

## I. GLOBALE NETZWERKE

Was passiert eigentlich zwischen dem Drücken der Enter-Taste und dem Erscheinen einer Nachricht auf dem Computerbildschirm? Die meisten Nutzer von neuen Informations- und Kommunikationstechnologien wissen nicht, welche Prozesse, Technologien und Institutionen zwischen diesen zwei scheinbar simplen Vorgängen liegen. Da Netzwerktechnologien im Verborgenen arbeiten, stellen die technischen Aspekte der digitalen Kommunikation ein Expertenwissen dar, das den meisten Internet-Nutzern nicht zugänglich ist. Im Hinblick auf einen offenen und demokratischen Umgang mit den neuen Informations- und Kommunikationstechnologien ist diese Situation durchaus problematisch, denn die Abhängigkeit der Öffentlichkeit von Experten und die Unverständlichkeit des technisch-administrativen Jargons stehen einem freien und kreativen Umgang mit den neuen Technologien im Wege. Es gibt aber Bestrebungen, die breite Öffentlichkeit mit der technisch-administrativen Seite von Netzwerken mit ihren Protokollen, Standards und Codes vertraut zu machen. Auch der normsetzende und damit politische Charakter scheinbar „nur“ technischer Prozesse wurde etwa im Zuge der ersten Direktoriumswahlen der für die technische Koordination des Internets zuständigen Organisation ICANN (*Internet Corporation for Assigned Names and Numbers*), an der sich auch „normale“ Nutzer beteiligen konnten, vermehrt diskutiert. Das Sichtbarmachen der Kontrollstrukturen globaler Netzwerke, die nicht nur über Besitzverhältnisse, sondern vielfach auch über eine technische Ebene definiert werden, stellt damit eine Grundvoraussetzung für eine demokratische Nutzung der neuen Technologien dar.

### 1.1 Geschichte der Kommunikationssysteme

Die folgende Auflistung, die vom 4. Jahrtausend v. Chr. bis zur Gegenwart reicht, soll einen knappen chronologischen Überblick über die wichtigsten Ereignisse in der Geschichte der Kommunikationssysteme bieten. Damit wird deutlich, wie sich seit der Verwendung der ersten Piktogramme auf sumerischen Tontafeln bis hin zu modernsten Technologien der Breitbandkommunikation via Glasfasernetz und Satellit die Quantität der aufgezeichneten und verarbeiteten Information ebenso wie die Anzahl der möglichen Kommunikationskanäle und die Übertragungsgeschwindigkeit exponentiell vermehrt haben.

#### 4. Jahrtausend v. Chr. – Die Sumerer erfinden die Schrift

Schreiben und Rechnen entwickelten sich gleichzeitig. Die ersten in Tontafeln geritzten Piktogramme dienten verwaltungstechnischen Zwecken. Da Schreiben in den Bereich der Verwaltungsorgane der frühen Königreiche fiel, deren Herrschaft in steigendem Maße auf der Erfassung, Speicherung, Verarbeitung und Weitergabe von Daten basierte, mussten nur wenige diese Fähigkeit erlernen.

# Geschichte der Kommunikationssysteme

Buchstaben wurden erfunden, damit wir auch mit den Abwesenden in Verbindung treten können, lautet ein Ausspruch des hl. Augustinus. Die Erfindung der Schrift ermöglichte es, Informationen festzuhalten und weiterzugeben, sodass Kommunikation damit nicht mehr ausschließlich ein Sprechvorgang ist. Und so tritt auch in Verwaltung und Bürokratie die Bedeutung der *face-to-face*-Kommunikation in den Hintergrund. Standardisierung und Zentralisierung werden zu Stützpfeilern der Hochkulturen und großen Reiche in Mesopotamien und China.

## **3200 v. Chr.**

Das Siegel wird erstmals in Mesopotamien eingesetzt.

## **Etwa 3000 v. Chr.**

In Ägypten kommen Papyrusrollen und Hieroglyphen in Gebrauch.

## **Etwa 1350 v. Chr.**

In Assyrien wird die Keilschrift entwickelt.

## **1200 v. Chr.**

Nach Aischylos wurde Troja mit Hilfe von Fackelsignalen erobert.

## **Etwa 1100 v. Chr.**

Die Ägypter benutzen Brieftauben, um militärische Informationen zu überbringen.

## **900 v. Chr.**

Eine frühe Form des Postdienstes kommt in China für Regierungszwecke zum Einsatz.

## **500 v. Chr.**

Das antike Griechenland verwendet zur Nachrichtenübertragung Trompeten, Trommeln, Signalarufe, Leuchttürme, Feuer- und Rauchsignale sowie Spiegel.

## **4. Jahrhundert v. Chr.**

Das optische Nachrichtensystem von Aeneas Tacitus:

Der griechische Militärwissenschaftler und Kryptograph erfand ein optisches Kommunikationssystem, das Wasser- und Leuchtturmtelegrafie miteinander kombinierte. Fackelsignale deuteten den Beginn und das Ende einer Nachrichtenübertragung an, während Wasserkrüge dazu benutzt wurden, die Mitteilungen selbst zu übertragen. Die Abkoppelung der Kommunikation vom Transport führte zur Aufhebung von Distanzen. Das Telegrafensystem des Tacitus war äußerst schnell und wurde bis zum Ende des 18. Jahrhunderts verwendet.

### 3. Jahrhundert v. Chr.

In Mesopotamien, im antiken Griechenland und in Etrurien dienen Wachstafeln als Schreibmaterial.

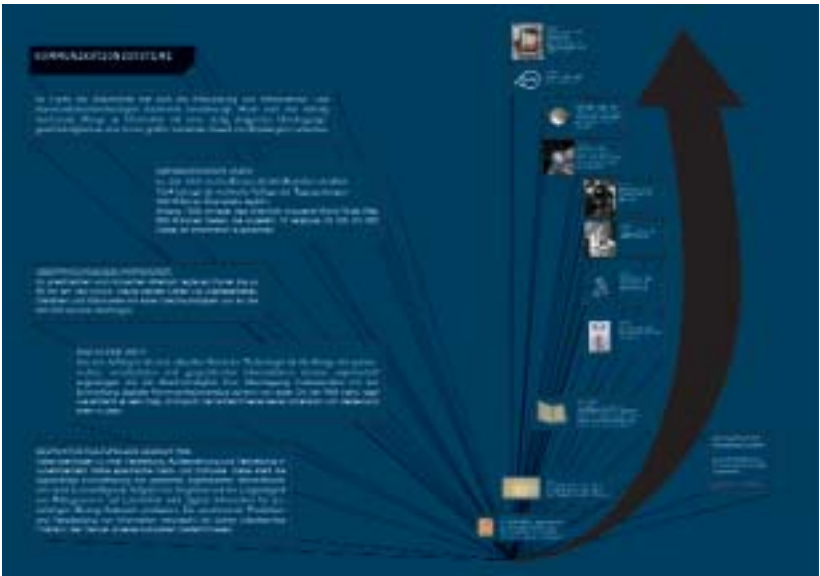
### 105 v. Chr.

Dem chinesischen Kaiser wird von Ts'ai Lun, einem Beamten des kaiserlichen Hofes, von der Erfindung des Papiers berichtet.

### 1. Jahrhundert v. Chr.

Codices (Kodex: Buch mit Seiten anstelle der Papyrusrollen) ersetzen die Schriftrollen. Die Verwendung von *Codices* an Stelle von Schriftrollen ist ein einschneidendes Ereignis in der europäischen Kulturgeschichte. Eine akkurate Form des Zitierens durch Seitenangaben, das Durchblättern und das Überschlagen von Kapiteln waren beim Gebrauch von Schriftrollen nicht möglich und setzten sich somit erst mit den heute bekannten Buchformen durch. Als „Erfinder“ der Codices wird oft Julius Caesar genannt, der seine Erlasse unter den Truppen als gefaltete Papyrusblätter zirkulieren ließ.

Im Computerzeitalter bemerken wir derzeit eine Art Wiederkehr der Schriftrolle, indem wir Dokumente von und nach oben oder unten *scrollen*. So stellt möglicherweise die Einführung des Hypertexts einen ähnlich markanten Einschnitt dar wie seinerzeit die Ersetzung der Schriftrollen durch Codices.



Größere Abbildung auf Seite 260

**150 n. Chr.**

Ein Rauchsignalnetzwerk erstreckt sich über das Römische Reich.

Dieses bestand aus Türmen, die sich in Sichtweite voneinander befanden, und dehnte sich über eine Gesamtlänge von 4.500 Kilometern aus. Verwendet wurde es für den militärischen Nachrichtenaustausch.

**Etwa 750**

In Japan wird zum ersten Mal der Handdruck eingesetzt.

**868**

In China wird das erste datierte Buch – eine illustrierte chinesische Übersetzung des *Diamond Sutra* – gedruckt und in der großen Bibliothek in den Höhlentempeln bei Dunhuang an der Seidenstraße in der entlegenen nordwestlichen Provinz von Gansu aufbewahrt.<sup>1</sup>

**1041-1048**

In China werden bewegliche Schriftsätze aus Ton erfunden.

**1088**

In Bologna wird die erste europäische Universität des Mittelalters gegründet.

Vor allem an frühen Universitäten herrschte eine Art Do-it-Yourself-Veröffentlichungswesen vor. Bücher wurden zu dieser Zeit noch von Hand abgeschrieben und waren deshalb so selten, dass der Besitz einer Kopie eines begehrten Buchs bereits ein Grund war, an eine Universität eingeladen zu werden. Vorlesungen wurden durch lautes Vorlesen eines Buches abgehalten, ähnlich wie beim Gottesdienst, wo der Priester aus der Bibel vorlas. Eine Vorlesung zu besuchen bedeutete dabei, die vorgetragene Lektüre Wort für Wort mitzuschreiben. Mit der Mitschrift eines Buches konnten die Zuhörer wiederum selbst Vorlesungen abhalten.

**1455**

Johannes Gutenberg setzt und druckt die Bibel als erstes europäisches Buch mit beweglichen Lettern aus Metall.

Gutenbergs Druckpresse war eine innovative Zusammenführung früherer Erfindungen, die es ermöglichte Textseiten zu extrem gesteigerten Fertigungsraten zu reproduzieren. Benötigten die mittelalterlichen Mönche für eine handschriftliche Kopie eines Buches mindestens ein Jahr, so konnte Gutenberg bis zu 300 Seiten pro Tag drucken. Gedruckt wurde die Gutenberg-Bibel in Mainz; sie wurde um 30 Gulden verkauft, was damals dem dreifachen Jahresgehalt eines Beamten entsprach. Mit dem erhöhten Lese- und Schreibvermögen stand nun auch Einzelpersonen ein breiter gefächertes Mei-

<sup>1</sup> Wood, Francis: China: The Invention of Printing. [www.fathom.com/feature/122327](http://www.fathom.com/feature/122327)

nungsspektrum offen, was eine Hinterfragung der kirchlichen Autoritäten zur Folge hatte. Auch wuchs das Interesse an Büchern durch landessprachliche, nichtlateinische Texte, und es entstanden erstmals gedruckte Massenmedien.<sup>2</sup>

### 1536

In Venedig wird die erste Zeitung, die *Gazetta*, gedruckt.

### 1588

Agostino Ramellis „Leserad“:

Agostino Ramelli entwarf ein „Leserad“, mit dem sich eine große Anzahl von Dokumenten durchblättern ließ, ohne dass man sich von der Stelle bewegen musste. Die Maschine fasste mehrere Bücher, die wie auf einem Schaufelrad auf einzelnen Leseputen angebracht waren, zu einer kleinen Bibliothek zusammen. Auf diese Weise konnte man durch das Drehen des Rades, das die einzelnen Lesepute vor den Leserführte, zwischen einzelnen Kapitel hin- und herspringen oder Seiten durchblättern.<sup>3</sup> Die Verbindung einzelner Gedanken und Textabschnitte durch das Leserad erinnert an die Navigation des *World Wide Web*, wie sie derzeit in der gängigen Browsersoftware zur Anwendung kommt.

### 1642

Blaise Pascale entwickelt ein Gerät, das Additionen durchführen kann – die erste Rechenmaschine.

### 1714

Das erste Patent für eine Schreibmaschine wird dem britischen Ingenieur Henry Mill erteilt.

Seine Idee einer „künstlichen Maschine oder Methode“ sollte ein fehlerfreies Schreiben ermöglichen. Dennoch dauerte es noch bis 1808, bis die erste funktionierende Schreibmaschine durch Pellegrino Turri gebaut wurde, die dieser für seine sehbehinderte Bekannte, Gräfin Carolina Fantoni da Fivizzano, entwickelt hatte. Die kommerzielle Produktion von Schreibmaschinen begann im Jahre 1873.<sup>4</sup>

---

2 Giesecke, Michael: *Sinnenwandel Sprachwandel Kulturwandel. Studien zur Vorgeschichte der Informationsgesellschaft*. 1992.

Warnke, Martin: *Text und Technik*. [www.uni-lueneburg.de/einricht/rz/menschen/warnke/text\\_und\\_technik/text\\_und\\_technik.html](http://www.uni-lueneburg.de/einricht/rz/menschen/warnke/text_und_technik/text_und_technik.html)

Jones, Bruce: *Manuskripts, Boooks, and Möps: The Printing Press and a Changing World*. <http://communication.ucsd.edu/bjones/Books/booktext.html>

3 Vgl. auch [www.o-love.net/beleg/g\\_rad.htm](http://www.o-love.net/beleg/g_rad.htm)

4 Vgl. Polt, Richard: *The Classic Typewriter Page*. <http://xavier.xu.edu/~polt/typewriters.html>

## 1727

Beginn der Wissenschaft der Fotochemie

Johann Heinrich Schulze entdeckte, dass eine Mischung aus Silbernitrat und Kalk, die Licht ausgesetzt wird, schwarz erscheint. Er hatte jedoch damals keine Möglichkeit, Bilder „einzufrieren“ oder zu fixieren.

1843 wurde die erste optische Fotokopiermaschine mit William Henry Fox Talbots Vergrößerungsapparat patentiert.

1847 entwickelte Frederick Collier Bakewell ein Verfahren für Fernkopien als Vorläufer des Faxgerätes. Bilder konnten jedoch erst ab 1902 übertragen werden. Um 1922 bot schließlich ein deutscher Telekommunikationsdienst die Telegrafie von Fotos an.

## 1794

Zwischen Lille und Paris wird ein festes optisches Netzwerk errichtet.

Claude Chappe errichtete ein festes optisches Netzwerk zwischen Paris und Lille. Es deckte eine Strecke von etwa 240 Kilometern ab und bestand aus fünfzehn Türmen, die mit Signalmasten bestückt waren. Da dieses Nachrichtensystem für einen militärischen Einsatz konzipiert worden war, wurden die übertragenen Botschaften so verschlüsselt, dass noch nicht einmal diejenigen, die die einzelnen Signale von einem Turm zum anderen übertragen, ihre Bedeutung kannten. Je nach Wetterlage konnten Mitteilungen mit einer Höchstgeschwindigkeit von 2.880 km/h übertragen werden. Ein Vorläufer von Chappes optischem Netzwerk sind die römischen Rauchsignalnetzwerke sowie Tacitus' optisches Nachrichtensystem.<sup>5</sup>

## 1801

Erfindung der Lochkarte

Lochkarten, mit denen Daten in binärer Form auf perforierten Kartonkarten gesichert wurden, waren eine Erfindung des aus Lyon stammenden Ingenieurs und Architekten Joseph Marie Jacquard und legten den Grundstein für die automatisierte Informationsverarbeitung.

1890 war es der deutschstämmige Amerikaner Hermann Hollerith, der Jacquards Lochkartentechnik übernahm, um statistische Daten aus der 11. US-amerikanischen Volkszählung zu verarbeiten. Die Auswertung der letzten Zählung hatte gut acht Jahre gedauert, Holleriths Maschinen schafften die Arbeit in drei Jahren, wobei sie viel mehr Daten erfassten als je bei einer Volkszählung zuvor. Seine Anwendung der Jacquardschen Erfindung wurde bis zur Einführung der elektronischen Verfahren in den 1960er Jahren für die Programmierung von Rechnern sowie zur Datenverarbeitung verwendet.

<sup>5</sup> Vgl. auch Holzmann, Gerard J. und Bjoern Pehrson: The Early History of Data Networks. [www.it.kth.se/docs/early\\_net/](http://www.it.kth.se/docs/early_net/)

Ein ähnliches Medium wie Jacquards Lochstreifenkarten stellen auch Papierstreifen dar, die 1857 zum ersten Mal bei Charles Wheatstone zum Einsatz kamen, um Daten zu sortieren, zu speichern und zu übertragen. Mittels Papierstreifen konnten telegrafische Nachrichten sowohl gesichert als auch offline verarbeitet und zehnmals schneller (mit bis zu 400 Wörtern in der Minute) versendet werden.

### 1809

Entwicklung der elektrischen Telegrafie

Mit Samuel Thomas Soemmerings Erfindung der elektrischen Telegrafie waren telegrafische Übertragungen nicht mehr länger auf sichtbare Verfahren beschränkt, wie zuvor bei Netzwerken mit Rauch- oder Lichtsignalen. Als wirtschaftliche und verlässliche Methode stellte die elektrische Telegrafie seinerzeit das modernste Kommunikationssystem dar, mit dem sich Daten schnell und vor allem über weite Entfernungen übertragen ließen.

### 1822

Charles Babbage entwirft die erste programmgesteuerte Rechenmaschine

Die vom britischen Mathematiker entwickelte Difference Engine sollte mittels Differenzen mathematische Tafeln von Funktionen erstellen können. Trotz der Aufwendung beträchtlicher Summen konnte er sie jedoch nie vollenden. 1833 konzipierte er dann die Analytical Engine, die bereits alle Module moderner Computer enthielt. Realisiert wurden Babbages grundlegende Konstruktionsentwürfe aber erst mit den Computern der 1940er Jahre. Seine Assistentin war Ada Byron Gräfin von Lovelace, nach der die noch heute gebräuchliche Programmiersprache „ADA“ benannt ist.

### 1861

Erster Gebrauch des Telefons

Erfunden wurde das Telefon nicht von Alexander Graham Bell, wie gemeinhin angenommen wird, sondern von Philipp Reiss, einem deutschen Lehrer. Die Präsentation seiner Erfindung vor einer Reihe wichtiger Professoren im Jahre 1861 wurde aber alles andere als freundlich aufgenommen, sodass ihm aufgrund dieser Ablehnung auch keine weitere finanzielle Unterstützung für nachfolgende Forschungen vergönnt war. Insofern war es Bell, der 1876 erfolgreich ein Patent für das Telefon anmeldete. Kurz darauf rief er die erste Telefongesellschaft – Bell Telephone Company (später AT&T) – ins Leben.

### 1866

Die *Anglo-American Telegraph Company Ltd.* verlegt das erste funktionsfähige Unterwasser-Telegrafenkabel über den Atlantik.

Am 13. Juli läuft die Leviathan, später auf Great Eastern umbenannt und das damals größte Schiff der Welt, mit 5.056 Kilometern Kabel an Bord aus dem Hafen von Valen-

tia, Irland, aus. Vierzehn Tage später, als das Schiff in der Trinity Bay in Neufundland ankert, liegen 3.430 km davon am Grunde des Ozeans. Innerhalb der 12 vorangegangenen Jahre waren fünf erfolglose Versuche, das Kabel zu legen, unternommen worden.

## 1895

Erfindung der drahtlosen Telegrafie

Der damals 21-jährige Guglielmo Marconi aus Bologna überträgt erstmals zwischen einem Sender in der Nähe seines Hauses und einem drei Kilometer entfernt hinter einem Hügel installierten Empfänger die drei Punkte des Buchstabens s des Morsealphabets. Seine Erfindung stieß in Italien jedoch auf wenig Begeisterung und wurde vom zuständigen Minister sogar als „nicht für die Nachrichtenübermittlung geeignet“ bezeichnet.

## 1904

In Graz wird zum ersten Mal Musik übers Radio gesendet.

## 1927

Erfindung des Fernsehens

Der US-amerikanische Ingenieur Philo T. Farnsworth überträgt erstmals ein aus 60 horizontalen Linien bestehendes Fernsehbild in Form eines Dollarzeichens. Zudem entwickelte er die Bildröhre, die auch heute noch die Basis des elektronischen Fernsehens ist, und reichte am 26. August 1930 das erste Patent für Fernsehen (pat #1.773.980) ein.

Maßgeblich an der Entwicklung des Fernsehens beteiligt war auch der in Russland geborene US-amerikanische Erfinder Vladimir Kosma Zworykin. Dieser experimentiert gemeinsam mit seinem Professor am Imperial Institute of Technology, Boris Rosing, mit einer frühen, 1897 vom deutschen Physiker Karl-Ferdinand Braun erfundenen Kathodenstrahlröhre (Braunische Röhre). 1929 zeigte er in Pittsburgh, wie mit deren Weiterentwicklung Fernsehen funktioniert.

## 1936

Der englische Mathematiker Alan Turing begründet die logische Theorie einer universellen abstrakten Rechenmaschine, der nach ihm benannte *Turing-Maschine*. Während des Zweiten Weltkriegs arbeitete er an der Dechiffrierung der mit der „Enigma“ verschlüsselten deutschen Funkprüche und wendet sich nach dem Ende des Krieges der Computerentwicklung zu. Schon 1947 beschäftigte er sich mit der Frage, ob Maschinen denken und lernen können, und konzipiert dazu 1950 den Turing Test, der die Entwicklung der künstlichen Intelligenz maßgeblich stimulierte.





Chiffriermaschine Enigma

Größere Abbildung auf Seite 266

### 1937

Das erste Langstrecken-Koaxialkabel wird zwischen Toledo, Ohio, und South Bend, Indiana, verlegt.

Im Gegensatz zu früher, als Leitungen überirdisch geführt wurden, verschwinden diese nun unter der Erde. Im selben Jahr werden die ersten kommerziellen Nachrichten via Koaxialkabel versendet.

### 1943

J. Presper Eckert und John W. Mauchly schlagen den Bau eines Röhrenrechners vor. Vom Ballistics Research Laboratory der US-Armee finanziert wird 1945 an der Moore School of Engineering der University of Pennsylvania der ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer) fertiggestellt. Er bestand aus 30 Einheiten, die U-förmig angeordnet waren und eine Fläche von über 80 m<sup>2</sup> einnahmen. Um die insgesamt 18.000 zur Lösung einer Rechenaufgabe benötigten Röhren zu betreiben, brauchte der ENIAC 150 kW elektrischer Leistung.

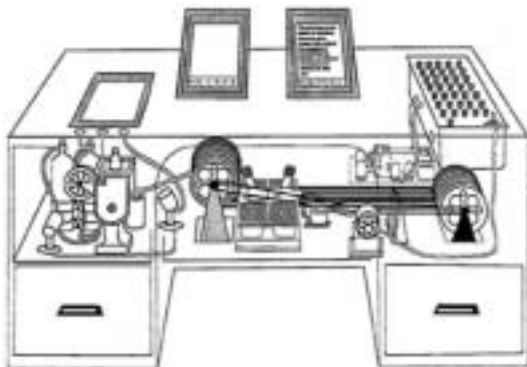
### 1945

Vannevar Bush formuliert die Idee von Hypermedia.

Vannevar Bush beschreibt in seinem Aufsatz *As We May Think*<sup>6</sup> die *Memex*-Technologie, die als Vorläuferin von *Hypermedia* gilt. Die Memex sollte eine Art mechanisierter privater Karteikasten samt Bibliothek sein – bestehend aus zum Beispiel einem Schreibtisch, in dessen Innerem Information in verschiedenen Formaten (z. B. Bücher,

6 Vgl. [www.theatlantic.com/unbound/flashbks/computer/bushf.htm](http://www.theatlantic.com/unbound/flashbks/computer/bushf.htm)

Aufzeichnungen, Mitteilungen) gespeichert werden sollte –, die mit Hilfe eines Indexes durchsucht werden konnte; die Ergebnisse dieser Suche sollten auf einen Bildschirm projiziert werden können. Als Eingabegerät schlug Bush eine Tastatur mit Tasten und Hebeln vor.



Memex (MEMory Extender)  
von Vannevar Bush (1945)

© Universität Oslo

## 1946

Am 17. Juni führen AT&T und Southwestern Bell in Saint Louis, Missouri, den ersten kommerziellen US-amerikanischen Mobiltelefonservice ein.

## 1946

John von Neumann entwickelt die Idee einer speicherprogrammierten universellen Maschine. Seine aus fünf Baugruppen (Eingabewerk, Ausgabewerk, Speicherwerk, Steuerwerk, Rechenwerk) zusammengesetzte Rechnerarchitektur (Von-Neumann-Architektur) besitzt noch heute Gültigkeit. Im Juni 1948 wird der erste nach diesem Konzept gebaute Computer Mark I an der Universität von Manchester zum Laufen gebracht.

## 1948

Die drei amerikanischen Ingenieure John Bardeen, Walter Brattain und William Shockley (Bell Laboratories) entwickeln den Transistor, der 1956 erstmals in einem Computer eingesetzt wird. Aufgrund der winzigen Größe von Transistoren können in den folgenden Jahren wesentlich kleinere Rechner produziert werden.

## 1950

UNIVAC (Universal Automatic Computer), der erste kommerziell genutzte Röhrenrechner, wird gebaut. Mit einem RAM von 1,0 KB und einem Gewicht von 19.000 kg konnte er um US\$ 1 Million erworben werden. Insgesamt wurden bis 1957 49 Stück davon produziert.



UNIVAC (1967)

© Wilfried de Beauclair

**1957**

Sputnik, der erste Satellit, wird von der Raumfahrtbehörde der UdSSR in den Weltraum geschossen.

**1958**

Im Januar nimmt Bell Systems in den USA seinen *Data-Phone-Service* auf, der die Übertragung von Daten über reguläre Telefonverbindungen erlaubt.

**1965**

Das System 360 von IBM mit seiner übergreifenden Systemarchitektur entwickelte sich innerhalb von zehn Jahren zum „Weltstandard“.



IBM-System 360 (1964)

© IBM Deutschland GmbH

**1969**

Das ARPAnet geht in Betrieb.

Das ARPAnet markiert den Ausgangspunkt des globalen Datennetzes „Internet“. Als von der 1958 in den USA gegründeten *Advanced Research Project Agency* (ARPA) entwickeltes experimentelles Netzwerk diente es dazu, die Nutzbarkeit eines Großraumnetzes und die Möglichkeit ferngesteuerter Rechner zu erforschen, um schließlich ein Kom-

munikationsnetzwerk zu schaffen, das auch den gefürchteten militärischen Angriffen in Zeiten des Kalten Krieges standhalten sollte. Der erste Rechner wurde an der UCLA (*University of California, Los Angeles*) installiert, und bis zum Jahresende waren vier Rechner an das ARPAnet angeschlossen. Im Jahr 1972 wurde das ARPAnet auf der 1. Internationalen Konferenz für Computer und Kommunikation in Washington D. C. vorgestellt. Zu diesem Zeitpunkt waren bereits 37 Rechner miteinander verbunden.

## 1971

Versand der ersten E-Mail

Ray Tomlinson, ein Computertechniker der Firma *Bolt Beranek and Newman* – dem Unternehmen, das vom US-Verteidigungsministerium engagiert worden war, um das ARPAnet zu konstruieren – experimentierte schon einige Zeit mit dem von ihm geschriebenen Programm SNDMSG, das Programmierern und Forschern – ähnlich wie bei der heutigen E-Mail – erlauben sollte, Mitteilungen füreinander zu hinterlassen. Wie auch andere elektronische Nachrichtenprogramme, von denen manche bis in die 1960er Jahre zurückreichen, sollte es Nutzern, die einen gemeinsamen Rechner teilen, ermöglichen, Mitteilungen auszutauschen. „Ich schickte mir selbst von einer Maschine zu einer anderen eine Reihe von Testnachrichten ... die erste Nachricht war wahrscheinlich QWERTYUIOP oder etwas Ähnliches.“<sup>7</sup>

## 1977

Erstmals wird in Long Beach, Kalifornien, über Glasfaserkabel telefoniert.

Die dafür verantwortliche Firma General Telephone and Electronics stellt eine Übertragungsgeschwindigkeit von 6 Mbit/s her. 1983 schließt die France Telecom erstmals 1.500 Haushalte in Biarritz an ein Glasfasernetz an.

## 1991

Start des World Wide Web

Der erste Vorschlag für ein derartiges System wurde 1989 von Tim Berners-Lee präsentiert, der am CERN (European Organization for Nuclear Research) in Genf arbeitete. 1990 wurde dieser gemeinsam mit Robert Cailliau verfeinert, und am Ende des Jahres wurde eine Prototyp-Software vorgestellt. Im darauf folgenden Jahr wurde das zuerst eigentlich für die Zusammenarbeit in der Hochenergiephysiker-Gemeinschaft konzipierte Tool dieser zur Verfügung gestellt und verbreitete sich von dort rasch auch auf andere Felder und dehnte sich in Folge bis auf seine heutige Größe aus. Zu Beginn des Jahres 1993 existierten ungefähr 50 bekannte Informationsserver.

## Ab 2000

Konvergenz von Telefon, audiovisuellen Technologien und Computern

<sup>7</sup> Vgl. <http://abcnews.go.com/sections/tech/Geek/geek991004.html>

Digitale Technologien erlauben eine Zusammenführung von bisher separaten Kommunikations- und Mediensystemen zu neuen Diensten und Technologien. Als eine Erweiterung bestehender Vermittlungssysteme bilden diese völlig neue Kommunikationssysteme, die sich hinter den häufig verwendeten Schlagwörtern wie „Multimedia“ oder „Konvergenz“ verbergen.

Dabei korrespondiert die Verschmelzung von Kommunikations- und Mediensystemen mit einer Konvergenz von extensiven Unternehmensstrukturen. Für derartige Unternehmen sind klassische Regulierungsansätze, in denen voneinander getrennte Einrichtungen unterschiedliche Märkte regulieren, nicht länger anwendbar, da sich die Aktivitäten der entsprechenden Unternehmen notwendigerweise überlagern.

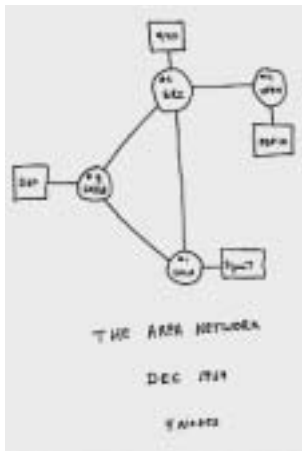
## 1.2 Struktur des Internets

### Entstehung

Als eine der vielen Reaktionen auf den Erfolg der Sowjetunion mit dem ersten Satelliten „Sputnik“ gründeten die USA 1958 die *Advanced Research Project Agency* (ARPA). Im Rahmen ihres Auftrags, den technologischen Vorsprung der USA im militärischen Bereich sicherzustellen, wurde unter anderem erörtert, wie nach einem Atomangriff der totale Kommunikationsausfall zwischen Regierungsstellen, Militärstützpunkten und anderer wichtiger Infrastruktur vermieden werden könnte. 1964 präsentierte Paul Baran von der Public Policy Institution *RAND Corporation* dazu einen Lösungsvorschlag, der eine vernetzte Struktur empfahl. Dabei sollten sämtliche Kommunikationseinheiten unabhängig von allen anderen und gleichzeitig als „Zentrale“ operieren können. Jede dieser kleineren Zentralen sollte in der Lage sein, Nachrichten zu versenden, weiterzuleiten und zu empfangen. Empfohlen wurde auch, die Nachrichten in einzelne Pakete zu packen und jeweils mit einer Adresse zu versehen. Zudem sollte ihnen keine Route vorgegeben werden, sondern sie sollten sich ihren Weg selbst suchen. Damit wäre es unerheblich, ob einzelne Einheiten oder selbst ganze Systemteile ausfielen, da die Informationen im noch verbleibenden, funktionierenden Teil des Netzes weiter ausgetauscht werden könnten. Die Möglichkeit eines kompletten Ausfalls der Kommunikation wäre somit vermindert.

1968 wurde die Umsetzung des Konzepts von RAND in den USA erstmals im Rahmen eines Großprojekts gestartet. Dort entwickelte die dem Pentagon unterstellte ARPA das erste voll funktionstüchtige Netz. Ein Jahr später wurde dann in der UCLA (*University of California, Los Angeles*) der erste Knoten installiert und dieser mit einem Rechner am *Stanford Research Institute* der *Stanford University* verbunden. Bis Dezember 1969 bildeten bereits vier Knoten das früheste Netz, das vom Pentagon *ARPAnet* getauft wurde. Im Laufe der folgenden Jahre wurde es ständig erweitert, und Ende 1971 waren schon 15 Computer Teil des ARPAnet das bis 1972 auf 37 Rechner anwuchs. Während das ARPAnet seinen Ursprung im militärischen Kontext hat, zeichnete vor allem die wissenschaftlich-akademische Gemeinde für die erste Nutzung auf breiter Basis verantwortlich.

# Struktur des Internets



Skizze des ARPANet (1969)

© unbekannter ARPANet-Wissenschaftler

Einer größeren Öffentlichkeit von Computerexperten wurde das ARPANet jedoch erst 1972 auf der 1. Internationalen Konferenz für Computer und Kommunikation in Washington D. C. vorgestellt. Fünf Jahre später beginnt der Einsatz des einheitlichen *TCP/IP-Protokolls* (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) im ARPANet, das die Kommunikation von Rechnern und Netzwerken, unabhängig von deren Architektur und verwendeter Plattform (heute z. B. Windows 2000, Macintosh oder IBM S/390), ermöglicht. Anfang der 1980er Jahre kommt es durch weitere Vernetzungen zur Entstehung eines ersten „Internet“, für das das ARPANet als *Backbone* (eng. für Rückgrat) – „Hauptdatenleitung“ – fungiert. Zu diesem Zeitpunkt spaltet sich auch das *Milnet* (Military Network) vom ARPANet ab. Dies ist vorrangig auf die verminderte Sicherheit durch den zunehmenden Anschluss von Unternehmensrechnern und internen Netzwerken zurückzuführen. 1986 entsteht dann ein von der *National Research Foundation* unterstütztes Rechnernetz – *NSFnet* genannt – aus wissenschaftlichen und akademischen Zweigen. Einen öffentlichen Zugang zum NSFnet bieten *Internet Service Provider* (ISP) ab 1988 an. Nachdem das NSFnet sich als Hauptdatenleitung (Backbone) des amerikanischen Internets etabliert, wird es 1995 in ein Konsortium kommerzieller Backbone Provider umgewandelt. Während die Nutzung des Internets noch bis Ende der 1980er Jahren ausschließlich über Kommandozeilen erfolgt, beginnt mit der Entwicklung einer leicht bedienbaren, graphischen Benutzeroberfläche – *World Wide Web* (WWW) – Ende 1990 am CERN (*European Organization for Nuclear Research*) in Genf der endgültige Siegeszug des Internets.

## Funktionsweise und Dienste

Das Internet stellt ein Kommunikationssystem dar, ein globales Rechnernetzwerk, das

sich aus Tausenden einzelner, voneinander unabhängiger Computer bzw. Netzwerke (sogenannten autonomen Systemen) zusammensetzt. Diese werden von Regierungsstellen, Firmen, Universitäten und anderen Einrichtungen auf der ganzen Welt betrieben, was einen weltweiten Datenaustausch und eine transkontinentale elektronische Kommunikation erlaubt. Die Besonderheit des Internets im Gegensatz zu anderen Medien liegt einerseits in seiner Heterogenität – sämtliche elektronischen Kommunikationswege können genutzt werden – und andererseits in der Möglichkeit zur bidirektionalen Kommunikation – der Sender kann Empfänger sein und umgekehrt.

Am 24. Oktober 1995 erließ das *Federal Networking Council* der USA folgende Erklärung, um den Begriff Internet zu bestimmen. Demnach bezeichnet „Internet“ ein globales Kommunikationssystem, das

1. logisch durch ein global eindeutiges Adressierungssystem zusammengeschlossen ist, das auf dem *Internet Protocol* (IP) (zur Zeit IPv4) beziehungsweise dessen Erweiterungen und Weiterentwicklungen basiert (IPv6);
2. einen Kommunikationsaustausch über das *Transmission Control Protocol / Internet Protocol* (TCP/IP) beziehungsweise dessen Weiterentwicklungen und/oder weiteren IP-kompatiblen Protokollen ermöglicht;
3. spezialisierte Dienste, die auf den beschriebenen Kommunikationssystemen und verwandter Infrastruktur aufbauen, entweder auf öffentlicher oder privater Ebene anbietet, zur Verfügung stellt oder den Zugang dazu erlaubt.<sup>8</sup>

Das Internet ist vorrangig eine Plattform zur Veröffentlichung und zum Austausch von „Informationen“. Informationen in diesem Sinne sind digitalisierte Daten, die wiederum beim Empfänger gelesen werden können, je nach Art und Programm als Wort, Ton, Bild oder Zeichen. Unter anderem wird es dazu genutzt, Videos, Texte und Audio-dateien zu übermitteln und zu empfangen, Kapital und Börsenwerte zu transferieren, Ressourcen zu teilen, wissenschaftliche Daten (z. B. Wetterdaten, Organspendedatenbanken) zu sammeln und abrufbar zu machen, mit anderen *online* zu spielen, Videokonferenzen abzuhalten, Fernlehrgänge zu belegen, virtuelle Ausstellungen zu besuchen, Jams mit anderen Musikern abzuhalten, Produkte aus Übersee zu ordern, an Online-Auktionen teilzunehmen, den Weg von Warenlieferungen zu verfolgen, Geschäfte abzuwickeln, miteinander zu *chatten*, Rechner und andere Geräte wie etwa Teleskope oder Roboter fernzusteuern, und vieles mehr. Wenn die Telekommunikationsstruktur eine verlässliche und gute Datenverbindung zulässt, funktioniert dies alles quasi in Echtzeit.

<sup>8</sup> Vgl. [www.itrd.gov/fnc/Internet\\_res.html](http://www.itrd.gov/fnc/Internet_res.html)

# Struktur des Internets

Zu den Standarddiensten des Internets, die sich in fünf „klassische“ Bereiche gliedern, zählen:

- Electronic Messaging (E-Mail)
- Telnet
- FTP (File Transfer Protocol)
- HTTP (Hypertext Transmission Protocol) / World Wide Web (WWW)
- Usenet / Newsgroups

## Datentransfer

Sobald ein Rechner über das Internet Daten von einem anderen anfordert, wird eine Art Dienstweg zwischen den beiden aufgebaut. Der anfordernde Rechner wird dabei als sogenannter *Client* (engl. für Kunde, Auftraggeber) bezeichnet. Den Rechner, auf dem die angefragten Ressourcen, Dienstleistungen oder Daten gelagert sind, nennt man wiederum Server (engl. für Zusteller). Üblicherweise sendet ein Client eine Anfrage an einen Server, der diese bearbeitet und eventuell eine Antwort zurückschickt. Insofern ist der Server Anbieter von Informationen oder Diensten, die von den Arbeitsstationen (Clients) genutzt werden. Aus diesem Grund wird die Struktur des Internets auch als *Client-Server-Architektur* beschrieben.

Transportiert werden die Daten im Internet in der Form von Paketen (IP-Pakete), die jeweils aus folgenden Teilen bestehen:

- Einer „Verpackung“, die bei allen Paketen gleich ist und als *Header* (engl. für Kopf) bezeichnet wird. Dort steht unter anderem die Zieladresse und der Absender.
- Einem „Inhalt“, das sind die Daten, die übertragen werden sollen. Diese können verschiedenster Art sein, wobei jedoch der Umfang pro Paket beschränkt ist. Größere Datenmengen müssen daher in viele einzelne Pakete zerlegt werden.
- Einer Prüfsumme, anhand derer festgestellt werden kann, ob das Paket vollständig ist.

Wenn Daten von einem Punkt zu einem anderen transferiert werden, durchlaufen sie eine große Anzahl von Stationen, sogenannte *Router*, die eine Art Vermittlungsstelle bilden. Diese nehmen Datenpakete aus verschiedenen Richtungen entgegen und leiten sie je nach Bestimmungsort in unterschiedliche Richtungen weiter. So werden die Pakete von Router zu Router weitergegeben, bis sie ihren Bestimmungsort erreicht haben.<sup>9</sup> Fällt eine direkte Verbindung aus, so ermöglicht die vernetzte Struktur des Internets den Routern Umwege zu finden, auf denen die Pakete befördert werden können. Diese nicht direkten Strecken sind zwar vielleicht langsamer, aber die Datenpakete gelangen mit Sicherheit an ihren Zielort – es sei denn, mehrere wichtige Verbindungen fallen gleichzeitig aus.

<sup>9</sup> Detaillierte Informationen zum Thema Routing im Internet sind über [www.faqs.org/rfcs/](http://www.faqs.org/rfcs/) oder [www.rfc-editor.org/](http://www.rfc-editor.org/) abrufbar.



Dennoch ist das Internet in vielen Teilen der Welt äußerst anfällig für Störungen. „Die Idee des Internets als ein hochgradig verteiltes ... globales Kommunikationssystem ist ein Mythos. Nahezu jede Art von Kommunikation einzelner Staaten wird durch eine äußerst geringe Anzahl von Flaschenhälsen aufrecht erhalten“, so Douglas Barnes, ein aus Oakland stammender Hacker und Cyberpunk. Diese Flaschenhälse sind nationale Netzwerkanbindungen ans Internet, wobei manche Länder nur über wenige bzw. gar eine einzige derartige Verbindung verfügen. Deshalb, erklärt Barnes, sei „ein Unterwasserkabel zu zerschneiden ähnlich wie einen Nuklearkrieg zu starten. Einfach auszuführen, doch mit verheerenden Ergebnissen.“<sup>10</sup>

### Übertragungswege

Verbindungen innerhalb des Internets werden sowohl über kabelbasierte als auch über drahtlose Übertragungstechnologien hergestellt. Im ersten Fall nehmen die Daten dabei den Weg zum Beispiel über Kupferleitungen oder Glasfaserkabel (auch das Stromnetz wird derzeit versuchsweise als Weg zur Datenübertragung genutzt). Zu den Drahtlostechnologien gehören wiederum Satelliten sowie mobile bzw. feststehende terrestrische Antennen.

Für gewöhnlich werden beim Transfer von Daten mehrere Formen dieser physischen Übertragungswege verwendet. Wird beispielsweise eine E-Mail von Europa nach Amerika versendet, so reist diese vom Rechner des Nutzers über Kupfer- oder Koaxialleitungen oder eine ISDN-Verbindung zum *Internet Service Provider* (ISP) des Absenders. Von dort geht es dann über ein Glasfaserkabel zum nächsten Knotenpunkt, wo die Information an eine unterirdisch verlaufende Hauptdatenleitung (*Backbone*) übermittelt wird. Den Atlantik überquert sie via eines Tiefsee-Glasfaserkabels und wird später auf der anderen Seite über mehrere Stationen an den ISP des Empfängers und in Folge zum Computer des Adressaten weitergeleitet.

### Satellitenkommunikation

Auch wenn die Satellitenkommunikation nach wie vor mit der kostengünstigeren Glasfaserlösung von Breitband-Datenübertragungsdiensten konkurrieren muss, konnte sie dennoch einen wichtigen Einfluss auf die Gestaltung der globalen Kommunikationssysteme erlangen. Während Computer, Telefon und audiovisuelle Technologien immer stärker miteinander verschmelzen, werden vermehrt neue kabellose Technologien entwickelt und eingesetzt, um sich einerseits Marktanteile zu sichern und andererseits den Aufbau von Hochgeschwindigkeitsnetzen zu beschleunigen. Nichtsdestotrotz hat die Satellitentechnologie einen entscheidenden Nachteil gegenüber Kabellösungen, nämlich die bei der Datenübertragung entstehende Zeitverzögerung, die durch den Umweg der Daten über die Stratosphäre entsteht.

---

<sup>10</sup> <http://128.32.105.161/OpEd/virtual/stephenson.html>

# Struktur des Internets

## Privatisierung

Bis vor kurzem wurde die transnationale Satellitenkommunikation ausschließlich von zwischenstaatlichen Organisationen wie Intelsat, Intersputnik oder Inmarsat betrieben. Angeführt von den USA konnten die westlichen Industrienationen jedoch erfolgreich die Privatisierung aller Satellitenkonsortien, der sie als Mitglieder angehörten, durchführen.

### Privatisierung zwischenstaatlicher Satellitenvereinigungen

Satelliten-konsortium	Gründungs-jahr	Mitglieder	Jahr der Privatisierung
Intelsat	1964	200 Staaten unter der Schirmherr-schaft der USA	2001
Intersputnik	1971	24 Staaten unter der Schirmherr-schaft Russlands	Teilprivatisiert seit 1997
Inmarsat	1979	158 Staaten (alle Mitglieder der <i>International Maritime Organization</i> )	1999
Eutelsat	1985	Knapp 50 europäische Staaten	2001

Tabelle 1

Quelle: Intelsat, Intersputnik, Inmarsat, Eutelsat

Im Februar 2001 waren 2.680 Satelliten im Einsatz. Bis 2005 werden noch einige hundert private Satellitensysteme hinzukommen. Zum Großteil sollen dies sogenannte *Low Earth Orbit Satellite*-Systeme sein, die für kostengünstige mobile Datenübertragungsdienste auf globaler Ebene genutzt werden können. Aufgrund der technologischen Entwicklungen und des stärker einsetzenden Wettbewerbs in diesem Bereich wird voraussichtlich innerhalb der nächsten fünf bis zehn Jahre satellitenbasierte Breitbandkommunikation so alltäglich, günstig und allgegenwärtig sein wie schon heute das Fernsehen via Satellit.

### Größte Satellitenprojekte

Name	Hauptinvestor	Kosten	Anzahl der Satelliten	Start des Service
Astrolink	Lockheed Martin, TRW, Telespazio, Liberty Media Group	US \$ 3,6 Mrd.	9	2003

Name	Hauptinvestor	Kosten	Anzahl der Satelliten	Start des Service
Globalstar	13 Investoren: u. a. Loral Space & Communications, Qualcomm, Hyundai, Alcatel, France Telecom, China Telecom, Daimler Benz und Vodafone / Airtouch	US \$ 3,26 Mrd.	48	1998
ICO	57 Investoren: u. a. British Telecom, Deutsche Telekom, Inmarsat, TRW und Telefonica	US \$ 4,5 Mrd.	10	2001
Skybridge	9 Investoren: u. a. Alcatel Space, Loral Space & Communications, Toshiba, Mitsubishi und Sharp	US \$ 6,7 Mrd.	80	2002
Teledesic	Bill Gates, Craig McCaw, Prince Alwaleed Bin Talal Bin Abdul Aziz Alsaud, Abu Dhabi Investment Company	US \$ 9 Mrd.	288	2004

Tabelle 2

Quelle: Analysis Satellite Communications Database

### Kontrollhierarchien

Das Internet besteht aus Tausenden von untereinander verbundenen staatlichen und privaten Netzwerken. Wie und ob diese miteinander verknüpft sind, entscheidet jedoch keine übergeordnete Autorität, sondern die Betreiber der einzelnen Netzwerke selbst. Eine definitive und zentrale Kontrollinstanz, die das Netz betreibt und reguliert, existiert nicht. Vielmehr gewährleisten mehrere Körperschaften den Betrieb des Netzes, indem sie technische Spezifikationen entwickeln und festlegen.

Dennoch nehmen diejenigen, die die Root nameserver (und hier insbesondere den entscheidenden A-Root server, der auf den anderen zwölf Root nameservern nur gespiegelt wird) betreiben und kontrollieren, eine besondere Stellung ein, da diese die letzte Instanz im Bereich Name servicing (d. h. der Umwandlung von URLs wie z. B. [www.world-information.org](http://www.world-information.org) in IP-Adressen, beispielsweise 62.116.17.35) für Domains in TLDs (Top Level Domains) wie .com und .org bilden. Für ccTLDs (Country-Code Top Level Domains, z. B. .de, .uk, .at, .ch) übernehmen diese Aufgabe die nationalen NICs (Network Information Centers). Zur Zeit existieren 13 Root nameserver, die vom US-Militär, kommerziellen Unternehmen, nicht gewinnorientierten Organisationen, Universitäten, ISPs (Internet Service Provider) und Forschungsinstituten betrieben werden. Der zentrale Root nameserver (a.root-servers.net), der seine Informationen an die 12 anderen weitersendet, befindet sich momentan unter der Kontrolle der US-amerikanischen Firma VeriSign (Nachfolger von Network Solutions Inc.) und dem

# Struktur des Internets

Wirtschaftsministerium der Vereinigten Staaten. Von den anderen zwölf Stück befinden sich insgesamt nur drei außerhalb der USA, und zwar in Großbritannien (aber von den Niederlanden aus administriert), Japan und Schweden.



Globale Verteilung der Root Nameserver

© World Internetworking Alliance

Abgesehen von dieser Sonderrolle, die den Root nameservern zukommt, verlor die technische Koordination mit der fortschreitenden Standardisierung, vor allem der Einführung einheitlicher Kommunikationsprotokolle, jedoch immer mehr an Notwendigkeit und konnte in der Regel von Freiwilligen durchgeführt werden. Im Laufe der 1980er Jahre begannen sich mehrere Organisationen, unter anderem das *Internet Configuration Control Board* (ICCB), dessen Nachfolger *Internet Advisory Board* (IAB) (nunmehr *Internet Architecture Board* und seit 1992 Teil der *Internet Society* (ISOC)) oder aber auch die *Internet Assigned Numbers Authority* (IANA) um die Entwicklung technischer Spezifikationen (Kommunikationsprotokolle, IP-Adressbereich etc.) zu kümmern. Mit dem enormen Anwachsen des Netzes seit dem Ende der 1980er und frühen 1990er Jahre wurde die Koordination einiger technischer Schlüsselfunktionen wie etwa die des *Domain Name System* (DNS) schließlich an private Firmen wie Network Solutions Inc. abgetreten. Seit 2000 ist die bis dahin auf verschiedene Körperschaften verteilte technische Koordination gebündelt und an die nicht-staatliche *Internet Corporation for Assigned Names and Numbers* (ICANN) übertragen.

## Protokolle

Das fundamentale Kommunikationsprotokoll, auf dem der gesamte Datenaustausch im Internet basiert, nennt sich *TCP/IP*. Seine Wurzeln liegen im Versuch, heterogene Netzwerke miteinander zu verbinden (*Internetworking*), was erstmals in größerem Stil Anfang der 1970er Jahre von der in den USA ansässigen ARPA (*Advanced Research Project Agency*) unternommen wurde. Anstoß für diese Bemühungen gaben vor allem die von der ARPA entwickelten Netzwerke PRNET, das auf Rundfunkwellen beruhte, und SATNET, das Satelliten nutzte, und die somit deutlich andere Technologien als das damals dominante ARPAnet verwendeten. Trotzdem wollte man eine Verbindung zwischen den beiden Netzwerken herstellen, wozu 1973 das INTERNET-Programm

unter der Leitung von Robert Kahn und Vinton Cerf gegründet wurde. Grundlage der Überlegungen war, dass Netzwerke in einem globalen Verbund möglicherweise nur sehr wenig gemeinsam haben werden. Deshalb wurde versucht, nach einer Integration der unterschiedlichen Einzelnetze zu suchen, um auch äußerst heterogene Netzwerke miteinander verbinden zu können. Das neue Internet sollte also nicht nur Hardware verschiedenster Typen und Hersteller integrieren – wie es das ARPAnet ermöglichte –, sondern ganze Netzwerke unterschiedlichster Art zu einem gemeinsamen „Netz der Netze“, dem Internet, verbinden können. Dazu musste ein einheitliches Datenformat und eine einheitliche Methode der Verbindungsherstellung entwickelt werden. Weil die alten ARPAnet-Protokolle dies nicht bewerkstelligen konnten, entschlossen sich Cerf und Kahn, einen neuen Standard zu schaffen. Getauft wurde das neue Netzwerkprotokoll auf den Namen *Transmission Control Protocol* (TCP). Dieses kümmerte sich um den reibungslosen „Paket“austausch, indem es den Versand der „Pakete“ überwachte und diese so aufteilte, dass kein Teil des Netzes überlastet wurde. Zusätzlich übernahm das Protokoll ursprünglich auch die Adressierung aller Internet-Rechner. Um 1980 wurde diese Funktion dann jedoch einem eigenen Protokoll, dem *Internet Protocol* (IP), zugewiesen.

In Folge übernahm vor allem das 1981 von Vinton Cerf – damals Programmmanager bei der *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA), der Vorläuferorganisation der ARPA – ins Leben gerufene *Internet Configuration Control Board* (ICCB) eine Beraterfunktion gegenüber der DARPA im Hinblick auf technische Probleme und Fragen bei der Weiterentwicklung der Internet-Infrastruktur. Ende 1984 kam es schließlich zur Auflösung des ICCB, das gleichzeitig durch das *Internet Advisory Board* (IAB) ersetzt wurde, welches wiederum 1986 den Namen *Internet Activities Board* bekam. Zu dieser Zeit arbeiteten innerhalb des IAB zehn Projektgruppen, die sich mit Themen wie taktisches Internetting, Kompatibilität, autonome Systeme, Sicherheit, Anwendungsarchitektur und Datenschutz auseinander setzten. Als 1992 die *Internet Society* (ISOC) gegründet wurde, schlug das IAB vor, dass die Aktivitäten des IAB in Zukunft unter der Schirmherrschaft der ISOC stattfinden sollten. Im Rahmen dieser Reorganisation wurde das IAB ein weiteres Mal mit einem neuen Namen – *Internet Architecture Board* – versehen und zeichnete sodann gemeinsam mit den IAB-Projektgruppen *Internet Engineering Task Force* (IETF) und *Internet Research Task Force* (IRTF) für die Forschung auf dem Gebiet Internet-Standards und -Protokolle verantwortlich. Seit ihrer Gründung im Jahr 1998 ist hier jedoch die ICANN (*Internet Corporation for Assigned Names and Numbers*) und deren Spezialabteilung *Protocol Supporting Organization* (der unter anderem auch die ISOC angehört) federführend. Standards für andere Bereiche des Internets – zum Beispiel spezifische Dienste – werden von unterschiedlichen Organisationen, wie etwa dem *World Wide Web Consortium*, das auf das Web spezialisiert ist, entwickelt. Diese sind jedoch nicht bindend, sodass sie sich auch nicht immer auf breiter Ebene durchsetzen.

# Struktur des Internets

## IP-Adressbereich und Domain Name System

Neben der Spezifikation von Standards und Protokollen gibt es nur einige wenige Bereiche des Internets, wie etwa die Vergabe von IP-Adressen und die Administration des *Domain Name System* (DNS), die einer zentralen Koordination bedürfen. Während IP-Adressen (z. B. 62.116.17.35) für die eindeutige Identifizierung jedes ans Internet angeschlossenen Rechners notwendig sind, kann das DNS als Adressierungssystem verstanden werden, das den Nutzern das Ansteuern von Rechnern erleichtert, indem es ihnen erlaubt, eine aus Worten bestehende URL (z. B. [www.world-information.org](http://www.world-information.org)) anstatt der schwer zu merkenden, aus Ziffern bestehenden IP-Adressen einzugeben. (Dabei korrespondiert jedoch nicht jeweils eine IP-Adresse mit einer URL, da eine IP-Adresse lediglich einen bestimmten Computer bezeichnet auf dem beliebig viele URLs, d. h. Websites, liegen können, weil die weitere (interne) Zuweisung durch den Webserver geschieht.)

Am Anfang war das DNS nicht mehr als eine einzelne Datei mit dem Namen „hosts.txt“, die im Rahmen eines Vertrages mit dem US-Verteidigungsministerium vom Computerwissenschaftler Jon Postel, damals an der UCLA (University of California, Los Angeles) tätig, betreut wurde. Diese Liste, die via eines FTP-Servers von der nicht gewinnorientierten Organisation SRI International (Stanford Research Institute International) publiziert wurde, enthielt Informationen zu allen Host-Rechnern, die damals ans ARPAnet und später ans Internet angebunden waren. Als Postel begann, sich anderen Aktivitäten zu widmen, wurden seine Aufgaben von SRI übernommen. Obwohl das DNS-Management durch SRI gut funktionierte, stieß es jedoch aufgrund des stetigen Wachstums des Netzes nach einigen Jahren an administrative und technische Grenzen. Auch kam es 1984, mit der Entwicklung einer neuen DNS-Architektur durch Paul Mockapetris, zu einer grundlegenden Veränderung des Systems. Statt eines zentralen Rechners, auf dem alle relevanten Daten zu den Domains gespeichert waren, wurden die Informationen nun auf das gesamte Internet verteilt. Jeder Besitzer einer Domain stellte Informationen über diese nun auf seinem eigenen Host zur Verfügung und eine zentrale Behörde unterhielt nur mehr Aufzeichnungen darüber, wo diese Angaben zu finden waren. 1991, mit der Übernahme der Verantwortung für den nicht-militärischen Teil des Internets durch die US-Regierungsbehörde *National Science Foundation* (NSF), kam es schließlich zur nächsten großen Veränderung. Ein Jahr später schloss sie mit der privaten Firma Network Solutions Inc. (NSI) ein Kooperationsabkommen über die Verwaltung der Registration von Domainnamen ab. Während dies der NSI ein von der Regierung finanziertes Monopol auf die Registration aller Domains in den *.com*, *.net*, *.org* und *.edu Top Level Domains* (TLDs) garantierte, wurde die Zuweisung von IP-Adressen von der *Internet Assigned Names Authority* (IANA; eine dem *Internet Architecture Board* der *Internet Society* unterstellte Organisation) durchgeführt. Zwar endete der Vertrag mit der NSI zur Administrierung der TLDs am 30. September 1998, er wurde jedoch von der US-Regierung unter der Auflage, den Verantwortungsbe-

reich der NSI schrittweise an eine neue Organisation zu übertragen, nochmals verlängert. Die von der US-Regierung als nachfolgender nichtkommerzieller Domainnamen-Registrator eingesetzte Institution, die die Vormachtstellung von NSI beenden (und unter anderem auch die Funktion der IANA übernehmen) sollte, wurde auf den Namen *Internet Corporation for Assigned Names and Numbers* (ICANN) getauft.

### Domainnamen

In seinem Thesenpapier *A Framework for ICANN and DNS Management*<sup>11</sup> zum Domain Name System, das er im September 1999 in Alexandria, USA, bei einer Veranstaltung der *Computer Professionals for Social Responsibility* vorstellte, schreibt der Konsumentenanwalt Ralph Nader, dass „das Recht, eine Domain im Internet zu besitzen, gleich dem Recht auf eine Wohnadresse, eine Telefonnummer oder einen Vor- und Nachnamen gehandhabt werden sollte.“

Prinzipiell können noch vorhandene Domainnamen von jedem nach dem Motto, „wer zuerst kommt, mahlt zuerst“ registriert werden – früher ausschließlich über Network Solutions Inc. (.com, .org, .net und .edu) bzw. Länderdomains (ccTLDs, Country-Code Top Level Domains, z. B. .at, .de, .fr, .it) bei den jeweiligen nationalen *Network Information Centers* (NIC) – heute (im Falle der früher von Network Solutions Inc. gehandhabten Domains bzw. einigen der neuen TLDs wie .biz oder .info) über jeden der von ICANN akkreditierten Anbieter. Dabei werden die Domainnamen von den kommerziellen Unternehmen für eine jährliche Gebühr vermietet.

In der Anfangsphase des Aufschwungs des Internets und mit dessen weiterer Verbreitung hat sich erstmals die Praxis des *Cybersquatting* oder *Domain Grabbing* etabliert. Dabei wurden zumeist von Einzelpersonen, aber auch von Firmen Domainnamen bekannter Unternehmen oder Marken in großem Stil und mit der Absicht, diese dann später für teures Geld den „Betroffenen“ zurückzukaufen, registriert. Zu diesem Zeitpunkt wurde auch die Diskussion darüber, ob es ein Recht auf den „eigenen“ (Firmen-, Eigen-, Markennamen etc.) Domainnamen gibt, entfacht.

Die erste größere Reaktion auf den Unmut der Industrie in Bezug auf *Cybersquatter* und *Domain Grabber* war die Unterzeichnung des *Anticybersquatting Consumer Protection Act* im November 1999 durch US-Präsident Clinton. Dieser erleichtert den Inhabern von Markenrechten (und persönlichen Namensrechten) eine Handhabe gegen die „unrechtmäßige“ Registrierung und/oder Nutzung von Domains. Auf internationaler Ebene wurde auch Ende 1999 von der ICANN die *Uniform Dispute Resolution Policy* (UDRP) eingerichtet, die ein einheitliches Schlichtungsverfahren zur Klärung von Streitigkeiten um Domainnamen darstellt und auf Empfehlungen der World Intellectual

11 [www.cpsr.org/conferences/dns99/Nader%20Proposal.htm](http://www.cpsr.org/conferences/dns99/Nader%20Proposal.htm)

# Struktur des Internets

al Property Organization (WIPO) basiert. Obgleich in vielen Fällen die Beklagten in gutem Glauben gehandelt und zum Beispiel ihren persönlichen Namen registriert haben, der zufällig auch der Firma eines Unternehmens entspricht, konnte in den letzten Jahren eine Verschiebung der Entscheidungen bei Domainstreitigkeiten zu Gunsten der Inhaber von Markennamen festgestellt werden. Auch ist ein deutlicher Trend zur aggressiven Beanspruchung von geistigem Eigentum durch die Inhaber von Marken zu beobachten.

Ein bekanntes Beispiel im Streit um Domainnamen ist die Auseinandersetzung zwischen dem Online-Spielwarenhändler *E-Toys* und der Künstlergruppe *Etoy*. So versuchte die Firma E-Toys, die sich bereits [etoys.com](http://etoys.com) gesichert hatte, Etoy zu zwingen, ihre Domain ([www.etoys.com](http://www.etoys.com)) freizugeben. Die Künstler, die schon vor E-Toys Firmengründung im Netz präsent waren, verweigerten dies und setzten sich schließlich mit der von der Aktivistengruppe *RTmark* initiierten Unterstützung durch die *Online-Community* erfolgreich gegen das Geschäftsunternehmen durch.<sup>12</sup>

## ICANN

Die *Internet Corporation for Assigned Names and Numbers* (ICANN) wurde in Reaktion auf mehrere Ende der 1990er Jahre veröffentlichte Grundsatzdokumente ins Leben gerufen. Bereits 1997 unterstützte US-Präsident Clinton im Thesenpapier *A Framework for Global Electronic Commerce*<sup>13</sup> die Idee der Weiterentwicklung des Internets durch den Privatsektor und die Etablierung einer „globalen Freihandelszone“. Ein Jahr später veröffentlichte die *National Telecommunications and Information Administration* (NTIA) des US-amerikanischen Wirtschaftsministeriums *A Proposal to Improve the Technical Management of Internet Names and Addresses*<sup>14</sup>. Darin rief sie zu einer Privatisierung der Verwaltung von Internetnamen und -adressen und einem verstärkten internationalen Wettbewerb in diesem Bereich auf. Dies sollte durch die Schaffung einer nicht gewinnorientierten Körperschaft realisiert werden, die ein regional und inhaltlich repräsentativer Aufsichtsrat leitet. Als Antwort auf die von vielen Seiten geäußerte Kritik an ihrem Grundsatzpapier stellte die NTIA schließlich Anfang Juni 1998 das White Paper on the *Management of Internet Names and Addresses*<sup>15</sup> vor. Unter anderem nahm sie zu den Vorwürfen Stellung, der Internetgemeinschaft kein Mitspracherecht bei der zukünftigen Gestaltung des Netzes einzuräumen und weiter Monopole auf dem Gebiet der TLDs zu schaffen. Eine konkrete Entscheidung verschob sie jedoch insofern, als sie diese in die Hände einer noch nicht gegründeten Organisation legte. In der Folge wurde ein Aufruf an die Internetgemeinschaft formuliert, Vorschlä-

<sup>12</sup> [www.rtmk.com](http://www.rtmk.com)

<sup>13</sup> vgl. <http://usinfo.state.gov/journals/itgic/1097/ijge/gj-12.htm>

<sup>14</sup> vgl. [www.ntia.doc.gov/ntiahome/domainname/dnsdrft.htm](http://www.ntia.doc.gov/ntiahome/domainname/dnsdrft.htm)

<sup>15</sup> vgl. [www.ntia.doc.gov/ntiahome/domainname/6\\_5\\_98dns.htm](http://www.ntia.doc.gov/ntiahome/domainname/6_5_98dns.htm)



ge für eine derartige Organisation einzubringen. Unter der Vielzahl von Entwürfen, unter anderem vom *International Forum on the White Paper* und der *Boston Working Group* entschied sich das US-Wirtschaftsministerium aber letztlich für das gemeinsame Konzept von IANA und Network Solutions und begründete damit am 30. September 1998 die *Internet Corporation for Assigned Names and Numbers* (ICANN)<sup>16</sup>. In einer Erklärung vom 12. November desselben Jahres verständigten sich das US-amerikanische Wirtschaftsministerium und ICANN auf eine Zusammenarbeit im Hinblick auf die Übernahme der DNS-Verwaltung durch den privaten Sektor und hier insbesondere durch ICANN.

Seit damals ist ICANN für die technische Koordination des Internets zuständig und kontrolliert und administriert Schlüsselbereiche wie die Vergabe von IP-Adressen, die Koordinierung des DNS, die Entwicklung von Internet-Protokollen und technischen Standards zum Informationsaustausch im Netz und theoretisch auch die Verwaltung des zentralen *Root nameservers* (dessen Übergabe von der US-Administration an ICANN jedoch trotz eines dahingehenden Passus im Vertrag zwischen dem US-Wirtschaftsministeriums und ICANN nicht sehr wahrscheinlich ist). Diese Konzentration von Verantwortung bei einer einzigen Organisation stellt einen klaren Bruch mit der bisherigen Koordinationskultur dar. Im Gegensatz zu mehreren frei organisierten Körperschaften, deren Entscheidungen auf einem „knappen Kompromiss“ beruhten, steht ICANN für die Institutionalisierung und Formalisierung von Verwaltung und Koordination im Internet.

### **Demokratische Mitbestimmung?**

Geleitet wird ICANN von neunzehn Direktoren und einem Generaldirektor (die keine Gehälter erhalten – bis auf den Generaldirektor/die Generaldirektorin und dessen/deren Vertreter/Stellvertreterin – sondern ausschließlich Spesenrückerstattung, auf die manche Direktoren aber teilweise verzichteten<sup>17</sup>). Diese entscheiden über Empfehlungen, die von den drei so genannten *Supporting Organizations* (*Protocol Supporting Organization*, *Domain Supporting Organization* und *Address Supporting Organization*) eingebracht werden. Jedes dieser unterstützenden Organe ist mit einer besonderen Aufgabe der technischen Koordination (Protokolle, DNS und IP-Adressraum) betraut und stellt je drei Mitglieder des Vorstands. Im Sinne der Mitbestimmung durch die globale Internetgemeinschaft wurde beschlossen, die neun weiteren Direktoren von den einfachen ICANN-Mitgliedern, den so genannten *At-large-members*<sup>18</sup>, wählen zu lassen. (Prinzipiell kann jeder Internetnutzer *At-large-member* werden, er muss sich nur auf der ICANN-Website registrieren.) Fünf davon wurden dann auch bei der ersten

16 vgl. [www.ntia.doc.gov/ntiahome/domainname/icann-memorandum.htm](http://www.ntia.doc.gov/ntiahome/domainname/icann-memorandum.htm)

17 vgl. [www.icann.org/financials/director-expenses-fye2001.htm](http://www.icann.org/financials/director-expenses-fye2001.htm)

18 vgl. <http://members.icann.org/index.html>

# Struktur des Internets

ICANN-Wahl im November 2000 gewählt – eine Person für jeden Kontinent, die die Netznutzer der jeweiligen Regionen vertreten soll. Als Kandidat beziehungsweise Kandidatin konnte sich dabei jede(r) über 16 Jahre, der nicht selbst eine Organisation repräsentiert, bewerben. Problematisch erwies sich die Wahl durch die *At-large-members* jedoch, als sich durch die schlechte Organisation und Bekanntmachungspolitik nicht alle Interessenten beteiligen konnten und vorläufig nur fünf der neuen Direktoren gewählt wurden. Auch waren die Netz-User nicht proportional vertreten, sondern in Ländern wie den USA, Japan und Deutschland deutlich überrepräsentiert und in den Staaten Lateinamerikas oder Afrikas unterdurchschnittlich stark vertreten<sup>19</sup>. (Eine Studie zu den ersten ICANN-Wahlen unter Einbeziehung der *At-large-members* wurde vom *ICANN At Large Study Committees* erstellt.<sup>20</sup>) Inzwischen gab es von Seiten des ICANN-Direktoriums auch schon wieder Bestrebungen, das ursprüngliche *At-large-Konzept* – die Fifty-fifty-Verteilung der Direktorensitze für Nutzer und Experten beziehungsweise Unternehmen – vorzeitig zu beenden. Verhindert konnte dies nur durch das starke Eintreten der drei *At-large*-Direktoren aus Deutschland, Brasilien und den USA werden.



Organisationsaufbau von ICANN

© ICANN

## Interessenskonflikte

Der erste größere Report von offizieller Seite zu ICANN erschien am 7. Juli 2000, rund

<sup>19</sup> vgl. <http://members.icann.org/activestats.html>

<sup>20</sup> [www.atlargestudy.org](http://www.atlargestudy.org)

zwei Jahre nach ihrer Gründung. In einem umfangreichen Bericht <sup>21</sup> stellte der Rechnungshof der Vereinigten Staaten unter anderem die Frage, ob das US-Wirtschaftsministerium eigentlich die geeignete Institution für die Verwaltung der ICANN sei (als Option schlug er jedoch lediglich deren Unterstellung unter das US-Außenministerium vor). Zudem thematisierte er das Problem, ob die US-Regierung überhaupt Befugnis habe, Regierungseigentum (das Teil der Internet-Infrastruktur ist, z. B. der *A-Root nameserver*) und -aufgaben einer privaten nichtkommerziellen Organisation zu übertragen, denn „es ist nicht klar, ob eine Übertragung von Kontrollfunktionen auch eine Übertragung von Regierungseigentum an private Hände mit einschließen darf“.

Kontrovers stellt sich auch die fehlende Rechenschaftspflicht der ICANN dar, wie sie sonst in Unternehmen und Nichtregierungsorganisationen üblich ist. Der Hauptgrund dafür liegt sicher darin, dass ICANN zwar nicht gewinnorientiert arbeitet, aber dennoch in einer einzigartigen Verbindung mit dem US-Wirtschaftsministerium steht. Darüber hinaus hat ICANN – im Gegensatz zu ähnlich organisierten Institutionen – unter kalifornischem Recht (der Hauptsitz von ICANN befindet sich in Marina del Rey) sichergestellt, dass eine Kritik unternehmerischen Fehlverhaltens durch seine Mitglieder nicht möglich ist.

Für einige Kritiker stellt ICANN auch bloß ein Organ dar, um die Architektur des Internets ganz nach den Bedürfnissen der *big players* wie Worldcom, IBM oder Microsoft zu gestalten. Die Mitglieder des Aufsichtsrates, wird kritisiert, seien dabei nur Marionetten, deren Fäden von den großen IT-Konzernen einschließlich deren Verbündeter in US-amerikanischen Regierungskreisen gezogen würden.

Es gibt auch Hinweise darauf, dass ICANN gemeinnützige Interessen vernachlässigt. So entschied sie etwa über die Einführung neuer *Top Level Domains* (TLDs), woran insbesondere auch nichtkommerzielle Organisationen großes Interesse haben, um sich mit Domains wie zum Beispiel *.arts*, *.union* oder *.sucks* besser im Internet darstellen zu können. Da allerdings allein für den Vorschlag einer neuen *Top Level Domain* eine Gebühr von US\$ 50.000 zu entrichten war, wurde dies derartigen Institutionen von vornherein erschwert. So entschloss man sich schließlich, unter den 47 Bewerbungen für insgesamt sieben neue TLDs, zu denen neben *.pro* (für Angehörige freier Berufe), *.name* (für Individuen) und *.aero* (für die Luftfahrtindustrie) nur *.museum* (ausschließlich für Museen) und *.info* (für allgemeine Nutzung) ausgewählt wurden. Zudem hat ICANN trotz ihrer Verpflichtung, die Interessen der globalen Internetgemeinschaft – und insofern auch der Nutzer – zu vertreten, die umstrittenen Vereinbarungen der Weltorganisation für geistiges Eigentum (*World Intellectual Property Organization*) über Domainnamen übernommen, die diese dem Urheberrecht unterstellt <sup>22</sup>. Ein grundsätzliches Problem stellt auch die Dominanz der USA innerhalb der ICANN

21 vgl. [www.gao.gov/new.items/og00033r.pdf](http://www.gao.gov/new.items/og00033r.pdf)

22 vgl. <http://ecommerce.wipo.int/domains/>

# Struktur des Internets

dar, die vor allem durch die besondere Stellung der US-Regierung, den starken Einfluss US-amerikanischer Unternehmen und dem Sitz der ICANN in Kalifornien zustande kommt.

## Reformen

Seit ihrem Bestehen hat ICANN einige Entscheidungen getroffen, die voraussichtlich zukünftige Entwicklungen im Internet nachhaltig beeinflussen werden:

- ICANN öffnete den Markt für neue Anbieter im Bereich der Domain-Name-Registrierung und entthronte somit den langjährigen Monopolisten (im Bereich der Domainregistrierung in TLDs wie .com, .org und .net) Network Solutions Inc. (NSI), nunmehr VeriSign, seiner Vormachtstellung. Zwar können Nutzer nun Domains auch bei alternativen Stellen registrieren, dennoch wurde in einer Vereinbarung aus dem Jahr 1999 zwischen ICANN und NSI deren Kontrolle über die registry (eine Datenbank, die Einträge zu allen bereits vergebenen Domains in den gängigen gTLDs (generic Top Level Domain) enthält) für weitere vier Jahre, bis November 2003, garantiert. Dafür entrichtete NSI an ICANN eine Gebühr in der Höhe von US\$ 1,25 Mio., profitiert jedoch bis zum Ablauf der Vertragsfrist von seinen neuen Mitbewerbern, die US\$ 6 für jeden Eintrag in die registry entrichten müssen.<sup>23</sup>
- Mitte November 2000 führte ICANN sieben neue TLDs ein. Im Oktober 1999 wurden die von der World Intellectual Property Organization (WIPO) im Rahmen ihres Internet Domain Name Process<sup>24</sup> vorgeschlagenen Empfehlungen zur Schlichtung von Domainname-Streitigkeiten von ICANN angenommen. Die so genannte *Uniform Domain Name Dispute Resolution Policy* (UDRP)<sup>25</sup> stellt eine Art obligatorisches Schiedsgericht dar, das es den Inhabern von eingetragenen Warenzeichen und jedem, der ein Gewohnheitsrecht auf die Verwendung einer Marke nachweisen kann, ermöglicht, eine Verwaltungsbeschwerde einzureichen. Anträge auf die Übertragung strittiger *Domains* müssen an eine der von ICANN akkreditierten Organisationen (Institute for Dispute Resolution, USA; Disputes.org/eResolution Consortium, Kanada; National Arbitration Forum, USA; World Intellectual Property Organization, Genf) gerichtet werden. Darin ist nachzuweisen, dass der fragliche Domainname identisch oder verwechslungsfähig mit der Marke des Klägers ist und dass dem Domaininhaber keinerlei Rechte oder legitime Interessen an der fraglichen Domain zustehen und dass

<sup>23</sup> vgl. Mack, Jennifer: ICANN, NSI click on register agreement.

<http://zdnet.com.com/2100-11-516424.html?legacy=zdn>

<sup>24</sup> vgl. The Management of Internet Names and Addresses: Intellectual Property Issues.

<http://wipo2.wipo.int/process1/report/finalreport.html>

<sup>25</sup> vgl. [www.icann.org/udrp/udrp-policy-24oct99.htm](http://www.icann.org/udrp/udrp-policy-24oct99.htm)

die Registrierung und Benutzung der Domain in böser Absicht, d. h. missbräuchlich, erfolgte. Werden Anträge etwa beim *National Arbitration Forum* oder der WIPO eingebracht, so zeichnete sich in der Vergangenheit eine 65- bis 70-prozentige Wahrscheinlichkeit ab, dass dem Kläger die Domain auch zugesprochen wurde.<sup>26</sup>

### Regulierung

Das Netz ist alles andere als eine anarchische Sphäre des *laissez-faire*, wo diejenigen, die Entwicklungen vorantreiben, auch die Regeln bestimmen. Wie jeder andere Bereich des sozialen Lebens auch unterliegt es stattdessen einer sorgfältigen Regulierung. Dieselben Regelungen, die das Leben *offline* bestimmen, gelten auch für das Leben *online*.

- soziale Normen
- Gesetze
- Märkte
- (Architektur und Design der technischen Infrastruktur)

Die Regulierung des Internets wird oftmals mit dessen Administration verwechselt, obwohl Ersteres die normative Dimension des Internets zum Thema hat und Letzteres die technischen Abläufe beschreibt, die seine Funktionalität ermöglichen.

### Soziale Normen

Nutzer aller möglichen Arten von *Online-Communities* wie etwa *Newsgroups*, *Mailinglisten* oder *Chatrooms* legen anderen Usern durch soziale Normen Verhaltensregeln auf. Einige davon werden in fast allen *Communities* akzeptiert, andere richten sich speziell an bestimmte Gruppen. Jeder, der zum Beispiel eine Nachricht ohne Bezug zum allgemeinen Thema eines Diskussionsforums, eine Werbe-E-Mail oder eine andere Mitteilung schickt, die als unpassend oder beleidigend verstanden wird, wird schnell mit den sozialen Regeln des Netzes vertraut gemacht. Beispielsweise dann, wenn es in Folge zu einem *flaming* kommt, also zu direkten verbalen Angriffen, einem Bombardement mit nutzlosen Daten oder ähnlichem.

Zum Teil werden derartige Übertretungen in rechtsstaatlichen Überlegungen berücksichtigt. Dies geschah zum Beispiel mit den sogenannten *Spam-Mailern*, die unerwünschtes Werbematerial per E-Mail versenden und nun innerhalb der Europäischen Union unter anderem durch die Ende Mai 2002 vom Europäischen Parlament

---

<sup>26</sup> vgl. King, James J.: Hinweise für die Halter von Domain-Namen. [www.heise.de/tp/deutsch/inhalt/te/8694/1.html](http://www.heise.de/tp/deutsch/inhalt/te/8694/1.html)

Cohausz, Dawidowicz, Hanning & Partner: Neues Verfahren bei der Verletzung von Kennzeichenrechten durch com/net/org-Domains: UDRP. [www.copat.de/mn\\_udrp.htm](http://www.copat.de/mn_udrp.htm)

# Struktur des Internets

beschlossene *Electronic Communications Privacy Directive*<sup>27</sup> starken Einschränkungen unterliegen (über deren Wirksamkeit allerdings noch keine Daten verfügbar sind).

## Veränderte Architektur

Oft hört man den Spruch „im Netz weiß niemand, dass du ein Hund bist“, der aus einem 1993 in der Zeitschrift *New Yorker* erschienenen Cartoon von Peter Steiner stammt. Dieser Spruch beschreibt trotz der humorigen Überspitzung recht passend den anonymen Charakter des Internets, da sich Besucher einer Website in der Regel nicht – etwa durch eine Registrierung – authentifizieren müssen. Um Daten herunterzuladen, reicht eine einheitliche IP-Adresse aus. Diese IP-Adresse wird permanent oder auch nur zeitlich begrenzt dem Rechner eines Onlinenutzers zugewiesen. Dabei sagt sie nichts über das vor dem Computer sitzende Subjekt aus, sodass es sich dabei durchaus doch um einen Hund handeln könnte.

Die irreführende, aber weitverbreitete Ansicht, das Netz sei eine Art rechtloser Raum, der sich bisher jeder Anstrengung, ihn zu regulieren oder zu kontrollieren, habe widersetzen können – Richard Barbrook und Andy Cameron sprechen in diesem Zusammenhang von der „Kalifornischen Ideologie“<sup>28</sup> – wird durch bestimmte Charakteristiken des Netzes genährt: die Anonymität von IP-Adressen, die vermeintlich freie Partizipation aller an seiner technischen Entwicklung und die Möglichkeit, bei der Festsetzung von Standards mitzuwirken, usw. Gemäß dieser Auffassung wird das Internet als dezentrale Struktur einer globalen Gemeinschaft gleichberechtigter Menschen verstanden, die allgemein relevante Belange auf der Basis von Kooperation lösen.

Wenn überhaupt, dann trifft dies nur auf die frühe Architektur des Netzes zu. Als ein dem militärischen Bereich entsprungenes und zuerst vorrangig von einer relativ kleinen Gruppe von Wissenschaftlern und Technikern genutztes Kommunikationssystem hat sich das Internet inzwischen in eine breite Plattform zum Austausch von Informationen verwandelt. Dabei wurde es solange nach den Bedürfnissen seiner Schöpfer umgeformt, bis sich andere Nutzergruppen einfanden und es wiederum nach ihren Wünschen umgestalteten. Die Architektur des Internets ist aber nichts Gegebenes, sondern kann verändert werden, wie etwa Lawrence Lessig in seinem Essay *The Laws of Cyberspace* (1998)<sup>29</sup> betont. Und tatsächlich findet seit einiger Zeit eine Veränderung statt, die sich vor allem nach den Bedürfnissen von Regierungen und großen Unternehmen – vor allem aus der IT- und Medienbranche – richtet.

27 vgl. Saunders, Christopher: EU OKs Spam Ban, Online Privacy Rules, [www.internetnews.com/IAR/article.php/1154391](http://www.internetnews.com/IAR/article.php/1154391)

28 [www.heise.de/tp/deutsch/inhalt/te/1007/1.html](http://www.heise.de/tp/deutsch/inhalt/te/1007/1.html)

29 Vgl. [http://cyberlaw.stanford.edu/lessig/content/articles/works/laws\\_cyberspace.pdf](http://cyberlaw.stanford.edu/lessig/content/articles/works/laws_cyberspace.pdf)

### Die „Datenautobahn“-Metapher

Die Diskussionen über die durch die neuen Informationstechnologien hervorgebrachten Veränderungen kommen zumeist nicht ohne die Phrase des *Information (Super) Highway* aus. Diese diente denn auch während des Präsidentschaftswahlkampfes 1991/92 in den Vereinigten Staaten der Demokratischen Partei als ideales Schlagwort. Obwohl dies oft angenommen wird, wurde der Begriff jedoch nicht von Al Gore, sondern bereits Jahre davor von Ralph Smith in seinem Buch *The Wired Nation* (1971) geprägt.

Als er über die Errichtung des *Information Highway* sprach, verband Al Gore die durch die Entwicklung von Informationstechnologien erzielten ökonomischen und sozialen Gewinne mit dem Wirtschaftsboom der 1950er und 1960er Jahre, der durch den Aufbau eines nationalen Autobahnnetzes in den USA ausgelöst worden war. In diesem Sinne versprach die Metapher des *Information Highway* neuen Wohlstand durch eine Verbesserung der Kommunikationsinfrastruktur. Im Kontext der Entstehung des Internets sollten so Fernsehen, Telefon und Computer zu einem einzigen interaktiven System verbunden werden, das sich sowohl vom Büro als auch von zu Hause aus nutzen lassen sollte: etwas, das man heute gerne mit dem Stichwort „Konvergenz“ beschreibt.

Diese Vision war jedoch nicht nur „Wahlkampfgerede“; man könnte durchaus behaupten, dass sie durch einen Bericht der US-Regierungsbehörde *National Science Foundation* (NSF) mit dem Titel *Towards a National Research Network* (1988) genährt wurde. Die darin enthaltene Beschreibung eines zukünftigen nationalen Hochgeschwindigkeitsnetzwerkes muss Al Gore sehr beeindruckt haben. Etwa zeitgleich veranstaltete die NSF aber auch einige Konferenzen zum Thema „Kommerzialisierung und Privatisierung des Internets“ an der *J. F. Kennedy School of Government*.

Nach dem erfolgreichen Abschluss des Wahlkampfes verschwand der *Information Highway* jedoch aus dem Zentrum der politischen Bemühungen von Bill Clinton und Al Gore. Stattdessen begann nun die Republikanische Partei, allen voran Newt Gingrich, die Vision eines *Information Highway* aufzugreifen – wenn auch unter anderen Vorzeichen. So wurde die Metapher der Datenautobahn jetzt mit Schlagworten wie „Deregulierung“, „Privatisierung“, „freie Märkte“, „zukünftiger Wohlstand“ und „Revolution“ versehen. Eine starke Idealisierung des Internets nahm ihren Lauf: Die „Kalifornische Ideologie“, verbunden mit all dem Glanz und Zauber von Geschwindigkeit, *Going West*-Mythen, Risikobereitschaft, Tatkraft, Tapferkeit, Abenteuer und jungem Unternehmertum. Begleitet wurde diese Entwicklung von einer heftigen Resonanz in der Presse und steigenden Börsenkursen von Internetunternehmen.

Die Euphorie lässt sich gut mit der Begeisterung vergleichen, die im Zuge der Einführung von Schienennetzen, Autos, Radio und Fernsehen in den Vereinigten Staaten ausgelöst wurde und dabei einen nie da gewesenen wirtschaftlichen Aufschwung ver-

sprach. Ökonomischer Erfolg hängt von der Verbesserung der Infrastruktur des Verkehrswesens ab – das ist die Theorie, die diesem Hype zu Grunde liegt. Mittlerweile ist *der Information Highway* – auch wenn er noch nicht erbaut wurde – in seiner vorgeschlagenen Form bereits wieder veraltet, sodass die Vereinigten Staaten ihre Blicke schon hoffnungsvoll auf eine neue Version richten: *Internet2*, die *Next-Generation-Infrastruktur* <sup>30</sup>.

## 1.3 Kartografierung

Immer wieder wird in den Medien über das „rasante Wachstum des Internets“ berichtet. Es wird von einer ständig steigenden Anzahl von Nutzern wie auch von Internet-Service-Providern, Hosts, Domains und Websites gesprochen. Dennoch ist die Erhebung derartiger Daten ebenso problematisch wie ihre Verlässlichkeit. „Das Internet ist von Natur aus ein verteiltes System. Das ist seine stärkste Eigenschaft, weil es so keine einzelne Instanz kontrolliert, seine Teile laufen von selbst, sie kooperieren miteinander und formen so das Netzwerk der Netzwerke, das Internet. Weil keine Instanz die alleinige Kontrolle hat, weiß auch niemand alles über das Internet. Die Vermessung (des Internets, Anm. d. Verf.) ist besonders schwierig, weil bestimmte seiner Teile es vorziehen, den Zugriff von außen in verschiedenem Ausmaß zu beschränken. So haben wir statt Messtechniken unterschiedliche Arten der Erhebung und Schätzung“ (John Quarterman, Generaldirektor von MIDS, Internet-Analyse und Performance-Messung). <sup>31</sup>

### Größe und Wachstum

Tatsächlich „fehlt der heutigen Internetwirtschaft jede Möglichkeit, Trends zu evaluieren, Performanceprobleme jenseits der Begrenzungen eines einzigen ISP (*Internet Service Providers*) auszumachen oder systematisch den wachsenden Erwartungen der Nutzer gerecht zu werden. Vergangene oder aktuelle Daten über die Auslastung der Infrastruktur des Internets, Kartografierungen [...] machen eine Vielfalt von Ermittlungsverfahren aus, deren Qualität allerdings fragwürdig erscheint“, so K.C. Claffy, Gründer der *Cooperative Association for Internet Data Analysis* (CAIDA). <sup>32</sup>

Was sind also die Gründe für die Unfähigkeit, Trends zu evaluieren und Performanceprobleme jenseits der Begrenzungen eines einzelnen ISPs auszumachen? Einerseits waren schon seit den Anfängen des Internets die verschiedenen Aktivitäten rund um seine Entwicklung nicht in einer einzelnen Institution gebündelt, sondern auf mehrere Organisationen sowie im Laufe der Jahre auch auf die Privatwirtschaft verteilt.

<sup>30</sup> [www.internet2.edu](http://www.internet2.edu)

<sup>31</sup> <http://ei.cs.vt.edu/~wwwbtb/book/chap2/webConclude.html>

<sup>32</sup> [www.caida.org/outreach/papers/1999/Nae/](http://www.caida.org/outreach/papers/1999/Nae/)



Andererseits interessierten sich die frühen ISPs kaum für eine Zusammenfassung und Analyse der Leistungsdaten ihres Netzwerks, da sie sich um die Anforderungen ihrer rapide wachsenden Kundenschar kümmern mussten. Aber selbst heute stehen wir gerade erst am Anfang der Entwicklung zuverlässiger Werkzeuge, die eine qualitative Vermessung und Analyse von Bandbreiten und Performanceleistungen erlauben sollen. CAIDA ist beispielsweise bemüht, derartige Verfahrenstechnologien zu entwickeln.

„Es gibt eine Reihe von Schätzungen über die Größe und Wachstumsrate des Internets, die implausibel, unbeständig oder ganz einfach falsch sind“, behaupten auch K.G. Coffman und Andrew Odlyzko, beide Mitarbeiter verschiedener Abteilungen des AT&T-Forschungslabors, in ihrem Artikel *The Size and Growth Rate of the Internet*<sup>33</sup>, und viele Quellen weisen widersprüchliche Informationen über Größe und Wachstumsrate des Internets auf.

Was wird also vermessen und welche Methoden kommen dabei zum Einsatz? Eine Vielzahl von Studien beschäftigt sich mit der Anzahl der Nutzer, andere untersuchen die Rechner, die mit dem Internet verbunden sind oder zählen IP-Adressen. Coffman und Odlyzko konzentrieren sich hingegen auf die Größen der Netzwerke und den *Traffic*, den sie verursachen, um Aufschluss über die Größe und das Anwachsen des Internets zu bekommen.



Werbung für Cable & Wireless' Telekommunikationsnetzwerk (1945)

© Gill MacDonald  
(Cable & Wireless)

<sup>33</sup> [http://firstmonday.dk/issues/issue3\\_10/coffman/index.html](http://firstmonday.dk/issues/issue3_10/coffman/index.html)

Dabei sollte nicht außer Acht gelassen werden, dass das Internet nur ein Netzwerk unter vielen ist – es ist lediglich ein Teil im Universum der Rechnernetzwerke. So besteht es aus öffentlichen wie privaten Bereichen. Im Gegensatz zu der Mehrzahl an Studien, die sich ausschließlich auf den öffentlichen Teil des Internets beschränken, beziehen Coffman und Odlyzko auch private Netzwerke mit in ihre Untersuchungen ein. Dies sind vor allem die Intranets von Unternehmen; die Autoren sind davon überzeugt, dass „die Evolution des Internets in den nächsten fünf Jahren sehr wahrscheinlich genau von diesen privaten Netzwerken bestimmt werden wird. Deshalb ist es wichtig zu verstehen, wie groß diese sind und wie sie sich verhalten.“<sup>34</sup>

## Hosts

Die vom *Internet Software Consortium* (ISC) begründete *Internet Domain Survey*<sup>35</sup> stellt eine der bekanntesten Bemühungen dar, die Anzahl der Hosts, also der Computer, die ständig mit dem Internet verbunden sind und über die Internet-Verbindungen der einzelnen Nutzer kanalisiert werden, zu ermitteln.

Auf den ersten Blick scheint es einfach zu sein, die akkurate Zahl der Hosts zu ermitteln; in der Praxis korrespondiert jedoch eine IP-Adresse nicht automatisch mit einem Host. Deshalb wird mit Hilfe eines Programms (*ping*) eine Nachricht an den entsprechenden Host geschickt, um festzustellen, ob eine bestimmte IP-Adresse überhaupt existiert und Anfragen akzeptiert. Dies für jede einzelne registrierte IP-Adresse auszuführen stellt aber eine nahezu unlösbare Aufgabe dar, weshalb die ISC nur eine einprozentige Auswahl aller Hosts erfasst und die Ergebnisse dann extrapoliert. Im Gegensatz zu diesem erst seit 1998 von ISC praktizierten Verfahren bestand das vorherige darin, die Anzahl der Domainnamen, die mit IP-Adressen versehen sind, zu zählen. Ein ähnliches Verfahren wird auch von Telcordias *Netsizer* ([www.netsizer.com](http://www.netsizer.com)) verwendet.

## „Wetter“ im Internet

Wie das tägliche Wetter, wird auch der *Traffic* (= Datenfluss) des Internets systematisch beobachtet. Einer der bekanntesten „Netzwetterberichte“ wird von MIDS ([www.mids.org/weather](http://www.mids.org/weather)) veröffentlicht. Eine andere Quelle ist der *Internet Traffic Report* ([www.internettrafficreport.com](http://www.internettrafficreport.com)), in dem der Datenfluss in Werten von 0 bis 100 dargestellt wird. Hohe Werte weisen dabei auf eine schnelle und zuverlässige Verbindung hin. Für diese Wetterüberwachung wird ein Test namens *ping* durchgeführt, der die Zeit misst, die ein Datenpaket braucht, um zu einem bestimmten Punkt im Internet und wieder zurück zu gelangen. Die dabei aufgezeichneten „Antwortzeiten“

<sup>34</sup> Coffman, K.G. und Andrew Odlyzko: The Size and Growth Rate of the Internet, vgl. [http://firstmonday.dk/issues/issue3\\_10/coffman/index.html](http://firstmonday.dk/issues/issue3_10/coffman/index.html)

<sup>35</sup> [www.isc.org/ds](http://www.isc.org/ds)

werden sodann mit vergangenen Werten verglichen und für verschiedene Regionen (z. B. Europa, Asien, Australien) zu einem gemeinsamen Index zusammengefasst, der Aufschluss über die Geschwindigkeit und Verlässlichkeit der Verbindungen im Internet gibt. Verfügbar sind auch Informationen zu den durchschnittlichen Antwortzeiten und zum Datenverlust (*packet loss*).<sup>36</sup>



Usenet-Datenfluss (1993)

© Brian Reid

### Zugriffsdaten

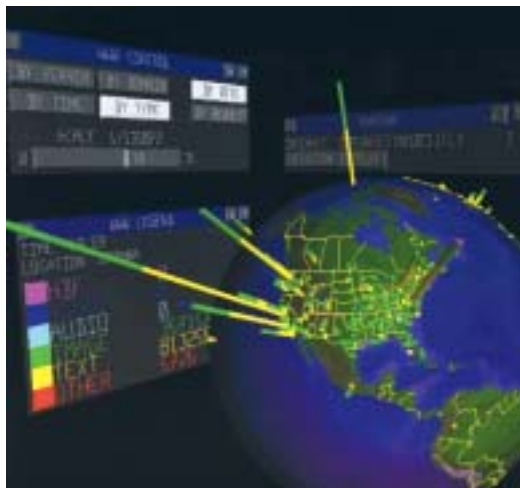
Seit Jahren ist es gängige Praxis, einen Bericht über die von einer Website angeforderten Dateien, also über die getätigten Zugriffe oder auch *Hits* zu erstellen. Ein nicht unbedingt aufschlussreiches Verfahren, da sich eine einzige Seite einer Website zumeist aus verschiedenen Dateien wie Grafiken, Text und anderem zusammensetzt. Besteht zum Beispiel ein Webdokument aus einem kurzen Text und zwanzig Grafikdateien, werden 21 *Hits per visit* registriert. Je mehr Grafiken eine Website enthält, desto mehr *Traffic* wird also generiert.

Deshalb registrieren Zähler mittlerweile so genannte *Page Views*, die auch als *Page Impressions* bezeichnet werden. Allerdings kann es vorkommen, dass Nutzer einen gemeinsamen Computer sowie die entsprechende IP-Adressen mit anderen teilen, sodass der zweite oder dritte User nicht mehr unbedingt die Original-Website am entfernten Server aufruft, sondern lediglich eine Kopie, die im *Cache* des Webbrowsers oder eines *Proxy-Servers* des Providers zwischengespeichert wurde. Auf diese Weise kommt es vor, dass Server nur einen Seitenaufruf erhalten, obwohl mehrere Nutzer das Dokument angesehen haben. Ein etwas fortschrittlicheres, wenn auch nur leicht verbessertes Verfahren besteht darin, den Besuch eines Benutzers nach dem Abruf einzel-

<sup>36</sup> Für ausführlichere Informationen zum Thema Beobachtung des Internets Traffic siehe CAIDA Internet Measurement Infrastructure. [www.caida.org/analysis/performance/measinfra/](http://www.caida.org/analysis/performance/measinfra/)

# Zusammenfassung

ner Seiten einer Website und nicht der Website als ganzer auszuwerten. Gerade die Herausgeber elektronischer Journale sind von *Page Views* abhängig, dienen diese doch als eine Art Auflagen- oder Veröffentlichungszähler.



Visualisierung des Datenverkehrs zur NCSA website (1995)

© Stephen E. Lamm, Daniel A. Reed,  
Will H. Seullin

## IP-Dichtemessung

Die Verteilung von IP-Adressen oder Domainnamen zu ermitteln, heißt die Geografie des Internets sichtbar zu machen. Wo auf der Welt befindet sich beispielsweise die größte Dichte an IP-Adressen und Domainnamen? Bisher sind keine globalen Untersuchungen über deren geografische Verteilungsmuster verfügbar. Dennoch lassen sich regionale Studien finden. So haben zum Beispiel Martin Dodge und Narushige Shiode des *Centre for Advanced Spatial Analysis* am Londoner *University College* ([www.geog.ucl.ac.uk](http://www.geog.ucl.ac.uk)) die Internetadressierungen in Großbritannien kartografiert<sup>37</sup>. Dodge und Shiode stützen sich dabei auf Daten vom RIPE (*Réseaux IP Européens*) Network Coordination Center ([www.ripe.net/ripence/](http://www.ripe.net/ripence/)), das unter anderem für die Zuteilung des IP-Adressbereichs in Europa, dem mittleren Osten, Nordafrika und Teilen Asiens zuständig ist.

<sup>37</sup> vgl. [www.geog.ucl.ac.uk/casa/martin/internetspace/](http://www.geog.ucl.ac.uk/casa/martin/internetspace/)

## Zusammenfassung

Grundlegende Voraussetzungen für die Entwicklung moderner Kommunikationssysteme wie beispielsweise die Erfindung des Schreibens reichen bis ins 4. Jahrtausend v. Chr. zurück. Seit damals haben sich Schreiben und Lesen als Kulturtechniken etabliert und außerdem die technischen Mittel der Informationsdarstellung und -übermittlung maßgeblich verändert. Mit dem Aufkommen von neuen Technologien, zum Beispiel dem Buchdruck oder dem Telefon, hat sich nicht nur die Menge der verarbeiteten und gespeicherten Information sowie die Übertragungsgeschwindigkeit, sondern auch die Anzahl der Kommunikationskanäle exponentiell gesteigert. Wesentlich dazu beigetragen hat in den letzten Jahrzehnten die Entstehung digitaler Medien und globaler Computernetzwerke. Doch während deren Nutzung heute für viele Menschen integraler Bestandteil ihres beruflichen und privaten Alltags ist, sind die dahinterliegenden wirtschaftlichen, politischen und technischen Hierarchien und Kontrollstrukturen nur wenigen bekannt. Denn obwohl das Internet wegen seiner Dezentralität oft als nicht kontrollierbar beschrieben wird, befinden sich viele der für das reibungslose Funktionieren des Datentransfers ausschlaggebenden Teile seiner Infrastruktur in den Händen von Regierungen (vor allem der Vereinigten Staaten) und privaten Unternehmen. Zudem wird seine technische Weiterentwicklung, die auch die Art und Weise wie (und von wem) das globale Rechnernetzwerk genutzt werden kann, erheblich von der Wirtschaft – vor allem der IT- und Medienbranche – mitgeprägt. Zwar gibt es auch Versuche – etwa bei den ersten Wahlen der „Internetbehörde“ ICANN – die Nutzerinnen und Nutzer hier verstärkt mit einzubeziehen, dennoch bleibt deren Einfluss auf diesem Gebiet verschwindend gering. Die freie Partizipation aller an der technischen Entwicklung des Netzes und die Möglichkeit, bei der Festsetzung von Standards mitzuwirken, erweist sich (im Gegensatz zu früher, wo dies noch teilweise der Fall war) als Mythos. Nichtsdestotrotz wächst das Internet stetig weiter. Sein genaues „Ausmaß“ und seine Form sind jedoch nur schwer festzumachen, da es sich dabei um ein verteiltes System handelt. Dennoch gibt es Versuche, zumindest Teilbereiche des Internets zu kartografieren, um so besser Trends evaluieren, die Auslastung der Infrastruktur bestimmen und Performanceprobleme beurteilen zu können.