

Die Geburt von Innovationen aus dem Geist des Internets: Von der E-Mail zum GRID

Wolfgang Coy

Industrielle Gesellschaften beruhen auf einem fortwährenden Strom technischer und organisatorischer Erfindungen, die die Produktion, aber auch die Distribution und Konsumtion, überhaupt alle Lebensbereiche verändern. In der ersten Phase der industriellen Revolution beruhte der technische Fortschritt auf dem Ingenium vieler Handwerker, die selber wieder auf Jahrhunderte und Jahrtausende praktischer Erfahrung zurückgreifen konnten. Mit praktischen Umsetzungen von Erkenntnissen der Elektrizität, der Physik und der Chemie begann die „Verwissenschaftlichung“ der technischen Innovationen. Die so genannten technischen Wissenschaften wurden systematisiert und erlangten akademischen Status.

Seit dem zweiten Weltkrieg werden großtechnische Innovationen geplant und gefördert. Bekannte Beispiele zielgerichteter Erfindungen sind die Raketenwaffen und die Atombomben. Auch die Halbleitertechnik und das Internet können als solche geplanten Erfindungen angesehen werden, die mit enormen Fördermitteln erreicht wurden. Diese geplanten Innovationen schufen aber anders als ihre rein militärischen Vorgänger neue Infrastrukturen. Zusammen mit dem Konzept offener Standards und dem ungeplanten Konzept quelloffener Software (*Open Source*) entstanden so Vorgaben für eine Fülle weiterer Innovationen für Informations-, Kommunikations- und Unterhaltungstechniken. Erst diese sekundären Innovationen – von E-Mail bis *Podcasts* – bilden den eigentlichen Kern der kommenden Informationsgesellschaft. Innovationen im Internet legen enorme soziale, ökonomische und politische Potentiale frei. Sie sind nicht die Folge geplanter Bedarfsanalyse oder Zielvorgaben, sondern Ergebnis des freien und erfindungsreichen Umgangs mit einer offenen technischen Infrastruktur. Planung und Kontingenz greifen also ineinander. Gefordert ist die Planung und Finanzierung offener Infrastrukturen.

Wie verlaufen Innovationen?

Innovationen werden erfunden, aber sie müssen sich durchsetzen. Solche Prozesse können dauern und sie verlaufen nicht unbedingt gradlinig. Fraglos ist der Buchdruck ein Wendesignal vom späten Mittelalter zur frühen Neuzeit. Wieweit Gutenberg und seine Zeitgenossen dies erkannt haben, ist eine ganz andere Frage. Vom Gutenbergschen Buchdruck, der ab 1450 konkrete Formen annahm bis zur allgemeinen Schulpflicht, mit der die allgemeine kindliche Alphabetisierung durchgesetzt wurde, sind über dreieinhalb Jahrhunderte vergangen. Erst danach können wir mit vollem Recht Marshall McLuhans Begriff der Gutenberg-Galaxis in Europa verwenden.

Friedrich Wilhelm I., der sparsame gnadenlose Soldatenkönig, führte die Schulpflicht 1717 für die königlichen Domänen in Preußen ein. Widerstandslos ließ sich eine solche Innovation,

die die Kinder aus dem häuslichen Arbeitsprozeß riß und zudem Schulgeld kostete, nicht umsetzen und der König mußte schon eine deutliche autokratische Begründung geben: ›Wir vernehmen missfällig und wird verschiedentlich von denen Inspectoren und Predigern bey Uns geklaget, dass die Eltern, absonderlich auf dem Lande, in Schickung ihrer Kinder zur Schule sich sehr säumig erzeigen, und dadurch die arme Jugend in grosse Unwissenheit, so wohl was das lesen, schreiben und rechnen betrifft, als auch in denen zu ihrem Heyl und Seligkeit dienenden höchstnötigen Stücken aufwachsen lassen.‹

No. XCVII. Verordnung, daß die Eltern ihre Kinder zur Schule, und die Prediger die Catechisationes, halten sollen; vom 28. Sept. 1717.

S In Gottes Gnaden Friedrich Wilhelm, König in Preussen, Marggraf zu Brandenburg, des Heil. Römischen Reichs Erz-Cammerer und Chur-Fürst. etc.

Unsere etc. Wir vernehmen missfällig und wird verschiedentlich von denen Inspectoren und Predigern bey Uns geklaget, daß die Eltern, absonderlich auf dem Lande, in Schickung ihrer Kinder zur Schule sich sehr säumig erzeigen, und dadurch die arme Jugend in grosse Unwissenheit, so wohl was das lesen, schreiben und rechnen betrifft, als auch in denen zu ihrem Heyl und Seeligkeit dienenden höchstnötigen Stücken aufwachsen lassen. Weßhalb Wir umb diesem höchst verderblichen Uebel auff ein mahl abzuhelfen in Gnaden resolviret, dieses Unser General Edict ergehen zu lassen, und darinn allergnädigst und ernstlich zu verordnen, daß hinfünftig an denen Orten wo Schulen seyn, die Eltern bey nachdrücklicher Straffe gehalten seyn sollen Ihre Kinder gegen Zwey Dreyer Wochentliches Schuel Geld von einem jeden Kinde, im Winter täglich und im Sommer wann die Eltern die Kinder bey ihrer Birthschaft benötigt seyn, zum wenigsten ein oder zweymahl die Woche, damit Sie dasjenige, was im Winter erlernt worden, nicht gänzlich vergessen mögen, in die Schuel zuschicken. Falls aber die Eltern das Vermögen nicht hätten; So wollen Wir daß solche Zwey Dreyer aus jeden Orts Almosen bezahlt werden sollen. Dann wollen und befehlen Wir auch allergnädigst und ernstlich, daß hinführo die Prediger insonderheit auf dem Lande alle Sonntage Nachmittage die Catechesation mit ihren Gemeinden ohnfehlbar halten sollen; Wornach ihr

Euch

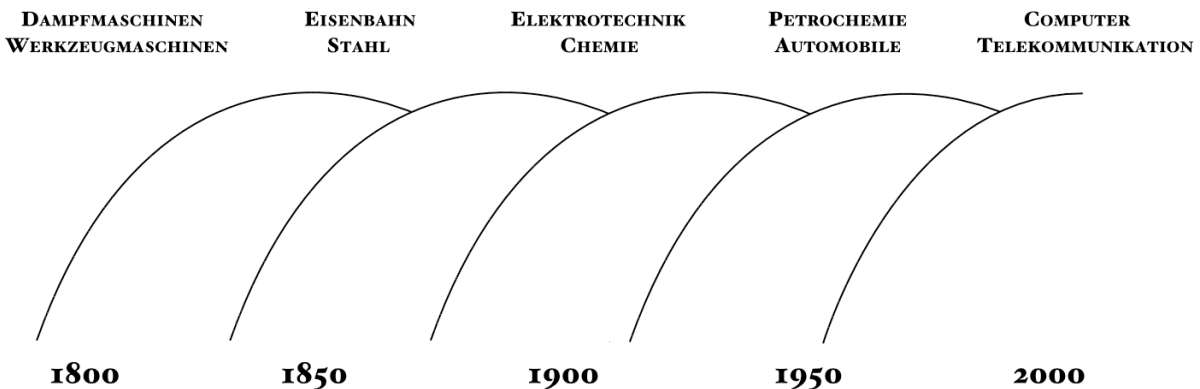
529 No. XCVI. - - XCVIII. 530

Euch gehorsamst zu achten, diesen Unsern allergnädigsten Willen und Befehl gehöriger Orten zu publiciren, darüber Nachdrücklich zu halten, auch hiesco auffzugeben habt, ein wachsammes Auge zu haben und die Contravenienten zur Bestrafung anzuzeigen. Daran geschiet Unser allergnädigster Wille, und Wir seynd Euch mit Gnaden gewogen. Geben Berlin den 28. Sept. 1717.

Auff Sr. Königl. Majest. allergnädigsten Special-Befehl.
v. Dohnhoff. Jgen. v. Blaspiel v. Ploßbo.

Unter königlichem Druck wurde über tausend neue Schulen gebaut, doch eine allgemeine Schulpflicht wurde in Preußen erst 1794 in die Verfassung übernommen.

Allgemeine Schulpflicht schuf eine Basis für die moderne Industriegesellschaft, in der die Umsetzung technischer Neuerungen sehr viel schneller verlief als in den feudalen Agrargesellschaften. Der sowjetische Ökonom Nikolai Dmitrijewitsch Kondratieff hat 1926 für die schubweise Entwicklung der Industrialisierung technische Basiserfindungen und Basistechnologien identifiziert, die jeweils eine etwa 50jährige Phase der Industriegesellschaft charakterisieren sollten.¹ Freilich ist diese Einteilung in Kondratieff-Zyklen nicht ohne Probleme,



nologien identifiziert, die jeweils eine etwa 50jährige Phase der Industriegesellschaft charakterisieren sollten.¹ Freilich ist diese Einteilung in Kondratieff-Zyklen nicht ohne Probleme,

¹ N.D. Kondratieff, Die langen Wellen der Konjunktur, *Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik* 56 (1926), S. 573 ff. Die Zyklen werden dort genauer als in meiner Skizze bestimmt.

da Abhängigkeiten technischer, aber auch politischer, sozialer und rechtlicher Entwicklungen sich nicht zwanglos einer Basistechnologie unterordnen lassen, aber einen gewissen großzügigen Charakter besitzen die Zyklen doch.

Joseph Schumpeter hat die Arbeiten Kondratieffs aufgegriffen. Seine spezifische Anmerkung geht über die Leitidee der Basisinnovation hinaus. Schumpeter fragt sich: ›...gewöhnlich wird nur das Problem betrachtet, wie der Kapitalismus mit bestehenden Strukturen umgeht, während das relevante Problem darin besteht, wie er sie schafft und zerstört.«² Also nicht die Technik schafft die Innovation, sondern die Gesellschaft verhilft der Technik dazu, innovativ zu werden. Oder sie verhindert dies. Das ist keine einseitige Ursächlichkeit, sondern ein komplexes Wechselspiel vieler Kräfte.

Drei Arten technischer Entwicklung

Über Jahrhunderte ist Technik aus handwerklicher Erfahrung entstanden. Werkzeuge, Mühlen, Uhren, Buchdruck oder *Spinning Jenny* sind von begabten Handwerkern erfunden und entwickelt worden. Auch die Dampfmaschine verdankt ihre arbeitsfähige Umsetzung innovativen Handwerkern wie James Watt oder Joseph Clement. Eine theoretische Begründung in der Thermodynamik folgte später.

Die folgende Generation von Erfindern greift immer häufiger auf wissenschaftliche Ergebnisse zurück oder arbeitet selber wissenschaftlich. Charles Babbage, Werner v. Siemens, Nikola Tesla oder Thomas Alva Edison seien hier beispielhaft genannt. Technik wird mehr und mehr Ergebnis wissenschaftlich fundierter Erfindungen. Die durchaus problematische Verkürzung von Technik zu angewandter Naturwissenschaft stammt aus diesen Erfahrungen.

Spätestens mit dem zweiten Weltkrieg ist die Technikentwicklung in eine neue Phase eingetreten. Nicht die Ausbeutung oder „Anwendung“ einer wissenschaftlichen Entdeckung wird zum innovativen Anstoß, sondern der Wunsch der Auftraggeber nach „Resultaten“ erzeugt die technische Lösung – unter entsprechenden ökonomischen und organisatorischen Randbedingungen, versteht sich. Dass Raketentechnik im Weltall möglich ist, hat schon Hermann Oberth, der wissenschaftliche Berater bei Fritz Langs Film „Die Frau im Mond“ gewußt.³ Auftrag und Mittel für den Bau der V2 (A4) in der „Heeresversuchsanstalt Peenemünde“ kamen freilich aus dem Führerhauptquartier. Ebenso deutlich wurde dies beim Manhattan-Projekt zum Bau der Atombombe. Die Möglichkeit einer Kernspaltung wurde ziemlich direkt nach den erfolgreichen Experimenten klar, die Otto Hahn, Fritz Straßmann und Lise Meitner am Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie in Berlin-Dahlem durchführten. Leo Szilard meldete sogar ein geheimes Patent in England an, um der britischen Regierung die Möglichkeit zu

² Joseph Schumpeter, *Kapitalismus, Sozialismus und Demokratie*. Bern 1942 (Nachdruck UTB-Francke 1993)

³ Hermann Oberths *Die Rakete zu den Planetenräumen*, München: Oldenbourg 1923, beginnt mit den Sätzen: »1. Beim heutigen Stand der Wissenschaft und der Technik ist der Bau von Maschinen möglich, die höher steigen können, als die Erdatmosphäre reicht. 2. Bei weiterer Vervollkommnung vermögen diese Maschinen derartige Geschwindigkeiten zu erreichen, daß sie – im Ätherraum sich selbst überlassen – nicht auf die Erdoberfläche zurückfallen müssen und sogar imstande sind, den Anziehungsbereich der Erde zu verlassen. 3. Derartige Maschinen können so gebaut werden, daß Menschen (wahrscheinlich ohne gesundheitlichen Nachteil) mit emporfahren können. 4. Unter gewissen wirtschaftlichen Bedingungen kann sich der Bau solcher Maschinen lohnen. Solche Bedingungen können in einigen Jahrzehnten eintreten.« Als geplante Dissertation wurde das Werk von der Universität Heidelberg allerdings nicht angenommen.



geben, entsprechende Forschungen zu unterbinden.⁴ Doch erst die Milliarden Dollar, die in die Urantrennung in Oak Ridge und den Aufbau des Versuchsgeländes in Los Alamos flossen, machten den Bau solcher Massenvernichtungswaffen möglich. Aus den Mustern der Kriegsforschung heraus entstand eine neue, gesellschaftlich innovative Form der Großforschung, bei der die technische Innovation externe Vorgaben umsetzt. Zum wohl teuersten Beispiel wurde die Fahrt zum Mond – eine späte Rechtfertigung der Entwicklung von Interkontinentalraketen, die niemals bestimmungsgemäß eingesetzt werden sollten.

John F. Kennedys Berater hatten, in ununterbrochener WW2-Tradition die Erfahrungen mit der politisch gelenkten Waffenforschung nicht vergessen, aber sie wollten nicht soweit gehen, wie es Vannevar Bush in seinem berühmten Aufsatz „As we may think“⁵ vorge-

schlagen hatte und die staatlich finanzierte Großforschung wahrhaft zivilen Zwecken öffnen. Der zivil verbrämte, militärisch wertvolle Kompromiß hieß *Weltraumforschung* – eine Rechtfertigung, die spätestens von da an immer wieder von den nicht verurteilten Peenemünder Kriegsverbrechern für ihre Mitarbeit an Hitlers Massenvernichtungswaffen vorgebracht wurde.

›First, I believe that this nation should commit itself to achieving the goal, before this decade is out, of landing a man on the Moon and returning him safely to the Earth. No single space project in this period will be more impressive to mankind, or more important for the long-range exploration of space; and none will be so difficult or expensive to accomplish. We propose to accelerate the development of the appropriate lunar space craft. We propose to develop alternate liquid and solid fuel boosters, much larger than any now being developed, until certain which is superior. We propose additional funds for other engine development and for unmanned explorations – explorations which are particularly important for one purpose which this nation will never overlook: the survival of the man who first makes this daring flight. But in a very real sense, it will not be one man going to the Moon – if we make this judgment affirmatively, it will be an entire nation. For all of us must work to put him there.‹

Der militärisch bedeutsame folgende Satz von Kennedys Rede an den Congress wird meist übergangen.

›Secondly, an additional 23 million dollars, together with 7 million dollars already available, will accelerate development of the Rover nuclear rocket. This gives promise of some day providing a means for even more exciting and ambitious exploration of space, perhaps beyond the Moon, perhaps to the very end of the solar system itself.‹

⁴ Richard Rhodes, *Die Atombombe oder Die Geschichte des 8. Schöpfungstages*, Berlin: Volk und Welt, 1990

⁵ Vannevar Bush, As We May Think, *The Atlantic Monthly*, Juli 1945

Das hochriskante Unternehmen Rover, der Bau einer nuklear angetriebenen Rakete, wurde erst 1972 nach dem Ende der Apollo-Missionen eingestellt (und die Gefahr droht, daß es für eine bemannte Mars-Mission wieder aufgenommen wird.) Die wirtschaftlich bedeutsamste Innovation sollte freilich aus dem nächsten Satz erwachsen, dem Aufbau eines Satellitennetzes, dessen enormer Innovationsschub freilich erst wirksam wurde, nachdem die Technologie für „private“ Investoren wie AT&T zugänglich wurde. Schließlich folgt ein wissenschaftliches Projekt, das schon John v. Neumann als ein Ziel schneller Computer vorgeschlagen hatte.

›Third, an additional 50 million dollars will make the most of our present leadership, by accelerating the use of space satellites for world-wide communications. Fourth, an additional 75 million dollars –of which 53 million dollars is for the Weather Bureau– will help give us at the earliest possible time a satellite system for world-wide weather observation.‹

Seit Kennedys erster Bitte um Finanzierung der NASA ist deren Budget ins Unfaßliche gewachsen. 2004 betrug das Budget 15,4 Milliarden US-\$. Wenn man bedenkt, dass seit 1972 keine Mondmission mehr stattfand, ist dies eine bürokratische Glanzleistung. Akkumuliert erreicht die NASA-Finanzierung nach den Mondlandungen wohl fast eine halbe Billion Dollar. Auf deutsche Verhältnisse übertragen: Ein Jahresetat der NASA würde ausreichen, die DFG für 12 Jahre zu finanzieren.⁶ Gemessen an solchem Einsatz erzielt die NASA magere wissenschaftliche und technischen Ergebnisse. Es ist eben eine wenig verschleierte militärische Finanzierung außerhalb des expliziten Militärhaushaltes.

Die Bedeutung der V2, der Atombombe und der Weltraumfahrt liegt nicht in ihren Ergebnissen, sondern in den innovativen Wegen mit denen sie erreicht wurden. Geplante Innovation, die von der Grundlagenforschung bis zur industriellen Fertigung und, im Falle der Kommunikationssatelliten, zum industriellen Betrieb reichen. Die Botschaft heißt: *Erfolgreiche technische Innovation kann geplant werden.* Egal wofür.

Ein nützlicheres Beispiel bietet die Halbleiterindustrie. Während der Einsatz des 1947 erfundenen Transistors zögernd erfolgte, wurden Halbleiterspeicher und integrierte Schaltungen (ICs) kurz nach dem ersten gelungenen Beispiel der Integration zweier Transistoren auf einem Siliziumkristall systematisch geplant. Die Halbleiterfirmen verkündeten *Road Maps*, industrielle Forschungs- und Entwicklungspläne, die im Grunde der 1965 erstmals formulierten Projektion des Intel-Mitgründers Gordon Moore folgen: *Alle zwei Jahre verdoppelt sich die Zahl der integrierten Schaltfunktionen auf einem typischen Chip.*⁷ Diese *Moore'sche Gesetz*, das von manch einem als eine Art Naturgesetz interpretiert wird, ist die praktische Umsetzung der modernen technisch-wissenschaftlichen Innovation: Die industrielle Vorgabe und die dahinter stehende Gewinnerwartung verlangt, dass die Wissenschaft der Festkörperphysik und die Technologie der Halbleiterherstellung alle zwei Jahre eine Verdoppelung der Integrationsleistung technisch zu akzeptablen Preisen erreicht. Seit nunmehr vier Jahrzehnten

⁶ Die USA haben knapp viermal soviel Einwohner wie die Bundesrepublik. Aber auch um den Faktor 4 bereinigt bleiben vier Jahre universitäre Forschungsförderung gegen ein Jahr Weltraumfahrt. Eine Berechnung der Kosten der Atomforschung käme freilich ebenfalls zu erschreckenden Vergleichszahlen. Politisch geplante und geförderte Großforschung hat wenig mit Forschung und viel mit Politik zu tun.

⁷ Zwei Jahre ist nahe an der bisherigen Entwicklung. Moore erwartete zuerst eine jährliche Verdoppelung. Vgl. Gordon Moore, "Cramming more components onto integrated circuits", *Electronics Magazine* 19. April 1965

ist dieser Plan im Wesentlichen eingehalten worden und das fünfte erfolgreiche Jahrzehnt steht wohl außer Frage. Am Horizont tauchen verschiedene physikalische, technologische und vor allem ökonomische Grenzen auf. Bislang konnten diese aber stets weiter geschoben werden.

Die Entwicklung der Mikroelektronik und der Halbleiterindustrie folgt sehr stark dem Schema der geplanten Innovation. Sie ist aber deutlich weniger militärisch geprägt als die Beispiele der Raketentechnik, Atombombe oder Weltraumfahrt. Sicherlich sind anfänglich erhebliche militärische Mittel in diese Technologien geflossen, aber die Entwicklung des Mikroprozessors und der Halbleiterspeichertechnik ist trotz der gleichzeitigen militärischen VHSIC-Förderung weit überwiegend vom zivilen Markt geprägt worden. Dies läßt sich sowohl durch die Anwendungen im Consumerbereich wie durch das Aufblühen der japanischen und koreanischen Konkurrenz belegen.

Die Mikroelektronik unterscheidet sich damit wesentlich von der Frühzeit der Computerentwicklung, die eigentlich erst nach Beginn des Manhattan-Projektes militärische Aufmerksamkeit und Förderung erfahren hat.⁸ Teilt man die Computerentwicklung grob in die drei Phasen: Großrechner (*Mainframes*) - Mikroprozessorgesteuerter Rechner (PCs) - Internet ein, so wird deutlich, dass die letzten beiden in großem Umfang auf geplanten Innovationen beruhten – mit militärischen Förderanteilen. Dennoch sind sie überwiegend markt- und gewinnorientierte zivile industrielle Entwicklungen.⁹

Noch einmal: Wie lange dauert die Umsetzung einer Innovation?

Technische Erfindungen sind eine Sache, deren Umsetzungen eine andere. Letztlich kann jede Innovation scheitern. Aber unter den Bedingungen geplanter Innovation, wie wir sie vorher beschrieben haben, scheinen die Innovationsphasen kürzer zu werden. Das liegt sicherlich am Zusammenspiel politischer oder industrieller Anstrengungen, die eben den ganzen Bogen der Forschung, der Technik, der Produktion und der Vermarktung umfassen. Einige Beispiele belegen dies offensichtlich: Vom ersten Auto 1886 bis zum großräumigen Autoverkehr der Reichsautobahnen 1935 vergingen 50 Jahre, von der Atombombenexplosion 1945 bis zum „Bundesministerium für Atomfragen“ vergingen 10 Jahre. Von der ersten praktischen Implementierung des WWW 1993 (Mosaic-Browser) bis zum politisch-industriellen Vorstoß „Schulen ans Netz“ 1996 vergingen drei Jahre.

Das Internet - eine Geschichte von Planung, Infrastruktur und spontaner Innovation

Die neue Situation geplanter ziviler Innovation, wie sie durch Moores Gesetz exemplarisch sichtbar wurde, ist nun keineswegs mit diesem Gesetz vollständig oder auch nur annähernd vollständig beschrieben. Der Erfolg der Mikroelektronik und damit die jährliche Fortschreibung ihrer *Road Maps* beruht nämlich auf ihrem Erfolg: Nur weil die Mikroelektronik ein weltweites Labor für vor allem softwaregetriebene Innovationen bereit

⁸ Freilich ist während des Krieges alle Forschung und Entwicklung nach militärischen Bedürfnissen klassifiziert worden,

⁹ Freilich hat sich die militärische Förderung auch seit mindestens zwei Jahrzehnten zur „zivilitären“ Förderpolitik bekannt - der Nutzung ziviler Technik durch die Militärs. Vgl. etwa Mary Kaldor, *Rüstungsbarock*, Berlin: Rotbuch 1981.

stellt, bleibt sie so erfolgreich. Taschenrechner, Personal Computer, CDs und DVDs, Digitalkameras, iPods, Navigationssysteme oder überhaupt die automobilen Elektronik belegen die enorme weltweite Erfindungskraft, deren Umsetzung und deren Nutzung erst durch Software und immer leistungsfähigere Mikroelektronik ermöglicht wurde. Großforschung und industrielle Entwicklung fördert die verteilte Innovation im Kleinen. Die wiederum erzeugt die Nachfrage nach weiterer Großforschung.

Neben der Mikroelektronik haben sich offene globale Rechnernetze, vor allem das Internet, als Motor der Innovation erwiesen. Das Internet baut auf dem ARPANet auf, das von der *Advanced Research Project Agency* des Pentagons finanziert wurden. Ursprünglich sollte die auszubauende akademische Superrechnerkapazität besser genutzt werden, indem der Fernzugriff auf diese Rechner und der Austausch von Dateien über eine Datennetzanbindung ermöglicht wurde. Telnet (*Telephone Networking*) und FTP (*File Transfer Protocol*) waren die geplanten Nutzerprotokolle, die auf dem vergleichsweise simplen *Transmission Control Program* TCP und dem *Internet Protocol* IP aufsetzten.

TCP/IP und das akademische Internet traf nun auf keinen luftleeren Raum. Die großen DV-Firmen wie IBM, DEC usw. hatten eigene Netzwerkpläne und konkrete, freilich proprietäre Technik und Protokolle. Die Leitidee war, nicht anders als beim TCP/IP-Protokoll, erwünschte Teilnehmer anzuschließen und alle anderen auszuschließen. Aber TCP/IP ist ein offen gelegtes, lizenzfrei verfügbares Protokoll, das im akademischen Umfeld auf ein mitarbeitwilliges, diskussionswütiges Publikum traf. Seine Weiterentwicklung erfolgte an Hand von *Requests for Comments* RFC, bei denen die Qualität der Vorschläge wichtiger war als die wirtschaftliche Potenz der Antragsteller. Die Implementierung der TCP/IP-Protokolle ist mit keinen wirtschaftlichen Schutzrechten bewehrt. Wer will, kann es mit eigener Entwicklungsarbeit oder als Kopie übernehmen und ist damit anschlussfähig für das Internet. Dieser „demokratische Virus“ der quelloffenen Software unterscheidet die TCP/IP-Protokolle von den proprietären Netzprotokollen. Daran änderte auch das internationale sieben-schichtige Referenzmodell des *Open Systems Interconnect* ISO/OSI nichts mehr. TCP/IP wurde der, technisch nicht unbedingt überlegene, Sieger, weil es frei verfügbar und offen weiter entwickelbar ist.

Die ursprüngliche Zielsetzung des Internets wurde freilich nicht zum wesentlichen Erfolgsfaktor. Telnet als *remote login* für Superrechner und die Dateiübertragung per FTP war nützlich. Wirklich erfolgreich war jedoch das neue Medium E-Mail mit seinem SMTP-Protokoll (*Simple Mail Transfer Protocol*), das eigentlich nur zur raschen Verständigung unter Rechnerbedienern gedacht war. Das Internet demonstrierte damit schon in seiner Frühphase die Verrückung geplanter und geförderter Innovation mit erfolgreicher ungeplanter Innovation. Dies ist seitdem zum Signum des Internets geworden: Es erstellt geplante und geförderte Infrastrukturen, die zur Voraussetzung einer Vielzahl von Innovationen wurde. Bedingung ist freilich die Offenheit bei der Weiterentwicklung.

Neben E-Mail sind eine Reihe weiterer Kommunikationsnetzdienste entstanden, darunter der *Internet Relay Chat* (IRC), *Instant Messenger Services* wie ICQ (“I seek you”), *AOL Instant Messenger Service* AIM oder Apples *iChat*, der auch Dateiübertragungen und Videochat mit mehreren Teilnehmern einschließt. Das Internet ist auch inzwischen direkt in die Domäne der Telefonie eingedrungen, sowohl als minimalistische E-Mail-Kopie im bestehenden Telefon-

dienst als *Short Messaging Service* SMS bzw. MMS wie auch als Übernahme von Telefondiensten in das Internet als *Voice over IP* („Internet Telefonie.“)

Eine weitere ungeplante Erfolgsgeschichte auf der Basis der Internetinfrastruktur ist die Übernahme massenmedialer Funktionen. *Usenet News*, die auf dem NNTP-Protokoll aufsetzen, entwickelten sich zu elektronischen Nachrichtendiensten, die nach einer kurzen Phase kontrollierten Wachstums durch die alternative Newsgroup alt.sex für alle halbwegs legalen Inhalte und auch einige nicht so legale offen stehen. Inzwischen sind sie freilich durch anderen mediale Dienste wie Online-Zeitungen und Zeitschriften, *Internet Radio*, *Radio on Demand* oder *Rich Site Summaries* RSS erweitert und in ihrer Bedeutung überholt worden – eine Entwicklung, die noch keineswegs beendet ist.

Tim Berners-Lee, Losing Information at CERN, 1989

CERN is a wonderful organisation. ...

If a CERN experiment were a static once-only development, all the information could be written in a big book. As it is, CERN is constantly changing as new ideas are produced, as new technology becomes available, and in order to get around unforeseen technical problems. When a change is necessary, it normally affects only a small part of the organisation. A local reason arises for changing a part of the experiment or detector. At this point, one has to dig around to find out what other parts and people will be affected. Keeping a book up to date becomes impractical, and the structure of the book needs to be constantly revised.

The sort of information we are discussing answers, for example, questions like

- Where is this module used?
- Who wrote this code? Where does he work?
- What documents exist about that concept?
- Which laboratories are included in that project?
- Which systems depend on this device?
- What documents refer to this one?

The problems of information loss may be particularly acute at CERN, but in this case (as in certain others), CERN is a model in miniature of the rest of world in a few years time. CERN meets now some problems which the rest of the world will have to face soon. In 10 years, there may be many commercial solutions to the problems above, while today we need something to allow us to continue.

Zur historisch bislang wichtigsten Erweiterung der Internetprotokolle wurde das *Hypertext Transfer Protokoll* http mit der zugehörigen Auszeichnungssprache html (*Hypertext Mark-up Language*), die beide Anfang der 90er Jahre am Genfer Kernforschungszentrum CERN von Tim Berners-Lee und Robert Cailleaux vorgeschlagen und implementiert wurden. Mit der breiten Verfügbarkeit des am US-amerikanischen *National Center for Supercomputing* NCSA entwickelten und ab 1993 verteilten WWW-Browsers *Mosaic* wurde das *World Wide Web* fast zum Synonym für Internet. WWW dient vor allem als Selbstdarstellungsmedium von Firmen und Organisationen, aber auch von Privatpersonen. Die kommerzielle Nutzung des Internets beruht in erheblichem Maß auf der Nutzung des http-Protokolls und seiner verschlüsselten Übertragungsvariante https.

Innovative Antworten auf den völlig dezentralen und unübersichtlichen Aufbau vieler Webseiten fanden Suchmaschinen wie beispielsweise *Web Crawler*, *Lycos* oder *Google*, Webverzeichnisse wie *Yahoo* und Metasuchmaschinen wie *MetaGer* oder *Vivissimo*. Dahinter beginnen Versuche, das WWW mit einer semantischen Webstruktur zu versehen, die viel genauere Suchabfragen erlaubt. dies ist ein aktives Forschungsgebiet.

Sowohl Browser wie Suchmaschinen sind kostenfreie Angebote – eine Art Werbung für die Webseitenserver, die die kommerzielle Nutzung des Internets eröffneten. Den operativen Abschluß der frei verfügbaren Web-Software bildet *Apache*, ein frei verfügbarer *Open Source* Webserver. Somit wurde das Netz umfassend kostenfrei nutzbar – zumindest was die Software anging, während Geräte, Zugang und Inhalte sehr wohl kostenpflichtig sein können. Doch Kostenfreiheit der Software und quelloffene Software trägt wesentlich zur enormen Ausbreitung und innovativen Erweiterung des Internets bei.

Dennoch wäre die Reduktion des Internets auf das *World Wide Web* ignorant gegenüber dem viel umfassenderen innovativen Potential des Internets. Noch sind keine Grenzen bei der Erfindung neuer medialer Formen des Netzes erkennbar und in jedem Jahr werden neue Nutzungsmöglichkeiten sichtbar. Neben den Formen, die in der Tradition der Massenmedien Zeitung, Rundfunk und Fernsehen stehen, haben sich eine Fülle von Diensten entwickelt, die ihr Publikum gezielter, also nicht mehr massenmedial zu erreichen suchen. Dazu gehören E-Mail-Listen, offen zugängliche Weblogs, Wiki Wiki, die eine Art allgemein zugängliche „Online Tafeln“ darstellen und deren spezielle Anwendung als offen gestaltbare Internet-Enzyklopädie Wikipedia sich gerade anschickt, dem Modell der Diderotschen Wissensdarbietung der Encyclopédie einen demokratisch kontrollierten Entwurf entgegen oder an die Seite zu stellen. Die Zukunft wird zeigen, ob dieses Experiment gelingt.

Aber auch die „klassischen“ Protokolle *telnet* und FTP haben neue nicht vorgesehene Anwendungsbereiche erschlossen. FTP erschließt die riesige Welt im Netz verfügbarer Software, deren Verteilung sich auch kommerziell längst von den ShrinkWrap-Paketen zur Netzdistribution gewandelt hat. Doch Software ist bei weitem nicht das einzige Dateiangebot. Elektronische Bücher und Zeitschriften werden in den nationalsprachlichen Gutenberg-Sammlungen urheberrechtsfreier Literatur, von Datenbanken aller Art und von Tausenden elektronischer Zeitschriften angeboten. Wissenschaftsbereiche wie die Physik haben ihr Lektüerverhalten mit Hilfe des *Los Alamos Preprint Servers* (arXiv.org, heute an der *Cornell University*) wesentlich verändert. Gedruckte Papierversionen dienen mehr und mehr nur als Archivbelege, während aktuelle Informationen über die elektronischen *Preprints* verteilt werden.

FTP zur Verteilung von Dateien ist freilich heute nicht mehr die einzige und auch nicht die dominante Verteilmethode. Das ursprünglich zugrunde liegende *Client-Server-Modell* ist inzwischen durch Netze gleichberechtigter Rechner, abgelöst worden, die sowohl *Client* wie *Server*-Funktionen anbieten. Diese Protokolle definieren *peer-to-peer-Netze*, die zum Ärger der Vergnügungsindustrie große Dateien sehr effizient massenhaft verteilen können.

42nd Known Mersenne Prime Found!

On February 18, 2005, Dr. Martin Nowak from Germany, found the new largest known prime number, $2^{25,964,951}-1$. The prime number has 7,816,230 digits! It took more than 50 days of calculations on Dr. Nowak's 2.4 GHz Pentium 4 computer.

(gefunden hat die Zahl nicht Dr. Nowak, der Augenarzt ist, sondern sein PC, dem die Entdeckung in Abwesenheit von Dr. Nowak gelang).

Die Nutzung der Rechenkapazität von Computern hat sich durch das Internet ebenfalls verändert. Der lockere Zusammenschluss einer Vielzahl von Rechnern nach Bedarf führt zum *Grid-Computing*, das in unterschiedlichsten Ausprägungen realisiert wird. Berühmt wurde das SETI@home Projekt, in dem seit 1999 extraterrestrisches Rauschen auch Signalanteile hin untersucht wird. Daneben gibt es Projekte zur Proteinforschung, für Krebsdrogen, für Klimamodelle oder für komplizierte kombinatorische Fragen wie der Suche nach Mersenneschen Primzahlen im GIMPS-Projekt. Eine gängige Form des *Grid-Computing* greift in den Leerlaufzeiten auf Rechner zu, indem es einen Ersatz für die beliebten „Bildschirmschoner“ anbietet. Ziel des *Grid-Computing* ist es, passende Aufgaben zu lösen, die selbst Supercomputer überfordern – eine Innovation, die alle technischen Möglichkeiten einzelner Rechenzentren übertrifft: High Technology mittels offener weltweiter Vernetzung.

Das Internet ist freilich nicht zwingend offen für alle. Neben den dem offen zugänglichen Teil des Internets sind zumindest zwei weitere Bereiche zu nennen: Einmal die *Intranets*, die zwar die Internetprotokolle verwenden, aber in den Suchmaschinen nicht auftauchen und deren Zugriff mit Passworttechniken auf geschlossene Nutzerkreise beschränkt ist und als besondere Form des Intranets das so genannte *Darknet* mancher Tauschbörsen, das ebenfalls auf geschlossenen Nutzergruppen beruht. Wie groß der nicht frei zugängliche Teil des Internets ist, ist unbekannt.

Reaktionen auf das Internet

Innovationen ersetzen oft das Gute durch das Bessere. Sie können auch das Schlechte durch etwas Besseres ersetzen. Reaktionen auf Veränderungen bleiben nicht aus. Zu den Eigentümlichkeiten des Netzes gehört seine technische Inkompatibilität mit Zensurmaßnahmen. Jugendbewegte Propagandisten lasten dies gerne seiner militärischen Vergangenheit aus den paketvermittelten *store-and-forward* Netztopologien an: „Was einen Atomschlag überleben soll, widersteht auch dem Zensor.“ Fakt ist, dass im Netz oft sehr viele Möglichkeiten bestehen, um die gleiche Aufgabe zu lösen, die gleichen Verbindungen herzustellen oder die gleichen Dateien zu übertragen. Organisationen und Nationen haben mit unterschiedlichen Maßnahmen auf diese Herausforderungen reagiert: Mit Abschottung, besonderen Erlaubnissen,

Protokollen übertragener Dateien und Verbindungen, Verbot von Kryptografie und Steganografie bis hin zur Forderung, das Netz dürfe erst dann jugendgefährdende Inhalte preisgeben, wenn es in Deutschland Nacht wird.¹⁰

Eine zweite Angriffswelle gegen das Netz reklamierte einen verstärkten Schutz geistigen Eigentums bei gleichzeitiger Denunziation der Netzinhalte („Pornografie!“ „Bauanleitungen für Bomben!!“ „Kindsmißbrauch!!!“) und der Nutzer („Alles potentielle Kriminelle!“). Wo technische Maßnahmen unwirksam sind, wird ihre Abwehr juristisch diktiert: Verbot der Umgehung wirksamer Kopierschutzmaßnahmen im UrhG §95a und seinen internationalen Äquivalenten – die durch die mögliche Umgehung für Techniker gerade ihre Unwirksamkeit nachweisen. Flankiert werden die technischen und rechtlichen Maßnahmen mit der Androhung ökonomischer Repressalien über die WTO bzw. ihren zuständigen Arm, die *World Intellectual Property Organisation* WIPO. Rechte am geistigen Eigentum werden zur strittigsten Rechtsfrage der nächsten Jahrzehnte – auch dies ein Kennzeichen der Informationsgesellschaft.

Die dritte Reaktion auf ein funktionierendes Netz kommt von den Schmuttelkindern. Schadprogramme, fantasiereich Viren, Würmer oder Trojaner genannt nutzen die Schwachstellen nachlässig geschriebener Programme. Das Internet ist eine fragile Technik, solange solche Schwachstellen bestehen. Und schließlich erfahren wir täglich die erfolgreiche Übertragung aufdringlichster Werbung ins Netz: Mit SPAM wird eine gelungene Kommerzialisierung des Internets endgültig allen sichtbar wird.

¹⁰ Heise Newsticker vom 11.12.2000 „Internet droht ›Sendezeitbegrenzung‹“ über Pläne im Bundesministerium für für Familie, Senioren, Frauen und Jugend, dem Internet deutsche Zeitzone vorzuschreiben (<http://www.heise.de/newsticker/meldung/13813>).