

Geschichte und Aufbau des Internets

Die Geschichte beginnt bei den Computern, denn im Grunde ist das Internet nichts ohne die Rechner, die es verbindet. Das Internet ist ein Kommunikationsnetz und somit definiert es sich als die Verbindung zwischen Rechnern, als der Klebstoff, der Computer zusammenfügt. Nach und nach wird das Netzwerk immer leistungsfähiger, es besteht aus der Symbiose zwischen den Endgeräten und den Verbindungen.



Man versteht das Internet und seine charakteristischen Eigenschaften leichter, wenn man sich die Entwicklungsgeschichte anschaut. Will man das Internet als neues Medium für seine Marketing-Aktivitäten einsetzen, braucht man ein klares Bild von den Eigenschaften und Möglichkeiten. Das kann man aus den Grundprinzipien zusammen stellen, nach denen alle möglichen Rechner, große und kleine Netzwerke, mehr oder weniger aufwändige Technik miteinander verknüpft werden. Jeder Prozessor auf der ganzen Welt soll von dem Netz der Netze erfasst und integriert werden; womit schon die erste Spezifikation des Internets angesprochen ist. Das neue Medium verbindet Maschinen zur Datenverarbeitung, an denen Menschen sitzen, die daraus Informationen und Wissen gewinnen.

Im vorliegenden Buch machen wir die Geschichte des Internets an den Personen fest, die zu seinem Fortschritt beigetragen haben.¹ Es gibt keinen Startzeitpunkt, zu dem das Internet feierlich eröffnet wurde, so wenig, wie es einen Beginn der Kommunikation gibt. Es ist anders herum erstaunlich, dass Computer ursprünglich isoliert entwickelt und betrieben wurden. Man spricht von künstlicher Intelligenz und erkennt dabei, dass Intelligenz sich nur in Netzen und enger Kommunikation entwickelt. Die meiste Zeit unseres Lebens verbringen wir damit, unsere Erkenntnisse mit den Weltbildern anderen Menschen abzustimmen. Wer das nicht tut, wer nicht kommuniziert, der braucht genau genommen auch nicht zu denken. Die Zeit für die Erfindung eines Netzwerkes war reif; sie wurde von vielen kreativen Menschen vorangetrieben und sie war das Ergebnis kleiner Fortschritte und großer Ideen.

In einer Welt ohne Computer wuchs Vannevar Bush (1890-1974) auf. Er hinterließ der Menschheit Rechenmaschinen und die Vision von einem Schreibtisch mit Gedächtnis und Verbindung zu anderen Schreibtischen mit Bildschirmen. Die erste von Bush entworfene und gebaute Rechenmaschine nannte er noch unspektakulär einen „Differential Analyzer“. Der kam noch ohne Elektrizität aus und produzierte seinen Output als Grafik. Es war ein analoger Rechner, der im Zehnersystem blieb, während zu der Zeit schon an digitalen Computern geforscht wurde. Bush dachte in

¹ Wir werden den Büchern und Beiträgen über die Geschichte des Internets nicht noch eine Wiederholung hinzufügen. Wir besprechen das Marketing im Internet mit einigen Anwendungen, wie dem World Wide Web. Aus verschiedenen Gründen soll der Erfinder des WWW, Tim Burners-Lee, über sein Buch „Der Web-Report“ hier Gehör finden. Deshalb orientiert sich die Besprechung der wichtigen Entwickler auch an der Aufzählung im ersten Kapitel seines Buches.

Bildern, Texten oder Zahlen. Als Speicher stellte er sich folglich Bilder vor und lies sich von der Entwicklung der Fotografie beeinflussen. Deshalb wandte Bush sich der Forschung auf diesem Gebiet zu und entwickelte einen Photoapparat, der mit trockenen Photoplaten Bilder erstellen konnte. Diese Innovation sollte zur Speicherung von Bildern, Texten und Zahlen fortentwickelt werden. Die Idee der Digitalisierung wird erst einer seiner Schüler entwickeln. Die Rechenmaschine war ein wichtiger Anstoß, den Vannevar Bush der amerikanischen Gesellschaft gegeben hat. Von seinem Wirken und seiner Kreativität sollten noch mehr Impulse ausgehen.

Ted Nelson, der Erfinder des Hypertext schreibt Vannevar Bush einen wesentlichen Einfluss auf sein Denken und seine Ideen zu. Auf die Grundlagen und Inspirationen beziehen sich ebenso J.C.R Licklider und Douglas Engelbart.

Heute wird Bush oft im Zusammenhang mit seiner Vision des „Memex“ zitiert. Tatsächlich schreibt er in seinem wichtigen Aufsatz „As we may think“ zunächst ausführlich über seine Entwicklungen und Visionen zur Fotografie und zu den Möglichkeiten, Bilder zu speichern und auszutauschen. Erst auf der letzten Seite seines vierseitigen Aufsatzes entwirft er den „Memex“, den Schreibtisch in dem man Bilder speichert und auf dem man sie auch betrachten kann. *„A memex is a device in which an individual stores all his books, records, and communications, and which is mechanized so that it may be consulted with exceeding speed and flexibility. It is an enlarged intimate supplement to his memory.“*² Seine „foto-elektrisch-mechanische“ Einrichtung kann Dokumente miteinander verbinden - mit der Hilfe von Querverweisen. Insofern war er auch der Ideengeber für Ted Nelson, den wir später noch als den Erfinder des Hypertext kennen lernen.

Memex war eine Utopie und hatte eine Erweiterung des menschlichen Gedächtnisses zum Ziel – memory extension. Aber: die Speicherung erfolgt noch auf Fotos – das ändert sich erst mit seinem Schüler Claude Shannon. Vannevar Bush war ein begnadeter und sehr verehrter Forscher und Entwickler, der ebensolche hellen Köpfe um sich gruppierte. Er war der Doktorvater von Claude Elwood Shannon, der wesentliche Beiträge zur informationstheoretischen Grundlage der Computerkommunikation geliefert hat.

Die Kommunikation fand bis dahin ausschließlich zwischen Menschen statt. Sie war vielschichtig, unstrukturiert und gehorchte allenfalls den Regeln der Rhetorik. Claude Shannon hat seine Informationstheorie mit der Mathematik und der Physik (Thermodynamik) verknüpft. Er arbeitete am Lehrstuhl von Norbert Wiener am MIT und prägte Begriffe wie „bit“ oder die „Entropie“ als Maßstab für den Informationsgehalt von Nachrichten.



² As we may think, www.theatlantic.com/doc/194507/bush/4 (2.1.2007) mit Hinweis auf Assoziation und den Austausch von Informationen

Shannon hat Entropie als die Wahrscheinlichkeit definiert, mit der ein Zeichen in einem Text auftritt. Auf Basis seiner Formalisierungen wurden Protokolle zur Datenübertragung erfunden. Kryptografische Verfahren zur Verschlüsselung von Nachrichten und deren sicherer Übertragung werden heute noch aus seinen grundlegenden Arbeiten angewendet. Er ist der Ideengeber für die Basis der digitalen Datencodierung und damit für die Entwicklung, die zu einer Übertragung von Information auf Datenleitungen im weitesten Sinne geführt hat. Bis zum Internet sollte es trotzdem noch ein weiter Weg sein.

Zunächst entstanden große Rechner, die im Verlaufe des technischen Fortschrittes kompakter und vor allem kontinuierlich leistungsfähiger wurden. Trotzdem standen die Zeichen auf Konzentration von Rechnerkapazität an einigen Stellen, man feierte die sogenannten „Großtechnologien“, ob auf dem Gebiet der Energie- oder Stromerzeugung, in der Industrie, im Verkehrswesen, bei der Rohstoffgewinnung oder eben in der Computertechnik. Seinerzeit schwelgte Herr Watson, der Chef von IBM noch in dem Traum, dass die Welt vermutlich nicht mehr als fünf große Computer braucht.

Die Anforderungen an ein Netzwerk, das Computer miteinander verbinden kann, kamen ursprünglich von Hochschulen und Forschungsstätten. Sie wollten auf Rechnerkapazitäten zugreifen und Ergebnisse untereinander austauschen. Die bahnbrechende Idee für ein Computernetzwerk geht auf den Beitrag von J.C.R. Licklider zurück: „Man-Computer-Symbiosis“ aus dem Jahr 1960. Von ihm kommt der Vorschlag, Computerressourcen zwischen verschiedenen Anwendern zu teilen –Time-Sharing-Systeme. Die Nutzer saßen zu dieser Zeit teilweise weit entfernt vor Terminals, die über eine Telefonleitung an den Großrechner angeschlossen waren. Die Terminals hatten keine eigene Rechenkapazität, sondern konnten allenfalls ein Modem ansprechen, das ihre Signale für die analoge Telefonleitung modulierte.



Die Umsetzung eines Netzwerkes in die Praxis begann, als Robert Taylor, damals einer der Direktoren am ARPA (Advanced Research Projects Agency) über seine Terminals Verbindungen zu drei Großrechnern installierte. Die Schwierigkeit bei diesen Großrechnern war, dass jeder von ihnen mit einem anderen Übertragungsprotokoll und mit einem anderen Betriebssystem arbeitete. Es waren die Rechner des MIT, Berkeley und Cambridge. Taylor initiierte ein Forschungsprojekt, mit dem die ersten Großrechner untereinander verbunden werden konnten. Der Projektleiter, der dieses Konzept in die Tat umsetzte, war Lawrence Roberts.

Etwa zur gleichen Zeit entwickelten unabhängig voneinander zwei Forscher Ideen für ein Netzwerkkonzept, in dem die Rechner nicht zentral mit einem Vermittlungsrechner verbunden sind, sondern ein echtes Netzwerk bilden, vergleichbar einem Fischernetz. Die Knoten sind also untereinander jeweils mit den Nachbarknoten verbunden. Paul Baran entwickelte dieses Konzept bei der Rand

Corporation in Santa Monica. Donald Davies in London steuerte die Idee der Zergliederung einer langen Nachricht in kleinere Pakete bei. Jeder von beiden verfolgte ein anderes Ziel. Baran erforschte die Überlebensfähigkeit von Computernetzen in Krisen. Davies wollte eine sichere Kommunikation zwischen vernetzten Computern etablieren. Die weitere bahnbrechende Anforderung beider war, dass sie die Daten gleich in digitaler Form übertragen wollten, und nicht wie bis dahin üblich, mit A/D Wandlern über das etablierte Telefonnetz.



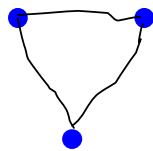
Am 30. August 1969 wurde der erste Interface Message Processor (IMP) am UCLA in Los Angeles installiert – der seinerseits wieder mit einem Großrechner verbunden war. Am 1. Oktober desselben Jahres wurde der nächste IMP in Stanford aufgebaut. Das erste kleine Protokoll war Telnet. Die Kommunikation zwischen zwei Rechnern über eine Distanz gelang im zweiten Versuch. Das „Kommunikationsnetz“ hatte ein relativ einfaches Aussehen. Die Kommunikation war bilateral.



Bilaterale Kommunikation

Mit dem nächsten Rechner an der Universität war das Netz nicht viel komplexer geworden, aber es konnte zumindest einige neue Grundformen der Kommunikation erproben. Zum Beispiel wurde ein weiteres Protokoll, das Network Control Protocol (NCP) in 1970 vorgestellt. Die Kommunikationsverbindungen von drei IMPs sind genau drei.

Auf leistungsfähigen Übertragungsleitungen werden drei bekannte Partner zur Datenübertragung zusammen geschaltet.



Multilaterale Kommunikation

Bei der Kommunikation bekannter Partner über ein Computernetz werden Informationen gespeichert und können zeitversetzt abgerufen werden. Die Kommunikation über ein solches Private Network erweitert die Flexibilität und gibt den Teilnehmern eine größere zeitliche Unabhängigkeit. Die Verständigung wird dann verbessert, wenn sie nicht eine spontane Reaktion erfordert. Der Empfänger fügt die Information in seinen Arbeitsprozess ein und bereitet die Antwort gründlich und fundiert vor. Damit steigt vermutlich auch die Qualität der Antwort, das Arbeitsergebnis kann verbessert werden.

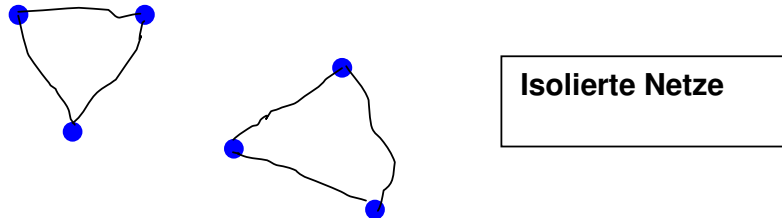
Fassen wir die Vorteile und Charakteristika des Internet bis hierhin zusammen:

1. Das Netz ist eine Verbindung zwischen Computern mit eigener Verarbeitungskapazität.
2. Die Kommunikation ist zeitversetzt.

Im Laufe des Jahres 1971 wurden 19 weitere IMPs installiert. Im Oktober führte Lawrence Roberts sein ARPANet auf einer Internationalen Konferenz vor. Der Erfolg der von Robert Kahn inszenierten Präsentation vor großartig. Mehrere Vernetzungsprojekte wurden zu der International Networking Working Group (INWG) unter der Leitung von Vinton Cerf zusammengeschlossen. Das Netzwerk wuchs im Schnitt um einen neuen IMP pro Monat.



Vereinfacht man dieses Schema anhand von 2 mal 3 Knoten, sieht man, dass unabhängig voneinander arbeitende Mini-Netze eine Anzahl von 6 möglichen Kommunikationsverbindungen realisieren.



Eine andere Gruppierung der 6 Partner führt zur Darstellung der bekannten Sendemedien. Jeder neue Teilnehmer steigert die Möglichkeiten der Kommunikation und damit den Wert des Netzes um genau eine Einheit. Wie der Name beschreibt, gibt es in dem Medium einen Sender, der seine Informationen an die Teilnehmer verschickt. Jeder Teilnehmer hat eine Informationsquelle. Diese Skizze werden wir bei der Gegenüberstellung des linearen und des Netzwerkmarketings wieder verwenden.



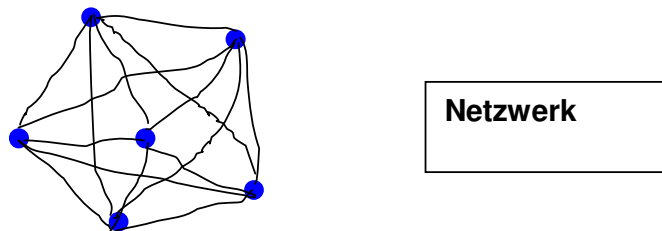
In einem Sendemedium, wie dem Radio, der Rede, dem Fernseher oder einem Kinofilm erreicht man (in diesem Beispiel) fünf Empfänger, die nur über eine minimale Empfangs- und Verarbeitungskapazität verfügen. Sie müssen zeitgleich auf Empfang sein und wechseln in der Regel nicht die Position, das heißt, die Empfänger werden keine Sender. Der starke Sender hat die größte Macht, deshalb wird die Bedeutung und der Wert eines Senders an der sogenannten Reichweite gemessen.

Das Sendeprinzip ist jedem bekannt. Es hat sowohl im Positivem, wie auch im Negativen seine Leistungsfähigkeit bewiesen. Der Wirtschaftsaufschwung der dreißiger Jahre des letzten Jahrhunderts gründete sich vor allem auf dem

Aufschwung und der Phantasie für die Aktien von Radiosendern. Andererseits haben Diktatoren und Demagogen in der Folgezeit ein starkes Sendemedium wie das Radio oder das Fernsehen für ihre Ziele eingesetzt. Das Image des Mediums ist davon geprägt worden. Ein Sendemedium hat diktatorische Züge, wohl deshalb versuchen Putschisten zuerst, die Sender eines Landes in ihre Gewalt zu bringen – um ihre eigene Ideologie zu verbreiten.

Im Umkehrschluss ist ein interaktives Netzwerk demokratisch, denn es verteilt Meinungen zwischen den Teilnehmern. Damit hat jeder die Möglichkeit Nachrichten von anderen Teilnehmern zu empfangen und zu senden. Es gibt kein Informationsmonopol.

In diesem Sinne ermöglicht die Erweiterung zu einem Zusammenschluss der isolierten Netze erheblich mehr Verbindungen. Verkoppelt man die 2 mal 3 Mininetze, ergeben sich daraus 15 Kommunikationsmöglichkeiten. Dieser einfache Ansatz verdeutlicht schon die Wachstumschancen des Netzes. Man muss nur von der Bedingung absehen, dass alle Teilnehmer miteinander bekannt sein müssen und von einem zentralen Administrator geprüft, freigeschaltet und beobachtet werden. Dann entfaltet das Internet seine besonderen Fähigkeiten, weil es eine Vielzahl unbekannter Teilnehmer verbindet.



Daraus resultiert ein weiterer Vorteil des Internets:

3. Es ermöglicht Interaktionen zwischen unbekanntem Teilnehmern.

Allgemein gilt: Wenn neue Teilnehmer dazu kommen, nehmen die Möglichkeiten zur Kommunikation überproportional zu. Jeder neue Teilnehmer (TN) hat sofort die Verbindungsmöglichkeit zu allen schon angeschlossenen Partnern. Dieser einfache Zusammenhang führt über eine einfache Formel zu der Zahl der Verbindungen (V) aller Teilnehmer miteinander (TN^2). Davon sind selbstverständlich die Verbindungen zu sich selbst abzuziehen (TN). Schließt man also Netzwerke zu einer großen Einheit von unbekanntem Partnern zusammen, erhöht man den Wert (W) des Netzes mit der Anzahl der Verbindungen sprunghaft (positive externe Effekte).

Die Möglichkeiten und damit der Wert einer Infrastruktur wächst überproportional mit der Anzahl der Knoten nach einer arithmetischen Reihe zweiter Ordnung. Die genaue Formel dafür ist³:

³ Das entspricht dem Ansatz von Robert Metcalf (CEO 3Com). Nach seiner Einschätzung steigt damit der Wert noch stärker, als die Verbindungszahl, denn er nimmt jede Kommunikationsmöglichkeit in die Berechnung auf, das heißt die Sende- und

$$W = TN^2 - TN$$

mit TN = Anzahl der Teilnehmer

Aus den 2 mal 3 Verbindungen des einfachen Beispiels werden 15 Kontakte⁴, die miteinander Sprache, Bild und Text austauschen und diese Informationen sowohl empfangen, als auch verarbeiten und senden können. 100 Computer haben ein vernetztes Potenzial von 4.950 Kommunikationsverbindungen. Für die geschätzte Zahl von 30 Mio. Internet-Nutzern in Deutschland errechnet sich die beeindruckend hohe Anzahl von $(4,5 \cdot 10^{14})$ Verbindungen.

Das ist das neue Potenzial des Internets und die neue Qualität der Kommunikation, ein Medium mit multilateralen Verarbeitungspunkten und geringer Entropie.

Eine kurze Zwischenbilanz fasst die speziellen Vorteile der neuen Netzstruktur der Kommunikation für die technische Industriekultur zusammen. Das Internet

- verbindet Teilnehmer mit eigener Computerleistung,
- erlaubt zeitversetzte Kommunikation,
- ermöglicht Interaktion zwischen den Teilnehmern.

Den Nutzwert des Netzes erhöhen jedoch nicht die Verbindungen, sondern die Informationen, die zwischen den Benutzern ausgetauscht werden. Sieht man von geringen Speicherkosten ab, so werden die Daten praktisch kostenlos bereitgestellt und abgerufen. Alle Inhalte (Text, Bild, Video oder Sound) sind nur virtuell, das heißt, sie schlummern im Computerspeicher des Anbieters. Erst mit dem Abruf eines Nutzers werden Sie sozusagen zum Leben erwacht und in dessen Computer mittels dessen Software zu einem medialen Produkt. Daraus resultieren die geringen Kosten der Informationsbeschaffung und -verbreitung.

Letztlich erleichtert das so verbreitete Know-How den Austausch immaterieller Werte. Das Wissen vereinfacht und verbilligt die darauf basierenden alten und neuen ökonomischen Prozesse, denn ein wesentlicher Teil der modernen Herstellung von Gütern (Produkten und Diensten) ist Koordinationsaufwand. Die Arbeitsteilung erfordert Know-How zur Herstellung praktisch nutzbarer Güter, denn das Wissen der Spezialisten wird erst mit Information zu einem brauchbaren Ganzen. Insofern ermöglicht ein neues leistungsfähiges Informationsmedium die Verbesserung der schon bestehenden Prozesse.

An eine ökonomische Bedeutung des Internets hat aber in den achtziger Jahren keiner der Erfinder gedacht. In erster Linie beschäftigte man sich mit der Lösung technischer Probleme. Für die Organisation der Kommunikation waren weitere

Empfangsrichtung. Genau genommen ist für die Berechnung der Verbindungen dieser Term durch 2 zu dividieren.

⁴ Nach der revidierten Formel in Fußnote 9.

In 1978 wurde ein neuer Standard für das Routing der Pakete kreiert. Aus dem TCP wurde dieser Teil herausgelöst und durch ein eigenes Protokoll auf eigene Beine gestellt – das Internet Protokoll (IP). Das TCP war nur noch für die Paketvermittlung, die sichere Übertragung und die Zusammensetzung beim Empfänger zuständig. Das IP besorgte das Routing.

Die beiden Autoren schreiben "A Protocol for Packet Network Internetworking". In diesem Aufsatz, der das Transmission Control Protocol (TCP) erläutert, taucht zum ersten Mal der Begriff „Internet“ auf. Das packet switched network wurde so genannt als Abgrenzung und Weiterentwicklung zu dem circuit switching (Telefon) und dem message switching (Militär).

Die technische Entwicklung ging von nun an stürmisch weiter. Auf den Kontinenten und in einzelnen Ländern bildeten sich eigene Initiativen und sogenannte Backbones heraus. Es wurden immer mehr kleinere Netze an das Internet angebunden, das sich als das Netz der Netze etablierte. In Europa waren England und Frankreich führend, in Deutschland entstand das erste größere Netz im Forschungsbereich als das Deutsche Forschungs-Netz (DFN). Technisch wurde es mit der Deutschen Bundespost in das Wissenschaftsnetz (WIN) umgesetzt. Bis 1992 durften sich daran nur Universitäten und Forschungsinstitute anschließen. Das Internet blieb eine Entwicklung für Computerexperten, Wissenschaftler und das Militär.

Das Internet hat also keine einheitliche Infrastruktur, er hat keinen Besitzer oder Organisator. Es ist eine lose Verbindung aus vielen Netzen, die entweder räumlich getrennt sind, oder durch verschiedene Organisationen betreut werden. Das Netz selbst ist eine anonyme Infrastruktur, mit der die Kommunikation zwischen Millionen von Computer organisiert wird, die zu Aberbillionen von Verbindungsmöglichkeiten zusammen geschlossen sind.

Das ist an sich beeindruckend für die technisch versierten Computerexperten, aber der Nutzen wird erst durch die verschiedenen Dienste (Services) für einen Anwender offenbar. Jede Infrastruktur bildet nur ein Rückgrat für die Nutzungen. Um den Wert des neuen Mediums zu erkennen, schaut man sich vor allem die Anwendungen an, die auf der Basis des Internets realisiert sind.



Prof. Dr. Tilo Hildebrandt

Sie bieten eine große Bandbreite von Nutzungsmöglichkeiten. Alle Dienste laufen auf Servern, die ständig mit dem Internet verbunden sind. Jeder Dienst arbeitet mit einem eigenen Protokoll, das jeweils auf TCP/IP basiert. Damit die Services auf einem Rechner, bzw. bei einem Provider angesprochen und abgerufen werden können, bekommen sie eine Portnummer zugeordnet. So ist zum Beispiel der Dienst „World Wide Web“ mit dem http-Protokoll über den Port 80 vom jeweiligen Server abrufbar.