

Epilog: Und das Internet?

In den 1990er Jahren breitete sich, ausgehend von den USA, in fast allen Ländern der Welt das Internet aus. Seitdem gilt das Netz als Verkörperung und Treiber der medialen Revolution des Computers und der damit einhergehenden Veränderungen der gesellschaftlichen und politischen Kommunikationsstrukturen. Diese Wirkmacht verdankte das Internet dem Umstand, dass es die verschiedenen Entwicklungspfade in sich vereinte, in die sich die Verbindung von Datenverarbeitung und Telekommunikation seit den 1960er Jahren aufgespalten hatte. Mit dem Internet verschmolzen die Vielzahl der unterschiedlichen privaten und kommerziellen Computernetzwerke und der Kommunikationsraum der »Modemwelt« zu einem einheitlichen, globalen Phänomen.

Diesen Erfolg verdankte das Internet, oder genauer, das dem Internet zugrundeliegende Netzwerkprotokoll TCP/IP, vor allem der Tatsache, dass es ein Problem löste, das durch die wachsende Vielfalt an unterschiedlichen Computernetzwerken und Kommunikationsmöglichkeiten in den 1980er Jahren immer relevanter geworden war: Kommunikation und Datenaustausch über die Grenzen eines Systems oder Netzwerks hinaus.

Die Matrix

Seit den 1970er Jahren hatten sich durch die Liberalisierung des amerikanischen Telekommunikationssektors in den USA verschiedene Datennetzwerke und Netzwerkprotokolle etablieren können. Neben den öffentlichen Datennetzwerken wie Telenet und Tymnet hatten auch Computerhersteller eigene Netzwerkprotokolle entwickelt und boten ihren Kunden Zugang zu Datennetzen an, etwa das BITNET von IBM oder das EASYnet von DEC. Hinzukam eine größere Zahl von forschungs-, firmen- und organisationsinterne Netzwerke sowie kooperative Netze wie das FidoNet oder das Usenet, bei denen die Nutzer den Austausch von Nachrichten und Daten zwischen verschiedenen Computern eigenständig organisierten. Die Nutzer von Heimcomputern konnten außerdem über kommerzielle Onlinedienste wie CompuServe oder The Source, größeren Bulletin Boards wie The Well sowie einer wachsenden Zahl von privaten BBS am Daten- und Nachrichtenaustausch teilnehmen. Außerhalb der USA wurde diese Vielfalt noch

durch Datennetze und Dienste der Telekommunikationsmonopolisten ergänzt, etwa das Datex-P-Netz oder Bildschirmtext und Telemail der Bundespost.

Diese Netze und Dienste waren nicht hermetisch voneinander abgeschlossen, sondern ein Datenaustausch war über verschiedene Übergänge zwischen den Netzen möglich. Den computerbasierten Kommunikationsraum, der sich aus den lose verbundenen Computernetzwerken und Diensten ergab, beschrieb der Amerikaner John S. Quarterman 1989 in einem voluminösen Buch und bezeichnete ihn in Anlehnung an einen Begriff des Science-Fiction-Autors William Gibson als »Matrix«:

The Matrix is a worldwide metanetwork of connected computer networks and conferencing systems that provides unique services that are like, yet unlike, those of telephones, post offices, and libraries.¹

Als kleinster gemeinsamer Nenner der digitalen Kommunikation hatte sich der Austausch von Textnachrichten herausgebildet, die als persönliche Nachrichten (»messages«, »electronic mail«) oder öffentliche Diskussionsbeiträge (»echo mails«, »articles«) auch zwischen unterschiedlichen Diensten und Netzen ausgetauscht wurden. Für Quarterman bildeten sie den Kern der Matrix. »There is one service that is converted and interconnected almost universally: electronic mail. This is the glue that holds the Matrix together.«²

Der Nachrichtenaustausch zwischen unterschiedlichen Netzen und Diensten war allerdings komplex und von der Verfügbarkeit von Gateways abhängig. So konnten die Nutzer eines Bulletin Boards des FidoNet über ein entsprechendes Gateway zwar Nachrichten mit den Nutzern des Usenets austauschen,³ die Kunden des Onlinedienstes GENIE waren dagegen auf den Dienst beschränkt,⁴ während CompuServe die Nachrichten seiner Nutzer auch mit dem Dienst MCI Mail des amerikanischen Telekommunikationsanbieters MCI austauschte.⁵ Für Quarterman glich der Nachrichtenaustausch über die Matrix daher einem Dschungel.

The moral of all this is that there is no magic formula to get mail between any two points in the matrix. It's a jungle with trails that may cross and conflict, lead to wrong place, or become overgrown.⁶

Vor allem die Europäer setzten zur Vereinheitlichung des Nachrichtenaustauschs in den 1980er Jahren auf das OSI-Referenzmodell, das mit den Empfehlungen der X.400-Serie seit 1984 auch Standards für den Austausch von Nachrichten zwischen verschiedenen Diensten vorsah. Der Nachrichtenaustausch über X.400 war allerdings integraler Be-

¹ John S. Quarterman, *The matrix. Computer networks and conferencing systems worldwide*, Boston 1989, S. xxiii.

² Ebenda, S. 216.

³ Vgl. ebenda, S. 256-257.

⁴ Vgl. ebenda, S. 611.

⁵ Vgl. ebenda, S. 608.

⁶ Ebenda, S. 224.

standteil der OSI-Protokollfamilie und setzte daher ein OSI-kompatibles Netzwerk und Computersystem voraus, die in den 1980er Jahren selten waren.⁷

Das Internetprotokoll

Bereits in den 1980er Jahren spielte daher das Internetprotokoll für den Nachrichtenaustausch zwischen den verschiedenen Netzwerken und Diensten eine zentrale Rolle. Dies lag vor allem an der Flexibilität des Protokolls, das Mitte der 1970er Jahre mit dem Ziel entwickelt worden war, eine zuverlässige Kommunikation über unterschiedliche und bis zu einem gewissen Grad auch unzuverlässige Netzwerke zu ermöglichen.

Hintergrund war, dass bei der ARPA, nachdem sie mit dem ARPANET Anfang der 1970er Jahre die Machbarkeit von paketbasierten Datennetzen über festverbundene Leistungen gezeigt hatte (siehe Kapitel 1.b), mit alternativen Übertragungsmethoden experimentiert wurde. Da die Datenübertragung über Funk oder Satelliten andere Anforderungen an die verwendeten Protokolle stellte, konnte das Protokoll des ARPANET hierfür nicht einfach übernommen werden. Für das funkbasierte PRNET (»packed radio network«) und das satellitenbasierte SATNET musste die ARPA daher andere Netzwerkprotokolle entwickeln. Die neuen Netze hatten daher zunächst keine Verbindung zum bereits bestehenden ARPANET. Im Frühjahr 1973 beauftragte Robert Kahn als zuständiger Programmdirektor der ARPA daher Vinton Cerf mit der Entwicklung eines zusätzlichen Netzwerkprotokolls, das ein »Internetting« zwischen den unterschiedlichen Netzwerken ermöglichen sollte. 1974 legten beide einen ersten Entwurf für ein Protokoll vor, mit dem unterschiedliche Netzwerke zu einem einheitlichen Metanetzwerk zusammengeschaltet werden konnten.⁸

Kern ihres Entwurfs war das Transmission Control Protocol (TCP), über das die an den unterschiedlichen Netzwerken angeschlossenen Computer mithilfe von Gateways miteinander Daten austauschen konnten. Die Funktion der einzelnen Netzwerke bestand lediglich daraus, Datenpakete von den Computern zu den Gateways zu übertragen; sämtliche darüberhinausgehende Aufgaben übernahmen die beteiligten Computer und die Gateways. TCP verbarg damit die Unterschiede der beteiligten Netzwerke vor den Nutzern, die den Eindruck hatten, über ein einziges, einheitliches Metanetzwerk zu kommunizieren. Nach einigen Versuchen und weiteren Versionen wurde das »internet protocol« 1978 weiter vereinfacht und aufgeteilt. Gateways waren seitdem nur für die Weiterleitung von Datenpaketen über das Internet Protocol (IP) zuständig, während die weitergehenden Funktionen von TCP, wie die Gewährleistung einer stabilen Verbindung, von den beteiligten Computern übernommen wurden.⁹

7 Vgl. Kai Jakobs, Why then did the X.400 e-mail standard fail? Reasons and lessons to be learned, in: *Journal of Information Technology* 28 (2013), S. 63–73.

8 Vgl. Vinton G. Cerf/Robert E. Kahn, A Protocol for Packet Network Intercommunication, in: *IEEE Transactions on Communications* 22 (1974), S. 637–648.

9 Vgl. Abbate 1999, Inventing the Internet, S. 113–133; Barry M. Leiner u.a., A brief history of the internet, in: *ACM SIGCOMM Computer Communication Review* 39 (2009), H. 5, S. 22; Russell, OSI: The Internet That Wasn't.

Das Internet entsteht

Mit der Übernahme von TCP/IP durch verschiedene Netzwerke entstand im Laufe der 1980er Jahre ein einheitliches Metanetzwerk, das als Internet bezeichnet wurde. Den Nukleus des Internets bildeten dabei zwei Netzwerke: das ab 1981 neu geschaffene Forschungsnetzwerk CSNET sowie das bereits seit 1969 bestehende ARPANET.

Die ARPA, die seit 1972 als Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) ihre Zugehörigkeit zum Militär stärker betonte, hatte 1975 den Betrieb des ARPANET an die Defense Communications Agency (DCA) abgegeben. Im Kern blieb das Netzwerk zwar ein Forschungsnetzwerk, an das Hochschulen und Forschungsinstitute mit militärischen Forschungsprojekten angeschlossen waren. Zusätzlich nutzten nun aber auch die amerikanischen Streitkräfte das Netz. Eine militärische Nutzung des ARPANET war allerdings nur übergangsweise vorgesehen, mittelfristig sollte hierfür ein neues Netzwerk aufgebaut werden, das seit 1976 von Western Union unter dem Namen »AUTODIN II« entwickelt wurde. AUTODIN II wurde zwar als eigenständiges Netzwerk geplant; da dem DCA aber eine Verbindung mit dem bestehenden ARPANET sinnvoll erschien, erklärte das amerikanische Verteidigungsministerium das Internetprotokoll TCP/IP zum militärischen Standard, das beide Netze verbinden sollte. Im Jahr 1981 wurde die Entwicklung von AUTODIN II allerdings aus Kostengründen gestoppt und durch ein neues Datennetzwerk (Defense Data Network) ersetzt, das auf bestehender Netzwerkinfrastruktur und auf mittlerweile erhältlicher, handelsüblicher Netzwerktechnik basierte, die durch TCP/IP zu einem einheitlichen Datennetzwerk vereint werden sollten. Im März 1981 ordnete die DCA daher an, dass das ARPANET bis zum 01.01.1983 auf TCP/IP umgestellt werden muss. Unter großem Zeitdruck wurde das ARPANET daher auf das neue Protokoll umgestellt, und seit dem Juni 1983 nutzten die an das ARPANET angeschlossenen Computer nur noch das Internetprotokoll TCP/IP.¹⁰

Das zweite Netzwerk, das TCP/IP übernahm und sich mit dem ARPANET zum Internet zusammenschloss, war das Computer Science Network (CSNET). Entstehungskontext des CSNET war, dass in der zweiten Hälfte der 1970er Jahre an den Computerfakultäten der amerikanischen Hochschulen die Unzufriedenheit mit der Netzwerksituation wuchs. Das ARPANET hatte sich in dieser Zeit zu einem viel genutzten Werkzeug der amerikanischen Computerwissenschaft entwickelt, zu dem allerdings nur ausgewählte Hochschulen mit militärischen Forschungsprojekten Zugang hatten. Um diese Zweiklassengesellschaft zu beenden, begannen ab 1979 einige Fachbereiche bei der amerikanischen Forschungsförderungsgesellschaft National Science Foundation (NSF) Mittel für ein Forschungsnetzwerk einzuwerben, zu dem alle Hochschulen und Forschungseinrichtungen Zugang haben sollten. Als die NSF 1981 schließlich Gelder für das Computer Science Network (»CSNET«) bewilligte, entschieden die Netzwerkplaner, bei diesem neuen Netzwerk ebenfalls TCP/IP einzusetzen und es mit dem ARPANET zu verbinden. Auf diese Weise konnten die Hochschulen, die Zugang zum ARPANET hatten, darüber auch am CSNET teilnehmen und das CSNET die Infrastruktur des ARPANET mitnutzen.¹¹ Möglich war dies, da die DCA unter dem Eindruck der medialen

¹⁰ Vgl. Abbate, Inventing the Internet, S. 133-143.

¹¹ Vgl. ebenda, S. 183-185.

Debatte über Aktivitäten von Phreakern und Hackern in Datennetzen (siehe Kapitel 8.c) die militärische Nutzung in das MILNET ausgelagert hatte. Das ARPANET war daher seit 1982 wieder ein reines Forschungsnetzwerk, das nur über wenige Gateways mit dem MILNET verbunden war.¹²

Durch die Verwendung des Netzwerkprotokolls TCP/IP und den Zusammenschluss des ARPANET mit dem CSNET entstand ab 1983 das Internet als Metanetzwerk, mit dem Computerbenutzer aus unterschiedlichen Netzwerken auf entfernte Computer zugreifen und mit ihren Nutzern kommunizieren konnten.

Seinen langfristigen Erfolg verdankte das Internet der Tatsache, dass es sich relativ einfach und unbürokratisch erweitern ließ und so eine wachsende Zahl von Netzwerken, Computern und Menschen Teil des Kommunikationsraums werden konnten.

Alles, was eine amerikanische Hochschule oder ein Forschungsinstitut in den 1980er Jahren machen musste, um seine lokalen Computer mit dem Internet zu verbinden, war es, auf den Rechnern das Netzwerkprotokoll TCP/IP zu installieren und den Geräten eindeutige Internetadressen zuzuteilen. Da für das an Hochschulen und Forschungsinstituten populäre Betriebssystem Unix seit 1983 eine Implementierung von TCP/IP vorhanden war, stellte dies keine große Herausforderung dar. Anschließend mussten die Rechner nur noch mit dem Internet verbunden werden. Sofern die Hochschule an das ARPANET angeschlossen war, konnten die Rechner über ein lokales Netzwerk damit verbunden werden; andere Teilnehmer des CSNET nutzten den kommerziellen Netzwerkanbieter Telenet und übertrugen ihren IP-Datenverkehr über eine X.25-Verbindung. Kleinere Hochschulen konnten auch bedarfsabhängige Verbindung über das Telefonnetz (»Phonenet«) aufbauen, um am Nachrichtenaustausch innerhalb des CSNET teilzunehmen.

Im Laufe der 1980er Jahre schlossen daher immer mehr Hochschulen und Forschungseinrichtungen ihre lokalen Netzwerke an das CSNET und damit dem Internet an. Einzige Bedingung war, dass sie die Verbindung selbst finanzieren und Mitgliedsgebühren an das CSNET zahlen mussten; außerdem durfte das Netzwerk nicht für kommerzielle Zwecke genutzt werden. 1986 waren bereits die Computer von über 200 lokalen Netzwerken über TCP/IP zusammengeschlossen. Bis 1989 stieg diese Zahl auf über 500 an.¹³

Die Professionalisierung der Internetinfrastruktur begann in der zweiten Hälfte der 1980er Jahre mit dem Aufbau einer nationalen Netzwerkinfrastruktur durch die NSF. Hintergrund war, dass die NSF die Nutzung der von ihr finanzierten Supercomputer erleichtern und durch den Aufbau eines Hochgeschwindigkeitsnetzes für die wissenschaftliche Forschung zugänglicher machen wollte. Im Umfeld einiger »Supercomputer-Centers« finanzierte die NSF dazu den Aufbau von regionalen Datennetzen, die 1988 über das landesweite Hochgeschwindigkeitsnetz NSFNET miteinander verbunden wurden. Da das NSFNET ebenfalls TCP/IP verwendete, löste es bis 1990 das ARPANET als grundlegende Infrastruktur (»Backbone«) des Internets vollständig ab.¹⁴

¹² Vgl. ebenda, S. 142-143.

¹³ Vgl. ebenda, S. 186-188.

¹⁴ Vgl. Quarterman, The matrix, S. 301-345; Abbate, Inventing the Internet, S. 191-195.

In dem von Quarterman als Matrix bezeichneten Verbund von lose verbundenen Computernetzwerken und Diensten hatten die vielen lokalen, regionalen und nationalen Netzwerke, die über TCP/IP zu einem einheitlichen Internet zusammengeschlossen waren, bereits 1989 eine Sonderrolle. Schon Anfang der 1970er Jahre hatte die Nutzergemeinschaft des ARPANET einen ersten Standard entwickelt, wie Textnachrichten auf entfernten Computersystemen hinterlegt werden können. Diese Methode des elektronischen Nachrichtenaustauschs unter den Teilnehmern hatte sich zur meistgenutzten Funktion des ARPANET und später des Internets entwickelt.¹⁵ Als relativ große und kontinuierlich wachsende Teilmenge der Matrix verband der Austausch von Textnachrichten über die Protokolle des Internets nicht nur die direkten Teilnehmer des Netzes, seit Ende der 1980er Jahre hatte auch eine wachsende Zahl von Nutzer anderer Netze und Nachrichtendienste Zugang zum E-Maildienst des Internets. So konnten die Nutzer des FidoNet seit 1988 mit den Nutzern des Internets E-Mails austauschen;¹⁶ CompuServe verband seine Nachrichtenfunktion ab 1989 ebenfalls mit dem Internet.¹⁷

In den 1990er Jahren wurde die Infrastruktur des Internets dann privatisiert. Diese Entwicklung basierte auf zwei Grundlagen. Zum einen gründeten sich ab 1989 im Umfeld von amerikanischen Hochschulen Unternehmen, die einen kommerziellen Markt für TCP/IP-basierte Netzwerke erschlossen. Da eine kommerzielle Nutzung des NSFNET zu diesem Zeitpunkt noch nicht erlaubt war, mussten die ersten Internet Service Provider, UUNET und PSInet, sich von Telekommunikationsunternehmen Leitungen mieten und eigene Netzwerke aufbauen. Im Juli 1991 schlossen sie ihre Netzwerke gemeinsam mit den Betreibern des kalifornischen CERFNET zusammen und schufen mit der Gründung des ersten Commercial Internet Exchange (CIX) eine alternative Infrastruktur des Internets. Zum anderen ermöglichte die Entstehung einer kommerziellen Internetinfrastruktur der NSF, sich bis 1995 aus der Finanzierung des NSFNET zurückzuziehen und den Betrieb des Internets vollständig in private Hände zu legen.¹⁸

Wie das Internet nach Europa kam

In Westeuropa konkurrierte das Netzwerkprotokoll TCP/IP bis zur ersten Hälfte der 1990er Jahre mit den Protokollen des OSI-Referenzmodells, dessen Einsatz in der Bundesrepublik von der Bundesregierung als Teil ihrer Standardisierungsstrategie gefördert wurde (siehe Kapitel 7.c). Dies galt insbesondere für den Hochschulbereich, in dem es seit Anfang der 1980er Jahre ebenfalls Projekte zum Aufbau von Forschungsnetzwerken gab.

¹⁵ Vgl. Abbate, Inventing the Internet, S. 106-110. Siehe zur Entwicklung von E-Mail auch: Siegert, Die Geschichte der E-Mail.

¹⁶ Vgl. Quarterman, The matrix, S. 256-257.

¹⁷ Vgl. ebenda, S. 608-613. Siehe auch: Thomas Haigh, Protocols for Profit. Web and E-mail Technologies as Product and Infrastructure, in: Paul E. Ceruzzi/William Aspray (Hg.), The Internet and American business, Cambridge, Mass. 2008, S. 105-158, hier S. 110-116.

¹⁸ Vgl. Janet Abbate, Privatizing the Internet. Competing Visions and Chaotic Events, 1987-1995, in: *IEEE Annals of the History of Computing* 32 (2010), H. 1, S. 10-22; Greenstein 2017, How the Internet Became Commercial, S. 65-96.

Eine Initiative ging dabei von IBM aus, das ab 1984 den Aufbau des EARN (European Academic and Research Network) finanziell unterstützte, das über ein Gateway mit dem amerikanischen BITNET verbunden war. Das EARN war, wie das BITNET, ein auf IBM-Rechnern und Netzwerkprotokollen basierendes Store-and-Forward-Netzwerk und daher vor allem zum Versand von zeitunkritischen Daten wie persönlichen Nachrichten und Forschungsergebnissen geeignet.¹⁹ Die Netzwerkaktivitäten von IBM wurden allerdings von der Bundesregierung als problematisch bewertet, da sie eine Ausweitung von IBMs Marktmacht auf den Telekommunikations- und Netzwerkbereich befürchtete. Auf Initiative des Bundesministeriums für Forschung und Technologie schlossen sich die westdeutschen Hochschulen und Forschungsinstitutionen daher 1984 zum Verein zur Förderung eines Deutschen Forschungsnetzes e. V. zusammen, der ein westdeutsches Forschungsnetzwerk aufbauen und damit die Nachfrage für OSI-kompatible Netzwerktechnik in Gang bringen sollte.²⁰ Da die Unterstützung des EARN durch IBM ohnehin nur bis 1987 vorgesehen war und die Hochschulen nicht zwei parallele Netzwerke finanzieren wollten, sollte das EARN in das DFN integriert werden.²¹ Um die Verbindung der nationalen Forschungsnetzwerke zu koordinieren, gründeten die westeuropäischen Betreiber von Forschungsnetzwerken wie dem DFN im Jahr 1986 außerdem die RARE (Réseaux Associés pour la Recherche Européen).²²

Als Teil des DFN-Projekts konnten seit 1984 auch Nachrichten zwischen der Bundesrepublik und den Nutzern des amerikanischen CSNET ausgetauscht werden. Die Verbindung mit dem CSNET wurde dabei vom Rechenzentrum der Universität Karlsruhe über eine X.25-Verbindung zwischen dem Datex-P-Netz der Bundespost und dem amerikanischen Netzbetreiber Telenet realisiert.²³ Eine erste Anwendung von TCP/IP in einem größeren Umfang in Europa fand ab demselben Jahr beim europäischen Kernforschungszentrum CERN in Genf statt, wo mit dem Protokoll die gewachsene Vielfalt und Komplexität der unterschiedlichen Netzwerke vereinheitlicht wurde. Das TCP/IP-Netz des CERN war bis 1989 allerdings nicht mit dem Internet verbunden.²⁴

Ein Datenaustausch zwischen Europa und dem amerikanischen NSFNET mittels TCP/IP wurde zuerst vom europäischen Zweig des Usenets (siehe Kapitel 8.c) organisiert. In Westeuropa hatten sich Ende der 1970er Jahre ebenfalls Nutzergruppen des Betriebssystems Unix gebildet, die sich 1981 zur European UNIX Users Group (EUUG)

¹⁹ Vgl. Franz Busch/Hagen Hultsch/Roland Wolf, EARN. Status und Perspektiven, in: W. Brauer u.a. (Hg.), Kommunikation in Verteilten Systemen I, Bd. 95, Berlin/Heidelberg 1985, S. 248-256.

²⁰ Vgl. OSI-Konformität hat Vorrang vor Eigenentwicklungen. Viele neue Fische im Deutschen Forschungsnetz, in: *Computerwoche* 26/1986.

²¹ Vgl. EARN-Engagement schließt Mitarbeit beim DFN nicht aus: Im Forschungsbereich fährt IBM zweigleisig, in: *Computerwoche* 49/1984.

²² Vgl. Bressan/Davies, A history of international research networking, S. 11-14.

²³ Vgl. Werner Zorn/Michael Rotert/M. Lazarov, Zugang zu internationalen Netzen, in: W. Brauer u.a. (Hg.), Kommunikation in Verteilten Systemen I, Berlin 1985, S. 145-167. Zu den Hintergründen der »ersten deutschen Internet E-Mail« siehe auch: Werner Zorn, Zum 30. Jahrestag der 1. deutschen Internet E-Mail vom 03. August 1984, 2014, <https://www.informatik.kit.edu/downloads/zu-30Jahre-Internet-EMail-Voi-28Jul2014.pdf> (13.1.2021).

²⁴ Vgl. Ben Segal, A Short History of Internet Protocols at CERN, April 1995, <http://ben.web.cern.ch/ben/TCPHIST.html> (12.1.2021).

zusammengeschlossen hatten. Nach dem Vorbild des amerikanischen Usenets organisierte die EUUG ab 1982 das EUnet als ein kooperatives Netzwerk, mit dem über das Telefon oder X.25 europaweit Nachrichten zwischen verschiedenen Unix-Systemen ausgetauscht wurden. Die Verbindung zwischen dem europäischen EUnet und dem amerikanischen Usenet wurde dabei über einen Unix-Rechner (»mcvax«) beim Centrum Wiskunde & Informatica in Amsterdam realisiert, der über X.25 mit einem Rechner am seismologischen Institut der University of Maryland (»seismo«) verbunden war.²⁵ Über diese Verbindung wurden ab 1988 IP-Pakete mit dem amerikanischen CSNET ausgetauscht, was Ausgangspunkt für ein erstes europaweites IP-Netz war, das als »InterEUnet« von den europäischen Unix-Nutzergruppen aufgebaut wurde.²⁶ Der deutsche Knotenrechner des EUnet und des InterEUnet befand sich an der Universität Dortmund (»unido«).²⁷

Im größeren Umfang erreichte das Internet Europa dann über eine Hochgeschwindigkeitsverbindung (T1, 1.5 Mbps) zwischen dem NSFNET an der Cornell University in den USA und dem CERN, die von IBM ab 1989 als Teil seines Supercomputerprogramms finanziert wurde. Da das CERN mit Netzwerken in fast allen westeuropäischen Ländern verbunden war, wurde es durch diese Verbindung vorübergehend zum Mittelpunkt des sich langsam entwickelnden europäischen Internets.

Im Mai 1989 wurde mit der Gründung der RIPE (Réseaux IP Européens) bei einem Treffen der europäischen Betreiber von IP-Netzwerken in Amsterdam die Organisation und Koordination des Internets in Europa schließlich formalisiert. Als ab 1990 innerhalb und zwischen den europäischen Forschungsnetzwerken der TCP/IP-Verkehr dann immer weiter zunahm, begann RARE als Dachorganisation der Forschungsnetzwerke von ihrer strikten OSI-Orientierung abzurücken und unterstützte, zuerst nur übergangsweise, die Nutzung von TCP/IP und begann mit der RIPE zusammenzuarbeiten.²⁸

Ab 1993 entstanden dann auch in der Bundesrepublik im Umfeld der universitären Netzwerke erste Anbieter von kommerziellen, TCP/IP-basierten Datennetzen, die über Modem, ISDN oder Datex-P Zugang zum Internet anboten. Bereits Anfang des Jahres gliederte das EUnet seine kommerziellen Netzwerkaktivitäten in eine gleichnamige GmbH aus, und im November entstand mit »Xlink« ein weiterer kommerzieller Internetanbieter in der Bundesrepublik, der aus den Internetaktivitäten der Universität Karlsruhe hervorgegangen war.²⁹ Die deutschen Betreiber von IP-Netzen konnten in den ersten Jahren die Daten ihrer Kunden nur über amerikanische Netze austauschen, sodass EUnet, Xlink und das Mikroelektronik Anwendungszentrum Hamburg sich Anfang des Jahres 1995 zusammentreten und mit der Gründung des DE-CIX in Frankfurt a.M. als gemeinsamem Netzaustauschknoten der deutschen Internetprovider die Professionalisierung der Internetinfrastruktur in Deutschland einleiteten.³⁰

²⁵ Vgl. Bressan/Davies, A history of international research networking, S. 78-83.

²⁶ Vgl. Segal, A Short History of Internet Protocols at CERN; Bressan/Davies, A history of international research networking, S. 83-84.

²⁷ Vgl. Quarterman, The matrix, S. 452-456.

²⁸ Vgl. Carpenter, Network Geeks, S. 88-90.

²⁹ Vgl. GUUG beteiligt sich an großem Unix-Netzwerk, in: Computerwoche 37/1992; Eunet startet mit dem Betrieb der Netzdienste, in: Computerwoche 8/1993, S. 19.

³⁰ Vgl. Stefanie Schneider, Provider verbessern Datenfluss, in: Computerwoche 14/1995, S. 41.

Die große Konvergenz. Von der Modemwelt der 1980er zum Internet der 1990er Jahre

Der Aufbau von privaten IP-Netzen in den USA und Europa schuf die Grundlage dafür, dass sich in den 1990er Jahren auch private Haushalte mit dem Internet verbinden konnten, wodurch es sich von einem Metanetzwerk aus Hochschul- und Forschungsnetzwerken zur zentralen Infrastruktur des Kommunikationsmediums Computer und zum Inbegriff einer Medienrevolution wandelte.

Bei dieser Entwicklung spielte die »Modemwelt« eine zentrale Rolle. Wie gezeigt, hatte sich in den USA durch die Liberalisierung des amerikanischen Telekommunikationssektors und die parallele Verbreitung von Heimcomputern in den 1980er Jahren ein Kommunikationsraum entwickelt, in dem neben privaten BBS und größeren Onlinediensten auch ein Markt für kommerzielle Bulletin Boards existierte. In fast allen Städten und Regionen der USA gab es Boards, deren Betreiber ihren Kunden kostenpflichtige Dienstleistungen wie Diskussionsforen, Chats oder Pornografie anboten. Diese Betreiber verfügten über die technische Infrastruktur und die Kundenbeziehungen, um das Internet in die privaten Haushalte zu bringen. Um zu einem Internet Service Provider (ISP) zu werden, mussten sie ihre Systeme lediglich an ein kommerzielles TCP/IP-Netzwerk anschließen. Etwa ab dem Jahr 1993 wurde es in den USA daher üblich, dass kommerzielle Boards ihren Kunden als zusätzlichen Service auch Zugang zum Internet anboten. Hinter diesem Angebot stand zunächst die Absicht, sich von der Konkurrenz abzuheben und die Kunden zu zusätzlichen, kostenpflichtigen Verbindungen zu motivieren.³¹

Um von ihren heimischen Rechnern auf sämtliche Computer und Dienste des Internets zugreifen zu können und damit eine neue Dimension der digitalen Kommunikation zu erleben, mussten die Kunden dieser Boards auf ihren Computern nur das Netzwerkprotokoll TCP/IP installieren. Damit waren sie nicht länger auf die Bulletin Boards in ihrem Vorwahlbereich oder kommerzielle Onlinedienste beschränkt, sondern konnten auf eine unüberschaubar wirkende Zahl an Informationsangeboten und Diensten des Internets zugreifen. Über »ftp« konnten sie Dateien und Programme von Universitätsrechnern oder Softwareherstellern herunterladen, mit »telnet« eine Terminalverbindung zu entfernten Computern aufbauen und Dienste und Programme auf dem System nutzen, oder mit »irc« mit Computernutzern in der ganzen Welt chatten. Auch der Austausch von persönlichen Nachrichten wurde durch das Internet leichter. Mit der Popularisierung des Internets löste der E-Mail-Austausch über den Internetstandard die Nachrichtenfunktionen von Bulletin Boards oder die Nutzung von Mailboxnetzen wie dem FidoNet fast vollständig ab und wurde Mitte der 1990er Jahre zum De-facto-Standard des elektronischen Nachrichtenaustauschs. Aufgrund der Vorteile des Internets verlagerte ein Großteil der amerikanischen Heimcomputernutzer, die zuvor den Kommunikationsraum der »Modemwelt« bevölkert hatten und sich mit Modems

³¹ Vgl. Shane Greenstein, Innovation and the Evolution of Market Structure for Internet Access in the United States, in: Paul E. Ceruzzi/William Aspray (Hg.), *The Internet and American business*, Cambridge, Mass. 2008, hier S. 54–64; Greenstein, How the Internet Became Commercial, S. 130–156.

und dem Telefonnetz in Bulletin Boards oder Onlinedienste eingewählt hatten, ihre Aktivitäten ins Internet. Viele Betreiber von privaten Bulletin Boards folgten diesen veränderten Nutzergewohnheiten und machten ihr Board ebenfalls über das Internet erreichbar.

Die Popularisierung des Internets über die erfahreneren und technikaffinen Nutzer von Heimcomputern ging allerdings mit der Verbreitung eines weiteren Internetprotokolls einher. Mit der Auszeichnungssprache HTML und dem dazugehörigen Übertragungsprotokoll http hatte der Brite Tim Berners-Lee ab 1989 am CERN die Grundlagen für das World Wide Web geschaffen, mit dem die Informationsressourcen und Dienste des Internets über eine intuitive und grafische Oberfläche für breitere Bevölkerungskreise zugänglich wurden.³²

Zu einem Massenphänomen wurde der Zugang zum Internet in den USA dann durch die großen kommerziellen Onlinedienste wie Prodigy, CompuServe und AOL, die ab 1995 ihren Kunden ebenfalls den Zugang zum Internet ermöglichten. Durch ihre in großer Zahl verbreitete Zugangsprogramme senkten sie die technischen Hürden weiter ab und sorgten durch massives Marketing dafür, dass neue Nutzer Onlinedienste und damit auch das Internet für sich entdecken konnten.³³

Angesichts der wachsenden Nutzerzahlen des Internets und des World Wide Web in den USA hatte bereits 1994 eine Debatte eingesetzt, ob diese Technik die Medienmärkte der Zukunft bestimmen werde. Als Schlüssel zur Kontrolle dieses neuen Marktes galt in dieser Zeit die Software, mit der das Web auf den Computern der Nutzer dargestellt wurde. Als im August 1995 das Unternehmen Netscape als Anbieter des Webbrowsers Netscape Navigator an die Börse ging und am ersten Tag bereits für mehr als 2 Milliarden US-Dollar gehandelt wurde,³⁴ setzte eine Dynamik ein, durch die Investoren und Risikokapitalgeber immer mehr Geld in das Internet und das Web investierten. In den nächsten Jahren stieg die Bewertung von nahezu allen Unternehmen, die mit dem Internet in Verbindung gebracht wurden. Von dieser Entwicklung konnte zunächst vor allem AOL profitieren, das 1998 den Konkurrenten CompuServe übernahm und Ende der 1990er Jahre mit deutlichem Abstand Marktführer unter den amerikanischen ISPs war. 1999 kaufte es dann den Browserhersteller Netscape auf und konnte sogar kurzfristig den Medienkonzern Time Warner übernehmen, ehe sich mit dem Platzen der

32 Vgl. Abbate, Inventing the Internet, S. 212-218; Haigh, Protocols for Profit, in: Ceruzzi/Aspray (Hg.), Internet and American business, S. 124-128.

33 Vgl. Haigh, Protocols for Profit, in: Ceruzzi/Aspray (Hg.), Internet and American business, S. 128-147; Thomas Haigh, The Web's Missing Links. Search Engines and Portals, in: Ceruzzi/Aspray (Hg.), The Internet and American business, S. 159-199, hier S. 174-181; Greenstein, Innovation and the Evolution of Market Structure for Internet Access, in: Ceruzzi/Aspray (Hg.), Internet and American business, S. 64-74.

34 Vgl. Robert H. Reid, Architects of the Web. 1,000 days that built the future of business, New York 1997, S. 1-68; Haigh, Protocols for Profit, in: Ceruzzi/Aspray (Hg.), Internet and American business, S. 129-130.

sogenannten Dotcom-Blase im März 2000 das Börsenumfeld für Internetunternehmen vorerst deutlich abkühlte.³⁵

In der Bundesrepublik ging die Ausbreitung des Internets abseits des Hochschulbereichs ebenfalls von der »Modemwelt« aus. Anfang der 1990er Jahre kam innerhalb der deutschen Mailboxszene ebenfalls der Wunsch auf, an der Kommunikation über internationale Datennetze teilzunehmen und insbesondere Zugang zum Internet zu bekommen. In einigen Regionen taten sich Hochschulabsolventen zusammen und gründeten selbstorganisierte Netzanbieter, um die Kommunikationsmöglichkeiten des Internets auch unabhängig vom Zugang zu universitären Rechenzentren nutzen zu können. Mehrere dieser regionalen Initiativen schlossen sich 1991 zum Individual Network e. V. zusammen. Der Verein schloss für die Initiativen mit den Betreibern von TCP/IP-Netzwerken in der Bundesrepublik Verträge, durch die ihre Mitglieder sich an die IP-Netze des EUnet oder des DFN anschließen konnten.³⁶

Ab dem Jahr 1995 wurde dann auch in der Bundesrepublik das Internet im größeren Umfang für private Haushalte zugänglich. Im Frühjahr schaltete der in der Bundesrepublik populäre Onlinedienst CompuServe das Internet für seine Kunden vollständig frei und ermöglichte ihnen damit insbesondere die Nutzung des WWW. Auch AOL entschied sich in diesem Jahr für den Markteintritt in der Bundesrepublik. Nachdem der Burda Verlag angekündigt hatte, unter dem Namen »Europe Online« (EOL) einen eigenen Onlinedienst in der Bundesrepublik aufzubauen, gründete AOL gemeinsam mit dem Medienkonzern Bertelsmann eine deutsche Tochterfirma, die den Onlinedienst samt Internetzugang auch in der Bundesrepublik verfügbar machte.³⁷ Im Herbst, in der Tradition, Neuerungen bei seinem Onlinedienst auf der IFA zu verkünden, folgte schließlich auch die mittlerweile in eine Aktiengesellschaft umgewandelte Bundespost-Telekom diesem Trend und schaltete für seine mittlerweile 840.000 Kunden des ursprünglichen Bildschirmtextes, der mittlerweile mit dem Namen »Datex-J« als Onlinedienst für Heimcomputer vermarktet wurde (siehe Kapitel 6.b), den Zugang zum Internet frei und nannte in diesen Zusammenhang den Dienst in »T-Online« um.³⁸

Die Ausbreitung des Internets in den 1990er Jahren wurde von der deutschen Hacker- und Mailboxszene begrüßt und aktiv gefördert. Dies lag vor allem daran, dass TCP/IP nicht zwischen Sender und Empfänger unterscheidet und daher jeder mit dem Internet verbundene Computer Informationen gleichberechtigt mit allen anderen Computern austauschen konnte. Damit glich das Internet von der Zugänglichkeit her dem Telefonnetz, bei dem ebenfalls an jedem Anschluss eine Mailbox betrieben werden konnte, wobei das Internet den Vorteil hatte, dass es einen weltweiten

³⁵ Vgl. Greenstein, Innovation and the Evolution of Market Structure for Internet Access, in: Ceruzzi/Aspray (Hg.), Internet and American business, S. 64-69; Haigh, Protocols for Profit, in: Ceruzzi/Aspray (Hg.), Internet and American business, S. 124-131.

³⁶ Vgl. Martin Scheller u.a., Internet Werkzeuge und Dienste. Von »Archie« bis »World Wide Web«, Berlin 1994, S. 16; Klaus Kamps, Elektronische Demokratie? Perspektiven politischer Partizipation, Wiesbaden 1999, S. 199-200.

³⁷ Vgl. Minderheitsbeteiligung und Joint-venture beschlossen. Bertelsmann macht gemeinsame Sache mit America-Online-Dienst, in: *Computerwoche* 10/1995, S. 4.

³⁸ Vgl. Telekom benennt Datex-J in T-Online um. Mit einem frischen Make-up im heißen Online-Herbst überleben, in: *Computerwoche* 35/1995, S. 4.

Informationsaustausch ohne Zusatzkosten ermöglichte. Während Ende der 1970er Jahre in der Bundesrepublik noch darüber debattiert worden war, ob das Verbreiten von »Informationen für Mehrere« über elektronische Textsysteme den öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten vorbehalten werden sollte, und beim Bildschirmtext Informationsanbieter anfangs eine staatliche Zulassung benötigten (siehe Kapitel 6.b), konnte nun jeder Teilnehmer des Internets beliebige Informationen veröffentlichen.

Das dezentrale, vielfältige und mitunter auch chaotische Internet der 1990er Jahre kam damit den Vorstellungen eines »Mediums Computers« nahe, die vom Chaos Computer Club Anfang der 1980er Jahre formuliert wurden. Es ermöglichte eine alternative Medienpraxis mit Computern als Kommunikationsmedium, die zumindest in der Anfangszeit weitgehend frei vom Einfluss staatlicher Institutionen oder den Strukturen des traditionellen Medienmarktes war. Mit dem Internet schien damit das »neue Menschenrecht auf zumindest weltweiten freien, unbehinderten und nicht kontrollierbaren Informationsaustausch (Freiheit für die Daten) unter ausnahmslos allen Menschen und anderen intelligenten Lebewesen³⁹ Realität geworden zu sein, dessen Verwirklichung der Chaos Computer Club 1984 zu seiner Aufgabe erklärt hatte.

39 Chaos Computer Club 1984, Der Chaos Computer Club stellt sich vor.