dass der direkte Zugang den Umgang mit dem Computer veränderte. Da sie nicht mehr stunden- oder tagelang auf das Ergebnis ihrer Programme warten mussten, waren die Nutzer des CTSS viel eher bereit, neue Ansätze auszuprobieren und Risiken einzugehen.⁶¹ Dies setzte viel Kreativität frei, die sich auch auf den Funktionsumfang des Systems auswirkte. Viele Funktionen des Systems wurden nicht von den Entwicklern hinzugefügt, sondern basierten auf Programmen, die von einzelnen

59 Die Abkürzung MAC steht sowohl für Machine-Aided Cognition oder Multiple Access Computer, vgl. Waldrop, *The dream machine*, S. 224.

60 Vgl. ebenda, S. 223.

61 Ein anschauliches Beispiel, wie der interaktive Umgang mit Computern die Wahrnehmung von Computern änderte, ist das Programm ELIZA von Joseph Weizenbaum. Als Wissenschaftler beschäftigte sich Weizenbaum mit der Analyse von menschlicher Sprache. ELIZA wertete die Eingaben des Benutzers nach bestimmten Schlagwörtern aus und stellte dazu passende Rückfragen. Das Programm imitierte dabei das Verhalten eines Psychotherapeuten, der seinen Patienten motiviert, das zuvor Gesagte zu reflektieren. Um das Potenzial des interaktiven Umgangs mit Computern zu zeigen, wurde ELIZA am MIT häufig vorgeführt. Einige Psychologen sahen sogar die Möglichkeit, Computer künftig zur Psychotherapie einzusetzen. Weizenbaum war hiervon entsetzt. Er hatte die Therapiesituation nur als Beispiel gewählt, weil es sich um eine stark strukturierte Gesprächssituation handelte. Er beobachtete jedoch, dass die Nutzer von ELIZA eine emotionale Beziehung zum Computer aufbauten und das Gerät als einen Menschen ansahen, der sich ernsthaft für ihre Probleme interessierte. Diese Erfahrung machte Weizenbaum zu einem grundsätzlichen Kritiker des unreflektierten Glaubens in die Fähigkeiten von Computern. Die Reaktionen auf ELIZA veranlasste Weizenbaum, seine Perspektive auf den Computer zu einem Buch zu verarbeiten, das 1976 unter dem Titel »Computer Power and Human Reason. From Judgement to Calculation« erschien. Während seiner Arbeit an ELIZA hatte Weizenbaum allerdings selbst ein enges Verhältnis zu Computern. Als einer der ersten Wissenschaftler des MIT hatte er sich bereits 1963 in seiner Privatwohnung ein Terminal aufstellen lassen. Der Leiter des Projektes MAC, Robert Fano, erinnert sich daran, dass er eines morgens Weizenbaum in seinem Büro antraf, der sich darüber beschwerte, dass das System in der Nacht nicht funktionsfähig gewesen sei. Vgl. Joseph Weizenbaum, *ELIZA. A computer program for the study of natural language communication between man and machine*, in: *Communications of the ACM* 9 (1966), S. 36-45; Joseph Weizenbaum, *Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft*, Frankfurt a.M. 1978, S. 14-21; John Lee u.a., *The Project MAC interviews*, in: *IEEE Annals of the History of Computing* 14 (1992), H. 2, S. 14-35, hier S. 26. Zur Biografie Weizenbaums siehe: Dirk Siefkes (Hg.), *Pioniere der Informatik. Ihre Lebensgeschichte im Interview*. Interviews mit F. L. Bauer, C. Floyd, J. Weizenbaum, N. Wirth und H. Zemanek, Berlin 1999, S. 31-59.

Benutzern geschrieben wurden, um den Umgang mit dem Computer bequemer zu machen.⁶²

Zu diesen Funktionen gehörte auch der Austausch von Nachrichten. Die Möglichkeit, Programme und Daten zu speichern und mit anderen Nutzern zu teilen, gehörte zu den ursprünglichen Systemfunktionen.⁶³ Einige Anwender nutzten diese Funktion aber auch, um mit anderen Benutzern Nachrichten auszutauschen, indem sie Dateien mit dem Namen des Empfängers in öffentlich zugänglichen Verzeichnissen ablegten. Ab 1965 wurde der Nachrichtenaustausch zu einer offiziellen Systemfunktion, nachdem die Studierenden Noel Morris und Tom Van Vleck ein Programm geschrieben hatten, das Nachrichten direkt in den persönlichen Dateien eines Nutzers ablegte, sodass nur der Adressat die Nachricht lesen konnte.⁶⁴

»Computer Utility«

Die Entwicklung von Timesharing hatte auch zur Folge, dass in der Datenverarbeitungsindustrie über neue Vertriebswege nachgedacht wurde. Das übliche Geschäftsmodell war der Verkauf oder die Vermietung von elektronischen Computern, in der Regel an große Unternehmen, die die Geräte in Eigenregie betrieben. Als Alternative zu dieser kostspieligen Form der Datenverarbeitung hatte sich bereits im Zeitalter der mechanischen Rechenmaschinen ein Markt für Datenverarbeitung als Dienstleistung etabliert. Unternehmen konnten ihre Programme und Daten manuell auf Lochkarten übertragen und diese an einen Dienstleister schicken, der sie auf seinem Computer ausführte und die ausgedruckten Ergebnisse per Post versendete.⁶⁵ Die Entwicklung von Timesharing und die Verbindung von Computern mit Telekommunikationsnetzen erschlossen für diesen Bereich des Datenverarbeitungsmarktes neue Möglichkeiten. Mit Modems und dem Telefonnetz konnten Computer und der Zugriff auf sie räumlich getrennt werden.

Telekommunikation als Vertriebsweg für Datenverarbeitung wurde Mitte der 1960er Jahre unter dem Schlagwort »Computer Utility« diskutiert. »Computer Utility« bezeichnete das Konzept, dass Datenverarbeitung wie andere Utilities, etwa Strom oder Wasser, einfach abgerufen werden kann, ohne dass die Benutzer sich mit seiner Erzeugung auseinandersetzen müssen. Alles, was der Kunde eines Anbieters von Computer Utility machen musste, um Zugriff auf einen Computer oder ein spezifisches Programm zu erhalten, war es, ein Terminal an das Telefonnetz anzuschließen und die Rufnummer des Dienstleisters zu wählen. Diese Art der Computernutzung nach Bedarf galt in den 1960er Jahren als die Zukunft der Datenverarbeitung. Dies lag vor allem daran, dass sich in der Datenverarbeitungsindustrie die Annahme herausgebildet hatte, dass die

62 Vgl. J.A.N. Lee/E. E. David/R. M. Fano, The social impact (Project MAC), in: *IEEE Annals of the History of Computing* 14 (1992), H. 2, S. 36-41, hier S. 39; Waldrop, The dream machine, S. 231-232.

63 Vgl. Walden/van Vleck (Hg.), The Compatible Time Sharing System, S. 11.

64 Vgl. T. van Vleck, Electronic Mail and Text Messaging in CTSS, 1965-1973, in: *IEEE Annals of the History of Computing* 34 (2012), H. 1, S. 4-6; Siegert, Die Geschichte der E-Mail, S. 190-197.

65 Vgl. Campbell-Kelly/Carcia-Swartz, Economic Perspectives on the History of the Computer Time-Sharing Industry, S. 18.

Leistungsfähigkeit von Computern in einem festen Verhältnis zu ihren Herstellungskosten steht. Für den doppelten Preis konnte demnach ein viermal leistungsfähiger Computer gebaut werden, ein Zusammenhang, der nach Herbert Grosch als Grosch's Law bezeichnet wurde. Als Folge dieses Verhältnisses schienen eigene Computer nur für wenige Anwender mit hohem Bedarf an Rechenleistung wirtschaftlich vorteilhaft; für den deutlich größeren Markt der kleineren oder mittelgroßen Computernutzer galt es dagegen als ökonomischer, Datenverarbeitung nach Bedarf einzukaufen.⁶⁶

Im Rahmen der Diskussion über Computer Utility wurde erstmalig auch die Verwendung von Computern durch private Haushalte denkbar.⁶⁷ Im Mai 1964 erschien im amerikanischen Magazin *The Atlantic* ein Essay des Ökonomen und Computerexperten Martin Greenberger, der unter dem Titel »The Computers of Tomorrow«⁶⁸ prophezeite, dass Computer schon bald alle Bereiche der amerikanischen Wirtschaft und Gesellschaft verändern werden. So wie Elektrizität die Verfügbarkeit von Energie radikal verändert habe, werde der vernetzte Computer die Informationsversorgung und -verarbeitung revolutionieren. In der nahen Zukunft sah Greenberger zunächst für informationsabhängige Branchen wie Finanzdienstleistungen und Versicherungen das Potenzial zu weitreichenden Veränderungen, da sie damit Produkte anbieten können, die auf den individuellen Bedarf der Kunden zugeschnitten sind. Aber auch der private Konsum werde sich durch Computer verändern, indem Katalogbestellungen von zu Hause direkt am Terminal möglich werden. Je mehr Dienstleistungen direkt über Computer abgewickelt werden, desto mehr Informationen über Wirtschaft und Gesellschaft lägen computerlesbar vor und könnten direkt ausgewertet werden. Im Geiste der Planungseuphorie der 1960er Jahre sah Greenberger in diesem Datenreichtum vor allem eine Möglichkeit, schnellere und bessere Entscheidungen zu treffen.⁶⁹ Die zentrale Frage war für Greenberger allerdings, wie der Computer-Utility-Markt strukturiert sein wird. Während er bei Elektrizität wegen der hohen Kosten des Stromnetzes eine staatliche Regulierung für gerechtfertigt hielt, erfolgte der Zugang zu Computern über die vorhandene Infrastruktur der Telekommunikationsanbieter und sollte daher zunächst im Wettbewerb bereitgestellt werden. Sofern sich jedoch aufgrund der Komplexität der Computeranwendungen Größenvorteile und Monopole ergeben, sollte der Staat regulierend eingreifen.⁷⁰

Der Timesharing-Markt

Die Diskussion über Computer Utility fand Mitte der 1960er Jahre auch deswegen in der amerikanischen Datenverarbeitungsindustrie Resonanz, da sich die Marktanteile in den letzten zehn Jahren verfestigt hatten. Seit den frühen 1950er Jahren war die Computerindustrie zwar kontinuierlich gewachsen, Mitte der 1960er Jahre dominierte

66 Vgl. Campbell-Kelly/Aspray, Computer, S. 215-217.

67 Zum Aufkommen des Begriffs »computer utility« ab 1961 siehe auch: Joy Lisi Rankin, *A People's History of Computing in the United States*, Cambridge 2018, S. 107-117.

68 Greenberger 1964, *The Computers of Tomorrow*.

69 Vgl. ebenda.

70 Vgl. ebenda.

allerdings IBM den Sektor unangefochten und kam allein in den USA auf einen Marktanteil von rund 70 Prozent. Die übrigen sieben amerikanischen Hersteller von kommerziellen Großcomputern teilten den verbleibenden Markt unter sich auf, weshalb man innerhalb der Industrie spöttisch von »IBM und den sieben Zwergen« sprach.⁷¹ In dieser Situation bot Computer Utility und Timesharing für die kleineren Hersteller Wachstumschancen in einem Bereich, der noch nicht von IBM kontrolliert wurde.

Verstärkt wurde die Hoffnung, mit Timesharing die Marktverhältnisse ändern zu können, durch die Situation von IBM, das sich Mitte der 1960er Jahre in einer Krise befand und angreifbar schien. Mit der Einführung des System/360 war der Konzern das Risiko eingegangen, seine gesamte Produktpalette von elektronischen Computern neu zu entwickeln und auf eine gemeinsame Grundlage zu stellen, hatte dabei allerdings nicht den Bedarf für Timesharing berücksichtigt. Die Entwicklung des Betriebssystems OS/360 schien sich zudem zu einem Debakel zu entwickeln, da es deutlich verspätet und mit zahlreichen Fehlern ausgeliefert wurde.⁷²

In dieser Situation konnte zunächst in erster Linie ein Konkurrent von IBM profitieren: General Electric (GE). Als Elektrogroßkonzern, der vom Kernkraftwerk bis zum Haartrockner die gesamte Palette des Elektrizitätsmarktes abdeckte, verfügte GE über das notwendige Kapital, um die Vormachtstellung von IBM ernsthaft zu gefährden. Trotz früherer Erfahrungen mit der Produktion von spezialisierten Computern zur automatischen Bearbeitung von Bankschecks war der Konzern erst nach längerem Zögern 1961 in den Vertrieb von elektronischen Computern eingestiegen, hatte mit der 200er-Serie aber ein relativ erfolgreiches Produkt im Angebot. Seit 1963 bot GE mit dem DATANET 30 außerdem einen spezialisierten Computer an, der ursprünglich zur automatischen Verteilung von Fernschreiben innerhalb von Großkonzernen entwickelt worden war, mit dem aber auch eine große Anzahl von Terminals an einen Computer angeschlossen werden konnte. DATANET 30 war daher ideal für Timesharing und wurde Mitte der 1960er Jahre zu einem vielgenutzten Computer des sich entwickelnden Marktes für kommerzielles Timesharing.⁷³

Dies lag auch daran, dass der DATANET 30 Grundlage des zweiten einflussreichen Timesharing-Systems der 1960er Jahre war (neben CTSS und dem Project MAC am MIT). Am Dartmouth College in New Hampshire entwickelten John Kemeny und Thomas E. Kurtz zusammen mit einigen Studierenden ab 1963 das Dartmouth Time-sharing System (DTSS), das sich vom CTSS vor allen darin unterschied, dass es von vornherein für einen breiten Personenkreis entworfen wurde. Als Nutzer des DTSS hatten die Mathematikprofessoren Kemeny und Kurtz Studierende aller Fachrichtungen

71 Die »sieben Zwerge« der amerikanischen Computerindustrie bestanden 1965 aus: Sperry Rand, Control Data, Honeywell, Burroughs, RCA, General Electric und NCR. Vgl. Ceruzzi, *A history of modern computing*, S. 143; Waldrop, *The dream machine*, S. 244.

72 Das »System/360« war trotz aller Schwierigkeiten dennoch ein großer Erfolg für IBM und sicherte die Vormachtstellung des Konzerns bis in die 1980er Jahre hinein. Vgl. Ceruzzi, *A history of modern computing*, S. 144-158; Cortada, *IBM*, S. 203-256.

73 Vgl. J.A.N. Lee, *The rise and fall of the General Electric Corporation computer department*, in: *IEEE Annals of the History of Computing* 17 (1995), H. 4, S. 24-45, hier S. 32. Zur Entwicklungsgeschichte der »DATANET 30« siehe: Homer R. Oldfield, *King of the seven dwarfs. General electric's ambiguous challenge to the computer industry*, Washington 1996, S. 138-142.

im Blick, die mit dem System eigene Programme schreiben sollten. Hierfür schufen sie mit BASIC für das DTSS sogar eine neue Programmiersprache, die relativ einfach zu erlernen war.⁷⁴

Als das Projekt MAC des MIT im Sommer 1964 verkündete, dass sie sich für ihr neues Timesharing-System nicht für einen Computer von IBM, sondern für ein Gerät von GE entschieden hatten,⁷⁵ wurde den Verantwortlichen bei GE allmählich klar, dass sie mit Timesharing eine Chance hatten, an IBM vorbeizuziehen.⁷⁶ Um von diesem neuen Markt nicht nur durch den Verkauf zusätzlicher Computer zu profitieren, entschied sich GE zum Aufbau eines neuen Geschäftszweiges und errichtete in Phoenix ein Rechenzentrum, mit dem es Datenverarbeitung als Dienstleistung über das Telefonnetz anbot.⁷⁷ Bereits 1967 betrieb der Konzern 68 Rechenzentren, die, damit möglichst viele Kunden den Dienst zum Telefonortstarif erreichen konnten, über die gesamten USA verteilt waren.⁷⁸

Der Erfolg von Timesharing verhinderte allerdings nicht, dass GE 1970 seine Computersparte an Honeywell verkaufte. Timesharing war allerdings seit 1966 ein eigenständiger Unternehmensteil, der im Unternehmen verblieb,⁷⁹ und 1985 mit GENie zur Grundlage eines Onlinedienstes wurde, der sich an private Haushalte richtete (siehe Kapitel 8.c).

Mitte der 1960er Jahre stiegen neben GE eine ganze Reihe von Unternehmen in den Timesharing-Markt ein. Datenverarbeitung über das Telefonnetz als Dienstleistung für Unternehmen entwickelte sich in den USA zu einem dynamischen und schnell wachsenden Markt, in dem 1970 über 100 Unternehmen konkurrierten, darunter ne-

74 Innerhalb von zwei Stunden konnten Studierenden ohne jede Vorkenntnis über die Funktionsweise eines Computers die Grundlagen von BASIC soweit erlernen, dass sie eigene Programme schreiben konnten. Mit diesem Ansatz war BASIC und damit auch DTSS relativ erfolgreich und wurde Ende der 1960er Jahre von weiteren amerikanischen Schulen und Hochschulen übernommen. Mit DTSS machten viele amerikanische Schüler und Studierende ihre ersten Erfahrungen Computern. BASIC wurde in den 1970er Jahren zur Lingua franca des Computers und auf nahezu alle existierenden Systeme übertragen. Mit der Verbreitung von Mikrocomputern wurde es zu einer zentralen Programmiersprache von Computerhobbyisten. Vgl. Rankin, A People's, S. 66-105. Zu BASIC siehe auch: Campbell-Kelly/Aspray, Computer, S. 209-212; Ceruzzi, A history of modern computing, S. 203-206.

75 Vgl. Waldrop, The dream machine, S. 249-253.

76 Vgl. J. E. O'Neill, »Prestige luster« and »snow-balling effects«. IBM's development of computer time-sharing, in: *IEEE Annals of the History of Computing* 17 (1995), H. 2, S. 50-54.

77 Mittelfristig sollten die Computer von GEs neuer Timesharing-Sparte mit Multics betrieben werden, dem neuen Timesharing-Systems vom Projekt MAC. Seit 1965 beteiligte sich GE daher, gemeinsam mit dem Bell Labs, an der Entwicklung von Multics. Da sich das neue Betriebssystem 1965 aber noch im Entwurfsstadium befand, griff GE beim Start des Dienstes auf eine verbesserte Version von DTSS zurück. Da sich die Fertigstellung von Multics verzögerte, stiegen die Bell Labs 1969 aus dem Projekt aus und begannen mit der eigenständigen Entwicklung von Unix. Zur Geschichte von Unix siehe: Peter H. Salus, A quarter century of UNIX, Reading, Mass. 1994.

78 Vgl. Lee, Rise and fall of the GE computer department, S. 36-38.

79 Vgl. GE Information Service, 20 Years of Excellence. A special edition commemorating the Twentieth Anniversary of General Electric Information Services Company, Rockville 1985, S. 5.

ben erfolgreichen Neugründungen wie dem kalifornischen Tymshare⁸⁰ auch zahlreiche kleinere, lokal ausgerichtete Dienstleister.⁸¹ Ihre Kunden waren in der Regel größere Unternehmen, die teilweise über eigene Computer verfügten, aber zusätzlichen Bedarf an Rechenkapazität hatten oder spezialisierte Software eines bestimmten Timesharing-Anbieters nutzen wollten.⁸² In einer Zeit, in der es noch keine günstigen und leistungsfähigen Tisch- oder Taschenrechner gab, lag der Vorteil von Timesharing vor allem in der Geschwindigkeit, mit der beispielsweise Ingenieure die Ergebnisse ihrer Berechnungen bekommen konnten. Statt tagelang auf das Ergebnis des firmeneigenen oder eines externen Rechenzentrums zu warten, standen die Ergebnisse jetzt innerhalb von Minuten auf dem eigenen Schreibtisch zur Verfügung.⁸³

Der Erfolg einiger Timesharing-Unternehmen, die hohen Erwartungen an Computer Utility und geringe Markteinstiegschürden führten allerdings dazu, dass Ende der 1960er Jahre viel in den Timesharing-Markt investiert wurde, bis es 1969 zu einem Überangebot und einer Marktberingung kam. Die amerikanische Timesharing-Industrie konnte sich in den folgenden Jahren jedoch erholen und entwickelte sich in den 1970er Jahren zu einem erfolgreichen Industriezweig.⁸⁴

Datennetzwerke

Das Verhältnis der Anbieter von Timesharing zu Telekommunikationsanbietern war gespalten. Einerseits basierte der Timesharing-Markt darauf, dass Kunden sich über das Telefonnetz mit ihren Computern verbinden konnten, andererseits waren die Timesharing-Anbieter von den Strukturen und Tarifen der Telefongesellschaften abhängig. Durch die hohen Kosten von Ferngesprächen waren Verbindungen zu weit entfernten Rechenzentren für ihre Kunden unattraktiv. In den ersten Jahren versuchten größere Timesharing-Anbieter daher in jeder größeren Stadt der USA Computer aufzustellen, um für viele Kunden zum Preis von Ortsverbindungen erreichbar zu sein.⁸⁵

Diese dezentrale Aufteilung war für die Anbieter allerdings teuer, da dies neben einem höheren Aufwand für Miete und Personal auch die Zahl der potenziellen Kunden pro Gerät limitierte. Vor allem bei besonders leistungsfähigen Computern oder bei Geräten mit spezieller Software war es daher eine ökonomische Notwendigkeit, dass

80 Zur Gründungsgeschichte von Tymshare siehe: Lee, Rise and fall of the GE computer department, S. 38; Tymes, Oral History of LaRoy Tymes. Zur Geschichte von Tymshare von 1965 bis 1984: Jeffrey R. Yost, Making IT work. A history of the computer services industry, Cambridge, Mass. 2017, S. 153-176.

81 Vgl. Campbell-Kelly/Carcia-Swartz, Economic Perspectives on the History of the Computer Time-Sharing Industry, S. 17.

82 Vgl. ebenda.

83 Vgl. GE Information Service 1985, 20 Years of Excellence, S. 5.

84 Vgl. Campbell-Kelly/Aspray, Computer, S. 218; GE Information Service 1985, 20 Years of Excellence, S. 8.

85 Vgl. Campbell-Kelly/Carcia-Swartz, Economic Perspectives on the History of the Computer Time-Sharing Industry, S. 23-24.

sich viele Kunden mit geringen Verbindungsgebühren in die Systeme einwählen können. Aus diesen Gründen begannen zwei größere Anbieter von Timesharing, GE und Tymshare, schon Ende der 1960er Jahre mit dem Aufbau von eigenen Datennetzen. GE konzentrierte ab 1969 seine leistungsfähigeren Computer in wenigen »supercenters« und stellte in den übrigen Städten nur kleinere Minicomputer auf, die die Terminalverbindungen zusammenfassten und gesammelt über Telekommunikationsverbindungen weiterleiteten.⁸⁶ Tymshare entwickelte Ende der 1960er Jahre eine ähnliche Lösung und stellte in den größeren Städten der USA Minicomputer auf, die lokale Kunden mit zentralen Computercentern verbanden.⁸⁷

Beim Aufbau ihrer Computernetzwerke konnten sich GE und Tymshare am Vorbild der ARPA orientieren, die ebenfalls Ende der 1960er Jahre begonnen hatte, die von ihr finanzierten Computer über ein eigenes Datennetzwerk zu verbinden. Anders als die Timesharing-Anbieter wollte die ARPA mit dem ARPANET allerdings nicht Terminalverbindungen konzentrieren und Kosten einsparen.⁸⁸ Die Hochschulen und Forschungseinrichtungen, die an das Netzwerk der ARPA angeschlossen wurden, hatten für gewöhnlich bereits direkten Zugriff auf einen oder mehrere Computer. Hinter dem ARPANET stand daher die Idee, dass ein an das ARPANET angeschlossener Computer

86 Ab 1970 bot GE den Service über eine Satellitenverbindung auch in Großbritannien an. Vgl. GE Information Service, 20 Years of Excellence, S. 8.

87 Vgl. M. Beere/N. Sullivan, TYMNET. A Serendipitous Evolution, in: *IEEE Transactions on Communications* 20 (1972), S. 511-515; M. Schwartz, TYMNET – A tutorial survey of a computer communications network, in: *Communications Society* 14 (1976), H. 5, S. 20-24.

88 Siehe zur Entstehungsgeschichte des ARPANETS: Abbate, *Inventing the Internet*; Hafner/Lyon, *Where wizards stay up late*; Stephen Lukasiak, *Why the Arpanet Was Built*, in: *IEEE Annals of the History of Computing* 33 (2011), H. 3, S. 4-21. Die zweite Eigenheit des ARPANETS war die Aufteilung der gesendeten Daten in einzelne Pakete. Ähnlich wie bei der Interaktion zwischen Menschen und Computern fand auch bei der Kommunikation zwischen zwei Computern ein Austausch von Daten meistens stoßweise statt, sodass sich eine Verbindung in der meisten Zeit im Leerlauf befand. Ein Verbindungsaufbau nach Bedarf dauerte mit analoger Schalttechnik allerdings mehrere Sekunden und war daher für »resource sharing« ungeeignet. Beim ARPANET wurde daher der Ansatz gewählt, die Verbindung in Datenpakete aufzuteilen und diese unabhängig voneinander zu versenden, damit mehrere Computer gemeinsam eine stehende Verbindung nutzen können. Die paketbasierte Datenkommunikation des ARPANETS war zwar eine effiziente und flexible Methode des Datenaustausches, erforderte aber den Einsatz von speziellen Minicomputern, den sogenannten »Interface Message Processor« (IMPs). Computer, die mit dem ARPANET verbunden waren, waren an einem IMP angeschlossen, der die zu sendenden Daten in Pakete aufteilte, die Zieladresse vorstellte und über einer Standleitung an andere IMP's weitergab, bis die Pakete ihr Ziel erreicht hatten. Dort wurden sie vom Ziel-IMP zusammengesetzt und an den angeschlossenen Computer weitergeleitet. Zur Funktionsweise des ARPANET siehe: F. E. Heart u.a., *The interface message processor for the ARPA computer network*, in: Harry L. Cooke (Hg.), *Proceedings of the May 5-7, 1970, spring joint computer conference – AFIPS '70 (Spring)*, New York 1970, S. 551; Waldrop, *The dream machine*, S. 269-272. Der paketbasierte Datenaustausch vom Kunden bis zum Zielcomputer war für die Timesharing-Industrie zunächst keine Option, allerdings setzte sie sich dafür ein, dass die Telekommunikationsbranche sich 1976 auf internationaler Ebene auf die Einführung eines Protokolls (X.25) zum paketbasierten Datenaustausch verständigte, das sich gegenüber dem Endkunden allerdings wie eine leitungsgebundene Verbindung verhielt (siehe Kapitel 7.c).

zusätzlich auf die Ressourcen von entfernten Computern zugreifen und deren Rechenkapazitäten, Datenbestände oder spezielle Hardware nutzen kann.⁸⁹ Da dieses Resource Sharing höhere Bandbreiten und schnellere Reaktionszeiten als die Verbindung von Terminals erforderte, verfügte das ARPANET von Beginn an über eine für die damalige Zeit sehr hohe Bandbreite von 50 kb/s,⁹⁰ während bei Timesharing-Netzwerken Mitte der 1970er Jahre Bandbreiten von nicht mehr als 2400 bits/s üblich waren, über die bis zu 46 Terminalverbindungen übertragen wurden.⁹¹ Erst ab 1972 war es möglich, auch an das ARPANET Terminals anzuschließen, um dem ohne einen eigenen Computer auf die angeschlossenen Rechner zuzugreifen.⁹²

Der Computer als Kommunikationsmedium

Der Aufbau von umfangreicheren Timesharing-Systemen an amerikanischen Hochschulen, die Erkenntnis, dass diese Systeme auch zur Kommunikation zwischen den Nutzern verwendet werden können, und das Aufkommen von überregionalen Daten-netzwerken wie dem ARPANET machten Mitte der 1960er Jahre eine Neubewertung des Computers als Kommunikationsmedium möglich. Für Licklider, der nach seinem Ausscheiden aus der ARPA im Jahr 1964 zunächst am Forschungszentrum von IBM in New York beschäftigt war und 1968 als Leiter des Project MAC zum MIT zurückkehrte, war dies eine konsequente Weiterführung seiner Ideen einer Symbiose zwischen Menschen und Computern. Wenn nicht nur eine Person, sondern gleich mehrere Menschen mit einem Computer verbunden sind, so kann dieser nicht nur einen einzelnen Menschen beim Denken unterstützen, sondern auch Hilfsmittel für den gemeinsamen Denk- und Arbeitsprozess mehrerer Menschen zur Verfügung stellen. Der Computer wird dann zu einem Hilfsmittel des zwischenmenschlichen Gedankenaustausches und damit zu einem Kommunikationsmedium.

Im April 1968 formulierte Licklider gemeinsam mit Robert Taylor für die populärwissenschaftliche Zeitschrift *Science and Technology*, welche Konsequenzen Computer als Kommunikationsmittel haben können. Taylor war als Leiter des IPTO bei der ARPA seit 1966 der Nachfolger von Licklider und dafür verantwortlich, das von ihm angestoßene Forschungsprogramm mit dem Aufbau des ARPANET weiterzuführen. Beide waren eng mit der Entwicklung und Verwendung von Timesharing-Systemen an verschiedenen Hochschulen vertraut und hatten dabei beobachtet, dass sich um die Computer lokale Gemeinschaften bildeten, die die Geräte dazu nutzten, Programme, Daten und Informationen auszutauschen. Besonders das Teilen von Programmen und Daten war

89 Vgl. Lawrence G. Roberts, Multiple computer networks and intercomputer communication, in: J. Gosden/B. Randell (Hg.), *Proceedings of the ACM symposium on Operating System Principles – SOSPP '67*, New York 1967, S. 3.1-3.6.

90 Vgl. Lawrence G. Roberts/Barry D. Wessler, Computer network development to achieve resource sharing, in: Harry L. Cooke (Hg.), *Proceedings of the May 5-7, 1970, spring joint computer conference on – AFIPS '70 (Spring)*, New York 1970, S. 543; L. G. Roberts, The evolution of packet switching, in: *Proceedings of the IEEE* 66 (1978), S. 1307-1313, hier S. 1308.

91 Vgl. Schwartz, TYMNET – A tutorial, S. 22.

92 Vgl. S. M. Ornstein u.a., The terminal IMP for the ARPA computer network, in: *Proceedings of the May 16-18, 1972, spring joint computer conference*, New York 1972, S. 243-254.

für sie ein Hinweis darauf, dass Computer nicht nur zur passiven Weitergabe von Informationen genutzt werden können. Da Programme und Daten für sie Ausdruck eines individuellen Problemlösungsprozesses mithilfe eines Computers waren, konnte der Computer bei der Vermittlung dieses Prozesses an andere eine aktive Rolle einnehmen. Den Vorteil, den der Austausch von Gedanken über einen Computer gegenüber anderen Medien besaß, sahen sie darin, dass Computer das gedankliche Modell eines anderen Menschen individuell aufbereiten können, sodass damit eine Interaktion möglich wird. Computer waren für Licklider und Taylor insofern ein formbares Medium, das einen gemeinsamen Gedankenprozess von mehreren Menschen ermöglicht:

Creative, interactive communication requires a plastic or moldable medium that can be modeled, a dynamic medium in which premises will flow into consequences, and above all a common medium that can be contributed to and experimented with by all. Such a medium is at hand – the programmed digital computer.⁹³

Der zweite Aspekt der Kommunikation über den Computer war für sie, dass durch die Verbindung von Computern über Datennetze ein gemeinsamer, intensiver Gedankenprozess von räumlicher Nähe unabhängig wird. So wie das geplante ARPANET den Zugriff auf die Ressourcen der angeschlossenen Computer ermöglichen sollte, ermöglichen Datennetze auch einen breiteren Zugang zu den intellektuellen Ressourcen anderer Menschen. Aus den lokalen Gemeinschaften könnte dann eine »supercommunity« werden. »The hope is that interconnection will make available to all the members of all the communities the programs and data resources of the entire supercommunity.« Innerhalb dieser großen Gemeinschaft könnten sich dann wiederum »on-line interactive communities« entwickeln, »communities not of common location, but of COMMON INTEREST«⁹⁴.

Der entscheidende Faktor dafür, dass der Computer als Kommunikationsmittel sein revolutionäres Potenzial entfalten kann, war für die beiden allerdings die Frage »Who can afford it?«. Hier sahen sie das Problem weniger bei den Kosten für Computer und Datenverarbeitung, da diese in den letzten 20 Jahren mit hoher Geschwindigkeit gesunken waren und eine Abschwächung dieses Trends nicht abzusehen war. Damit würden aber immer mehr die Telekommunikationsgebühren zum dominanten Kostenfaktor, der die Entwicklung des Computers zu einem Kommunikationsmedium abbremse.⁹⁵

1.c Zwischenfazit: Unterscheidung von Telekommunikation und Datenverarbeitung als gestaltender Faktor

Als Ergebnis dieses Kapitels lässt sich festhalten, dass elektronische Computer und der auf ihnen aufbauende Industriezweig von Anfang an technologisch eng mit dem Telekommunikationssektor verbunden waren, mit dem Consent Decree aber die Notwendigkeit geschaffen wurde, die beiden Bereiche voneinander abzugrenzen. Damit

93 Licklider/Taylor, The Computer as a Communication Device, in: Taylor (Hg.), In Memoriam, S. 22.

94 Ebenda, S. 37-38. Hervorhebung im Original.

95 Vgl. Taylor (Hg.), In Memoriam, S. 35-38.

schützte das Consent Decree die junge, amerikanische Computerindustrie vor einer potenziell erdrückenden Konkurrenz durch den einflussreichen Telekommunikationsmonopolisten AT&T und ermöglichte es ihnen von der Innovationskraft und Infrastruktur des Technologiekonzerns zu profitieren. Andererseits war diese Unterscheidung allein wettbewerbspolitisch motiviert, technologisch gab es hierfür keinen Grund. Trotzdem, oder vor allem deswegen, bildeten die Bestimmungen des Consent Decree bis in die 1980er Jahre hinein den Rahmen für die gemeinsame Entwicklung von Datenverarbeitung und Telekommunikation.

Bereits seit Ende der 1950er Jahre war die Unterscheidung zwischen Datenverarbeitung und Telekommunikation von technischen und konzeptionellen Entwicklungen infrage gestellt worden. Versuche, die Ideen der Kybernetik praktisch umzusetzen, hatten dazu geführt, dass die Computerwissenschaft und kurz darauf auch die Industrie die Vorteile von vernetzten Computern entdeckt hatten. Timesharing und der Zugriff über Telekommunikationsnetze ließen erstmalig erahnen, welche Synergien die Verbindung von Computern und Telekommunikation ermöglichen. Ökonomisch zeigte sich dies bereits ab Mitte der 1960er Jahre in dem Markt für Timesharing. Der Möglichkeit, zu einem Bruchteil der Kosten eines stationären Rechners auf die Rechenkapazität eines entfernten Computers zuzugreifen, wurde von Ökonomen wie Martin Greenberger das Potenzial zugesprochen, ganze Industriezweige zu verändern. Licklider und Taylor machten schließlich darauf aufmerksam, dass vernetzte Computer als Kommunikationsmedium den zwischenmenschlichen Austausch und damit auch gesellschaftliche Kommunikationsstrukturen radikal verändern können.

Mittelfristig führte die Verbindung von Datenverarbeitung und Telekommunikation aber zunächst dazu, dass ihre wettbewerbsrechtlich gebotene Notwendigkeit zur Unterscheidung eine Reihe von komplizierten Fragen aufwarf. Waren beispielsweise die Computer, mit denen GE und Tymshare Daten an andere Computer weiterleiteten, noch Werkzeuge der Datenverarbeitung oder schon Instrumente der Telekommunikation? Die Entwicklung der Telekommunikationstechnik verkomplizierte diese Frage zusätzlich, da das Bell System zur Vermittlung von Telefongesprächen seit den 1960er Jahren ebenfalls Computer einsetzte. Aber nach welchen Kriterien konnten die Computer, die Telefongespräche vermittelten, von denen unterschieden werden, die Daten weiterleiteten? Aus der Perspektive der Informationstheorie von Claude Shannon war dies ein und dasselbe. Beide Computer vermittelten Informationen, aber der eine galt als Telekommunikationsausrüstung, mit der das Bell System Geld verdienen durfte, während die Computer der Timesharing-Anbietern als Werkzeuge der Datenverarbeitung galten, dessen Markt vor der Monopolmacht des Telekommunikationsanbieters geschützt werden musste.

Die Nutzung von Computern als Medium der zwischenmenschlichen Kommunikation lag auf der Grenze zwischen Telekommunikation und Datenverarbeitung. Auf der einen Seite hatte ein computerbasierter Nachrichtendienst, wie er seit den 1960er Jahren an einigen amerikanischen Hochschulen verfügbar war, eindeutige Ähnlichkeit mit Telegrafie, die in den USA ein geschützter und regulierter Markt war. Auf der anderen Seite erinnerte er stark an Datenverarbeitung, und diese Ähnlichkeit hielt die amerikanischen Telekommunikationsgesellschaften davon ab, solche neuen, computerbasierten Telekommunikationsdienste anzubieten.

Das Consent Decree hatte damit zur Folge, dass die Nutzung und Weiterentwicklung des Computers als Kommunikationsmedium in den USA zunächst vor allem auf die Hochschulen beschränkt war und eine kommerzielle Nutzung solcher Dienste vorerst ausblieb. Wie im nächsten Kapitel gezeigt wird, verhinderte dies aber nicht, dass in den USA der 1970er Jahre eine Debatte über das umfangreiche Potenzial und die Auswirkungen des Kommunikationsmediums Computer geführt wurde.